

# Table des matières

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
<b>PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE .....</b>	<b>7</b>
<b>I. EVOLUTION NORMALE DE L'UTERUS EN POST-PARTUM .....</b>	<b>9</b>
1. EVOLUTION ANATOMIQUE.....	10
a. Réduction de la taille du tractus génital.....	10
b. Expulsion des lochies.....	11
2. EVOLUTION HISTOLOGIQUE.....	11
a. Evolution du myomètre.....	12
b. Evolution de l'endomètre.....	12
3. EVOLUTION BACTERIOLOGIQUE .....	14
4. EVOLUTION IMMUNOLOGIQUE .....	16
5. EVOLUTION BIOCHIMIQUE.....	17
a. Dégradation du collagène .....	17
b. Evolution des métabolites de l'acide arachidonique .....	17
<b>II. DEFINITIONS CLINIQUES.....</b>	<b>23</b>
1. DEFINITION DE LA METRITE CHRONIQUE .....	24
a. Distinction avec la métrite aiguë.....	24
b. La métrite chronique .....	25
2. LES DIFFERENTS TYPES DE METRITES CHRONIQUES .....	25
a. Les formes cliniques .....	25
b. Les formes subcliniques.....	26
<b>III. TECHNIQUES DIAGNOSTIQUES.....</b>	<b>27</b>
1. RECUEIL DES COMMÉMORATIFS .....	27
2. EXAMEN GENERAL .....	27
3. INSPECTION .....	27
4. PALPATION TRANSRECTALE .....	28
a. Matériel .....	28
b. Méthode .....	28
c. Facilité de mise en oeuvre .....	28
d. Résultats .....	29
e. Intérêt diagnostique .....	29

5.	ECHOGRAPHIE .....	30
a.	<i>Matériel</i> .....	30
b.	<i>Méthode</i> .....	30
c.	<i>Facilité de mise en œuvre</i> .....	30
d.	<i>Résultats</i> .....	31
e.	<i>Intérêt diagnostique</i> .....	33
6.	EXAMEN DU CONTENU VAGINAL .....	34
a.	<i>Observation et recueil du contenu vaginal</i> .....	34
b.	<i>Analyse de l'écoulement</i> .....	37
7.	BIOCHIMIE SANGUINE .....	40
a.	<i>Dosage de l'hydroxyproline</i> .....	40
b.	<i>Dosage des prostanoïdes</i> .....	41
c.	<i>Dosage des protéines de phase aiguë</i> .....	43
d.	<i>Dosage de la progestérone</i> .....	45
8.	EXAMEN HISTOLOGIQUE .....	46
a.	<i>Matériel</i> .....	46
b.	<i>Méthode</i> .....	46
c.	<i>Facilité de mise en œuvre</i> .....	47
d.	<i>Résultats</i> .....	47
e.	<i>Intérêt diagnostique</i> .....	47
9.	EXAMEN CYTOLOGIQUE .....	48
a.	<i>Cytologie utérine</i> .....	48
b.	<i>Cytologie sanguine</i> .....	52
10.	EXAMEN BACTERIOLOGIQUE .....	54
a.	<i>Matériel</i> .....	54
b.	<i>Méthode</i> .....	54
c.	<i>Facilité de mise en œuvre</i> .....	55
d.	<i>Résultats</i> .....	55
e.	<i>Intérêt diagnostique</i> .....	56
<b>IV.</b>	<b>INTERET DIAGNOSTIQUE COMPARE DES DIFFERENTES TECHNIQUES .....</b>	<b>57</b>
	<b>PARTIE EXPERIMENTALE .....</b>	<b>61</b>
<b>I.</b>	<b>MATERIELS ET METHODES.....</b>	<b>65</b>
1.	CONSTITUTION DE L'ECHANTILLON D'ETUDE.....	65
2.	TECHNIQUES DIAGNOSTIQUES PRATIQUEES.....	65
a.	<i>Inspection</i> .....	65
b.	<i>Examen du tractus génital</i> .....	65
c.	<i>Examen cytologique</i> .....	66
d.	<i>Examen bactériologique</i> .....	69

3.	COLLECTE ET SAISIE DES DONNEES .....	71
a.	<i>Collecte des données</i> .....	71
b.	<i>Codage et saisie des données</i> .....	71
4.	ANALYSE STATISTIQUE .....	71
<b>II.</b>	<b>RESULTATS.....</b>	<b>73</b>
1.	DESCRIPTION DE L'ECHANTILLON .....	73
2.	FREQUENCE DES METRITES CHRONIQUES ET FACTEURS DE RISQUE .....	74
3.	COMPARAISON DES DIFFERENTES TECHNIQUES DIAGNOSTIQUES.....	75
<b>III.</b>	<b>DISCUSSION.....</b>	<b>77</b>
1.	PROTOCOLE D'ETUDE.....	77
a.	<i>Constitution de l'échantillon d'étude</i> .....	77
b.	<i>Qualité des données</i> .....	77
c.	<i>Choix de la méthode diagnostique de référence</i> .....	77
2.	RESULTATS .....	78
a.	<i>Description de l'échantillon</i> .....	78
b.	<i>Facteurs de risque des métrites chroniques</i> .....	78
c.	<i>Comparaison des différentes techniques diagnostiques</i> .....	79
3.	PERSPECTIVES ET APPLICATION.....	80
a.	<i>Perspectives d'étude</i> .....	80
b.	<i>Perspectives d'application</i> .....	81
	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>83</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>85</b>
	<b>ANNEXES .....</b>	<b>99</b>



# Introduction

La contamination bactérienne de la lumière de l'utérus est quasi systématique peu après le vêlage. En effet, des bactéries peuvent être isolées chez plus de 90% de vaches dans les deux premières semaines post-partum (PP) (Paisley *et al.*, 1986). La plupart des animaux éliminent ces germes au cours des cinq semaines qui suivent le vêlage, mais dans 10 à 17% des cas, la persistance de ces bactéries est à l'origine d'une infection de l'utérus, diagnostiquée lors de l'examen général de l'animal (Borsberry et Dobson, 1989 ; LeBlanc *et al.*, 2002). Ces infections, bien que communes chez les bovins, semblent être beaucoup moins fréquentes chez d'autres ruminants, tels que les ovins (Borsberry et Dobson, 1989 ; Regassa et Noakes, 1999).

La présence de bactéries en grande quantité dans l'utérus cause alors une inflammation, des lésions histologiques de l'endomètre, des retards d'involution utérine et une diminution des performances de reproduction. La cyclicité ovarienne est perturbée et la survie de l'embryon fréquemment menacée. Les infections utérines sont associées à des taux de fécondation diminués, à une augmentation de l'intervalle vêlage-vêlage et à une diminution du taux de réussite à la première insémination artificielle. Le nombre de réformes pour cause d'infertilité augmente alors en conséquence (Studer et Morrow, 1978 ; Borsberry et Dobson, 1989 ; Le Blanc *et al.*, 2002). Cette limitation des résultats de reproduction touche aussi bien les troupeaux laitiers qu'allaitants. Mais l'évaluation de la fonction utérine et des performances de reproduction n'étant pas contrôlée de façon aussi approfondie chez ces derniers, nous ne bénéficions que de peu d'informations les concernant.

La gestion de la reproduction fait actuellement l'objet d'une prise de conscience : en témoigne, par exemple, le choix du thème des prochaines Journées Nationales des Groupements Techniques Vétérinaires, « La reproduction comme porte d'entrée du conseil en élevage ». L'objectif général est l'obtention d'une vache gravide dans les meilleurs délais possibles et les meilleures conditions économiques. Il paraît indispensable d'identifier les différentes causes d'infertilité. De nombreuses publications décrivent les différents facteurs de risque. Dystocies, césarienne, rétention placentaire, coma vitulaire, cétose, déplacement de caillette, mauvaises conditions d'hygiène de l'environnement, le recueil des commémoratifs facilite donc l'identification des animaux à risque. Au-delà de cela, la procédure diagnostique doit permettre de reconnaître les animaux nécessitant un traitement pharmaceutique. Le contrôle d'involution, pratiqué autour de trente jours post-partum, permet principalement de diagnostiquer les métrites chroniques. Ces infections utérines, diagnostiquées plus de quinze jours après la mise bas, ont un impact majeur sur la fertilité (Gilbert *et al.*, 1998 ; Fourichon *et al.*, 2000). Néanmoins, l'analyse des résultats disponibles dans la littérature se heurte à la grande variabilité des définitions et des critères utilisés pour le diagnostic. Ce n'est que très récemment qu'un consensus a émergé (Sheldon *et al.*, 2006) quant aux définitions des différentes formes d'infections utérines. La métrite chronique clinique se caractérise par la présence d'écoulement purulent (contenant plus de 50% de pus) ou mucopurulent (approximativement 50% de mucus et 50% de pus) dans le vagin, à partir de 21 jours post-partum et en l'absence de symptômes systémiques (Sheldon et Noakes, 1998 et LeBlanc *et al.*, 2002). La métrite chronique subclinique est définie, dans ce consensus, comme une inflammation

de l'endomètre utérin, diagnostiquée par examen cytologique et en absence de matériel purulent dans le vagin (Gilbert *et al.*, 1998). Le concept de métrite subclinique n'a émergé que très récemment chez la vache, alors qu'il est couramment utilisé dans d'autres espèces telles que la jument (Hurtgen, 2006) ou la femme. Le diagnostic de cette forme semble avoir une importance économique car la métrite chronique subclinique affecterait les performances de reproduction (Kasimanickam *et al.*, 2005 ; Parlevliet *et al.*, 2006). Seul l'examen cytologique de l'endomètre et partiellement l'examen échographique sont considérés pour l'instant permettre, avec certitude, le diagnostic des métrites subcliniques (Gilbert *et al.*, 2005 ; Kasimanickam *et al.*, 2005). Quant aux formes cliniques, de nombreuses techniques sont disponibles, de sensibilité et de spécificités variées. Le choix de leur emploi sur le terrain se heurte d'une part à leur difficulté de réalisation, leur coût, mais aussi à des traditions et des idées reçues. Outre la palpation transrectale et l'examen du contenu vaginal, classiquement utilisés, des techniques plus récentes telles que l'échographie, ou la cytologie endométriale ont, à l'heure actuelle, un intérêt moins bien évalué pour le diagnostic des métrites chroniques.

Ce travail a donc pour but, après avoir clairement défini les différents états pathologiques de l'utérus, de comparer les techniques de diagnostic des infections utérines chroniques. La synthèse bibliographique sera suivie d'un travail expérimental visant à étudier la concordance entre les résultats fournis par les principales méthodes, chez les vaches laitières.

Rapport-Gratuit.com

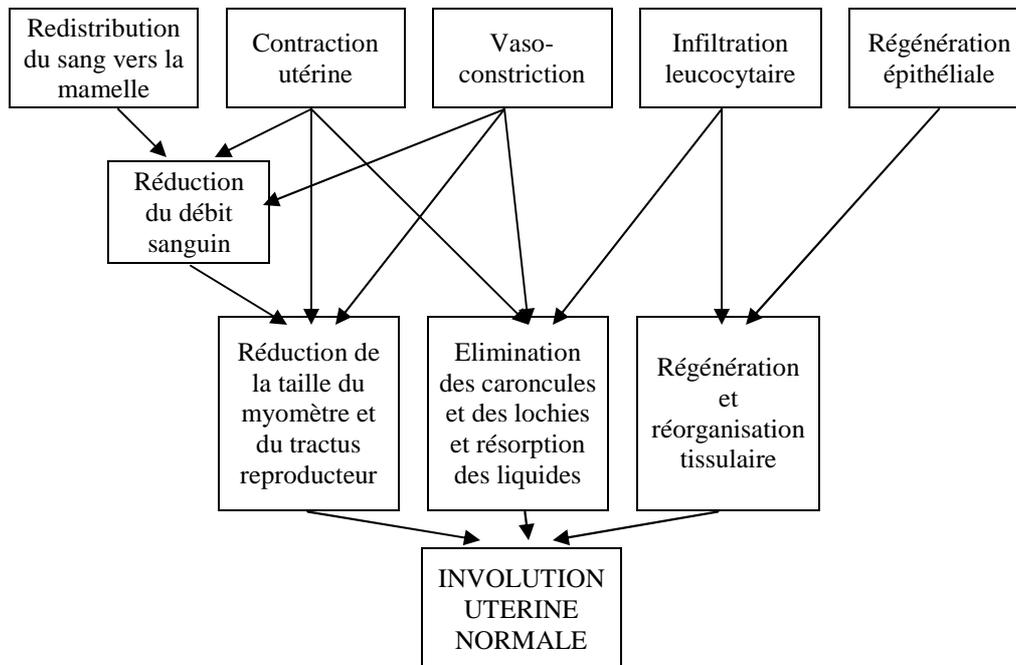
## **Partie bibliographique**



# I. Evolution normale de l'utérus en post-partum

L'involution utérine, phénomène correspondant au retour de l'utérus à son état normal après le vêlage, est essentielle pour le rétablissement du potentiel reproducteur de la vache. Pendant les quatre à cinq semaines post-partum, des modifications fondamentales se mettent en place. L'involution permet le passage d'un utérus préalablement gravidique à un état pré-gravide, grâce à des phénomènes à la fois dynamiques et complexes. Plusieurs facteurs cellulaires, immunologiques, biochimiques et endocriniens évoluent simultanément (*figure 1*). Les masses caroncules formant la partie maternelle du placenta doivent être détruites, les tissus fœtaux éliminés et les mécanismes de défense contre l'infection optimisés, durant cette période d'évolution nécrotique. Normalement, l'involution macroscopique de l'utérus chez la vache est complète en trois à quatre semaines post-partum.

Figure 1 : Facteurs impliqués dans le processus normal d'involution utérine chez la vache (Slama, 1996)



La compréhension du déroulement et des interactions physiologiques des différents éléments impliqués dans l'involution utérine normale est nécessaire et essentielle pour la maîtrise de la physiopathologie de l'utérus en période post-partum.

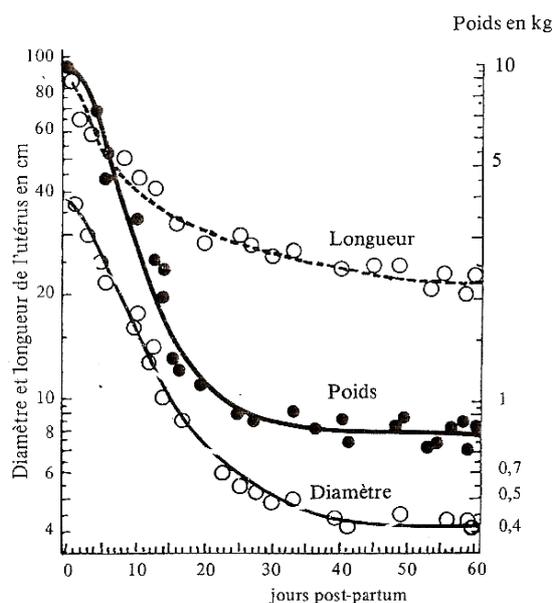
# 1. Evolution anatomique

## a. Réduction de la taille du tractus génital

Après la parturition, le volume et le poids de l'utérus subissent une réduction très rapide suivant une courbe logarithmique (*figure 2*). Au vêlage, l'utérus est un grand sac mou de près d'un mètre de long sur 40 cm de large. Son poids et son volume sont diminués de moitié en sept et dix jours respectivement (Badinand, 1981).

La masse de l'utérus se réduit de façon plus rapide que sa taille. Ceci s'expliquerait par la diminution de la circulation sanguine (Guilbault *et al.*, 1984). Les cornes, d'un poids de 10 kg au vêlage, ne pèsent plus que 8 kg au 3<sup>ème</sup> jour, 1,5 kg au 14<sup>ème</sup> jour et 0,8 kg au 25<sup>ème</sup> jour (*tableau 1*). La régression des deux cornes est comparable. Toutefois, celle précédemment gravide reste parfois plus large que la non gravide, et ce, jusqu'à la gestation prochaine. C'est entre les 10<sup>ème</sup> et 14<sup>ème</sup> jours post-partum que la réduction de l'utérus est la plus importante. Vers la fin de cette période, la longueur, le diamètre et le poids de la corne ex-gravide sont respectivement de 35 cm, 5 cm et 1,5 kg. Gier et Marion (1968b), quant à eux, observent plutôt une régression rapide et uniforme entre les jours 5 et 15 post-partum. Du jour 15 au jour 25, la régression de la taille utérine continue, pour diminuer ensuite entre les jours 26 et 39 post-partum. C'est donc entre le 20<sup>ème</sup> et le 40<sup>ème</sup> jour post-partum que l'utérus retrouve sa taille prégravidique.

*Figure 2 : Evolution du poids, de la taille et de la longueur de l'utérus au cours de l'involution utérine (Badinand, 1981)*



*Tableau 1 : Evolution physiologique de l'utérus au cours du post-partum (Tainturier, 1999).*

Nombre de jours après le part	Corne ayant hébergé le fœtus		Poids de l'utérus (kg)
	Longueur (cm)	Diamètre (cm)	
1	100	40	10
3	90	30	8
9	45	8	4
14	35	5	1.5
25	25	3.5	0.8

La réduction de la taille du col est plus longue. A 2 jours, son diamètre est de 15 cm. A 10 jours, il mesure entre 9 et 11 cm, au 30<sup>ème</sup> jour entre 7 et 8 cm et entre 5 et 6 cm à 60 jours (Gier et Marion, 1968). La réduction s'achève entre 50 et 60 jours après vêlage.

La diminution macroscopique du volume du tractus génital implique la réduction de la taille du myomètre, la disparition progressive des caroncules ainsi que l'élimination des lochies et la résorption des liquides fœtaux.

## b. Expulsion des lochies

Suite à l'expulsion d'un veau d'une soixantaine de kilogrammes et d'une cinquantaine de litres de liquides fœtaux lors de la mise bas, surviennent des écoulements d'origine utérine. L'élimination des lochies, constituées chez la vache par une partie des liquides de gestation, de sang, de débris tissulaires et d'exsudation endométriale, participe donc à la diminution progressive du contenu de l'utérus. Le sang provient des hémorragies capillaires des sites de nécrose des caroncules. Ce sont les contractions myométriales qui participent à l'expulsion des lochies vers l'extérieur. Leur élimination n'est pas régulière. Durant les deux premiers jours, la quantité de lochies présentes dans l'utérus est de l'ordre de 1400 à 1600 mL. Des contractions de forte intensité apparaissent toutes les trois à quatre minutes. Malgré ces intenses contractions, le col est encore relâché, il le reste au moins 36 heures après la parturition ce qui permet l'élimination d'une partie des liquides utérins.

Du deuxième au quatrième jour, les contractions utérines, bien que moins intenses, sont plus fréquentes et participent toujours à la vidange de l'utérus. Le col se ferme partiellement mais autorise encore l'élimination des lochies à raison de 500 mL/j. Au quatrième jour post-partum, seuls deux doigts peuvent être passés à travers le col (Roberts, 1986). Du quatrième au dixième jour, bien que les contractions ne se manifestent plus que sous la forme d'ondulations irrégulières, la quantité de lochies éliminées augmente jusqu'à atteindre un total de 500 mL à la fin de cette période.

A partir du dixième jour, jusqu'au quinzième jour post-partum, la relaxation partielle du col et l'augmentation du tonus utérin, consécutif au démarrage de la première vague folliculaire (Guilbault *et al.*, 1987 ; Savio *et al.*, 1990) permettent d'achever la vidange de l'utérus (Morrow *et al.*, 1966 ; Gier et Marion, 1968). Les lochies, sanguinolentes jusqu'au douzième jour, s'éclaircissent progressivement jusqu'à leur disparition. Après la deuxième semaine post-partum, les écoulements d'origine utérine sont rares chez la vache (Tennant *et al.*, 1967). La perte de tissu utérin au-delà de la troisième semaine consiste essentiellement en une réduction des glandes utérines, des vaisseaux sanguins, une réduction du nombre et du volume des cellules.

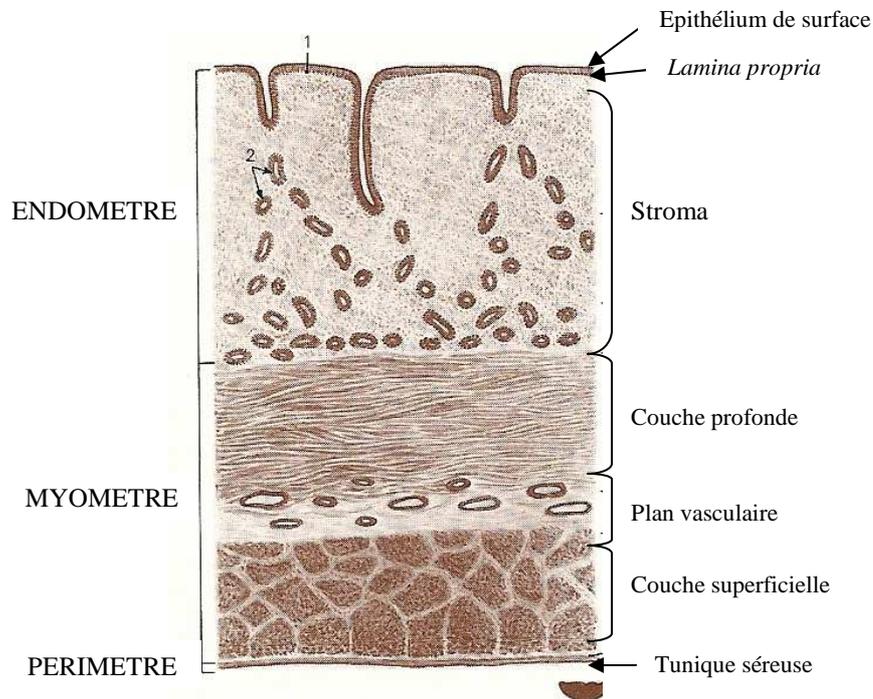
La quantité totale de lochies éliminée via la vulve est cependant très variable selon les femelles et leur parité et la plus grande partie des composants de l'utérus est résorbée par l'organisme. L'élimination des lochies ne constitue donc qu'une partie très minime de l'expulsion des composants de l'utérus, principalement l'épithélium et la partie superficielle des caroncules. Chez certaines primipares, la résorption utérine des lochies est totale puisque les écoulements vulvaires ne sont pas observés après l'expulsion des membranes fœtales. Chez les pluripares, cette quantité est plus importante et varie généralement de 800 à 2000 mL.

## 2. Evolution histologique

La réduction considérable de la taille du tractus génital à l'échelle macroscopique se traduit par des remaniements microscopiques correspondant histologiquement à une dégénérescence suivie

d'une régénération des tissus. La paroi de l'utérus est composée histologiquement de trois couches (*figure 3*): une muqueuse interne (endomètre), une musculuse (myomètre) et une mince séreuse externe (périmètre). Du point de vue physiologique, seules les deux premières sont intéressantes à considérer.

*Figure 3 : Aspect histologique de l'utérus non-gravique de la vache (Pavaux, 1981)*



### a. Evolution du myomètre

Dans l'épaisseur de la musculuse utérine ou myomètre, se trouvent des cellules musculaires lisses composées de myofibrilles et d'un sarcoplasme. Des cellules nerveuses sont également incluses dans des plexus nerveux et assurent à elles seules l'autonomie des contractions utérines.

Durant la gestation, les myofibrilles sont hypertrophiées et distendues. A la mise bas, durant les 48 à 72 heures suivant l'expulsion des membranes fœtales, les contractions utérines vigoureuses favorisent la réduction de la taille de l'organe par diminution de la longueur des cellules myométriales. Ces fibres musculaires se rétractent rapidement et passent d'un diamètre de 700  $\mu\text{m}$  au vêlage à moins de 200  $\mu\text{m}$  au troisième jour. Elles retrouvent ainsi leur taille initiale au bout de 31 jours en moyenne. Au cours de l'involution utérine, aucun processus de nécrose n'est observé au niveau des myofibrilles (Archbald *et al.*, 1972). Ces contractions favorisent également la diminution de la circulation sanguine au niveau de l'endomètre.

### b. Evolution de l'endomètre

L'endomètre, ou couche muqueuse, comporte deux couches distinctes (*figure 3*) : un épithélium de surface séparé de la deuxième couche de l'endomètre (chorion ou stroma) par une mince membrane basale (*lamina propria*). Le stroma comprend trois éléments principaux, des fibres de collagène, des cellules en provenance du sang (lymphocytes) ou du stroma (granulocytes, plasmocytes) et des glandes utérines (Derivaux, 1982).

L'endomètre est le siège de remaniements histologiques beaucoup plus importants que le myomètre, comprenant un phénomène de dégénérescence et de régénérescence.

### **1. Dégénérescence tissulaire**

Dès la fin de gestation apparaissent des changements cellulaires au niveau des 70 à 120 placentômes qui assurent les échanges entre la vache et le fœtus. On observe, au niveau des placentômes, formés de l'imbrication des villosités du cotylédon (partie fœtale du placentôme) dans les cryptes du caroncule (partie maternelle du placentôme), une surproduction de collagène, un détachement partiel des villis caronculeuses et une perte importante de l'épithélium des cryptes maternels.

Au premier jour post-partum, des changements dégénératifs sont observés au niveau de l'épithélium caronculeux. Les cellules musculaires lisses de la paroi des artères caronculeuses subissent un phénomène de dégénérescence hydropique. La vacuolisation du cytoplasme des cellules épithéliales endométriales aboutit à la nécrose de la partie superficielle des cryptes du stroma (Archbald *et al.*, 1972). Puis, deux à trois jours après la parturition, la nécrose est considérable et s'étend à toute la masse caronculeuse. L'intense vasoconstriction des petites et des grandes artérioles aboutit à l'effacement complet de la lumière de la majorité des vaisseaux sanguins à la base des caroncules. L'irrigation capillaire étant inexistante, le débit sanguin chute rapidement pour atteindre un tiers de sa valeur pré-partum, deux heures seulement après la délivrance. Une ligne nette de séparation entre tissu sain et nécrosé apparaît. Seules les cryptes maternelles restent distinctes, mais partiellement délimitées par une couche épithéliale dont l'érosion est très avancée (Grunet, 1984).

Macroscopiquement, ces changements dégénératifs facilitent la dissociation entre la caroncule et la houppes chorionales. Dans les conditions normales, les enveloppes fœtales sont éliminées en moyenne six heures après le vêlage. La partie superficielle des caroncules se desquame vers le 10<sup>ème</sup> jour (Badinand, 1981). A ce moment, l'élimination des caroncules est complète, laissant place à une surface vive, dont les vaisseaux sanguins s'ouvrent dans la lumière utérine. La quantité de sang dans les lochies devient particulièrement importante pendant trois à quatre jours (Slama *et al.*, 1999). Au 19<sup>ème</sup> jour, les artérioles composant le stroma, éliminées par hyalinisation, disparaissent et laissent place à de petits caroncules, lisses à leur surface. De diamètre de 15 à 20 µm à 19 jours, ils réduisent encore jusqu'à atteindre 10 à 15 µm à 39 jours et deviennent de minuscules cratères, coniques, à 50-60 jours (Gier et Marion, 1968). A la fin de ces changements histologiques, les caroncules apparaissent macroscopiquement comme une rangée de disques blancs au milieu d'un endométrium rosé.

### **2. Régénérescence tissulaire**

Parallèlement à la disparition de l'épithélium gestatif, apparaît un nouvel épithélium. La régénération de ce tissu utérin commence immédiatement après le part, au niveau des zones intercotylédonnaires et de l'épithélium des glandes épithéliales qui n'ont été que peu endommagées. Elle se manifeste par l'apparition de nouvelles cellules épithéliales à la surface des cotylédons, mais qui sont très vite éliminées avec les lochies.

Au cours de la première semaine post-partum, la régénération de l'épithélium utérin s'effectue essentiellement en marge des masses cotylédonnaires désorganisées et délimitées par un grand nombre de cellules leucocytaires. L'épithélium se développe donc par-dessus le vestige de la masse caronculeuse. Dix à quinze jours après les dernières décharges lochiales (soit 25 à 30 jours post-partum) et en l'absence d'infection utérine, l'épithélium utérin est continu sur toute sa surface et la régénération épithéliale se trouve achevée (Gier et Marion, 1968). Selon les auteurs, cependant,

le délai diffère. Rasbech (1950) et Archbald *et al.* (1972) rapportent un remplacement de l'épithélium vers le vingtième jour post-partum. La régénération tissulaire commence au treizième jour et s'achève vers le trentième jour post-partum pour Wagner et Hansel (1969) et Campo *et al.* (1987). Enfin, pour Slama (1996), le retour au statut histologique normal nécessite vingt jours de plus que le retour à un statut macroscopique normal (Gier et Marion, 1968). L'involution de l'endomètre est donc complète à la huitième semaine post-partum.

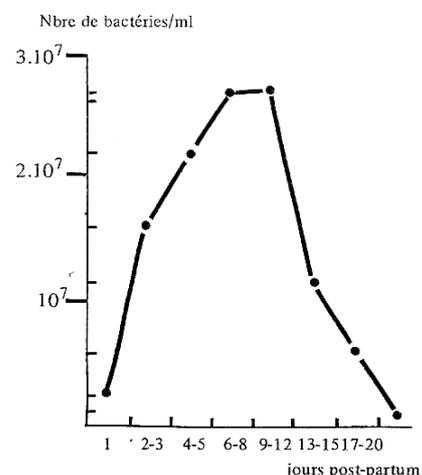
Chez la vache, l'involution utérine histologique est une succession d'évènements complexes qui peuvent être divisés en trois processus interdépendants : la réduction de la taille du myomètre, l'élimination des tissus et des liquides et la régénération de l'endomètre. La régénérescence tissulaire aboutit au recouvrement de tout l'endomètre et des caroncules et au retour de l'utérus à son état normal.

### 3. Evolution bactériologique

Avant le vêlage, la lumière utérine est considérée comme un milieu stérile. Si une contamination bactérienne intervient, elle engendre une résorption du fœtus ou un avortement (Semambo *et al.*, 1991). Au vêlage, les barrières naturelles composées du col, du vagin et de la vulve sont compromises (Gier et Marion, 1968), laissant l'opportunité à des bactéries en provenance de l'environnement, de la région périnéale, de la peau et des fèces de l'animal, de venir coloniser les voies génitales. De plus, les tissus nécrotiques arrachés, les fluides et le sang présents dans l'utérus constituent un milieu de culture très favorable à leur croissance (Elliott *et al.*, 1968). Cette contamination utérine du post-partum est quasi systématique.

Au cours des vêlages normaux, en moyenne, 90% sont contaminés dans les 15 premiers jours après vêlage en l'absence de signes cliniques (Elliott *et al.*, 1968 ; Griffin *et al.*, 1974 ; Olson *et al.*, 1986 ; Arthur *et al.*, 1989 ; Sheldon et Dobson, 2004), avec un pourcentage de cultures positives qui diminue au cours des deux à quatre premières semaines post-partum (*figure 4*).

*Figure 4 : Evolution du nombre de bactéries par mL de contenu utérin après vêlage (Kudlâc et al., 1970 ; cités par Badinant et al., 1981)*



L'étude menée par Elliott *et al.* (1968) sur la contamination bactérienne de 106 utérus en post-partum (*tableau 2*) a révélé la contamination de 93% des utérus entre 3 et 5 jours post-partum, dont 78% encore affectés entre 16 et 30 jours, puis 50% entre 31 et 45 jours. Il n'en reste plus que 9% entre 45 et 60 jours post-partum.

Tableau 2 : Fréquence des principaux groupes bactériens dans l'utérus de vaches après parturition (Elliott et al., 1968) (Nbre : nombre)

Jours après vêlage	UTERUS		BACTERIES ISOLEES (Nombre de prélèvements positifs)							
	Nombre testé	Positifs		<i>Streptococcus</i>	<i>Staphylococcus</i>	<i>Micrococcus</i>	<i>Corynebacterium*</i>	<i>Pseudomonas</i>	<i>Escherichia</i>	Autres
		Nbre	%							
0-15	14	13	93	3	6	1	3	3	2	2
16-30	41	32	78	4	7	4	8	6	0	8
31-45	40	20	50	3	5	3	3	6	0	4
46-60	11	1	9	0	0	0	0	0	1	0
Total	106	66		10	18	8	14	15	3	14

\* : actuellement *Arcanobacterium*.

Une grande variété de bactéries sont isolées en post-partum, dans l'utérus des vaches, en l'absence de signes cliniques visibles de métrite (Dawson, 1950 ; Sagartz et Hardenbrook, 1971 ; Olson *et al.*, 1984). Dans les dix premiers jours après le part, les germes les plus fréquemment isolés sont *Streptococcus spp.*, *Staphylococcus spp.* et *Bacillus spp.* Généralement, la fréquence des cultures bactériennes positives augmente pendant la deuxième semaine post-partum (Bekana *et al.*, 1996). L'incidence des bactéries diminue graduellement ensuite. Leur présence devient sporadique dans les 28 à 35 jours après le part et ce, jusqu'au 45<sup>ème</sup> jour (tableau 2). La cavité utérine redevient alors stérile 6 à 7 semaines post-partum (Paisley *et al.*, 1986 ; Hussain, 1989 ; Hussain et Daniel, 1991).

La littérature classe généralement les espèces bactériennes selon leur pouvoir pathogène (tableau 3). Certains genres bactériens peuvent être considérés comme des habitants normaux de la lumière de l'utérus des vaches en post-partum. *Staphylococcus spp.*, *Streptococcus spp.* sont rencontrés en grande quantité, *Arcanobacterium pyogenes* fréquemment, *Escherichia coli* et les anaérobies Gram négatif (*Clostridium spp.*, *Bacteroides spp.* et *Fusobacterium spp.*) avec une plus faible fréquence d'isolement (Lohuis, 1998 ; Olson *et al.*, 1986 ; Del Vecchio *et al.*, 1994). La présence d'*A. pyogenes*, de *Bacteroides spp.* et de *F. necrophorum* sont corrélées positivement (Dohmen *et al.*, 1995).

Tableau 3 : Classification des bactéries, isolées par culture aéro- et anaérobie, selon leur pouvoir pathogène, dans le cadre des métrites chroniques de la vache (Williams et al., 2004)

PATHOGENES MAJEURS	POTENTIELLEMENT PATHOGENES	CONTAMINANTS OPPORTUNISTES
<i>Arcanobacterium pyogenes</i> <i>Bacteroides sp.</i> <i>Prevotella melaninogenicus</i> <i>Escherichia coli</i> <i>Fusobacterium necrophorum</i>	<i>Bacillus licheniformis</i> <i>Enterococcus faecalis</i> <i>Mannheimia haemolytica</i> <i>Pasteurella multocida</i> <i>Peptostreptococcus sp.</i> <i>Staphylococcus aureus</i> <i>Streptococci</i> Non-hémolytique	<i>Clostridium perfringens</i> <i>Klebsiella pneumoniae</i> <i>Micrococcus sp.</i> <i>Providencia stuartii</i> <i>Proteus sp.</i> <i>Staphylococcus sp.</i> , coagulase négative <i>Streptococci</i> α-Hémolytique <i>Streptococcus acidominimus</i> <i>Aspergillus sp.</i>

L'utérus de la plupart des vaches est donc contaminé par une large variété de bactéries au moment du vêlage ou immédiatement après (Elliot *et al.*, 1968). C'est un système dynamique plus qu'une contamination à un moment précis. L'utérus se contamine à plusieurs reprises, évacue les

germes puis se recontamine jusqu'à la fin de la période d'involution. Il se produit un état d'équilibre entre la contamination bactérienne et les mécanismes de défense de l'animal (Sheldon, 2004). La plupart de ces contaminations guérissent spontanément et n'ont pas de conséquences sur les paramètres de reproduction et de production. Après sept semaines, l'utérus est le plus souvent stérile et fournit un environnement approprié pour mener à bien une nouvelle gestation. Par contre, une persistance de ces germes au-delà de 60 jours post-partum devient pathologique et peut être à l'origine de certains échecs de reproduction (Elliott *et al.*, 1968).

#### **4. Evolution immunologique**

Lors d'une involution normale, apparaît un processus infectieux et inflammatoire. Les principaux acteurs de l'involution utérine (vasoconstriction, contraction du myomètre et réorganisation tissulaire) sont le résultat et l'aboutissement d'une réaction inflammatoire. Les mécanismes de défense de l'utérus contre les contaminants divers sont tout d'abord anatomiques (présence d'un épithélium simple ou pseudostratifié recouvrant l'endomètre), chimiques (sécrétions muqueuses provenant des glandes endométriales) et enfin immunologiques (action des cellules inflammatoires et des antigènes humoraux). Environ 48 heures après un vêlage normal et non assisté, s'accumulent des leucocytes dans la lumière utérine parallèlement aux micro-organismes contaminants. Ce fait constitue le commencement normal des processus de nettoyage et d'involution de l'utérus.

La contamination bactérienne non spécifique de l'endomètre induit un afflux de polynucléaires neutrophiles (PNN) vers le stroma et la lumière utérine. Des nodules lymphatiques sont trouvés à l'intérieur du stroma chez toutes les vaches présentant une infection utérine, mais également dans la plupart des utérus, de dix à cinquante jours post-partum, dont les cultures bactériennes sont négatives (Elliott *et al.*, 1968). Leur présence est indispensable pour limiter la colonisation bactérienne systématique au vêlage et lutter contre l'infection. Dans le cas d'une involution utérine normale, les mécanismes de défense de l'utérus permettent donc le contrôle et l'élimination de la flore bactérienne en six à sept semaines (Chastant-Maillard et Aguer, 1998).

Au cours de la première semaine post-partum, un grand nombre de leucocytes envahit la masse caronculaire nécrotique, principalement des polynucléaires neutrophiles, des plasmocytes et des lymphocytes (Badinand, 1981). Chez les vaches cliniquement saines, le nombre de polynucléaires neutrophiles périphériques augmente au cours des dix à quinze derniers jours de la gestation puis diminue ensuite lors des sept premiers jours post-partum. Ces cellules leucocytaires sont les plus rapidement recrutées, en très grand nombre, depuis la circulation périphérique vers la lumière de l'utérus. Parallèlement, leur activité phagocytaire au niveau utérin augmente durant la période qui précède la parturition, mais diminue brusquement au vêlage pour ensuite augmenter progressivement pendant les 14 premiers jours de la période post-partum (Cai *et al.*, 1994 ; Saad *et al.*, 1989 ; Zerbe *et al.*, 2000 cité par Sheldon et Dobson, 2004). A partir du dixième jour, cette infiltration cellulaire est complétée par un afflux de macrophages et de fibroblastes. La blastogenèse des lymphocytes de la circulation périphérique diminue au cours des 21 derniers jours de la gestation et augmente à nouveau au cours des 14 premiers jours qui suivent le vêlage, chez des vaches cliniquement normales (Saad *et al.*, 1989). Les monocytes sont attirés dans les zones de hautes concentrations en collagène, là où ils se différencient en macrophages (Padykula, 1976). Apparemment, PNN et macrophages sont très présents le deuxième et quatrième jour respectivement (Frank *et al.*, 1983). Padykula (1976) émet l'hypothèse que l'activité de la collagénase expose de nouveaux déterminants antigéniques sur la surface du stroma utérin et engendre la différenciation de macrophages afin de résorber la plus grosse partie du stroma.

L'endomètre utérin présente tous les caractères du système réticulohistiocytaire. Le phénomène histologique le plus important lors de l'involution utérine, comme lors de la réaction inflammatoire, est constitué par la phagocytose. Elle concerne les éléments nécrosés et certaines grosses molécules (collagène) (Frank *et al.*, 1983). Les glucides et lipides sont résorbés tels quels. La phagocytose implique un chimiotactisme, une adhérence et un attachement des polynucléaires au niveau de l'antigène de la cellule digérée (Dhaliwal *et al.*, 2001). Les phagocytes, remplis de débris, migrent ensuite vers le *stratum spongiosum* et passent dans la circulation générale comme dans une réaction inflammatoire classique. Ces cellules permettent la résorption de l'endomètre et des lochies (Badinand, 1981).

Le système immunitaire utérin est préparé à la mise bas dans la période qui précède la parturition par des variations en progestérone, œstrogènes et prostanoïdes. Stimulé au moment du vêlage jusqu'à la première ovulation, il garde en mémoire des signaux émis avant la parturition. Cette stimulation du système immunitaire persiste jusqu'à l'apparition de l'effet suppressif de la sécrétion de progestérone par le corps jaune post-partum (Lewis, 1998). Les défenses immunitaires de l'utérus sont mobilisées dans cette période du post-partum qui reste propice aux contaminations bactériennes. Une altération ou une réduction de la fonction immunitaire avant et/ou après le vêlage pourra favoriser des infections utérines chez la vache (Hussain, 1989 ; Hussain et Daniel, 1992 ; Cai *et al.*, 1994).

## 5. Evolution biochimique

### a. Dégradation du collagène

Le collagène est une protéine fibreuse. La molécule, formée de trois chaînes polypeptidiques, a une composition en acides aminés particulière : un tiers est représenté par la glycine et un quart, par la proline et l'hydroxyproline. Cette dernière n'existe que dans le collagène dont elle représente de façon immuable 13,4% du poids total (Badinand, 1981).

Dans les heures qui suivent le vêlage, le collagène, accumulé dans les cotylédons au cours de la gestation précédente, représente, à lui seul, environ 20% à 25% de la matière sèche de la muqueuse utérine. Son taux décroît rapidement après le vêlage en suivant exactement l'évolution du poids de l'utérus (Badinand, 1981). La masse caronculeuse dégrade cette protéine sous l'action d'une collagénase (Wagner et Hansel, 1969). Son catabolisme est maximal au moment de l'achèvement de l'involution utérine. Le taux de collagène soluble, témoin du catabolisme de cette substance, est faible au moment du vêlage (11%) puis s'accroît rapidement pour atteindre 16% à quatre jours et 24% à trente jours, dans la muqueuse utérine (Badinand, 1981). Le collagène solubilisé se retrouve alors sous forme de glycine et d'hydroxyproline dans le sang. On constate une augmentation des taux de ces deux acides aminés dans la semaine suivant le vêlage.

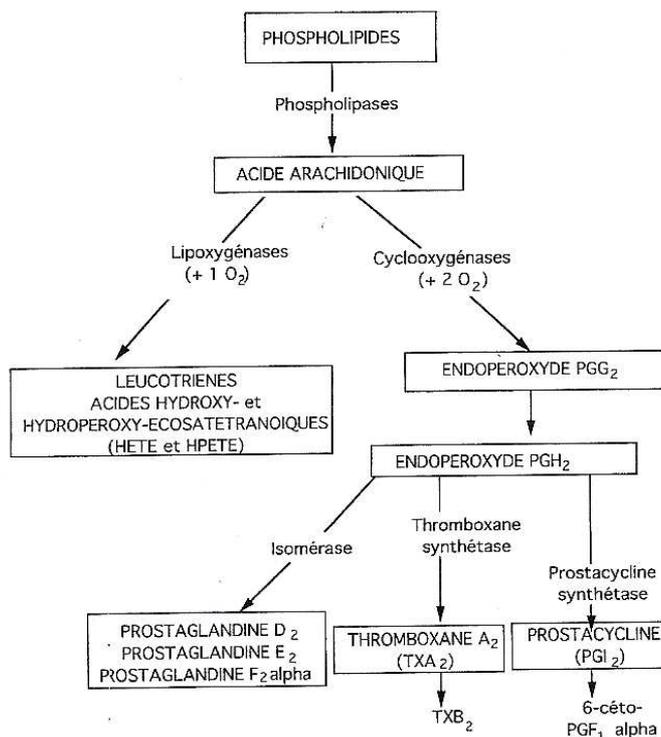
### b. Evolution des métabolites de l'acide arachidonique

En début d'involution utérine, la capacité de synthèse du tissu caronculeux est fortement augmentée. Les caroncules synthétisent différents prostanoïdes, métabolites de l'acide arachidonique (*figure 5*), tels que prostaglandines  $F_2\alpha$  ( $PGF_2\alpha$ ),  $E_2$  ( $PGE_2$ ), leucotriène  $B_4$  ( $LTB_4$ ) et autres dérivés des acides hydroperoxy- et hydroxy-eicosatétraénoïques (HETE ou HPETE).

La sénescence du placenta s'accompagne dans les jours qui suivent le part d'une augmentation de la sécrétion des prostaglandines  $F_2\alpha$  (Edqvist *et al.*, 1978). Cette sécrétion

commence dans les deux jours précédant la mise bas, atteint un pic de 10 000 pg/mL au deuxième ou troisième jour post-partum, puis diminue progressivement, tout en restant à un niveau supérieur au taux basal pendant 7 à 21 jours (Lindell *et al.*, 1982 ; Guilbault *et al.*, 1984). La durée de cette libération est reliée au temps nécessaire à l'involution complète de l'utérus. Lindell *et al.* (1982) ont mis en évidence une corrélation négative entre le nombre de jours pendant lesquels le niveau de  $\text{PGF}_2\alpha$  est élevé et le nombre de jours nécessaires pour obtenir la rétraction complète de l'utérus (*figure 6*). Il semble que l'involution est d'autant plus rapide que la sécrétion de  $\text{PGF}_2\alpha$  est prolongée.

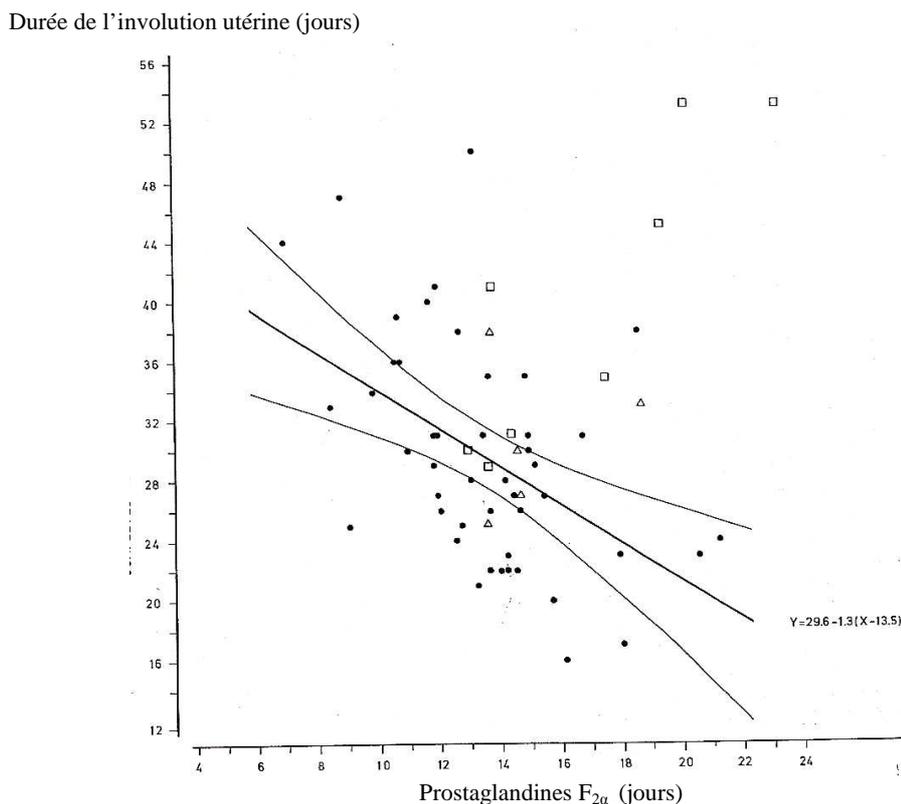
Figure 5 : Métabolisme de l'acide arachidonique (Slama, 1996)



La figure 6 montre qu'un niveau élevé de concentration plasmatique de  $\text{PGF}_2\alpha$  pendant 10 jours entraîne une durée d'involution utérine de 34 jours, alors que pour une durée de sécrétion doublée, l'involution se fera en 20 jours. Cette observation est corroborée par une expérience de Lindell *et al.* (1982) qui montre que l'administration biquotidienne de  $\text{PGF}_2\alpha$  (25 mg/j) entre J3 et J13 raccourcit la durée de l'involution utérine chez les vaches qui ont vêlé normalement.

Les  $\text{PGF}_2\alpha$  induisent tout d'abord une vasoconstriction à l'origine de la nécrose de l'endomètre caronculaire. Elles favorisent également les contractions des fibres musculaires lisses du myomètre, permettant la diminution de taille de celui-ci et l'expulsion des lochies. En plus de leur activité utérotonique et lutéolytique, elles semblent stimuler le système immunitaire pendant la période précoce du post-partum. Elles favorisent la diapédèse leucocytaire dans l'endomètre ainsi que la phagocytose. Les  $\text{PGF}_2\alpha$  contribuent à éliminer l'infection bactérienne de l'utérus pendant et après le part (Bonnet *et al.*, 1990).

Figure 6 : Relation entre le taux de  $PGF_{2\alpha}$  et la durée de l'involution utérine chez la vache (Lindell *et al.*, 1982)



La  $PGE_2$ , quant à elle, présente des propriétés anti-inflammatoires et immunosuppressives. Elle participe à la diminution de l'immunité systémique, de la transformation lymphoblastique et locale et de la diminution de la concentration en immunoglobulines dans les sécrétions utérines (Slama *et al.*, 1991). L'activité des lymphocytes et des neutrophiles phagocytaires est inhibée par  $PGE_2$  (Paisley *et al.*, 1986 ; Hussain, 1989 ; Slama, 1996 ; Lewis *et al.*, 1998).

Le leucotriène  $B_4$  ( $LTB_4$ ) est un puissant médiateur de l'inflammation. Le tissu caronculaire est capable de synthétiser du  $LTB_4$  au moins jusqu'à 21 jours post-partum. Sa capacité de synthèse au premier jour post-partum est environ 700 fois plus importante qu'à trois semaines post-partum et trois fois plus importante à J1 qu'au 20<sup>ème</sup> jour post-partum (Slama *et al.*, 1993). C'est une substance leucotactique responsable du passage actif des leucocytes de la circulation sanguine vers l'endomètre utérin en période péri-partum (Slama *et al.*, 1993). De plus, il stimule la formation, la libération ou la bioactivité de substances lipidiques ou protéiques à pouvoir leucotactique. Il augmente également la capacité phagocytaire des neutrophiles. Par contre, il n'a pas d'effet sur le recrutement des lymphocytes.

La  $PGF_{2\alpha}$  participe donc à l'involution utérine par ses effets vasoconstricteurs, utérotoniques et pro-inflammatoires et le  $LTB_4$ , essentiellement par ses pouvoirs leucotactiques et stimulants de l'activité phagocytaire. Inversement, la  $PGE_2$  est plutôt défavorable à l'involution (tableau 4).

*Tableau 4 : Rôles des métabolites de l'acide arachidonique dans le processus d'involution utérine chez la vache (Slama, 1996)*

<b>METABOLITES</b>	<b>ACTIONS DIRECTES ET INDIRECTES</b>	<b>ROLES DANS L'INVOLUTION UTERINE</b>
<b>Voie de la lipoxygénase</b>		
Leucotriène B4	Pouvoir leucotactique	Infiltration leucocytaire Nécrose caronculaire Elimination des infections
<b>Voie de la cyclooxygénase</b>		
Prostaglandine F2 $\alpha$	Contractions utérines  Vasoconstriction  Action pro-inflammatoire	Réduction du débit sanguin  Réduction de la taille du myomètre et de l'utérus  Elimination des lochies Stimulation de la phagocytose
Prostaglandine E2	Myorelaxation Vasodilatation  Action anti-inflammatoire	Atonie utérine Immuno-suppression puerpérale Augmentation de l'incidence et de la sévérité des infections utérines

En conclusion, l'involution utérine est un phénomène complexe (*tableau 5*). L'involution macroscopique normale de l'utérus de la vache est complète en trois à quatre semaines post-partum. La surveillance systématique de l'involution utérine, fréquemment pratiquée en élevage laitier dans le cadre des suivis de reproduction, est destinée à contrôler d'éventuels retards d'involution qui sont signes d'infections utérines post-partum, dont nous allons présenter les signes cliniques.

*Tableau 5 : Synthèse des différents événements d'une involution utérine normale (Coche et al., 1987)*

DELAI PP	ASPECT ANATOMIQUE	HISTOLOGIE	PHYSIOLOGIE ET FLORE BACTERIENNE
<b>J0</b>	Longueur corne : 90 à 100 cm Diamètre corne : 40 cm Poids utérus : 9 à 10 kg Diamètre cotylédon : 4 cm  Lochies : abondantes et sanguinolantes (1400 à 1600 mL) Contractions myométriales : toutes les 3 min	Nécrose localisée contraction et résorption utérine Infiltration oedémateuse de l'endomètre Vasoconstriction caronculaire Régénérescence tissulaire  Modification biochimique du contenu utérin Vasoconstriction et nécrose	Index phagocytaire élevé Importante prolifération bactérienne  Avec en général : <i>Streptococcus spp.</i> <i>Staphylococcus spp.</i> et <i>Bacillus spp.</i> Catabolisme des protides par protéases
<b>J2</b>	Diminution volume et poids utérus suivant courbe logarithmique Diamètre col : 15 cm Lochies : 500 à 1000 mL Contractions myométriales : toutes les 3-4 min	Phagocytose importante contraction et résorption utérine Vasoconstriction et nécrose	
<b>J4</b>	Poids utérus : 4 à 7 kg Diamètre cotylédon : 3 cm Lochies : 500 mL	Catabolisme du collagène	Phagocytose des glucides et lipides
<b>J5</b>	Diamètre utérus réduit moitié : 20 cm Contractions myométriales : toutes les 10 min	Poursuite de la régénérescence tissulaire	
<b>J6 à J9</b>	Longueur corne : 45 cm Diamètre corne : 8 cm Poids utérus : 4 kg Col fermé (inférieur à deux doigts) Lochies : moins abondantes et rosées	Disparition de l'œdème de l'endomètre Recouvrement des surfaces intercaronulaires Catabolisme du collagène	Prolifération bactérienne toujours très importante
<b>J10</b>	Fermeture du col Diamètre col : 9 à 11 cm Poids utérus réduit d'1/3 Diamètre cotylédons : 1 à 2 cm Lochies : fin des traces sanguinolantes	Renouvellement de l'épithélium intercotylédonnaire	
<b>J10 à J15</b>	Réouverture du col Lochies : 3 à 400 mL Diamètre des cotylédons : 0.5 cm	Fin de la nécrose et de l'élimination des caroncules	Régression de la prolifération bactérienne Utérus de plus en plus aseptique
<b>J18 à J25</b>	Fermeture du col Lochies : arrêt des écoulements	Accélération du recouvrement épithélial Fin de la perte de tissus et de liquides	Index phagocytaire toujours très élevé
<b>J25 à J30</b>	Longueur corne : 25 cm Diamètre corne : 3.5 cm Poids utérus : 0.8 kg		
<b>J30 à J60</b>	Achèvement de l'involution de l'utérus	Epithélium utérin continu sur toute la surface utérine	
<b>J50 à J60</b>	Achèvement de l'involution du col Diamètre col : 5 à 6 cm		



## II. Définitions cliniques

La fonction utérine peut-être compromise par une contamination bactérienne non contrôlée de la lumière utérine après la parturition. L'endomètre, comme la plupart des muqueuses, constitue une barrière de lutte efficace contre les infections bactériennes. Elle permet à l'utérus de se débarrasser des contaminants sans que l'intégrité fonctionnelle de celui-ci ne soit sérieusement compromise. La plupart des vaches éliminent ces bactéries durant les cinq premières semaines post-partum, mais lorsque la réponse immunitaire systémique ou locale utérine est inhibée, les bactéries peuvent s'établir dans l'utérus, proliférer et finalement causer une infection utérine (Lewis, 1997). Ceci se produit dans 10 à 17% des cas dans lesquels l'infection utérine est détectée lors de l'examen général de l'animal (Borsberry et Dobson, 1989 ; LeBlanc *et al.*, 2002 ; Sheldon *et al.*, 2006). La présence de germes pathogènes dans l'utérus (l'infection, par elle-même) cause une inflammation, ainsi que des lésions histologiques de l'endomètre qui retardent l'involution et perturbent la survie de l'embryon (Semambo *et al.*, 1991 ; Sheldon *et al.*, 2003).

La terminologie employée pour les infections ou inflammations utérines est complexe et conduit parfois des confusions. En effet, beaucoup de systèmes ont été décrits dans le but de classer et de définir ces affections utérines. Aucune définition standard n'existe vraiment. Les critères pris en compte pour définir ces infections varient beaucoup selon les auteurs. Elles peuvent être classées selon le délai d'apparition, les signes histologiques, les symptômes, l'isolement bactérien ou la gravité de la maladie. On trouve le terme d'endométrite *stricto sensu*, chez Miller *et al.* (1980), Leblanc *et al.* (2002) et McDougall *et al.* (2007), lorsque les lésions intéressent l'endomètre seul. L'endométrite correspond à une inflammation superficielle de l'endomètre, qui ne s'étend pas au-delà du *stratum spongium* (Bondurant, 1999), et dont on peut mettre en évidence l'état inflammatoire par un examen histologique (Sheldon *et al.*, 2006). Elle apparaît en l'absence de signes systémiques (Leblanc *et al.*, 2002 et McDougall *et al.*, 2007) et est associée à une infection chronique de l'utérus, en présence de germes pathogènes, dont principalement *Arcanobacterium pyogenes* (Leblanc *et al.*, 2002). Le terme de métrite est employé pour une atteinte de l'ensemble de la paroi utérine (Lewis, 1997 ; Dumoulin, 2004). Celui de périmétrite, pour une atteinte de la séreuse et celui de paramétrite, pour une atteinte des ligaments suspenseurs (Bondurant, 1999 ; Kennedy et Miller, 1993, cités par Sheldon *et al.*, 2006). On trouve également certaines classifications en fonction du délai d'apparition. C'est le cas des termes de métrite primaire (avant 21 jours), secondaire (entre 21 et 60 jours) et tertiaire (à partir de 60 jours post-partum) (Dohoo *et al.*, 1983, cités par Youngquist et Dawn Shore, 1997) et de métrite du post-partum immédiat, intermédiaire et post-ovulatoire (Olson et Mortimer, 1986 ; Olson *et al.*, 1987, cités par Youngquist et Dawn Shore, 1997). Il existe également trois degrés dans la classification des métrites chroniques selon Richter (Hanzen *et al.*, 1998 ; Dumoulin, 2004) qui s'appuient sur les critères histologiques et les symptômes locaux. Le premier degré est une endométrite catarrhale. L'examen histologique met en évidence des foyers inflammatoires périglandulaires et des nodules lymphocytaires dans l'endomètre. Le deuxième degré comprend une inflammation moyenne, des lésions endométriales et la présence d'un écoulement mucopurulent. Le troisième degré est caractérisé par une infiltration importante, une nécrose endométriale et un écoulement purulent à la vulve. D'autres auteurs (Dohmen *et al.*, 1995 et Lohuis, 1998) utilisent les termes d'endométrite aiguë, lors d'écoulement pathologique, rouge-brun, d'odeur putride (*Arcanobacterium pyogenes*) par le canal cervical entre 5 et 14 jours post-partum et en présence d'*Actinomyces pyogenes*, d'anaérobies Gram négatif ou d'*Escherichia coli* et d'endométrite subaiguë-chronique, lors d'écoulement pathologique, d'odeur

souvent normale, après 14 jours post-partum, en présence d'*Actinomyces pyogenes* ou d'anaérobies Gram négatif. Cette définition tient compte du délai d'apparition après le vêlage, des symptômes clinique et du type de bactérie pathogènes qui sont isolées. Enfin, les termes de métrite puerpérale, d'endométrite clinique et d'endométrite subclinique, utilisés par LeBlanc *et al.* (2002), Kasimanickam *et al.* (2004), Gilbert *et al.* (2005) et Sheldon *et al.* (2006) font référence au délai d'apparition et aux différents symptômes. La métrite puerpérale est une infection de l'utérus au cours des dix premiers jours du post-partum. Elle est caractérisée par une atteinte de l'état général de l'animal et une sécrétion vaginale nauséabonde. L'endométrite clinique apparaît après 21 jours post-partum et n'est pas accompagnée de symptômes généraux. D'autres signes cliniques la caractérisent, tels que des sécrétions vaginales purulentes ou mucopurulentes. L'endométrite subclinique est une inflammation de l'endomètre en l'absence de sécrétions purulentes dans le vagin (Sheldon *et al.*, 2006).

Afin d'éviter cette confusion de terminologie, il serait intéressant d'apporter une définition pratique, basée sur des critères de diagnostic permettant d'identifier les vaches susceptibles d'avoir des performances de reproduction diminuées (Lewis, 1997). Sheldon *et al.* (2006) ont récemment proposé une définition des différents termes utilisés (métrite puerpérale, métrite clinique et pyomètre) qui sera reprise dans ce travail, car elle a fait l'objet d'un consensus mondial (l'article ayant été relu et corrigé par des spécialistes de 26 pays ; Sheldon, communication personnelle, 2007) et elle utilise des signes cliniques utilisables sur le terrain.

## 1. Définition de la métrite chronique

### a. Distinction avec la métrite aiguë

Métrites aiguës (puerpérales) et chroniques se distinguent entre elles par leur délai d'apparition après vêlage. La métrite aiguë est une complication du post-partum très précoce, qui apparaît durant les trois premières semaines (typiquement du 4<sup>ème</sup> au 10<sup>ème</sup> jour) (Földi *et al.*, 2006). Elle se caractérise par les signes cliniques suivants : un écoulement utérin séreux de couleur sépia, d'odeur fétide et usuellement de l'hyperthermie (Drillich *et al.*, 2001 ; Sheldon *et al.*, 2006). Dans les cas plus graves, on constate des symptômes généraux très marqués : une chute de la production laitière, un facies crispé, de l'inappétence ou de l'anorexie, de la tachypnée, de la tachycardie et une apparente déshydratation (Paisley *et al.*, 1986 ; Hussain, 1989 ; Hussain et Daniel, 1991 ; Lewis, 1997 ; Dohmen *et al.*, 2000 ; Sheldon et Dobson, 2004 ; Sheldon *et al.*, 2006). Les fécès peuvent être rares et sèches ou au contraire liquides, noirâtres et fétides. L'animal présente des efforts expulsifs plus ou moins violents, intermittents donnant lieu au rejet de liquide sanieux avec des fragments de placenta en suspension (Dumoulin, 2004). L'exsudat putride contient quelques débris nécrotiques et une mince couche de paroi utérine dans les 10 premiers jours post-partum, puis une quantité limitée d'exsudat purulent malodorant et une épaisse (œdémateuse) couche de paroi utérine les jours suivants. Le signe le plus significatif, en dehors de la quantité d'écoulement, est l'odeur très malodorante du contenu utérin accumulé (Földi *et al.*, 2006).

Sheldon *et al.* (2006) proposent que la métrite aiguë soit définie comme l'affection d'un animal avec un utérus de taille anormale, des écoulements utérins séreux brun-rouge, associés à des symptômes systémiques (dont une température rectale supérieure à 39,5°C) avant 21 jours post-partum. Des animaux ne présentant pas de signes généraux, mais possédant un utérus dilaté, des écoulements utérins purulents détectables dans le vagin avant le 21<sup>ème</sup> jour du post-partum, peuvent être malgré tout atteints de métrite aiguë. Ce terme peut également être employé pour des vaches présentant une involution retardée et des écoulements fétides, en absence d'hyperthermie détectée.

Le diagnostic clinique, relativement simple, est basé sur les signes cliniques de l'examen général et l'examen de l'appareil génital par palpation transrectale et examen vaginal. Il ne nécessite aucun examen complémentaire particulier.

## b. La métrite chronique

La métrite chronique, par opposition à la métrite aiguë, ne provoque pas de symptômes généraux et est associée à une inflammation chronique du postpartum, limitée à l'endomètre. Elle est d'évolution plus lente et plus insidieuse. L'inflammation se caractérise par un œdème, une congestion de la muqueuse et une importante infiltration leucocytaire. La métrite chronique survient suite à une métrite aiguë ou apparaît d'emblée, au moins trois semaines après le vêlage.

Les symptômes généraux étant absents, seule la symptomatologie locale permet d'en faire la découverte par différentes techniques diagnostiques telles que la palpation transrectale (Studer et Morrow, 1978), l'examen direct vaginoscopique (Le Blanc *et al.*, 2002 ; Miller *et al.*, 1980), la culture bactériologique d'écouvillon utérin (Bretzlaff, 1987), la biopsie utérine (Bonnett *et al.*, 1991a, b et c) ou la cytologie utérine (Gilbert *et al.*, 1998). Ces différentes techniques seront décrites dans la troisième partie.

La principale manifestation de la métrite chronique est son effet délétère sur la fertilité et la fécondité des vaches infectées. Elle prolonge l'intervalle vêlage-vêlage de 32 jours (Erb *et al.*, 1981a et b; Borsberry, 1989 ; Gilbert, 1992). L'intervalle vêlage - première IA est prolongé de sept jours, le taux de réussite à la première IA réduit de 15% à 30% et l'intervalle vêlage – IA fécondante augmenté de 15 à 20 jours (Le Blanc, 2002 ; Fournier et Chastant-Maillard, 2006). Enfin les vaches ont 1,7 à 2 fois plus de risque d'être réformées pour cause d'infécondité (LeBlanc *et al.*, 2002).

Cliniquement, l'objectif est donc d'identifier ces vaches qui présentent réellement un risque d'infertilité par une technique fiable et facile à mettre en place. L'histologie serait la méthode la plus adaptée, car la définition même de cette affection est relative à une infiltration leucocytaire. Mais, en raison de sa difficile mise en pratique, d'autres signes cliniques doivent nécessairement être trouvés par la réalisation d'examens complémentaires.

## 2. Les différents types de métrites chroniques

La métrite chronique apparaît à partir de la troisième semaine post-partum. Elle se caractérise par une atteinte histologique, une inflammation, qui se traduit par la présence ou l'absence d'un contenu anormal (mucopurulent ou purulent) de la cavité utérine définissant respectivement, les métrites cliniques et subcliniques.

### a. Les formes cliniques

#### 1. La forme classique

La métrite chronique clinique, dans sa forme classique, se caractérise par la présence d'écoulements purulents (>50% pus) ou mucopurulents (environ 50% pus et 50% mucus) dans le vagin, à partir de 21 jours post-partum. Ceci, en l'absence de tout autre signe clinique (Sheldon et Noakes, 1998 ; Le Blanc *et al.*, 2002 ; Sheldon *et al.*, 2006).

Cette infection est alors macroscopiquement diagnosticable par toute technique d'examen du contenu utéro-vaginal.

## 2. *Cas particulier du pyomètre*

Le pyomètre est apparenté à une maladie inflammatoire close, qui se développe après la première ovulation en présence d'un tissu lutéal actif, parfois persistant (Roberts, 1986, Noakes *et al.*, 1990 ; Földi *et al.*, 2006), usuellement après le 20<sup>ème</sup> ou 21<sup>ème</sup> jour post-partum. Cliniquement, le pyomètre se caractérise par l'accumulation de matériel purulent dans l'utérus, en présence d'un anœstrus dû à un corps jaune persistant (Ott et Gustafsson, 1981). La production de progestérone lutéale entraîne la fermeture du col de l'utérus. Le plus souvent, l'exsudat purulent ou mucopurulent s'accumule dans la cavité utérine (Bondurant, 1999 ; Sheldon et Dobson, 2004 ; Sheldon *et al.*, 2006 ; Földi *et al.*, 2006). Parfois s'écoule à travers le col une faible quantité de pus (Sheldon *et al.*, 2006).

### b. Les formes subcliniques

Le concept de métrite subclinique est apparu récemment chez la vache. Cette forme se définit selon Sheldon *et al.* (2006) comme une inflammation de l'endomètre, en l'absence de matériel purulent dans le vagin. Elle apparaît après l'involution histologique complète de l'utérus. Il n'y a alors plus, ou seulement un minimum, d'exsudat accumulé dans l'utérus, résultant du manque d'écoulement cervical complet (Kasimanickam *et al.*, 2004 ; Gilbert *et al.*, 2005 ; Sheldon *et al.*, 2006). C'est un processus inflammatoire, macroscopiquement inapparent de l'endomètre, par les techniques d'examen classique et qui diminue la fertilité des vaches affectées (Földi *et al.*, 2006 ; Parlievlet *et al.*, 2006).

A part la métrite aiguë et le pyomètre, les autres formes (la métrite chronique clinique et chronique subclinique) nécessitent la mise en œuvre d'examens complémentaires pour leur diagnostic. De nombreuses techniques, plus ou moins récentes, plus ou moins aisées à mettre en œuvre sur le terrain et plus ou moins fiables, sont utilisables. La troisième partie de notre étude bibliographique analysera l'intérêt diagnostique des différentes techniques d'examens pour les formes chroniques cliniques et subcliniques.

### **III. Techniques diagnostiques**

Le contrôle d'involution utérine, particulièrement recommandé aux éleveurs, est classiquement effectué en France, dans le cadre du suivi de reproduction ou de l'examen individuel d'un animal, entre 30 et 40 jours post-partum, alors que le processus d'involution est complet généralement entre 25 et 50 jours (Gier et Marion, 1968 ; Studer et Morrow, 1978). De nombreuses techniques peuvent être employées pour diagnostiquer les métrites chroniques de la vache. Il faut cependant mettre en relation la faisabilité de chaque méthode sur le terrain, le coût et la technicité nécessaires à leur mise en oeuvre.

#### **1. Recueil des commémoratifs**

Le recueil de commémoratifs constitue une étape préalable, indispensable au suivi des pathologies de la reproduction et généralement effectuée par les vétérinaires en routine. Avant de réaliser la plupart des explorations complémentaires, il est essentiel de faire l'anamnèse du passé récent de l'animal. Il faut ainsi chercher à connaître : la date de vêlage, le numéro de lactation, les modalités et les suites du vêlage (assistance, naissance gémellaire, rétention d'annexes fœtales), la date des dernières chaleurs et l'existence d'affections du post-partum, telles que métrites aiguës, cétoses et hypocalcémies. Ces informations constituent déjà un indicateur du risque probable pour une vache de contracter une infection utérine tardive (Studer et Morrow, 1978 ; Lewis, 1997 ; Han et Kim, 2005). Elles sont d'ailleurs largement utilisées dans les différents protocoles expérimentaux concernant le post-partum (Opsomer *et al.*, 2000 ; LeBlanc *et al.*, 2002 ; Kasimanickam *et al.*, 2005).

#### **2. Examen général**

Le recueil des commémoratifs se poursuit par un examen général rapide de l'animal : prise de température rectale, coloration des muqueuses ou fréquence des paramètres vitaux de l'animal (fréquence cardiaque et respiratoire). Mais les constantes physiologiques ne sont pas altérées par la présence de métrite chronique, alors que la prise de température rectale pendant les dix premiers jours post-partum est, au contraire, un bon moyen d'identification des métrites aiguës (Scott *et al.*, 2006). Un examen général révélant une quelconque anomalie doit donc orienter vers une autre affection que celle de métrite chronique et doit être complété par des examens complémentaires orientés et raisonnés.

#### **3. Inspection**

La phase d'inspection externe de l'animal comprend une évaluation de l'état corporel de l'animal, une évaluation de son comportement, son appétit, la présence de boiterie éventuelle et la présence d'écoulements anormaux sur la vulve, la queue, le sol ou les tubes des logettes.

Alors que des modifications comportementales (Urton *et al.*, 2005 ; Huzzey *et al.*, 2006) et de l'état général de l'animal peuvent se produire dans les cas de métrites aiguës, il faut rappeler que

la définition même des métrites chroniques s'oppose à celle des métrites du post-partum immédiat par son absence d'atteinte systémique. A l'exception parfois d'écoulement vulvaire spontané, dans un cinquième des cas de métrites chroniques (Leblanc *et al.*, 2002), l'inspection de l'animal ne révèle aucune anomalie.

## 4. Palpation transrectale

L'exploration rectale est un examen couramment effectué en médecine bovine. Dans le suivi de reproduction, il donne les premières informations concernant gestation, cyclicité et pathologie du post-partum.

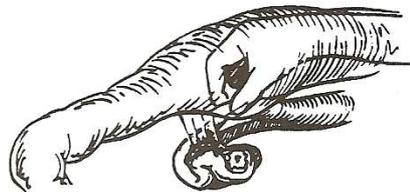
### a. Matériel

Pour effectuer cette exploration, on utilise des gants d'examen pour activité rurale, en film plastique, offrant finesse, résistance et élasticité. Selon la nature et l'épaisseur du plastique, les gants procurent une sensibilité différente, notamment les gants spécial délivrance qui donnent une sensibilité très médiocre. Les gants d'examen sont lubrifiés soigneusement à l'aide d'huile de paraffine, de vaseline ou sur le terrain, à l'aide d'huile de table, de savon ou de graisse à traire.

### b. Méthode

L'introduction du bras dans le rectum s'effectue avec douceur afin d'éviter des réflexes douloureux et des dilacérations de la paroi rectale (Yanitz *et al.*, 2002). Puis le bras progresse après avoir attiré l'utérus vers l'arrière, de façon à mieux pouvoir le palper (*figure 7*). Les doigts parcourent ensuite, pressent ou pincent l'ensemble de l'appareil reproducteur en s'intéressant particulièrement au volume de l'utérus, au diamètre du col, des cornes, à leur tonicité et à la présence éventuelle de structures ovariennes. Ces manipulations utérines sont nécessaires à l'examen de l'utérus en vue de rechercher une infection utérine, mais ils sont à proscrire s'il existe une possibilité de gestation. Elles doivent être effectuées avec douceur car il ne faut toutefois pas oublier qu'une manipulation trop brutale du tractus génital d'une vache atteinte de métrite peut avoir des conséquences néfastes sur l'utérus (Lowder, 1993).

*Figure 7 : Palpation des cornes utérines à travers la paroi du rectum (Stevens et al., 1995)*



### c. Facilité de mise en oeuvre

De façon certaine, la palpation transrectale (PTR) constitue la technique la plus économique de diagnostic de l'involution, c'est pourquoi elle est employée de façon courante par tous les vétérinaires. Sa technicité reste très accessible pour les utilisateurs réguliers, mais la capacité diagnostique varie selon les compétences et l'entraînement de chacun (Lewis, 1997).

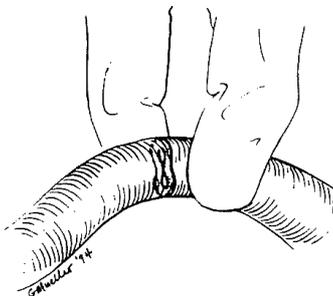
## d. Résultats

L'examen s'attache à définir si l'involution utérine est normale ou pathologique. La palpation permet d'accéder à un volume, une consistance, un diamètre d'organes extérieurement non visibles. Elle peut ainsi mettre en évidence un utérus dont les cornes ont un diamètre et/ou une longueur augmentés, une consistance anormale des cornes ou une collection liquidienne lorsqu'elle est importante (métrite ou pyomètre). L'évaluation du diamètre des structures est un élément capital. Classiquement, le contrôle d'involution prévoit d'évaluer le diamètre des cornes, à leur base. Après involution, les cornes sont identiques, ou presque, de diamètre de 4 cm environ, à paroi ferme, sans adhérence, à lumière imperceptible, sans flot liquidien, ni caroncule (Coche *et al.*, 1987). La métrite clinique chronique est définie par la présence d'un écoulement associé à un diamètre cervical supérieur à 7,5 cm (Tennant et Peddicord, 1968 ; Oltenacu *et al.*, 1983 ; LeBlanc *et al.*, 2002 ; Sheldon *et al.*, 2006). La consistance des cornes est modifiée. Elle peut devenir molle, en cas de collection liquidienne, pâteuse ou au contraire dure. Il faut cependant associer cette observation à la phase du cycle ovarien de l'animal et/ou à la présence d'organites pathologiques (kystes folliculaires et lutéaux) sur les ovaires.

En cas de pyomètre, l'examen rectal décrit des signes d'utérus de taille augmentée, de volume anormalement important de liquide utérin, de col fermé et la présence d'un corps jaune sur l'un des deux ovaires. Ce corps jaune persistant est palpé dans 96% des cas (Fazeli *et al.*, 1980 ; Jackson, 1977).

Stevens *et al.* (1995) ont décrit une consistance tubulaire, palpable, des cornes utérines, où la paroi intérieure de la corne est distinguable par simple palpation (*figure 8*). Ils en ont défini le terme de lumière utérine palpable. Elle serait associée à des changements pathologiques pouvant être corrélés à une infection subclinique.

*Figure 8 : Technique de mise en évidence de la lumière utérine (Stevens et al., 1995)*



## e. Intérêt diagnostique

*Possibilité de se référer également à la partie examen vaginal, intérêt diagnostique.*

La palpation en elle-même n'est pas suffisante pour apporter avec certitude le diagnostic de métrite chronique (Földi *et al.*, 2006 ; Sheldon *et al.*, 2006). Sa subjectivité ne fait pas d'elle une bonne technique de diagnostic des infections utérines. L'involution (typiquement taille et consistance de l'utérus et des cornes) varie avec chaque vache et sa perception avec chaque utilisateur. Probablement la plus pratique des méthodes, elle est, cependant, la moins sensible et la moins spécifique (Bretzlaff, 1987 ; Gilbert, 1992 ; Youngquist, 1997). Dans une étude menée par Studer et Morrow (1978) la corrélation entre le diamètre des cornes utérines et l'identification bactérienne est de  $r=0,22$  ( $P<0,05$ ) pour la corne droite et  $r=0,17$  ( $P\leq 0,05$ ) pour la corne gauche. Youngquist (1997) révèle que sur 157 cas de métrites chroniques diagnostiquées par palpation transrectale (consistance des cornes et présence de liquide utérin), seules 22% sont confirmées par un isolement bactérien, après lavage utérin. L'utilisation du diamètre des cornes à leur base comme



critère diagnostique ne semble avoir aucune fiabilité pour LeBlanc *et al.* (2002) ; pour ces auteurs, parmi toutes les données de la palpation transrectale, seul le diamètre cervical, couplé à un autre signe clinique (la présence de sécrétion utéro-vaginale anormale) est associé à la présence de métrite chronique.

La palpation offre cependant la possibilité d'extérioriser des sécrétions utérines qui seront observées attentivement par la suite. Il est, de ce fait, nécessaire de pratiquer cet examen préalablement à l'exploration utérine.

## 5. Echographie

Dans le domaine de la reproduction bovine, l'échographie fait partie de la pratique quotidienne de nombreux cabinets vétérinaires. Elle est utilisée comme technique d'observation de l'activité ovarienne et pour le diagnostic précoce de gestation.

### a. Matériel

Le choix de l'échographe doit être raisonné en fonction des applications envisagées. S'il s'agit de la détection des métrites, un échographe avec une sonde linéaire de 5 ou 8 MHz est suffisant. La sonde de 5-6 MHz est un compromis acceptable entre la profondeur de la pénétrance (jusqu'à 10 cm à partir de la sonde) et la qualité de l'image (résolution). Cependant, la qualité de l'écran et donc de l'image, indépendamment de la résolution, varie énormément d'un échographe à l'autre. L'achat d'un échographe moins performant est une source de difficulté pour ses propriétaires qui se voient limités, dans leur diagnostic, par la mauvaise qualité de l'image. Par ailleurs, l'utilisation en routine d'un échographe à l'arrière des vaches nécessite habituellement d'être aidé et bien organisé. Il est préférable de disposer d'un petit échographe, portable, conçu pour fonctionner sur batterie.

### b. Méthode

La lumière solaire doit être évitée autant que possible sur l'écran. L'obscurité permet d'utiliser au maximum toutes les nuances de gris de l'écran, ce qui est capital pour observer le contenu utérin et l'aspect de la paroi. Après localisation de l'appareil génital par palpation transrectale, la sonde, préalablement lubrifiée, est introduite avec délicatesse, en s'assurant de ne pas faire rentrer d'air dans le rectum ce qui provoquerait un pneumorectum et compromettrait la reconnaissance des organes internes. Un contact proche entre sonde et organes génitaux permet une meilleure qualité d'image. Pour échographier l'utérus dans sa globalité, sa rétraction vers la cavité pelvienne et, si possible, sa flexion sont nécessaires pour le déplacement de la sonde le long des différentes structures.

### c. Facilité de mise en œuvre

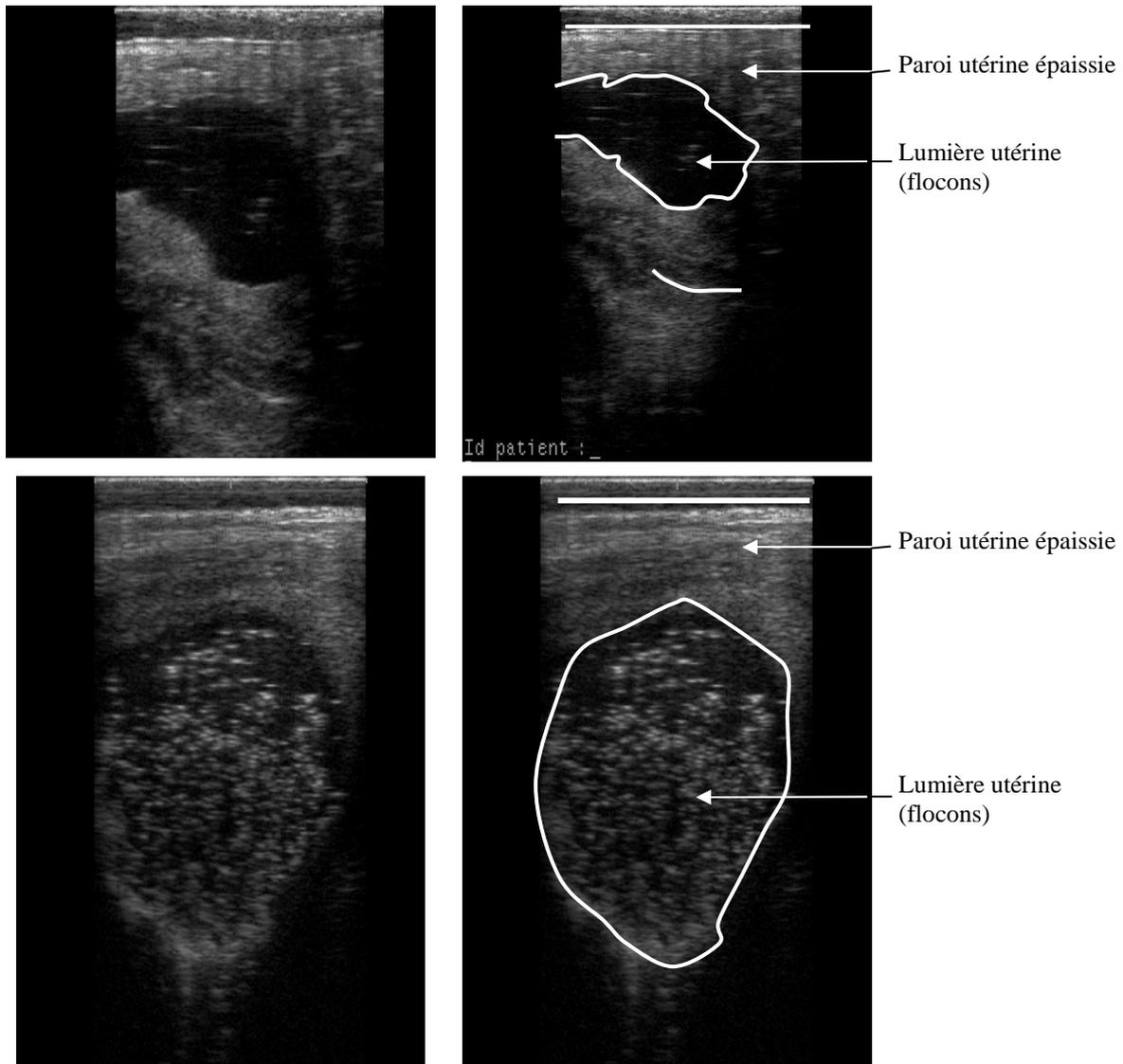
La manipulation simultanée de la sonde et de l'appareil génital avec la même main nécessite une certaine habitude (Pieterse *et al.*, 1990), mais depuis l'introduction de l'échographie en reproduction équine, les échographes font partie de l'équipement standard d'une majorité de cabinets vétérinaires. Par conséquent, leur utilisation devient de plus en plus courante d'autant plus que cet examen est une technique absolument non invasive, qui comprend une manipulation manuelle minimale du tractus génital (Mee, 2005). L'achat d'un échographe pour le vétérinaire praticien dépend du rapport entre les bénéfices potentiels qu'il peut en tirer et le coût que représente l'achat de l'appareil. Le prix d'un échographe et de sa sonde linéaire varie entre 8 000 € et 13 000 €

HT. Le coût comprend l'équipement (achat, maintenance, dépréciation), les consommables et éventuellement, les formations pour l'apprentissage. Les bénéfices escomptés doivent dépasser les coûts pour qu'on y trouve un intérêt. Il faut prendre en compte le coût de la facturation ainsi que la répercussion sur la taille la clientèle, car l'introduction d'un échographe dans un cabinet augmente fréquemment le nombre de clients en suivi de reproduction. Les modalités de facturation varient selon les cabinets vétérinaires. Certains proposent un service à l'échographie (qui peut varier entre 0 et 20 € pour les vétérinaires et entre 2 et 4 € pur les inséminateurs), d'autres à la vache et à l'année (entre 15 et 20 €).

#### d. Résultats

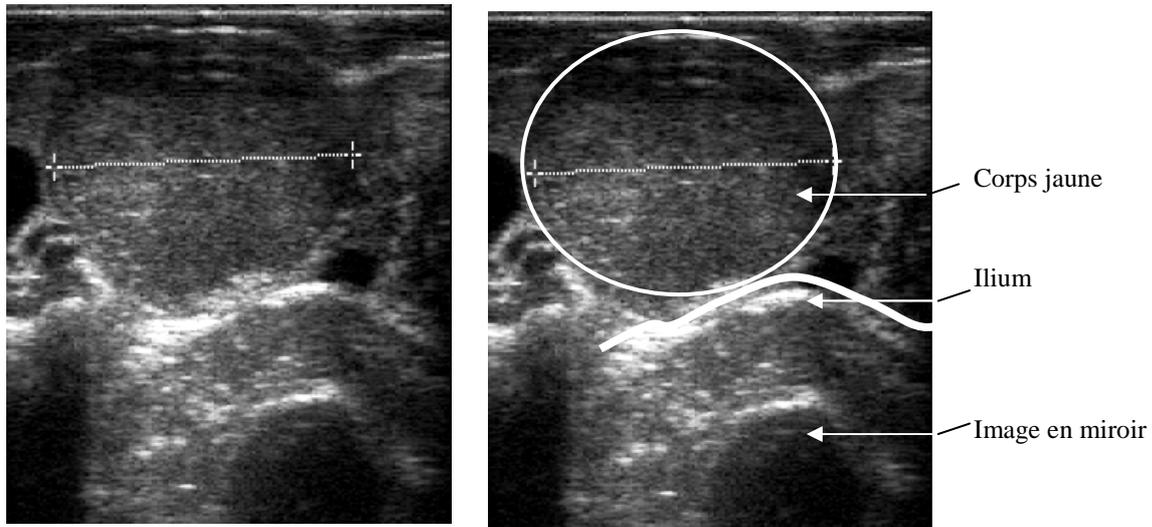
L'image la plus caractéristique est celle du pyomètre, dont le diagnostic est aisé à l'aide d'un échographe. On observe une cavité dont le contenu utérin est hétérogène et d'aspect floconneux (Földi *et al.*, 2006 ; Sheldon *et al.*, 2006) (*Photos 1 et 2*). Il est possible par pression de la sonde de mettre les flocons en mouvement. La densité des flocons est très variable, parfois très faible, rendant la confusion possible avec l'urine ; la paroi utérine est épaissie.

*Photos 1 et 2 : Images échographiques de pyomètre  
(Photos : Unité de reproduction, ENVA)*



De plus, ces images sont systématiquement couplées à la présence d'une structure lutéale sur l'un des deux ovaires (*photo 3*).

*Photo 3 : Image échographique d'un corps jaune (Photo : Unité de reproduction, ENVA)*



En cas de métrite, l'accumulation importante de pus dans l'utérus reste rare. Mais on observe parfois une zone anéchogène, en partie crâniale et déclive de l'utérus, souvent en forme d'étoile (*photo 4*). Le pus apparaît parfois non homogène ou floconneux. On constate de nombreuses petites accumulations liquidiennes responsables d'une échogénicité fortement hétérogène. Un épaissement de la paroi utérine peut exister (Youngquist, 1997). Dans la littérature, peu d'auteurs décrivent les images échographique associées à la présence d'une métrite. En effet, un ouvrage de référence sur l'échographie (Kähn, 1994) ne donne que deux images de métrites et affirme que l'échographie ne révèle souvent pas d'anomalies dans les infections utérines sans collection importante.

*Photo 4 : Image échographique de métrite (Photo : Unité de Reproduction, ENVA)*



Par contre, concernant la métrite chronique subclinique, on ne dispose, actuellement, d'aucune publication décrivant une image échographique pathognomonique de cette infection, même si Kasimanickam *et al.* (2004 ; 2005) indiquent considérer comme atteintes de métrite chronique subclinique les vaches présentant « du liquide dans l'utérus ». Mais ils ne fournissent aucune indication précise, ni aucune image.

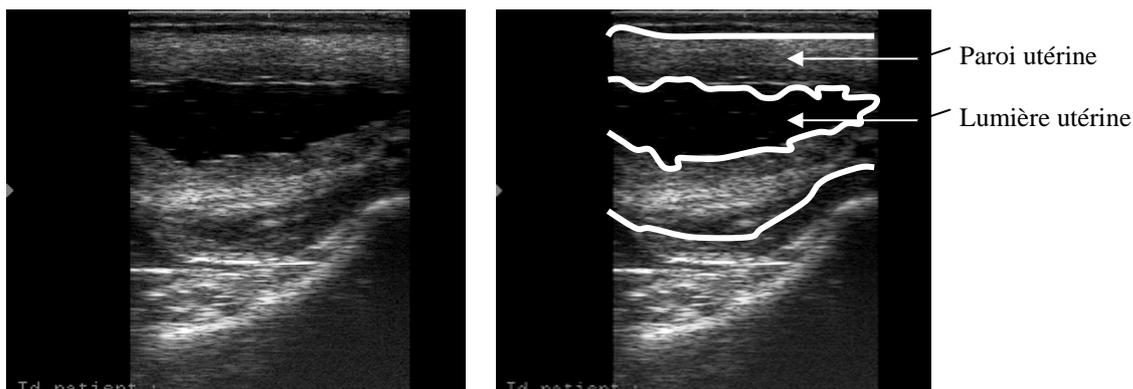
### e. Intérêt diagnostique

L'échographie autorise une détection des changements du tractus génital que ne permet pas la palpation transrectale (Mee *et al.*, 2005). La valeur diagnostique de l'échographie, autant en médecine humaine que vétérinaire, repose sur l'habileté et l'habitude de chacun. Le résultat et les conclusions sont « opérateur-dépendant ». Le diagnostic différentiel de la métrite ou du pyomètre doit se faire avec toutes les situations où du liquide peut se rencontrer dans l'utérus, par raison physiologique ou pathologique. C'est le cas de l'œstrus, du kyste folliculaire, de la gestation et de la mortalité embryonnaire.

En ce qui concerne le pyomètre, il convient d'éviter les confusions avec la vessie et la gestation (*photos 5 à 7*).

*Photos 5, 6 et 7 : Diagnostic différentiel du pyomètre  
(Photos : Unité de Reproduction, ENVA)*

*Photo 5 : Image de pyomètre*



*Photo 6 : image de gestation*

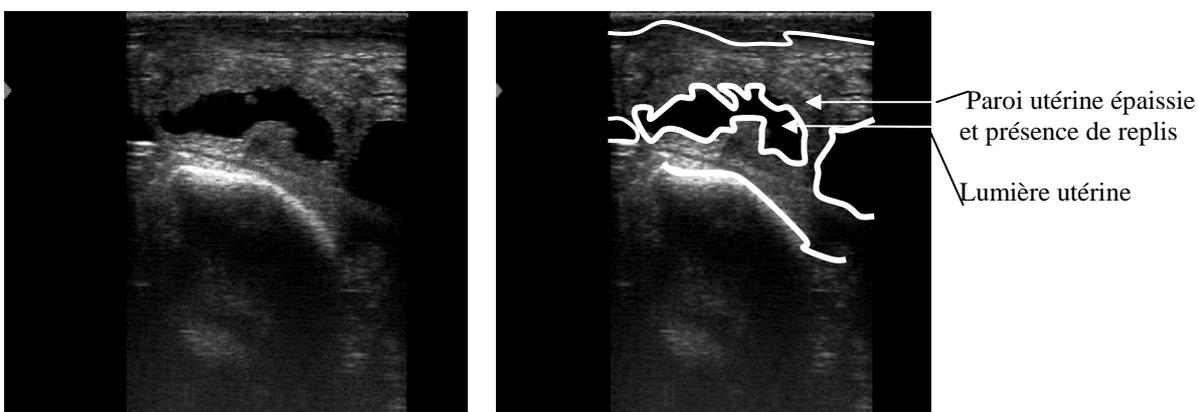
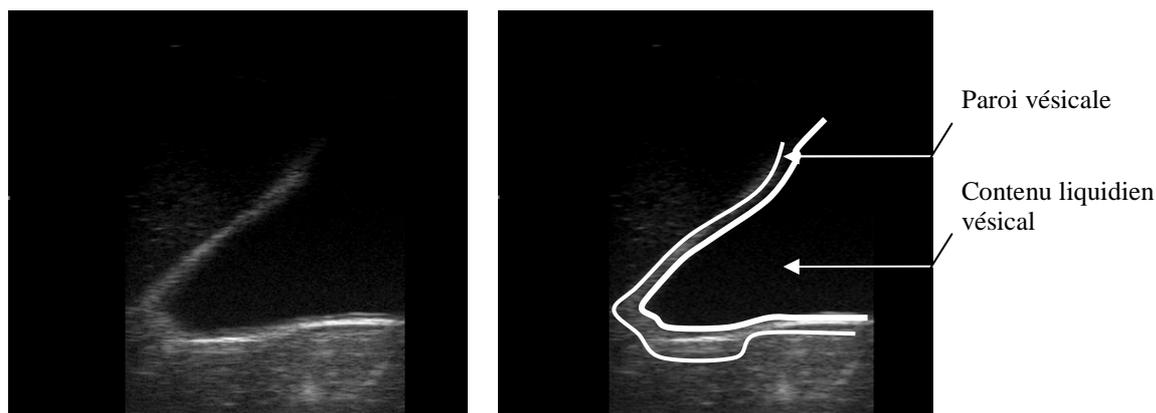


Photo 7 : image de vessie



Par sa lumière de section ronde, le pyomètre se confond avec la gestation de plus de 45 jours. La gestation se caractérise par la visualisation de l'embryon ou des cotylédons et par un contenu liquidien anéchogène (*photo 6*), alors que lors de pyomètre, aucun embryon n'est visible et le contenu est le plus souvent floconneux (*photo 5*).

La lumière circulaire du pyomètre s'oppose à la lumière piriforme de la vessie (*photo 7*). Les éléments hyperéchogènes en suspension dans l'urine doivent être distingués du contenu floconneux du pyomètre. Enfin paroi multilamellaire dans un cas, épaissie dans l'autre, doivent être des éléments à prendre en compte dans le diagnostic différentiel des deux images.

Nous constatons donc qu'une accumulation de liquide peut être aussi bien être totalement physiologique comme le signe d'une pathologie particulière. Il est donc indispensable de savoir différencier un contenu utérin pathologique, d'un contenu normal, non-échogène, associé à un organe, une gestation ou un œstrus (Youngquist, 1997).

## 6. Examen du contenu vaginal

Le diagnostic des métrites 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. Ceci doit être complété par l'observation du contenu vaginal directement *in situ* ou de son recueil à l'aide de différents systèmes.

### a. Observation et recueil du contenu vaginal

Pour établir le diagnostic de métrite chronique, les vétérinaires utilisent en général la vidange manuelle du contenu vaginal ou l'observation directe au vaginoscope. Récemment, en 2002, une sonde intravaginale spécifique a été conçue en Nouvelle-Zélande pour faciliter cette inspection.

#### 1. Matériel

##### (1) Spéculum et vaginoscope

Les vaginoscopes commerciaux sont de simples tubes mesurant 50 x 420 mm. Ils sont en plastique ou carton (ces derniers étant à usage unique et plutôt réservés à l'examen gynécologique

de la jument). Les versions plastiques sont réalisées en plastique transparent et sont associées à un système d'éclairage. Pourtant facilement disponible dans le commerce, de sommaires vaginoscopes sont parfois fabriqués par les vétérinaires avec un morceau de PVC biseauté à une extrémité ou d'anciens applicateurs de spirales intravaginales.

Quant au spéculum, il s'agit d'un système en métal constitué de deux (plus rarement trois) valves que l'on écarte l'une de l'autre grâce à une vis. Les valves mesurent chacune 240 mm. Il est plus facile à introduire dans le vagin que le vaginoscope, mais ne permet pas une visualisation correcte du vagin jusqu'au col chez un grand nombre de vaches, du fait de sa moindre longueur.

## (2) Gant d'examen

Les gants d'examen utilisables pour une exploration vaginale sont de même type que ceux utilisés lors de l'exploration transrectale.

## (3) Métrichек®

Le Métrichек® est une sonde intravaginale commercialisée par la firme Simcro (<http://www.simcrotech.co.nz/products>). Cette tige en acier inoxydable de 500 mm de long est surmontée d'une cupule hémisphérique de silicone de 40 mm de diamètre (figure 9).

*Figure 9: Métrichек®*  
(<http://www.simcrotech.co.nz/products/other/otherproducts/main.html>)



## 2. Méthode

### (1) Méthode d'observation *in situ*

Le dispositif est préalablement trempé dans une solution antiseptique, ce qui permet sa désinfection ainsi que sa lubrification, sans pour autant altérer le diagnostic visuel. La vulve est nettoyée et séchée à l'aide de papier absorbant. Le matériel est ensuite inséré délicatement dans le vagin de l'animal à travers les lèvres de la vulve ; d'abord l'instrument est incliné vers le haut pour les dix premiers centimètres (passage au-dessus de l'os pubien) puis placé horizontalement et inséré presque en totalité. L'orifice postérieur du col de l'utérus est alors visible (sauf parfois avec le spéculum). Puis une source lumineuse est approchée pour l'observation de la nature des sécrétions. L'examen est complété par l'observation des parois latérales dorsales et ventrales du vagin ce qui apporte une information sur la présence d'éventuelles lacérations. Il a une durée d'environ cinq à dix minutes.

### (2) Méthode de recueil

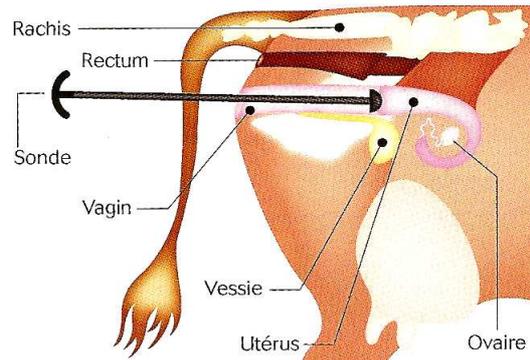
#### (a) Recueil par vidange manuelle

Après nettoyage de la vulve, une main, préalablement gantée et lubrifiée, est introduite dans le vagin de l'animal, jusqu'immédiatement en avant du col afin de racler toute la circonférence du vagin. A la sortie du bras, la main est utilisée comme réceptacle de recueil des sécrétions vaginales. La main ne reste en général pas plus de trente secondes à l'intérieur du vagin.

## (b) Recueil par le Métrichack®

La sonde est insérée délicatement, après nettoyage et séchage de la vulve de la même façon qu'un vaginoscope, en visant théoriquement l'orifice postérieur du col (*figure 10*). Il faut ensuite l'avancer crânialement jusqu'au fornix du vagin puis la retirer, doucement, en soulevant le manche pour optimiser la récolte de contenu vaginal dans la cupule en silicone. Les sécrétions sont contenues à l'intérieur de la surface concave de la sonde ou adhérentes à la partie convexe du dispositif. Entre chaque examen, l'instrument est lavé dans un seau d'eau contenant une solution antiseptique diluée, en insistant sur la partie en silicone, largement contaminée.

*Figure 10: Principe de la mise en place de la sonde intravaginale Métrichack® (Mee, 2007)*



Comme les techniques d'observation *in situ* à l'aide d'un spéculum ou d'un vaginoscope, le risque potentiel du Métrichack® est l'introduction de germes fécaux dans le vagin ou la transmission de germes de vache à vache. L'étape de désinfection du matériel et de nettoyage de la vulve est indispensable à la bonne conduite du protocole. Certaines controverses concernent l'étape de lubrification de l'instrument, indispensable selon Mee (2007) pour écarter le risque de lésions d'abrasion sur l'orifice urétral ou le vagin. Cette lubrification offre le désavantage de fausser la nature des sécrétions recueillies, par dilution du matériel purulent.

### 3. Facilité de mise en œuvre

#### (1) Spéculum ou vaginoscope

Selon qu'ils sont de fortune ou achetés dans le commerce, leur prix varie du simple au double. Il faut compter en moyenne 3 € HT pour un vaginoscope en carton et 60 € HT plus environ 10 € pour la pile et l'ampoule d'un vaginoscope en plastique. Aucune technicité particulière n'est nécessaire. La difficulté réside dans l'introduction du dispositif lorsque la femelle montre une réaction de défense qui correspond souvent plus à des mouvements latéraux qu'à de réels coups de pieds. De plus, chez les vaches n'ayant jamais mis bas par les voies naturelles, l'introduction d'un dispositif de 5 cm de diamètre est parfois impossible. Le spéculum est alors plus indiqué. Certains dispositifs sommaires fabriqués par les praticiens eux-mêmes ne permettent pas un examen aussi précis qu'un vaginoscope commercial (Mee, 2007). L'intérêt de certains vaginoscopes par rapport aux spéculums est qu'ils ne nécessitent aucune source lumineuse et sont, de ce fait, plus facile à mettre en œuvre. Le temps d'un examen vaginal varie entre cinq et dix minutes. L'inconvénient de ces techniques est la potentielle transmission de maladie d'une vache à l'autre (LeBlanc *et al.*, 2006). Mais cette remarque est à nuancer du fait qu'à l'intérieur d'un même troupeau, les transmissions de vache à vache ont généralement déjà eues lieu. L'inconvénient majeur est probablement le risque de blessure vaginale avec le spéculum en cas de mouvement brusque de

l'animal. Le but de ces dispositifs est d'observer la nature macroscopique des sécrétions utérines *in situ*. Selon la quantité et la nature des sécrétions, les résultats attendus peuvent être variables. En effet, il semble difficile de distinguer des flocons alors que du pus en nature à plus de 50% déposé sur une des parois du vagin ne peut être ignoré. Enfin, rappelons que le spéculum, souvent trop court ne permet pas d'explorer la cavité jusqu'au col de l'utérus. La technique d'extraction et de recueil des écoulements semble plus fiable pour l'analyse macroscopique des sécrétions.

### (2) Gant d'examen

Technique la plus communément utilisée par les vétérinaires, elle a l'avantage d'être rapide (< 30 s), d'un coût faible (sachant qu'une boîte de 100 gants d'examen pour activité rurale, selon leurs caractéristiques, coûte en moyenne moins de 10 € HT) et de ne nécessiter aucun matériel particulier. Une bonne lubrification préalable est nécessaire afin que cette technique soit mise en œuvre sans danger pour l'intégrité de l'animal. L'examen manuel n'est pas une source de contamination bactérienne, de retard de l'involution utérine ou d'une augmentation de la réponse des protéines de phase aiguë (Sheldon *et al.*, 2002).

Cet examen précède généralement l'exploration par voie rectale (sans doute pour progresser des actes propres aux actes sales), ce qui est contreversé car la mise en œuvre de la palpation transrectale en premier lieu a l'intérêt d'augmenter la quantité de sécrétions présentes dans le vagin par la pression et le mouvement de va-et-vient exercés contre la paroi du vagin. L'examen des écoulements vaginaux semble ainsi facilité par la suite.

### (3) Métrichек®

L'avantage de cet appareil par rapport au spéculum classique ou au vaginoscope est qu'il ne nécessite aucune source lumineuse. L'observation du contenu vaginal s'effectue à distance de l'animal, après extraction du Métrichек®. Ainsi, l'observateur n'a pas besoin de baisser la tête au niveau du vagin de l'animal, ce qui est dangereux. Cette facilité de mise en œuvre peut convaincre les utilisateurs, surtout que le prix du système reste raisonnable. Il faut compter 30 € HT en moyenne pour cet instrument.

## b. Analyse de l'écoulement

Une fois l'écoulement recueilli, différentes analyses peuvent être entreprises selon que l'on cherche à quantifier la nature des sécrétions, la teneur en matériel purulent ou à doser des immunoglobulines.

### 1. Méthode

Le mucus vaginal recueilli peut être classé en différentes catégories selon la proportion et le volume de pus. La classification de William *et al.* (2005) est présentée dans la figure 11.

Figure 11 : Classification du mucus vaginal proposé par Williams et al. (2005)



Proportion de pus :

- 0 point : Mucus clair et translucide
- 1 point : Mucus contenant des flocons blancs
- 2 points : Moins de 50 mL d'exsudat contenant moins de 50% de matériel mucopurulent, blanc
- 3 points : Plus de 50 mL d'exsudat contenant du pus blanc ou jaunâtre et occasionnellement sanguinolent

Odeur du pus :

- 0 point : Odeur normale
- 1 point : Odeur fétide

## 2. Résultats

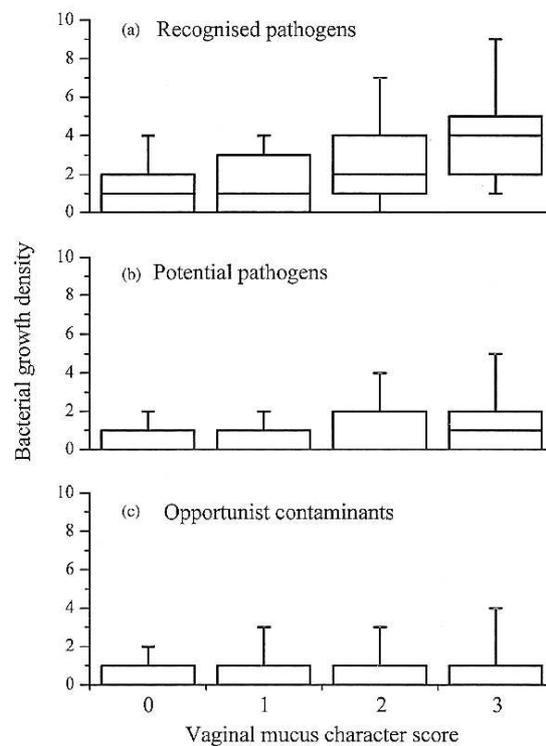
Une récente étude menée sur deux cents vaches Holstein met en relation les caractéristiques physiques et d'odeur du mucus vaginal, avec la contamination bactérienne de l'utérus, évaluée par un écouvillonnage utérin (William *et al.*, 2005). Les croissances bactériennes sont représentées dans la figure 12. La densité de croissance bactérienne (représentée par l'axe des ordonnées) correspond à la somme des densités de croissance individuelle des espèces bactériennes de chaque catégorie. Elle est évaluée de façon semi-quantitative selon le score suivant : (0) pas de croissance ; (1) < 10 colonies ; (2) 10-100 colonies ; (3) 101-500 colonies et (4)  $\geq$  500 colonies.

En ce qui concerne les types bactériens (*figure 12*), le score des mucus est associé à la densité de croissance bactérienne, pour les catégories (a) de pathogènes connus et (b) de pathogènes opportunistes. Les densités de croissance des bactéries pathogènes connus de l'utérus sont associées à une augmentation des mucus vaginaux de score de 2 points (Ratio de risque relatif (RRR) : 1,50,  $P < 0,01$ ) et de 3 points (RRR : 1,89,  $P < 0,01$ ). Les densités de croissance des bactéries potentiellement pathogènes sont vraisemblablement associées à une augmentation des scores de 3 points (RRR : 1,89,  $P < 0,01$ ). De plus, si l'on considère les contaminants individuellement, il semble que la présence d'*A. pyogenes*, *Proteus* et *F. necrophorum* augmente le risque d'obtenir un mucus vaginal de type anormal, contrairement à des streptocoques  $\alpha$ -hémolytiques et aux staphylocoques coagulase négative qui diminuent ce risque (William *et al.*, 2005). Ceci rejoint les conclusions d'une ancienne publication de Mascarenhas (1987) qui remarque que la fréquence des mucus de score de 0 et 1 point est significativement plus élevée dans le groupe des vaches fécondées que dans celui des vaches non fécondées après une insémination. Cet auteur constate également que le nombre de leucocytes par gramme de mucus est bien corrélé avec le type de mucus. Ainsi, la concentration de leucocytes augmente progressivement du mucus de score de 1 point aux mucus de 2 et 3 points.

Concernant l'odeur des sécrétions recueillies, l'odeur fétide d'un mucus est associée à des pathogènes connus et non à des pathogènes potentiels ou opportunistes. Quand les bactéries sont considérées indépendamment, il existe un risque amplifié de présenter une odeur fétide avec les

bactéries suivantes : *A. pyogenes*, *E. coli*, Streptocoques non-hémolytiques et *Mannheimia haemolytica* (William *et al.*, 2005).

Figure 12: Croissance bactérienne en fonction de la pathogénicité des contaminants et du score du mucus (William *et al.*, 2005)



Les prélèvements bactériens sont effectués dans la lumière utérine entre les 21<sup>èmes</sup> et 28<sup>èmes</sup> jours du post-partum. La barre horizontale représente la médiane. Le rectangle, la dispersion centrale des valeurs entre le quartile supérieur et inférieur. L'axe vertical représente la dispersion de 95% des valeurs.

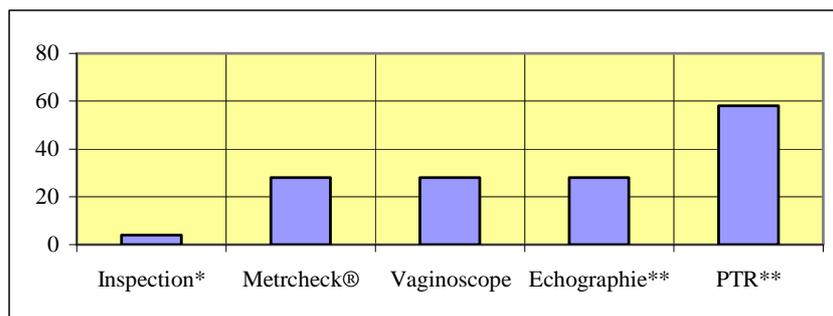
### 3. Intérêt diagnostique

La sensibilité de l'inspection des sécrétions utérines dans le diagnostic de métrites chroniques cliniques est de 0,61, la spécificité de 0,87, avec un Odds Ratio de 10,4 (4,8-22,6,  $P < 0,05$ ), une valeur prédictive positive de 0,88 et négative de 0,59 (Mee et Dalemans, 2007). Dans une étude menée par Gilbert (1992), sur 59 vaches diagnostiquées positives à l'aide d'un examen vaginal au spéculum, 59% présentent une culture utérine positive.

Si l'on compare la fréquence des métrites dans un élevage laitier, selon la technique diagnostique utilisée, on constate que la prévalence varie du simple au double (Mee, 2007) (figure 13). Le vaginoscope et le Métrichéck® donnent des résultats comparables pour le diagnostic de la métrite chronique. La sensibilité relative de la palpation est significativement meilleure que celle du vaginoscope ou du Métrichéck®. Cela n'exclut pas la possibilité de faux positifs. La valeur prédictive positive d'un diagnostic de métrite clinique par vaginoscope ou Métrichéck® est significativement supérieur à celui d'un diagnostic par palpation. La spécificité relative du vaginoscope et de la sonde est significativement supérieure à celle de la palpation. La capacité diagnostique de la nouvelle sonde et du vaginoscope ne diffèrent pas significativement, en valeur comparée de celle de l'examen échographique (Mee, 2007).

De toutes les techniques, la vaginoscopie a la plus forte valeur prédictive positive (VPP, *annexe 1*) (0,93) et la palpation transrectale, la plus forte valeur prédictive négative (VPN) (0,60). Ainsi, si une vache ne présente pas de métrite clinique (diagnostiquée par l'échographie), l'examen du mucus vaginal la détectera saine (spécificité) alors que si elle est infectée la probabilité que cela soit détecté par l'inspection des sécrétions est moins grande. Miller *et al.* (1980) concluent que l'examen vaginoscopique est une méthode plus précise dans la détection des infections utérines que la palpation transrectale. Si l'inspection du mucus vaginal seule conduit à une sous-estimation des cas, l'appréciation par palpation transrectale semble plutôt conduire à une surestimation. Par contre, la vaginoscopie, combinée à une palpation de l'utérus augmente la capacité de diagnostic des infections utérines (Lewis, 1997).

Figure 13: Prévalence des métrites chroniques dans un élevage de 80 Prim'Holstein diagnostiquées par cinq techniques différentes, entre 28 et 35 jours post-partum (D'après Mee, 2007)



\* : Diagnostic fondé sur la présence d'un écoulement périnéal

\*\* : Critères de diagnostic non précisés

Même s'il est très intéressant de pouvoir associer les caractéristiques du mucus vaginal à la présence de certaines bactéries dans l'utérus, il ne faut pas oublier que l'absence de pus dans le vagin n'est pas forcément le reflet de l'absence d'inflammation de l'utérus (Sheldon *et al.*, 2006).

## 7. Biochimie sanguine

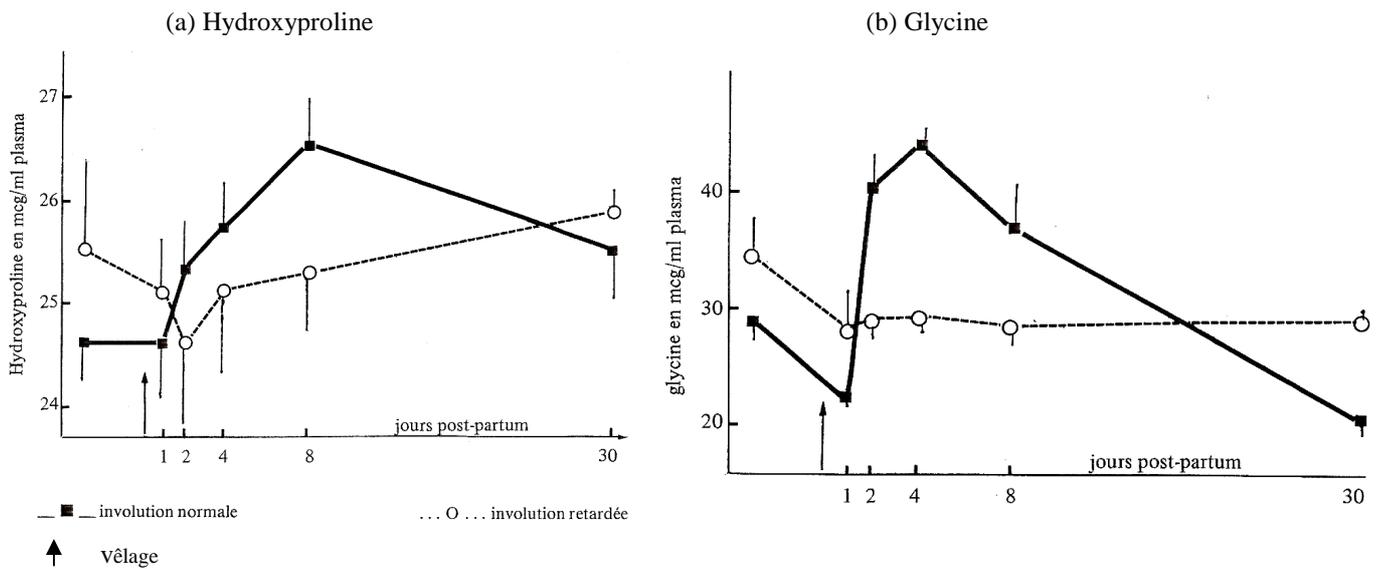
### a. Dosage de l'hydroxyproline

Sous l'effet d'une collagénase, le collagène est dégradé, dans le sang, sous forme de deux acides-aminés : la glycine et l'hydroxyproline (voir plus haut). La solubilité du collagène dans l'utérus est un marqueur de l'avancement de l'involution utérine mais nécessite une biopsie de la muqueuse. Le dosage de son constituant spécifique et produit de lyse, l'hydroxyproline, peut être effectué suite à un prélèvement de sang.

#### 1. Résultats

Les taux circulants d'hydroxyproline et de glycine augmentent durant la première semaine qui suit le vêlage. En cas de retard du processus d'involution, le catabolisme du collagène utérin est ralenti et les taux d'hydroxyproline et de glycine restent faibles, comme le montre la figure 14 (Badinand, 1981). La solubilité du collagène de l'utérus et les taux d'hydroxyproline et de glycine sont fonction de l'involution utérine et peuvent être utilisés comme indicateurs de la rapidité et du déroulement normal de l'involution utérine (Badinant, 1981).

Figures 14 a et b : Evolution des taux d'hydroxyproline (a) et de glycine plasmatiques (b) chez la vache, après le part, en fonction de la rapidité de l'involution utérine (Badinand, 1981)



## 2. Intérêt diagnostique

La recherche du constituant du collagène dans le sang des bovins est un élément intéressant de l'étude de l'involution utérine. Par contre, il ne permet en aucune mesure, d'attester de la présence d'une infection utérine. Cependant, le retard d'involution utérine étant un facteur favorisant l'apparition de métrites, le test y trouve dans cette information, tout son intérêt. Le dosage du taux circulant d'hydroxyproline est un bon critère de suivi de l'involution utérine, mais il n'est malheureusement plus réalisé actuellement.

### b. Dosage des prostanoides

La synthèse utérine des prostanoides (prostaglandines et leucotriènes), varie considérablement entre avant et après le vêlage (Lewis *et al.*, 1998). Leur rôle étant important dans le mécanisme d'involution utérine, il est intéressant d'étudier leurs variations en cas d'infections utérines.

#### 1. Dosage du $PGF_{2\alpha}$ et de son métabolite, le PGFM

##### (1) Matériel et méthode

La demi-vie de la prostaglandine  $F_{2\alpha}$  étant très courte, c'est le PGFM, métabolite stable de la  $PGF_{2\alpha}$ , qui est détecté dans le sang veineux. Le matériel est celui d'une prise de sang coccygienne avec des tubes vacutainers héparinés (Archbald *et al.*, 1998 ; Lewis *et al.*, 1998). Une fois le prélèvement effectué, ce dernier est placé dans une glacière à + 4°C avant d'être transporté jusqu'au laboratoire d'analyse. Deux méthodes permettent d'obtenir la concentration en PGFM plasmatique : un dosage par ELISA (Enzym-Linked Immuno Sorbend Essay) (kit commercialisés chez Caymann Clinical, Hannovre, Allemagne) et une technique radio-immunologique (Radio Immuno Assay, RIA) (Lafrance et Goff, 1985 ; Meyer *et al.*, 1995) avec des coefficients de variation intra- et inter-essai de 9,5 et 13,7% respectivement et une sensibilité de 25 pg/mL (Archbald *et al.*, 1998).

## (2) Facilité de mise en œuvre

Le dosage ELISA est réalisable au cabinet. Il nécessite cependant l'achat d'une gamme échantillon double dont le coût, pour une gamme de 30 échantillons, est de 500 € HT. L'investissement est certain et le temps nécessaire non négligeable.

La méthode par RIA est rare. Elle est effectuée dans le cadre de programmes de recherche uniquement, à l'INRA de Jouy-en-Josas. Cette méthode pourrait être réalisée également au cabinet pour les opérateurs avertis et après une formation à la radioprotection et à la mise aux normes du local (utilisation de radioactivité). La réalisation de la RIA revient à 1 € HT par échantillon.

## (3) Résultats

La concentration en PGFM est un indicateur de la sécrétion de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  chez les bovins. Le PGFM augmente considérablement avant le vêlage (Eley *et al.*, 1981). La diminution de sa concentration est corrélée avec l'involution utérine chez les vaches normales. La concentration atteint un niveau basal aux environs du 20<sup>ème</sup> jour post-partum, au moment où l'involution est complète (Lewis *et al.*, 1998).

En raison de son action pro-inflammatoire, son évolution suit celle de la présence bactérienne utérine. En effet, une étude de Del Vecchio *et al.* (1992) montre qu'une inoculation intra utérine de bactéries augmente la concentration sanguine en PGFM et modifie le profil de sa courbe. La mesure de la concentration en PGFM est donc un indicateur de l'infection utérine chez les bovins (Del Vecchio *et al.*, 1992 ; Youngquist, 1997).

## (4) Intérêt diagnostique

Selon Watson (1984), Manns *et al.* (1985) et Youngquist (1997), la concentration de PGFM permet de diagnostiquer les animaux atteints de pyomètre et de métrites chroniques par leur niveau basal plus élevé en PGFM que chez les vaches saines. Cependant, Del Vecchio *et al.* (1992) réfutent cette idée. Les vaches atteintes de pyomètre semblent présenter les mêmes concentrations que les vaches non infectées. Chez les vaches diagnostiquées avec un utérus anormal par PTR, la concentration plasmatique en PGFM n'est pas plus élevée que chez les vaches saines (Archbald *et al.*, 1998). Or, si l'on considère que seules 22% des vaches à utérus anormal en palpation transrectale sont réellement infectées (voir plus haut), il est peut-être normal que Archbald *et al.* (1998) n'aient pas mis en évidence une augmentation de la concentration plasmatique en PGFM sur les vaches diagnostiquées en métrite.

En fait, la sécrétion prolongée de  $\text{PGF}_{2\alpha}$  et de niveau supérieur au niveau basal, ne suffit pas, à elle seule, à mettre en évidence un retard d'involution utérine et l'apparition de métrites. Le bon déroulement de l'involution dépend, en réalité, de l'équilibre entre prostaglandines  $\text{F}_{2\alpha}$  et prostaglandines  $\text{E}_2$ . En pratique, la concentration plasmatique en PGFM entre J24 et J29 ne peut servir de référence pour le diagnostic des métrites subcliniques (Archbald *et al.*, 1998).

## **2. Du $\text{PGE}_2$ et du rapport PGFM/PGEM**

### (1) Matériel et méthode

De la même façon, le dosage du métabolite PGEM reflète l'évolution de la sécrétion de prostaglandine  $\text{E}_2$  ( $\text{PGE}_2$ ). Il se mesure par une technique radio-immunologique, décrite par Peter *et*

al. (1987). Par contre, en France, actuellement, aucun laboratoire ou structure de recherche ne semble proposer cette analyse en routine.

## (2) Résultats

C'est par son activité anti-inflammatoire qu'une production placentaire plus élevée de PGE<sub>2</sub> entraîne, par la suite, des rétentions placentaires. Ce n'est donc pas la sécrétion élevée et prolongée de PGF<sub>2α</sub> qui retarde l'involution, mais bien la diminution du rapport PGF<sub>2α</sub>/PGE<sub>2</sub> qui est favorable au développement d'une infection utérine (Slama *et al.*, 1991 ; Chastant-Maillard et Aguer, 1998).

## (3) Intérêt diagnostique

Il est donc envisageable d'évaluer la qualité de l'involution utérine en mesurant le rapport PGFM/PGEM. Un rapport bas atteste alors une involution utérine retardée (son rapport est voisin de un, contre vingt chez les vaches en bonne involution) (Slama, 1996).

### 3. Dosage du rapport LTB<sub>4</sub>/PGE<sub>2</sub>

#### (1) Résultat

La présence de contaminants, tels que *E. Coli*, diminue la synthèse utérine de LTB<sub>4</sub>, mais non celle de PGE<sub>2</sub>. La diminution du rapport LTB<sub>4</sub>/PGE<sub>2</sub>, peut être également associée aux infections utérines et à l'involution retardée (Slama, 1996). Comme le laisse supposer l'étude de Schenkelaars et Bonta (1986), le rapport LTB<sub>4</sub>/PGE<sub>2</sub> peut servir à déterminer le degré de l'activité phagocytaire des macrophages, en particulier au cours de l'involution utérine.

#### (2) Intérêt diagnostique

L'étude de ces rapports permet de mettre en évidence une perturbation du métabolisme de l'acide arachidonique, responsable d'une immunosuppression lors du processus d'involution utérine (Slama, 1996 ; Chastant-Maillard et Aguer, 1998), mais aucune étude de terrain n'a correctement évalué la pertinence de ces dosages pour le diagnostic des métrites chroniques.

### c. Dosage des protéines de phase aiguë

La réponse de phase aiguë fait allusion à la réponse de l'hôte face à une agression, qu'elle soit infectieuse, traumatique, immunologique, néoplasique ou autre (Baumann et Gauldie, 1994 ; Gruys *et al.*, 1994). Sa fonction est de prévenir les dommages, isoler, détruire l'organisme infectieux et activer le processus de réparation nécessaire à la récupération de la fonction normale de l'organisme. Elle consiste donc en une série de synthèses et de mise en activité de médiateurs de l'inflammation et de protéines de phase aiguë (Baumann et Gauldie, 1994 ; Hirvonen *et al.*, 1999).

L'haptoglobine et la céruloplasmine sont des glycoprotéines sériques, synthétisées par le foie et dont la concentration sérique augmente lors des réactions inflammatoires (Piersy, 1979). L'haptoglobine (Hp) est l'une des protéines de phase aiguë les plus réactives chez les bovins. Elle protège l'hôte de l'activité oxydative de l'hémoglobine (Gruys *et al.*, 1993). Le suivi de sa concentration sérique est, par conséquent, utile dans l'évaluation des processus inflammatoires des bovins (Makimura et Suzuki, 1982; Skinner *et al.*, 1991). Une autre protéine plasmatique, la glycoprotéine acide-α<sub>1</sub>, présente une augmentation plus modérée en cas d'inflammation. Elle agit sur la suppression de la blastogenèse des lymphocytes.

## 1. Matériel

Le matériel nécessaire est celui d'un prélèvement de sang sur deux tubes, l'un hépariné et l'autre sec (Vacutainer ; Becton Dickinson). Une glacière (+ 4°C) est utile pour le transport des prélèvements jusqu'au laboratoire.

## 2. Méthode

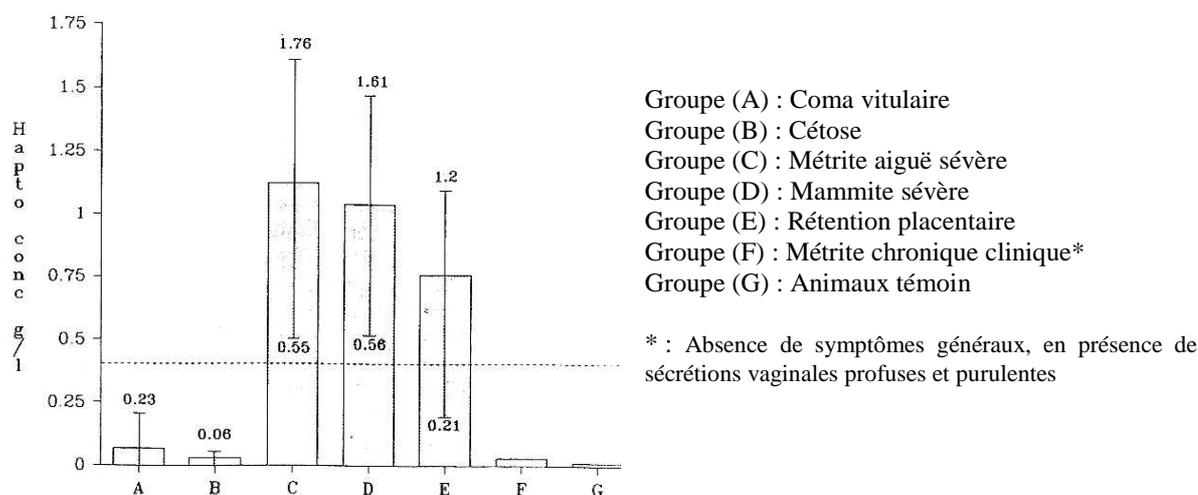
Deux prises de sang à la veine coccygienne ou à l'artère sont réalisées sur l'animal. Après refroidissement, les prélèvements sont transportés jusqu'au laboratoire où une centrifugation à 1000 g pendant 10 min permet la séparation du plasma et du sérum. Les tubes peuvent être conservés à -20°C jusqu'à analyse. Les concentrations en  $\alpha$ 1-acide glycoprotéine, haptoglobine, dans le plasma et ceruloplasmine, dans le sérum, sont mesurées selon la méthode de Lewis *et al.* (1989), adaptée par Regassa et Noakes (1999), dans la publication de Sheldon *et al.* (2001), et par la méthode d'Elson (1995), chez Hirvonen *et al.* (1999).

## 3. Résultats

Concernant les vaches en métrite aiguë, la concentration en haptoglobine plasmatique reste basse (0,1 g/L) ou modérée (entre 0,1 et 0,7 g/L). Par contre chez des animaux plus sévèrement atteints (qui développent une périmétrite, avec la présence d'adhésions, détectables par palpation transrectale), la réponse en haptoglobine augmente largement (Hirvonen *et al.*, 1999). La concentration en protéines de phase aiguë varie selon les différents degrés de contamination bactérienne (Hirvonen *et al.*, 1999). Cette étude suggère que dans le cas d'infections aiguës du post-partum, une forte augmentation de la concentration en haptoglobine est de mauvais pronostic (Eckersall *et al.*, 1988 ; Hirvonen *et al.*, 1999). L'étude menée par Sheldon *et al.* (2001) révèle une augmentation de la concentration en haptoglobine chez des vaches en métrite aiguë, présentant une forte densité de croissance bactérienne.

Concernant les métrites chroniques, les résultats de Mascarenhas (1987) ne montrent aucune variation des concentrations plasmatiques en haptoglobine. Les résultats de l'expérience de Skinner *et al.* (1991), représentés dans la figure 15, confirment l'absence d'augmentation significative de la concentration en haptoglobine.

Figure 15 : Modification de la concentration sérique moyenne en haptoglobine selon l'affection post-partum (Skinner *et al.*, 1991)



La concentration sérique en haptoglobine augmente dans les cas de métrites aiguës, mais ne semble pas être révélatrice d'une inflammation chronique de l'endomètre (Smith *et al.*, 1998 ; Skinner *et al.*, 1991). Sa valeur diagnostique n'est pas confirmée.

#### **4. Intérêt diagnostique**

La procédure de prélèvement très faiblement invasive peut être répétée dans le temps à la demande. Mais le dosage des protéines requiert une grande technicité. Les résultats concernent essentiellement des cas de métrites aiguës. Pour les métrites chroniques, les résultats annoncés ne portent que sur un nombre très limité d'animaux (sept vaches pour Skinner *et al.*, 1991). Ces publications ne semblent pas encore nous permettre de conclure sur l'intérêt du dosage des protéines de phase aiguë dans le diagnostic des métrites chroniques.

### **d. Dosage de la progestérone**

Hormone sécrétée par le corps jaune, la progestérone (P4) signe la reprise d'une activité cyclique.

#### **1. Matériel et méthode**

Après collecte, les prélèvements sanguins sont réfrigérés durant 18h à 24h, puis centrifugés afin d'obtenir du sérum. Ce dernier peut être congelé avant analyse. Le dosage peut-être effectué par radio-immunologie (Amerlite® ; Kodak Clinical Diagnostic Ltd ; Amersham) selon la méthode de Forsberg *et al.* (1993). Le dosage peut également être effectué par ELISA (Kit Elecsys, Roche). La plus petite valeur détectée est de 0,2 nmol/L, mais seuls des niveaux >1 nmol/L sont considérés comme intéressants biologiquement. Une valeur de 1,5 ng/mL est indicative d'une fonction lutéale (Mortimer *et al.*, 1983).

#### **2. Facilité de mise en œuvre**

Tous les laboratoires d'analyse médicale privés peuvent doser la progestérone. De plus, le laboratoire de contrôle des reproducteurs, localisé à Maisons-Alfort propose une analyse à moins de 10€ HT (contre environ 20 € HT en laboratoire privé, avec tarif préférentiel pour ses adhérents).

#### **3. Résultats**

Les taux de progestérone, élevés pendant la gestation, commencent à diminuer environ 15 jours avant le vêlage, restant à des niveaux très faibles (<0,7 nmol/L) pendant la période d'inactivité ovarienne qui suit la parturition. Puis une augmentation (>1,0 nmol/L) intervient après la première ovulation. Elle se maintient jusqu'à la lutéolyse. Une vache qui n'ovule pas conserve un niveau basal d'une valeur inférieure à 0,7 nmol/L (Bekana *et al.*, 1996). Le dosage de la progestérone est donc un indice de la reprise de la cyclicité en post-partum. En ce qui concerne les métrites, la concentration sanguine moyenne en progestérone est supérieure chez les vaches en pyomètre (diagnostiquées par palpation transrectale) que chez les vaches cliniquement saines ( $9,7 \pm 1,0$  ng/mL contre  $5,7 \pm 0,8$  ng/mL avec  $P < 0,005$ ) (Mortimer *et al.*, 1983).

#### **4. Intérêt diagnostique**

Lors de pyomètre, l'identification d'un corps jaune actif par dosage de la progestérone sanguine permet de confirmer le diagnostic échographique, mais cette mesure n'aide que peu au diagnostic différentiel. Ce dosage permet de faire la distinction entre pyomètre et vessie. Par contre,

le taux de progestérone étant élevé lors de gestation, il ne permet pas de faire la distinction avec une gestation. Lors de métrite chronique, le dosage n'a aucun intérêt dans le diagnostic. Il peut présenter un intérêt pronostique car le traitement a d'autant plus de chance d'être efficace que la vache est cyclée.

Quoi qu'il en soit, le diagnostic d'un pyomètre ou d'une métrite nécessite la réalisation d'un examen transrectal. A cette occasion, il est fréquent de regarder si un corps jaune est présent. L'intérêt du dosage de la progestérone sanguine ne semble donc pas décisif. Cependant, il est difficile d'avoir une idée de la fonctionnalité du corps jaune par palpation transrectale. Il faut considérer son diamètre ou procéder à un examen échographique. De plus, seules 97% des vaches souffrant de pyomètre ont un corps jaune détectable par palpation (Jackson, 1977 ; Fazeli *et al.*, 1980). Cependant l'examen échographique permet généralement cette confusion.

Le dosage de la progestérone n'est pas spécifique des infections de l'utérus. L'évaluation du taux de progestérone plasmatique indique la reprise de l'activité cyclique des ovaires. Mais cette information est généralement déjà apportée par l'examen transrectal, complété ou non par l'échographie.

## 8. Examen histologique

Pour obtenir du tissu endométrial utérin, la méthode la plus facile est de prélever cet échantillon après la mort de l'animal. De larges zones peuvent alors être excisées et offrent d'intéressantes informations sur le stade du cycle et sur l'historique de reproduction de l'animal. Néanmoins, l'intérêt clinique de cette méthode est nul. Depuis 1951 avec Miller et ensuite avec Mc Queen (1967), une technique de biopsie a été mise au point afin d'obtenir de l'endomètre utérin sur animal vivant.

### a. Matériel

La publication de Mc Queen (1967) décrit avec une grande précision le système de canule trocardée mise au point pour le prélèvement. Mais les systèmes ont depuis évolué. On trouve actuellement des pinces à biopsie, d'une longueur de 50 à 60 cm, avec des mors à quatre griffes et qui permettent de prélever des échantillons de 3 x 17 mm (*Figure 16*).

*Figure 16 : Extrémité d'une pince à biopsie (www.nussbaum-medical.fr)*



### b. Méthode

Tout en manipulant le col de l'utérus à travers le rectum, l'instrument stérilisé est introduit, par voie vaginale, à travers les replis du col puis, successivement, à l'intérieur de chacune des cornes utérines, trois à cinq centimètres en avant de la bifurcation. La pointe est ouverte et, grâce à la main présente dans le rectum, le fragment de muqueuse est pressé à travers les dents de la mâchoire de l'instrument qui se referment autour. Certains auteurs (Bonnett *et al.*, 1991c, 1993) recommandent la réalisation de trois prélèvements, dans les deux cornes et dans le corps utérin,

pour un diagnostic plus précis. Après extraction du système, le prélèvement est immédiatement placé dans une solution formolée fixatrice et conditionné afin d'être envoyé pour analyse microscopique à un laboratoire d'anatomo-pathologie.

### c. Facilité de mise en œuvre

Il faut compter 300 € HT environ pour une pince à biopsie. Un bon équipement est indispensable, ainsi qu'une contention correcte de l'animal. La technicité semble relativement abordable. En effet, une étude menée par Bonnett *et al.* (1991c) rapporte que sur 317 biopsies réalisées par un même opérateur, approximativement 70% d'entre elles ont été jugées de bonne à très bonne qualité. Au final, 95% d'entre elles étaient lisibles. La mise en œuvre de la biopsie peut être accomplie par un réalisateur peu averti, cependant l'évaluation histologique doit être effectuée par une personne expérimentée.

### d. Résultats

La biopsie utérine est un examen qui donne des informations de très bonne qualité sur l'état inflammatoire de l'endomètre (Studer et Morrow, 1978). Elle est considérée comme la méthode standard pour caractériser l'état d'inflammation d'une muqueuse.

La proportion de cellules inflammatoires varie avec les phases du cycle. La signification des cellules inflammatoires doit toujours être considérée en relation avec la phase du cycle au moment de la biopsie (de Bois et Manspeaker, 1986). Des polynucléaires neutrophiles peuvent être présents à la surface de l'épithélium, du stroma ou autour des conduits glandulaires, de façon physiologique, durant la relative courte période (environ deux jours), qui précède et qui suit l'œstrus (Studer et Morrow, 1980 ; de Bois et Manspeaker, 1986). En dehors de ce moment, les cellules lymphocytaires sont présentes en faible nombre dans l'épithélium de la muqueuse utérine.

Les cas modérés et sévères de métrites chroniques sont plus faciles à diagnostiquer sur la base d'une augmentation du nombre de cellules inflammatoires à travers le *stratum compactum* et la couche spongieuse. Les cellules inflammatoires sont en faible proportion dans les cas de métrites chroniques moins sévères (de Bois et Manspeaker, 1986). L'inflammation du *stratum compactum*, augmente le risque pour une vache d'exprimer des mauvaises performances de reproduction (Bonnett *et al.*, 1993). Concernant le nombre de foyers lymphocytaires, il semble devoir être considéré comme pathologique et moins favorable à un bon pronostic pour Studer et Morrow (1980) alors que leur présence diminue les risques de mauvaises performances de reproduction pour Bonnett *et al.* (1993).

### e. Intérêt diagnostique

Dans l'étude de Bonnett *et al.* (1993), l'analyse des variables histologiques et les prédictions concernant les performances de reproduction des animaux, se sont avérées exactes dans 78% des cas. L'examen histologique de la muqueuse utérine possède une relativement bonne spécificité (évaluée à 90%) et une sensibilité modérée de 63% dans l'évaluation des performances de reproduction. Concernant l'évaluation des métrites chroniques peu agressives, le faible nombre de cellules inflammatoires dans l'épithélium et *stratum compactum* utérin peut engendrer un sous-diagnostic des cas (De Bois et Manspeaker, 1986).

L'innocuité de cette technique est encore discutée. Plusieurs publications (Mc Queen, 1967 ; de Bois et Manspeaar, 1986) constatent l'absence de conséquences néfastes sur les performances de reproduction. Les lésions résultant d'une biopsie guérissent vite. Les hémorragies, qui arrivent

parfois, sont de faible importance et ne semblent présenter aucune conséquence clinique. (Mc Queen, 1967). D'autres auteurs constatent que la réalisation de la biopsie altère la fertilité des animaux (Miller *et al.*, 1980 ; Bonnett *et al.*, 1988 cités par Gilbert, 1992 et Bonnett *et al.*, 1993 ; Lewis, 1997).

La facilité d'emploi et le coût de cette technique restent discutés, alors que sa valeur pronostic semble tout à fait justifiée. La biopsie est l'examen de choix dans l'évaluation de l'inflammation de l'endomètre. Son utilisation à grande échelle est cependant limitée en raison du risque d'altération des performances de reproduction.

## 9. Examen cytologique

### a. Cytologie utérine

#### 1. Matériel

##### (1) Pour le recueil de cellules endométriales

###### (a) Recueil par lavage de l'utérus

Le matériel nécessaire se compose d'un tube plastique d'une cinquantaine de centimètres de long, reliée à une seringue de 60 mL. Vingt millilitres (Gilbert *et al.*, 2005) ou 60 mL (Kasimanickamn *et al.*, 2005) d'une solution stérile de chlorure de sodium à 0,9% sont également nécessaires, sachant que Kasimanickamn *et al.* (2005) recommandent l'utilisation d'un volume de 60 mL, qui augmente les chances de récolte de liquide après aspiration.

###### (b) Recueil à l'aide d'une cytobrosse

Les prélèvements endométriaux peuvent également être réalisés en utilisant une cytobrosse (CML, Nemours, France). La cytobrosse, coupée à 3 cm de long, est placée à l'intérieur d'un pistolet d'insémination en acier inoxydable, de 50 cm de long et 5 mm de large (IMV Technologies, l'Aigle, France). Le tout est ensuite recouvert d'une chemise sanitaire pour protéger l'ensemble de la contamination vaginale.

##### (2) Pour l'examen des cellules recueillies

###### (a) Frottis cellulaire

Il faut disposer d'un microscope optique ce qui est le cas maintenant pour un bon nombre de cliniques. Une lame en verre est nécessaire pour réaliser chaque frottis. La lecture peut être réalisée en laboratoire privé ou directement au cabinet, en se procurant des réactifs pour colorations May Grünwald et Giemsa (MGG)

###### (b) Analyse par bandelette urinaire

Un test commercial de type bandelette urinaire à plages réactives selon le nombre de leucocytes (Multistix® 10 SG, Bayer Diagnostics) peut être utilisé.

## 2. Méthode

### (1) Pour le recueil de cellules endométriales

#### (a) Recueil par lavage de l'utérus

Après lavage et désinfection de la vulve et du périnée, la pipette, recouverte d'une chemise sanitaire, est insérée dans le vagin, jusqu'à l'ostium externe du col. Puis, par manipulation rectale, la pipette traverse le col et la solution saline stérile est injectée dans l'utérus. Ce dernier est soigneusement massé pendant environ dix secondes puis une nouvelle aspiration permet de récolter approximativement 2 mL de liquide dans la seringue. Le liquide, transféré dans un tube stérile, est transporté jusqu'au laboratoire en moins de 6h. Après centrifugation, une goutte du culot est étalée et séchée sur lame et examinée au microscope aux grossissements 250x et 400x.

#### (b) Recueil à l'aide d'une cytobrosse

La vulve est lavée à l'aide de papier humidifié, puis le dispositif, lubrifié, est introduit dans le vagin et à travers le col de l'utérus. Au niveau de la bifurcation des cornes, la chemise sanitaire est percée et le pistolet d'insémination est délicatement rétracté afin d'exposer la cytobrosse dans la cavité utérine. Les prélèvements cellulaires sont obtenus en exerçant un mouvement de rotation dans le sens des aiguilles d'une montre, en maintenant par voie rectale, un contact étroit entre cytobrosse et muqueuse utérine. Enfin, la cytobrosse est rétractée à nouveau à travers le pistolet afin de ne pas arracher d'autres types cellulaires lors de son retrait des voies génitales. La cytobrosse est ensuite roulée sur la lame et le frottis est fixé avec une bombe cytofixatrice (Cytoprep ; Fishers Scientific). Kasimanickam *et al.* (2005) conseillent de stériliser à la vapeur le dispositif, pendant 4 minutes, entre chaque utilisation.

### (2) Pour l'examen des cellules recueillies

#### (a) Examen cytologique au laboratoire

Les lames sont colorées par du Giemsa. L'évaluation cytologique s'effectue par comptage d'un minimum de 100 cellules au grossissement 400x et 1000x à immersion afin de déterminer le pourcentage de polynucléaires neutrophiles. Un double comptage peut être réalisé.

#### (b) Analyse par bandelette urinaire

Il suffit d'imbiber la bandelette urinaire par les sécrétions préalablement recueillies avec le lavage utérin. La lecture se fait presque instantanément, en observant la variation de coloration de l'indicateur «leucocyte».

## 3. Facilité de mise en œuvre

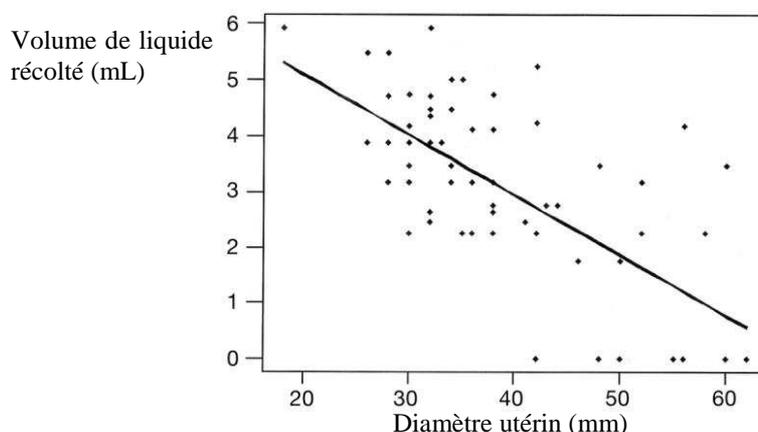
### (1) Recueil par lavage de l'utérus

La difficulté pratique de la technique de lavage utérin réside dans la variabilité de volume de liquide recueilli. Dans l'expérience de Kasimanickam *et al.* (2005), dans 17% des cas, le lavage utérin n'a pas permis de recueillir de liquide. Ils constatent que le diamètre utérin (mesuré par échographie) est négativement corrélé avec la quantité de liquide récupérée ( $P=0,002$  ;  $r^2=0,41$ ) (Figure 17). Cependant, le pourcentage de PNN n'est pas influencé par le volume de liquide



collecté. La réduction du diamètre utérin en relation avec l'involution peut faciliter la récolte de fluide par cette méthode. Cette constatation est en accord avec l'expérience de Gilbert *et al.* (1998), qui utilisent avec succès le lavage utérin dans le diagnostic de la métrite chronique entre 40 et 60 jours post-partum.

Figure 17 : Association entre le diamètre utérin et la quantité de liquide récoltée par lavage utérin (Kasimanickam *et al.*, 2005)



#### (2) Recueil à l'aide d'une cytobrosse

Les cytobrosses, non stériles, en poil de nylon, coûtent une vingtaine d'euros par boîte de cent. Le montage nécessite l'achat d'un pistolet d'insémination (10 € HT) et de chemises sanitaires (6 € HT la bobine de 80 chemises). Le tout revient à moins de 50 centimes d'euros par montage, après achat d'un pistolet d'insémination (17 € HT).

Le temps nécessaire à la réalisation du prélèvement, par l'une ou l'autre des techniques (cytobrosse ou lavage utérin) est assez comparable et relativement long. C'est probablement un inconvénient à la réalisation de la cytologie utérine de manière courante.

#### (3) Examen cytologique

Un microscope optique coûte en moyenne 1500 € à 2000 € HT. Les lames de verres pour examen microscopique reviennent à moins de 5 centimes d'euros par étalement. Si la lecture est faite au cabinet, il faut ajouter l'achat des réactifs pour colorations May Grünwald et Giemsa (MGG) (prix des deux bouteilles de 250 mL : environ 15 €). En laboratoire privé, la lecture est de l'ordre d'une trentaine d'euros HT. L'identification des différents types cellulaires ne demande pas une grande pratique. Les différents protocoles qui ont confronté les résultats de deux opérateurs sont toujours très satisfaisants (Gilbert *et al.*, 1998 ; 2005 ; Kasimanickam *et al.*, 2005).

#### (4) Analyse par bandelette urinaire

Au-delà du problème de quantité de liquide recueillie par lavage utérin, cette technique simple d'utilisation et peu coûteuse, présente l'intérêt supplémentaire de procurer un résultat instantanément.

## 4. Résultats

### (1) Résultats des analyses cytologiques

Le nombre de polynucléaires neutrophiles de l'endomètre utérin (évalué par examen histologique) diminue avec le délai écoulé en post-partum jusqu'à l'approche de l'involution histologique complète qui intervient vers le 40<sup>ème</sup> jour (Bonnett *et al.*, 1991c ; Gilbert *et al.*, 1993). La cytologie endométriale donne le même résultat : l'expérience de Kasimanickam *et al.* (2005) montre que le pourcentage de PNN est associé négativement avec le nombre de jours écoulés depuis le vêlage.

Anderson *et al.* (1985) et Klucinski *et al.* (1990), cités par Kasimanickam *et al.* (2004), indiquent qu'il existe une augmentation de 90% du pourcentage de PNN dans l'utérus pendant des inflammations cliniques et subcliniques. Cette technique permet d'identifier les vaches en métrite subclinique. En effet, selon Kasimanickam *et al.* (2004), une inflammation subclinique de l'endomètre se définit par un taux de PNN supérieur à 18% entre 20 et 33 jours post-partum, ou supérieur à 10% entre 34 et 47 jours. Gilbert *et al.* (2005) estiment pathologique la présence de plus de 5% de PNN sur les frottis endométriaux entre 40 et 60 jours post-partum (tableau 6). La validité de la cytologie endométriale est, de plus, confirmée par l'impact de la maladie sur les paramètres reproductifs.

Tableau 6 : Seuils proposés pour la définition des métrites chroniques cliniques et subcliniques

DATE EXAMEN	% PNN	AUTEUR	TECHNIQUE DE RECUEIL
20-33 j PP	≥ 18%	Kasimanickam <i>et al.</i> (2004)	Cytobrosse
34-47 j PP	≥ 10%	Kasimanickam <i>et al.</i> (2004)	Cytobrosse
40-60 j PP	≥ 5%	Gilbert <i>et al.</i> (2005)	Lavage utérin

### (2) Résultats de l'analyse par bandelette urinaire

En ce qui concerne l'analyse par bandelette Multistix®, les résultats sont classés selon les caractéristiques suivantes : négatif, trace, (+), (++) , (+++). Un résultat de (+) à (+++) est prédictif d'une métrite subclinique avec une sensibilité de 83% et une spécificité de 94%, en comparant à la technique d'examen cytologique par lavage utérin (Santos *et al.*, 2006).

## 5. Intérêt diagnostique

### (1) Des techniques de recueil de cellules endométriales

Le liquide injecté dans l'utérus est à l'origine d'une irritation de l'endomètre (Roszel et Freeman, 1988 ; Brook, 1993). La totale innocuité de l'usage de la cytobrosse est néanmoins discutée (Kasimanickam *et al.*, 2005). Par contre, le nombre de cellules sanguines étalées sur les lames est plus élevée par lavage utérin que par cytobrosse, ce qui signe un plus grand traumatisme résultant de la manipulation de l'utérus et de l'insertion d'un tube plastique dans l'espoir de recueillir du liquide. La technique de la cytobrosse nécessite un matériel spécifique mais le recueil de prélèvements est certainement plus simple et procure des résultats plus rapidement (pas de transfert du liquide recueilli dans un tube, ni de centrifugation avant étalement). L'étude de Kasimanickam *et al.* (2005) indique que la cytobrosse est la technique la plus efficace pour

l'obtention de cellules endométriales (17% des recueils par lavage utérin ne contiennent pas assez de cellules pour procéder à la lecture).

## (2) De l'examen des cellules recueillies

La biopsie utérine est une technique chère, longue et cliniquement non réalisable en pratique vétérinaire. De plus, ses conséquences sur la fertilité sont encore discutées (voir plus haut). La cytologie utérine semble plus facile à mettre en œuvre et l'obtention du diagnostic est plus rapide (Sheldon *et al.*, 2006). La cytologie de l'endomètre est considérée comme critère de diagnostic des métrites chroniques subcliniques chez des vaches cliniquement saines en post-partum, c'est-à-dire en se basant sur l'absence d'écoulement anormal par inspection externe et par vaginoscopie. La sensibilité de cette méthode est de 36% et sa spécificité de 94% en comparaison aux performances de reproduction (Kasimanickam *et al.*, 2004).

Une combinaison de différentes techniques diagnostiques a toujours un effet bénéfique sur l'identification des vaches affectées par la maladie. La cytologie utérine trouvant des vaches positives, en l'absence d'écoulement utérin par examination vaginoscopique n'est pas complètement indicative d'une absence d'inflammation utérine. Le risque de sous-diagnostic et d'absence de traitement sont non négligeables et peuvent compromettre, par la suite, les performances de reproduction.

Certains auteurs (Ahmadi *et al.*, 2004, 2006) ont pratiqué la cytologie endocervicale. Elle ne présente aucune technicité particulière, à la différence du prélèvement utérin qui nécessite de savoir pratiquer le cathétérisme du col utérin en dehors de la phase d'œstrus. Cette méthode est incontestablement techniquement plus simple mais sa capacité à détecter les métrites reste à évaluer.

## (3) De l'analyse par bandelette urinaire

L'analyse par bandelette Multistix® se caractérise par une bonne corrélation entre ses propres résultats, assez subjectifs, et le pourcentage de polynucléaires neutrophiles obtenu par cytologie utérine ( $R=0,774$  ;  $P<0,0001$ ). La catégorisation cytologique et le diagnostic par bandelettes urinaires montrent un fort degré d'accord ( $kappa = 0,923$  ;  $P<0,0001$ ) (Santos *et al.*, 2006). Ces résultats confirment donc que les bandelettes ont leur utilité dans le diagnostic des métrites chroniques et subcliniques des bovins.

## b. Cytologie sanguine

### 1. Matériel et méthode

Des prélèvements de sang (20 mL) sont effectués à la veine jugulaire externe dans des tubes EDTA (Acide Ethylène-Diamino-Tétraacétique) ou héparinés. Après centrifugation (1500 x g, 5 min, 4°C), les cellules sont mises en suspension dans 20 mL d'eau distillée froide. Un gradient de densité de centrifugation permet de lyser les érythrocytes, séparer les granulocytes des mononucléaires.

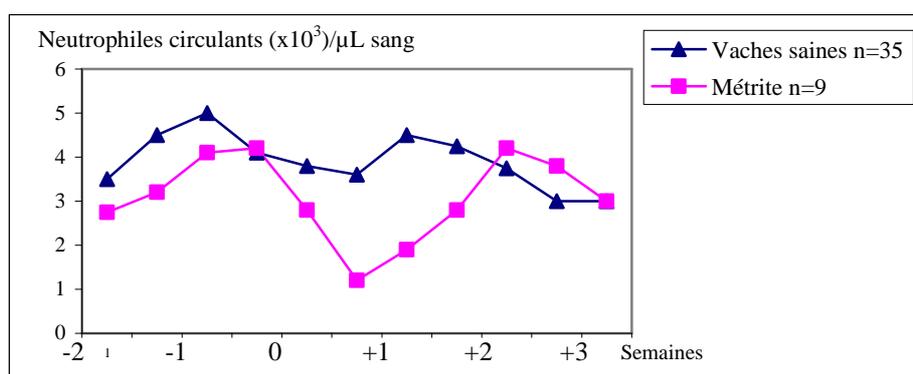
## 2. Facilité de mise en œuvre

Les laboratoires privés d'analyse médicale ont la capacité d'analyser les prélèvements, à condition d'avoir étalonné leurs machines en fonction de l'espèce, sans quoi les résultats seraient totalement faux. Le coût d'une cytologie sanguine est en moyenne de 35 €.

## 3. Résultats

Si l'on suit le profil et l'évolution des neutrophiles circulants, on constate, qu'en cas de métrite, leur nombre augmente avant le vêlage puis diminue au 8<sup>ème</sup> jour post-partum, jusqu'à une valeur équivalente au tiers de leur concentration une semaine avant vêlage (Kehrli *et al.*, 1989 ; Hussain et Daniel, 1992) (Figure 18).

Figure 18 : Evolution du nombre de neutrophiles circulants post partum chez des vaches saines ou atteintes de métrite (Cai *et al.*, 1994)



L'augmentation des concentrations de polynucléaires neutrophiles en pre-partum est moins marquée chez les vaches qui développeront par la suite une métrite, alors que leur chute en post-partum est accentuée (Cai *et al.*, 1994, *figure 18*). Mais la mesure, à un moment *t*, de la concentration en leucocytes dans le sang n'est pas significative d'une infection utérine (Mascarenhas, 1987). Enfin, le profil des leucocytes sanguins ne semble pas permettre la distinction entre une métrite grave et une métrite légère (Mateus *et al.*, 2002).

## 4. Intérêt diagnostique

La cytologie sanguine n'a de sens que dans le suivi de son évolution. On constate des effets significatifs ( $P < 0,05$ ) du moment de prélèvement et des traitements en cours effectués (Cai *et al.*, 1994). De plus, si elle est effectuée à un moment donné, en se comparant à une base, la formule sanguine, et plus particulièrement leucocytaire, n'est en rien spécifique d'une infection utérine. Rien ne prouve qu'un afflux leucocytaire périphérique soit le signe d'une inflammation utérine. A cela s'ajoute le problème de la variabilité individuelle des formules sanguines des animaux en cellules blanches, ainsi que l'intervention d'éventuels traitements antibiotiques et anti-inflammatoires. La cytologie sanguine ne présente pas d'intérêt dans le diagnostic des métrites chroniques.

## **10. Examen bactériologique**

La bactériologie est l'examen qui certifie la présence ou l'absence d'un germe dans l'utérus. La difficulté réside dans l'interprétation du résultat et dans la discrimination des germes pathogènes ou opportunistes.

### **a. Matériel**

Deux méthodes permettent la mise en culture de prélèvements utérins, le recueil d'un fragment d'endomètre par biopsie ou l'écouvillonnage de la paroi à l'aide d'un coton.

#### ***1. Matériel nécessaire à la biopsie utérine***

La pince à biopsie a été décrite précédemment dans la partie 8. Histologie.

#### ***2. Matériel nécessaire à l'écouvillon utérin***

Une capsule stérile, de coton ou de gélatine, fixée à l'extrémité d'une tige plastique ou métallique, d'une soixantaine de centimètres de long et d'un diamètre de 6 mm, est protégée d'une gaine stérile double, prévenant la contamination de l'écouvillon lors de son introduction dans les voies génitales. Des écouvillons utérins à usage unique pour jument sont tout à fait adaptés à ce type de prélèvement (Equivet, Alcyon, Paris, France). L'écouvillon est un mauvais matériel s'il n'est pas ensemencé tout de suite. Enfin, s'il ne s'agit pas de matériel à usage unique, il est indispensable de stériliser le système à l'autoclave à 134°C.

### **b. Méthode**

#### ***1. Recueil par biopsie utérine***

La méthode est identique à celle du prélèvement en vue de réaliser un examen histologique, sous réserve de travailler en milieu stérile.

#### ***2. Recueil par écouvillon utérin***

La vulve de chaque vache est soigneusement désinfectée puis le système est inséré à travers le canal cervical jusqu'à la lumière utérine, guidé par la palpation rectale. Une fois dans l'utérus, l'écouvillon, découvert de sa gaine protectrice est déplacé deux centimètres en avant de la bifurcation des cornes et mis en contact avec l'endomètre utérin. Avant son retrait définitif, le coton est réintégré dans la gaine protectrice. De façon stérile, l'écouvillon est placé dans un milieu de transport amies avec charbon, traditionnellement utilisé dans l'identification de la Métrite Contagieuse des Equidés permettant la survie de souches aérobies et anaérobies. Le transport vers le laboratoire ne doit pas excéder une durée de 24 h.

#### ***3. Culture au laboratoire***

Chaque prélèvement est ensemencé sur gélose au sang puis cultivé à 37°C pendant 48h en conditions aérobies et pendant une durée de sept jours pour l'anaérobiose. Les bactéries sont identifiées selon les critères suivants : caractéristiques morphologiques des colonies, coloration de Gram, morphologie des bactéries, capacités d'hémolyse, profils biochimiques (système API ; BioMerieux, Marcy-Etoile, France) et autres tests.

### c. Facilité de mise en œuvre

Recouvert d'une double gaine protectrice, le dispositif d'écouvillonnage, relativement souple, est de plus, d'un diamètre conséquent (9 mm). Ces deux caractéristiques ne facilitent pas son insertion à travers le col de l'utérus, souvent fermé en dehors des phases d'œstrus. Il faut préciser que le cathétérisme du col reste indispensable : la trop forte contamination du vagin et la non-représentativité des bactéries présentes dans l'utérus n'autorisent pas l'utilisation de prélèvements réalisés dans le vagin ou au niveau de l'orifice postérieur du col pour le diagnostic des métrites chroniques.

Ensuite, la seconde difficulté technique réside dans la nécessité d'un prélèvement stérile. En conditions d'élevage, la contamination par les poussières et autres éléments volatils est presque inévitable. Toute la difficulté réside donc dans l'analyse des résultats, les choix de colonies à repiquer et l'obtention de cultures pures. En raison de la fréquente contamination des prélèvements, la mise en évidence d'un agent pathogène n'a de valeur que s'il est retrouvé plusieurs fois sur le même animal, s'il fait partie des germes reconnus (voit ci-dessous) ou si sa présence est concomitante à des lésions histologiques.

L'achat d'une pince à biopsie représente certes un investissement (environ 300 € HT), mais son utilisation est durable. Les écouvillons bactériens à jument, d'usage unique, coûtent en moyenne une trentaine d'euros HT pour 10 écouvillons.

### d. Résultats

Les germes peuvent être classés en différentes catégories selon leur pouvoir pathogène dans l'utérus. Williams *et al.* (2004) distinguent des bactéries reconnues en tant que pathogènes de l'utérus, c'est-à-dire associées à des lésions de l'endomètre utérin, des bactéries potentiellement pathogènes, fréquemment isolées de la lumière utérine en cas de métrite chronique, mais non associées à des lésions utérines, et enfin des contaminants opportunistes, transitoirement isolés mais non associés à des cas de métrites. Les résultats sont présentés dans le tableau n°3.

*A. pyogenes* seul ou en combinaison avec d'autres bactéries telles que *F. necrophorum* ou *Bacteroides spp.* est souvent associé à des infections utérines (Ruder *et al.*, 1981 ; Del Vecchio *et al.*, 1994). Ruder *et al.* (1981) démontrent que 27% des vaches infectées hébergent *A. pyogenes* et que l'apparition d'infections utérines sévères dépend d'une synergie pathogène entre *A. pyogenes* et un organisme anaérobie tel que *F. necrophorum*.

Classiquement, lors de métrites chroniques cliniques, on retrouve des cultures bactéries pathogènes majeures sans la présence d'opportunistes tels que *A. pyogenes*, *F. necrophorum*, *Prevotella spp.* et *Bacteroides spp.* associés à la présence de mucus vaginal purulent ou mucopurulent (Dohmen *et al.*, 1995 ; Williams *et al.*, 2005 ; Földi *et al.*, 2006). Quand *A. pyogenes* est isolé de l'utérus à environ 21 jours post-partum, les vaches développent de graves métrites chroniques (Lewis, 1997). D'autre part, des isolements bactériens sont plus fréquents dans les cas de pyomètres que chez des vaches saines. Les coliformes disparaissent des utérus de vaches à la fin de la troisième semaine post-partum, mais au contraire, des cultures de *Arcanobacterium pyogenes* et de bactéries Gram négatif anaérobies sont fréquemment isolées durant cette même période chez les vaches atteintes de métrite. *C. pyogenes* (*A. pyogenes*) avec les bactéries Gram négatif anaérobies (*F. necrophorum* et *B. melaninogenicus*) agissent de façon synergique et causent l'apparition et de métrites chroniques chez les bovins (Olson *et al.*, 1984 ; Dohmen *et al.*, 2000).

### e. Intérêt diagnostique

Parfois l'examen bactériologique ne révèle aucun agent pathogène. Cela s'observe lorsque le pus est stérile, qu'un traitement a été mis en place antérieurement ou qu'une réaction inflammatoire a éliminé les agents infectieux (Lowder, 1993 ; Lewis, 1997). La littérature indique que la présence dans l'utérus de *A. pyogenes* est associée à une infection utérine en cours ou imminente, mais l'absence de ce germe ne doit pas pour autant exclure la possibilité qu'une vache présente ou va présenter une infection utérine (Lewis, 1997). En effet, Del Vecchio *et al.* (1994) rapportent que *A. pyogenes* ne peut être isolé dans approximativement 35% des cas de métrites chroniques. Enfin, une forte densité de bactéries *A. pyogenes* et de bactéries Gram négatif anaérobies peut apparaître avant la mise en évidence clinique de métrite. La bactériologie est donc l'examen de choix pour la confirmation d'une contamination éventuelle de l'utérus. Reste le problème de sa difficile mise en œuvre pratique ainsi que de l'interprétation des résultats.

Un grand nombre de techniques existent pour le diagnostic des métrites chroniques de la vache. Il est difficile de faire un choix entre la facilité de mise en œuvre, la technicité, le coût, la fiabilité des résultats. La quatrième partie permet de structurer la démarche diagnostique, en proposant une comparaison de l'aptitude des techniques à diagnostiquer des vaches atteintes de métrite, afin de pouvoir aider les praticiens dans leur choix sur le terrain.

## IV. Intérêt diagnostique comparé des différentes techniques

Les critères de sensibilité (Se), spécificité (Sp) et de valeurs prédictives positives (VPP) et négatives (VPN) sont inévitablement à prendre en compte dans le choix d'une technique diagnostique. Les méthodes ne sont pas toutes fiables et les conclusions tirées doivent être énoncées avec prudence. Chaque test se caractérise par une sensibilité et une spécificité (*annexe 1 ; tableau 7*).

La sensibilité et la spécificité, valeurs fixes pour une technique donnée, se définissent par rapport à une méthode de référence. Le calcul de la sensibilité, spécificité et valeurs pronostiques d'une technique nécessite la dichotomisation des résultats de chaque test (positif et négatif) et la définition d'un « gold standard » servant de référence. Le tableau n°7 tente d'établir un intérêt diagnostique comparé des différentes techniques en comparant les valeurs de sensibilité et de spécificité disponibles dans la bibliographie. Trois techniques de référence ont été considérées : l'échographie (image de liquide dans l'utérus indiquant une métrite), le comptage cellulaire par cytologie utérine (pourcentage de PNN) et les performances de reproduction (gestation au-delà de 120 jours post-partum). Six techniques de diagnostic des métrites ont ensuite été comparées individuellement ou en association à ces « gold standards ».

En pratique quotidienne, il ne faut jamais oublier qu'une fois un diagnostic établi, il reste toujours une incertitude relative à la présence de faux-positifs et de faux-négatifs : ce sont les valeurs prédictives qui nous permettent d'établir la fiabilité de la technique employée. Comparées aux performances de reproduction, les sensibilités des différentes techniques sont toutes inférieures à 100%. Dans cette comparaison, toute vache non gestante au-delà de 120 jours est considérée comme atteinte de métrite chronique. En établissant une définition de la métrite chronique par rapport à son impact sur le taux de conception, il apparaît inévitablement des faux-négatifs. Une vache infectée peut toujours devenir gestante. Ces faux-négatifs peuvent correspondre aux vaches affectées par une métrite de faible gravité, qui ne produisent pas de sécrétions purulentes ou dont les écoulements ne sont pas détectés par l'éleveur ou le vétérinaire, et dont le diamètre du col de l'utérus, mesuré par palpation transrectale, reste de petite taille. Les guérisons spontanées de pathologies utérines conduisent, à leur tour, à l'apparition de faux-négatifs. Enfin, il reste difficile d'incriminer une pathologie dans un échec d'insémination plutôt qu'un défaut de détection des chaleurs, une mauvaise technique d'insémination, un stress, un faible état général ou un statut nutritionnel suboptimal. Dans ce cas, la fraction d'infertilité vraiment attribuable à la métrite chronique reste inconnue.

Le tableau 7 montre que la taille des cornes utérines ou le diamètre du col, diagnostiqués par PTR sont de mauvais signes cliniques. Leur sensibilité est médiocre. Il y a peu de chance de trouver les animaux réellement atteints de métrite. L'analyse macroscopique des sécrétions vaginales, par vaginoscope, soit la présence de sécrétions purulentes entre 20 et 33 jours post-partum ou mucopurulentes après 26 jours a également une sensibilité médiocre de 21%. Le vaginoscope est plus sensible que la palpation seule entre 27 et 33 jours (21% contre 12%). La spécificité n'est cependant pas significativement améliorée (89% contre 94%) (LeBlanc *et al.*, 2002). Il est surprenant que l'association de la vaginoscopie et de l'exploration rectale n'améliore pas les résultats par rapport à l'utilisation de la vaginoscopie seule. Le Métrichéck®, autre instrument de l'analyse macroscopique des sécrétions, a une sensibilité nettement meilleure. Il semble être à

conseiller par rapport à l'examen vaginoscopique. Cependant, les valeurs de sensibilité et de spécificité n'ont pas été comparées aux mêmes techniques de référence (le diagnostic de métrite étant basé sur la présence de liquide dans l'utérus, diagnostiquée par échographie dans le cas du Métrichек® et sur les performances de reproduction dans le cas du vaginoscope). Concernant l'examen cytologique, la récente publication de Santos *et al.* (2006) propose l'utilisation de la bandelette urinaire dans le diagnostic des métrites qui offre de bonnes sensibilités et spécificités. La cytologie utérine couplée à l'examen échographique ne donne pas de si bons résultats. Enfin, l'examen histologique semble effectivement être la technique de référence avec une sensibilité de 90%. Sa capacité à diagnostiquer les animaux malades est encore améliorée par l'ajout d'un examen bactériologique utérin. Cependant le fait de coupler ces deux signes cliniques détériore la spécificité du test (33% contre 63%). Or, dans le cas des métrites, il est probablement plus intéressant de diagnostiquer tous les animaux malades. La technique recherchée doit donc bénéficier d'une très bonne sensibilité.

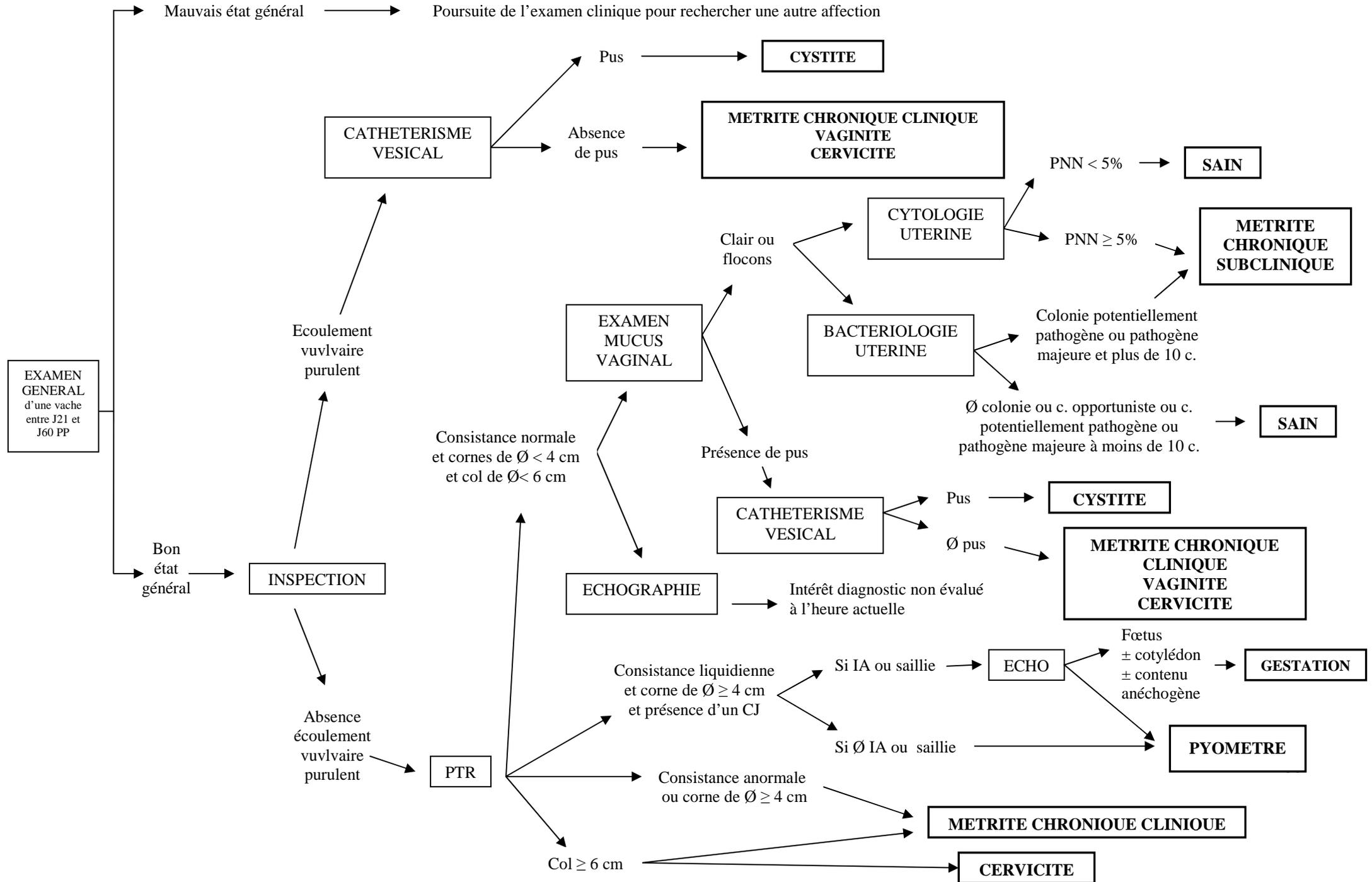
Trois gold standards ont été utilisés pour définir les valeurs de sensibilité et de spécificité des différents signes cliniques. Or, l'utilisation des performances de reproduction, des résultats de l'examen échographique ou de la cytologie utérine comme référence est inadaptée. La technique la mieux adaptée serait probablement l'examen histologique. Dans la plupart des métrites chroniques, aucune des techniques diagnostiques testées précédemment n'est, par elle-même, totalement satisfaisante, mais certaines peuvent être complémentaires les unes des autres.

La figure de synthèse suivante (*Figure 19*) tente d'établir une proposition d'arbre diagnostique des métrites chroniques de la vache. Les difficultés d'application de ces techniques sur le terrain représentent pour les vétérinaires praticiens un obstacle important à leur vulgarisation. L'arbre diagnostique de la figure 19 prévoit donc tout d'abord l'utilisation des techniques les plus couramment mises en œuvre (inspection, palpation transrectale, échographie et observation macroscopique du contenu vaginal). Mais, plus de 20% des pathologies utérines des vaches sont oubliées par les techniques traditionnelles de diagnostic employées par les vétérinaires (Mee, 2006). L'arbre affine donc le diagnostic par le recours à des techniques plus complexes à mettre en œuvre tels que les examens cytologique et bactériologique utérins.

Tableau 7 : comparaison des valeurs de sensibilité et de spécificité de différentes techniques diagnostiques

TECHN. DE REF.	ECHO	CYTO UTERUS	PERF REPRO
<b>TECHNIQUE TESTEE</b>	Liquide dans utérus	Comptage cellulaire	Gestation à 120j
<b>PTR</b> (entre 20 et 33 j)			<b>Se = 0,17</b> <b>Sp = 0,88</b>
Col > 7,5 cm			LeBlanc <i>et al.</i> , 2002
<b>PTR</b> (entre 27 et 33 j)			<b>Se = 0,12</b> <b>Sp = 0,94</b>
Col > 7,5 cm			LeBlanc <i>et al.</i> , 2002
<b>PTR</b> (entre 26 et 40 j)			<b>Se = 0,25</b> <b>Sp = 1,00</b>
Taille utérus (diamètre des cornes)			Bonnett <i>et al.</i> , 1993
<b>METRICHECK</b> (entre 14 et 21 j ou 28 et 35 j)	<b>Se = 0,61</b> <b>Sp = 0,87</b>		
Analyse de l'écoulement vaginal	Mee et Dalemans, 2006		
<b>PTR + VAGINO</b> (entre 20 et 33 j)			<b>Se = 0,20</b> <b>Sp = 0,88</b>
Col > 7,5 cm + écoulement vaginal			LeBlanc <i>et al.</i> , 2002
<b>PTR + VAGINO</b> (entre 27 et 33 j)			<b>Se = 0,21</b> <b>Sp = 0,89</b>
Col > 7,5 cm + écoulement vaginal			LeBlanc <i>et al.</i> , 2002
<b>CYTO + ECHO</b> (entre 20 et 33 j ou 34 et 47 j)			<b>Se = 0,30</b> <b>Sp = 0,94</b>
Comptage cellulaire + Liquide dans utérus			Kasimanickam <i>et al.</i> , 2004
<b>HISTO</b> (entre 26 et 40 j)			<b>Se = 0,90</b> <b>Sp = 0,63</b>
Inflammation <i>stratum compactum</i> + Nombre de foyers de lymphocytes			Bonnett <i>et al.</i> , 1993
<b>BACT + HISTO</b> (entre 26 et 40 j)			<b>Se = 0,97</b> <b>Sp = 0,33</b>
Isolement de <i>A. pyogenes</i> + Inflammation <i>stratum compactum</i>			Bonnett <i>et al.</i> , 1993
<b>PTR + BACT + HISTO</b> (entre 26 et 40 j)			<b>Se = 0,92</b> <b>Sp = 0,77</b>
Taille utérus + Isol. de <i>A. pyogenes</i> + Inflam. <i>stratum compactum</i>			Bonnett <i>et al.</i> , 1993

Figure 19 : Proposition d'arbre décisionnel du diagnostic des métrites chroniques de la vache  
 (PP : post-partum ; Ø : diamètre ; CJ : corps jaune ; PNN : polynucléaire neutrophile ; c : colonie ; IA : insémination artificielle ; PTR : palpation transrectale)



# **Partie expérimentale**



Nous venons de voir qu'il existe de nombreuses techniques diagnostiques des métrites chroniques, de sensibilité et de spécificité très différentes. En pratique courante, le diagnostic des métrites chroniques est établi à partir d'une palpation transrectale de l'utérus et/ou de l'examen du contenu vaginal, complété par l'inspection externe de la vulve et de la queue. Néanmoins, les modifications utérines évaluées par palpation transrectale sont subjectives et les écoulements vulvaires ne sont présents que dans une faible proportion de cas (20 à 25%). La figure 19 propose un arbre décisionnel pour le diagnostic des métrites chroniques (cliniques et subcliniques). Celui-ci est construit sur la base des techniques et des signes actuellement classiquement admis dans la bibliographie. Elle inclut également la cytologie utérine, qui est actuellement la seule technique qui permette de caractériser une métrite chronique subclinique. Cette figure a montré l'intérêt de hiérarchiser les techniques diagnostiques les unes par rapport aux autres, chaque praticien pouvant interrompre la démarche selon la possibilité technique, logistique et/ou économique de mise en œuvre de chaque technique dans ses conditions d'exercice.

Par ailleurs, ce concept de métrite subclinique chez la vache ne repose à l'heure actuelle que sur trois publications et toutes correspondent à des travaux réalisés aux Etats-Unis (Gilbert *et al.*, 2005 ; Kasimanickam *et al.*, 2004 et 2005). L'incidence de cette affection semble être de 43 à 52% chez les vaches ne présentant pas de signes cliniques de métrite chronique. Il serait donc intéressant d'étudier, en conditions d'élevage français, la prévalence des deux types de métrites chroniques (cliniques et subcliniques). D'autres part, la bibliographie ne les fournissant pas, il serait intéressant de définir, pour les deux types de métrite, les sensibilités et spécificités relatives de six techniques diagnostiques, la palpation transrectale, l'échographie transrectale, l'examen macroscopique du contenu vaginal, les frottis cellulaires endocervicaux et utérins et, enfin, l'examen bactériologique utérin. L'objectif de notre étude est d'évaluer l'intérêt diagnostique des techniques classiquement utilisées en pratique car simples et peu coûteuses. La méthode de référence choisie pour comparer ces techniques est l'examen cytologique utérin qui a le mérite de caractériser objectivement à la fois les métrites chroniques cliniques et chroniques subcliniques.



# I. Matériels et méthodes

Pour répondre à l'objectif de notre étude, nous avons réalisé chacune des six techniques citées précédemment sur 104 vaches en contrôle d'involution.

## 1. Constitution de l'échantillon d'étude

Trois élevage laitiers de la région parisienne (Yvelines, 78), suivis par l'Unité de Reproduction de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, ont été recrutés. Le premier, la ferme d'AgroParisTech (78, Thiverval-Grignon) compte 102 vaches en lactation et un niveau moyen de production annuel de 9500 kg de lait. Le deuxième, la ferme de La Tremblaye, est localisé à La Boissière Ecole (78). Cent trente vaches sont actuellement en lactation, pour une production annuelle de 10 000 kg. Enfin, le dernier, la ferme de Bissy (78, Bonnelles), est l'un des plus importants élevages de la région parisienne. Trois cents vaches sont traites et la production annuelle moyenne est de 9 500 kg.

L'étude s'est déroulée sur une période de quatre mois (de mi-mars à mi-juillet 2007), chaque élevage étant visité une fois tous les quinze jours. La population étudiée est l'ensemble des vaches Prim'Holstein de ces trois élevages laitiers, en contrôle d'involution utérine entre 21 et 60 jours post-partum.

## 2. Techniques diagnostiques pratiquées

### a. Inspection

L'inspection consiste, après enregistrement du numéro d'identification de l'animal et du nombre de jours post-partum, en une évaluation de la note d'état corporel (toujours effectuée par un même opérateur) à partir de la grille de l'Institut de l'Elevage (*annexe 4*) et une recherche d'éventuels écoulements à la commissure inférieure de la vulve ou sur la queue de l'animal.

### b. Examen du tractus génital

#### 1. *Palpation transrectale*

Une main, préalablement gantée (gants d'examen pour activité rurale Sensigan, Alcyon, Paris, France) et lubrifiée à l'aide de gel échographique, est insérée délicatement à travers le rectum. La localisation et le diamètre du col sont évalués. Chaque corne est ensuite palpée, afin d'estimer son diamètre à sa base (immédiatement en avant des ligaments intercornuaux) et sa consistance. Pour rendre plus objective l'évaluation de la consistance, des modèles en silicone ont été fabriqués. Cinq consistances différentes ont été distinguées : tonique, ferme, molle, dure et pâteuse, en faisant varier la dilution du silicone (Silicone RTV 6007, Esprit Composite, Paris), par ajout d'huile (Huile silicone, Esprit Composite, Paris). Les concentrations d'huile variaient de 30 à 50% pour l'extérieur et de 30 à 70% pour l'intérieur du boudin. L'épaisseur de la couche externe mesurait 3 ou 6 mm.

Les signes cliniques retenus pour définir la présence de métrite étaient le diamètre de chaque corne utérine et la consistance de l'utérus, avec comme seuil de positivité, diamètre supérieur à quatre centimètres pour l'une des deux cornes ou une consistance anormale (molle, dure ou pâteuse).

## 2. Echographie

L'examen échographique est effectué à l'aide d'un échographe Aquila (PieMedical, Hospimedi, Poisy, France) relié à une sonde linéaire de 6 MHz et alimenté sur le secteur. Le diamètre de chaque corne est mesuré en section transversale à leur base. La présence de certaines images échographiques dans les cornes est notée. On recherche ainsi la présence d'images en ligne, en éponge, en cocarde ou en lumière (*annexe 5*). Une combinaison de plusieurs images peut apparaître. Elle est alors précisée. Enfin, chacun des ovaires est observé. Seules les structures dont le diamètre est supérieur à 10 mm sont notées. Le nombre de structures présentes sur chacun des ovaires et les dimensions de la plus grosse structure présente (follicule, corps jaune, corps jaune cavitare, kyste folliculaire, kyste lutéal) sont reportés. Les métrites ont été diagnostiquées par la présence d'une image considérée comme anormale sur l'une des deux cornes, soit ligne, éponge, cocarde ou lumière.

## 3. Examen du contenu vaginal

Le recueil du contenu vaginal est effectué à l'aide d'un Métrichек® (Simcro, Hamilton, Nouvelle-Zélande) (*Photo 8*) selon la méthode précédemment décrite. Aucune lubrification n'intervient afin d'éviter de perturber la lecture de l'échantillon par la présence de gel échographique. Le mucus est observé en place, dans la cupule de silicone, et classé dans l'une des cinq catégories, proposées par William *et al.* (2005) : (1) translucide, (2) présence de flocons, (3) présence de pus < 50% et (4) pus > 50% (*figure 11*). Les mucus de catégorie 1 et 2 ont été considérés comme normaux. Les métrites sont définies par la présence de mucus vaginal purulent (catégories 3 ou 4).

*Photo 8 : Extrémité collectrice du Métrichек®*



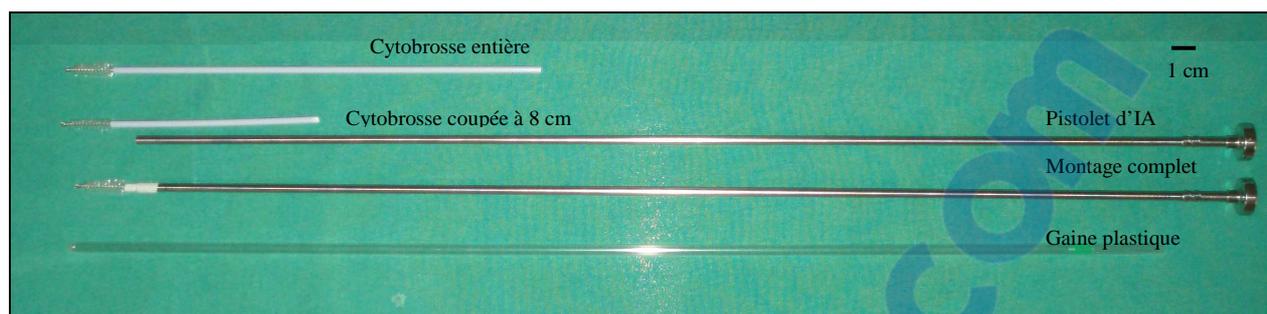
### c. Examen cytologique

Les frottis endométriaux ont été réalisés à l'aide d'une cytobrosse (Cytobrush® Plus GT, Medscand® medical, redistribué par Alcyon, Paris, France) modifiée pour grands animaux. Deux montages sont utilisés selon le prélèvement désiré.

#### 1. Cytologie endocervicale

La cytobrosse est coupée à environ 8 cm de la longueur de sa tige plastique et est insérée dans un pistolet d'insémination en acier inoxydable (IMV Technologies, l'Aigle, France) de diamètre interne de 3,0 mm. La cytobrosse est fixée à l'extrémité du pistolet, à l'aide d'Adhéroplaste® Fibranne (BSN Medical, Vibraye, France) (*Photo 9, a et b*). Le montage est ensuite placé dans une gaine plastique d'insémination artificielle (Alcyon) afin de rigidifier l'ensemble. Enfin, l'instrument est recouvert d'une chemise sanitaire (IMV Technologies) pour le protéger d'une contamination vaginale.

*Photo 9 (a et b) : Montage de la cytobrosse et du pistolet d'IA pour prélèvement endocervical*



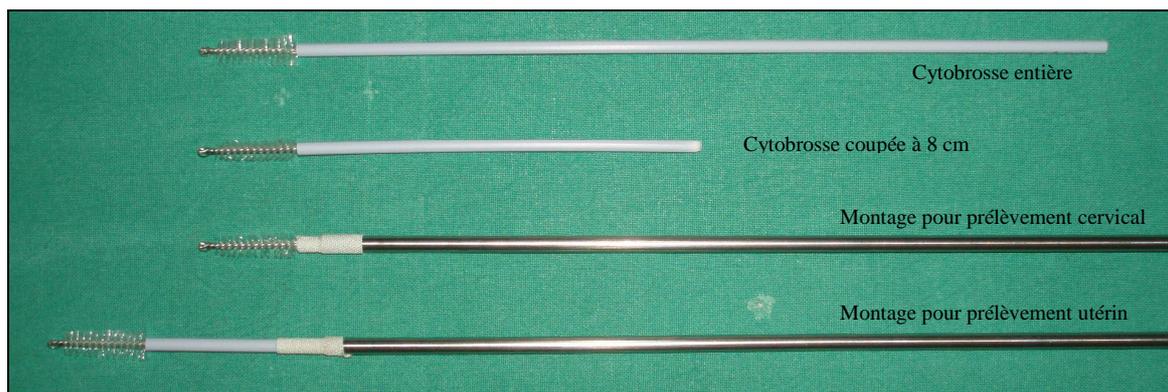
La vulve est lavée à l'aide de povidone iodée (Vétédine® savon, Vétoquinol, Lure, France) et séchée avec du papier absorbant. L'instrument lubrifié par du gel échographique est introduit à travers la vulve et guidé par voie vaginale jusqu'à l'anneau externe du col de l'utérus. La chemise sanitaire percée, le pistolet d'insémination est poussé hors de la gaine plastique afin de découvrir la cytobrosse dans l'ostium externe du col. Par un mouvement de rotation dans le sens des aiguilles d'une montre, la cytobrosse est pressée contre l'une des parois du col. Elle est ensuite recouverte de sa gaine sanitaire plastique avant d'être extraite du vagin de l'animal. Immédiatement après son retrait, les frottis sont réalisées en roulant la cytobrosse sur une lame en verre pour microscope. Selon l'imbibition de la brosse et la présence de sang en quantité plus ou moins importante, un à quatre frottis sont réalisés. Les lames sont toutes fixées, sur place, à l'aide d'un vaporisateur de cytologie (CytoRAL, Réactifs RAL, CML, Nemours, France).

## **2. Cytologie utérine**

Pour pouvoir cathétériser le col et atteindre l'utérus, le montage nécessite d'être allongé, au détriment de la rigidité de l'ensemble. La cytobrosse est coupée également à 8 cm de sa longueur. Mais elle est cette fois enfoncée qu'à mi-longueur dans le pistolet d'insémination. La solidarisation se fait de la même façon que ci-dessus. La tige plastique dépasse d'environ 4 cm, comme le montre la photo 10. Le but est d'obtenir un montage rigide, qui ne se torde pas lors de son passage dans le canal cervical, mais suffisamment long pour atteindre la bifurcation des deux cornes. Le tout est recouvert d'une gaine plastique et d'une chemise sanitaire.

En prenant les mêmes précautions d'hygiène, le montage est inséré dans le vagin. Une main, par voie rectale, assure le guidage du pistolet, par mobilisation du col de l'utérus. Quelques centimètres avant la bifurcation des cornes, la cytobrosse est découverte afin d'effectuer le prélèvement. Le retrait s'effectue sous couvert de la gaine sanitaire, afin d'éviter toute récolte d'autres cellules. La fixation est immédiate et utilise le même procédé.

Photo 10 : Montage de la cytobrosse et du pistolet d'IA pour prélèvement utérin



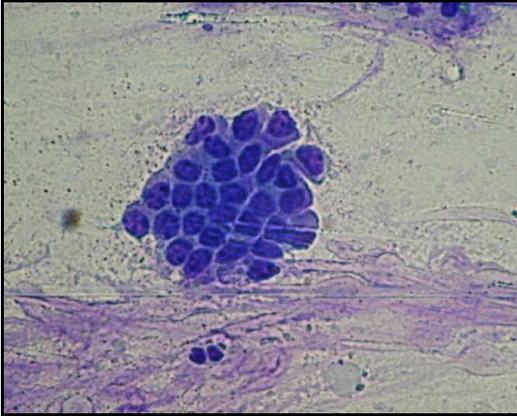
Nous avons choisi comme test de référence, dans le diagnostic des métrites chroniques de la vache, la cytologie utérine. Le seuil retenu est celui de la publication de Gilbert *et al.* (2005), soit l'existence d'une inflammation, reliée à une métrite chronique, à partir d'un comptage de plus de 5% de cellules polynucléaires neutrophiles dans l'endomètre utérin. Le même critère de positivité a été utilisé pour la cytologie cervicale.

### 3. Examen cytologique

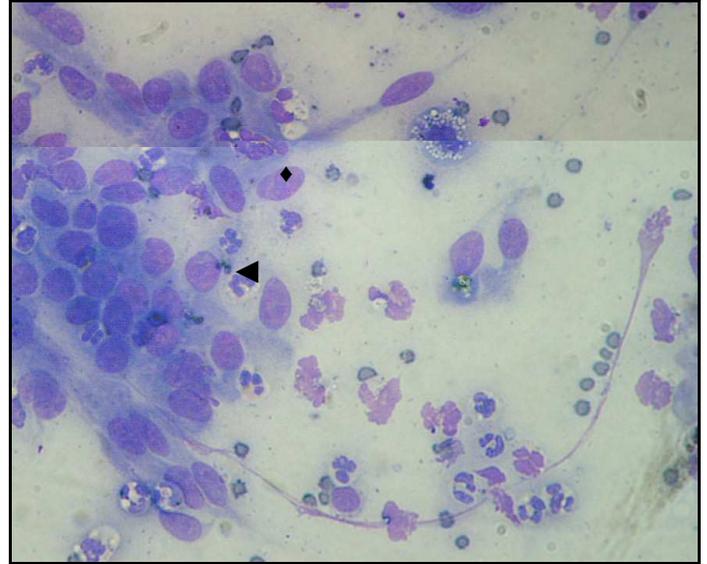
L'examen cytologique est effectué par deux opérateurs, le réalisateur des prélèvements ainsi qu'un cytologiste de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse. Les deux opérateurs n'ont pas travaillé sur les mêmes lames. Toutes les lames ont été colorées par la coloration de May-Grünwald-Giemsa, réalisée manuellement dans un cas et automatisée dans l'autre (modèle Aerospray, marque Wescor, Kitvia, Labarthe Inard, France). La méthode de lecture comprenait, tout d'abord, une observation de la lame au grossissement x100 pour attester de son homogénéité et rechercher une zone de lecture correcte, puis x1000 en faisant des créneaux comme lors de la lecture d'une frottis sanguin classique. Deux cent cellules ont été comptées par frottis.

Pour être comptée, une cellule doit : avoir un contour nucléaire visible et intègre, avoir un contour cytoplasmique visible et intègre et faire partie de l'une des six catégories suivantes : polynucléaire neutrophile, polynucléaire éosinophile (PNE), polynucléaire basophile (PNB), lymphocyte, monocyte/macrophage et cellule épithéliale (quelque soit son type : agranulaire, granuleuse ou squameuse) (*Photo 11 a et b*). Ne sont pas comptés : les cellules anucléées (hématies et squames), les cellules abimées, les noyaux nus, les amas de cellules tridimensionnels, les cellules fortement fusiformes, isolées ou en paquets, évoquant des fibroblastes. Par ailleurs, la contamination sanguine est évaluée selon les caractéristiques suivantes : (0) pas d'hématie, (+) quelques hématies, (++) plusieurs plages de lecture fortement hémorragiques et (+++) cellules à compter toutes incluses dans ces plages hémorragiques et de morphologie altérée. La présence de bactéries est également notée ainsi que les causes des éventuelles difficultés de lecture.

Photo 11 (a et b) : Examens cytologique de frottis utérins obtenus par cytobrosse.



Examen cytologique d'un frottis utérin normal. Amas de cellules épithéliales.

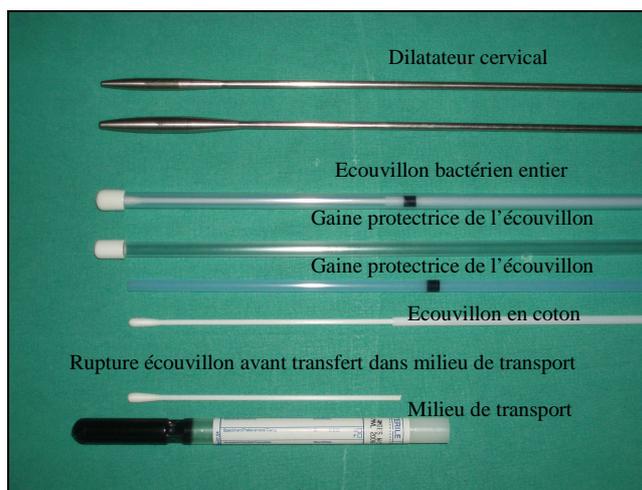


Examen cytologique d'un frottis utérin inflammé, avec présence de polynucléaires neutrophiles (◄) autour des cellules épithéliales (◆).

#### d. Examen bactériologique

Le prélèvement en vue d'examen bactériologique nécessite une préparation minutieuse de l'animal. La stérilité parfaite est difficile à obtenir en élevage, mais il est indispensable d'obtenir un champ opératoire le plus propre possible. La pratique d'une anesthésie épidurale basse permet de travailler dans de meilleures conditions, tant pour le manipulateur, que pour l'animal. En effet, le cathétérisme du col est une opération délicate, qui nécessite du temps. Il ne faut surtout pas que l'animal bouge, ni même défèque, ce qui souillerait la zone de travail. Après avoir injecté 80 mg de chlorhydrate de lidocaïne (Laocaïne®, Schering-Plough, Levallois-Perret, Paris) dans l'espace sacro-coccygien (S-C<sub>1</sub>), la queue est attachée de façon à dégager la vulve et à entreprendre la désinfection du site. Plusieurs passages de povidone iodée (Vétédine® savon) sont nécessaires. Une main est insérée par voie rectale, accompagnée d'un dilateur métallique (fabriqué sur mesure chez un tourneur), qui permet la dilatation des anneaux du col, afin de faciliter le passage de l'extrémité large de l'écouvillon bactérien, d'un diamètre de 9 mm. Une fois cette opération préalable effectuée, un deuxième opérateur retire le dilateur et écarte délicatement les bords de la vulve pour insérer l'écouvillon (Equivet, Alcyon, Paris, France). Il s'agit du modèle pour jument, utilisé généralement dans le diagnostic de la Métrite Contagieuse des Equidés. L'écouvillon se compose d'un coton stérile fixé sur une tige plastique de 70 cm de long. Deux gaines rigides assurent la stérilité de l'ensemble (*photo 12*).

Photo 12 : Ecouvillon utérin pour prélèvement bactériologique et dilateurs cervicaux



La main, en position transrectale, facilite le cathétérisme par mobilisation du col. Une fois en place, l'écouvillon est dirigé vers l'une des deux cornes et avancé à deux centimètres de la bifurcation des cornes. Sa tige est poussée afin de découvrir le coton, et par une pression de la main, le coton est appliqué contre la paroi utérine. Il est ensuite protégé de ses deux gaines avant d'être ressorti précautionneusement. Le deuxième opérateur, les mains désinfectées, saisi le matériel et insère le coton-tige dans un milieu de transport charbonné stérile (milieu Amies modifié avec du charbon, AES, Combourg, France). Dans un délai de moins de quatre heures, les prélèvements sont transportés jusqu'au laboratoire d'analyse (Laboratoire de Bactériologie, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort).

Tout le matériel consommable utilisé pour la culture et l'identification bactérienne provient de BioMérieux (Marcy l'Etoile, France). Au laboratoire, chaque écouvillon est mis en culture, à une température de 37°C, sur deux géloses au sang (milieux en boîte de Pétri : gélose Columbia + 5% de sang de mouton). L'une est placée à l'étuve en milieu aérobie. L'autre est déposée dans une jarre hermétique (GENbox Jar 2,5 L) contenant un sachet (GENbox anaer) générateur d'anaérobiose. Au bout de 24 à 48 h, la ou les colonie(s) souhaitée(s) est ou sont repiquée(s) à nouveau sur une gélose au sang. L'opération est répétée jusqu'à obtention d'une culture pure.

Les bactéries sont ensuite identifiées selon différents critères : leur aspect, la coloration obtenue après coloration de Gram (test Color Gram 2 avec réactifs R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub>, R<sub>3</sub> et R<sub>4</sub>), la morphologie des bactéries (bacille ou coque ; identification au microscope à immersion), le type d'hémolyse, les profils biochimiques tels que les tests Catalase pour les souches Gram + (ID Color Catalase) et Oxydase pour les souches Gram - (Disques non imprégnés, 6 mm) et enfin, l'utilisation de galeries d'identification rapide (API).

Les colonies identifiées ont été classées selon les types bactériens classiquement isolés de l'utérus, d'après la classification de Williams *et al.* (2004) (Tableau 3). La croissance bactérienne seuil a tout d'abord été fixée à plus de 10 colonies par gélose. Les faibles degrés de contamination des échantillons nous ont amené à abaisser ce seuil au cas par cas. Un très faible nombre de colonies, reconnues comme pathogènes ou éventuellement pathogènes, seules à croître sur la gélose a pu être retenu. Les métrites chroniques ont été définies par la présence d'un isolement bactérien comportant au moins un contaminant potentiellement pathogène ou pathogène majeur, selon la classification de Williams.

Les différents signes cliniques et critères de positivité considérés dans cette étude pour diagnostic des métrites chroniques sont résumés dans le tableau 8.

*Tableau 8 : Seuil de positivité des différents signes cliniques dans le diagnostic des métrites chroniques (PTR : palpation transrectale ; Ø : diamètre ; PNN : polynucléaire neutrophile)*

TECHNIQUES	CRITERE DE DIAGNOSTIC DE METRITE CHRONIQUE	REFERENCE
<b>PTR</b>	Une des cornes de Ø ≥ 4cm ou d'une consistance anormale (molle, dure ou pâteuse)	Coche <i>et al.</i> , 1987
<b>ECHOGRAPHIE</b>	Au moins une image échographique anormale (ligne, éponge, cocarde ou lumière)	
<b>EXAMEN VAGINAL</b>	Mucus contenant du pus	McDouglas <i>et al.</i> , 2006 et Mee, 2007
<b>PTR + EXAMEN VAGINAL</b>	Diamètre du col ≥ 5cm ou mucus contenant du pus à moins de 50% ou à plus de 50%	Leblanc <i>et al.</i> , 2002
<b>CYTOLOGIE CERVICALE</b>	Taux de PNN par cytologie cervicale ≥ 5%	Gilbert <i>et al.</i> , 2005 et Ahmadi <i>et al.</i> , 2006
<b>CYTOLOGIE UTERINE</b>	Taux de PNN par cytologie utérine ≥ 5%	Gilbert <i>et al.</i> , 2005
<b>EXAMEN BACTERIOLOGIQUE</b>	Contaminant potentiellement pathogène ou pathogène majeur	Williams <i>et al.</i> , 2004

### 3. Collecte et saisie des données

#### a. Collecte des données

Une fiche de notation a été élaborée afin de pouvoir reporter, sur place, les données d'élevage et les résultats des examens, en minimisant le risque d'erreur de saisie. Une unique personne était dédiée à cette opération pendant toute la durée de l'expérience. La fiche de résultats est présentée en annexe 2

#### b. Codage et saisie des données

Les données collectées sur place et les résultats des analyses ont ensuite été saisis, au fur et à mesure des visites, à l'aide d'un système de gestion de base de données (Access®, Microsoft Corporation, 2002). Afin de minimiser le risque d'erreur lors de cette opération, le formulaire de saisie a été élaboré en reprenant la même présentation que la version papier des fiches de notation. Les explications des valeurs manquantes ou des éventuelles remarques ont été signalées dans une case prévue à cette effet. Les données d'élevage concernant les conditions de vêlage et affections du post-partum précoce ont été recueillies auprès des éleveurs et entrées dans la même base de données. Les variables enregistrées sont présentées dans le tableau 9.

### 4. Analyse statistique

Les analyses ont été effectuées à l'aide du logiciel SAS, version 9.1 (SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA, 2002). Les associations entre les variables qualitatives ont été analysées deux à deux à l'aide du test du Chi-deux, les associations entre une variable qualitative et une variable quantitative ont été analysées à l'aide du test de Student et les associations entre les variables quantitatives ont été analysées à l'aide du test de corrélation de Pearson (régression linéaire).

Dans un premier temps, nous avons observé la répartition des animaux dans chaque variable. Puis, nous avons procédé à une analyse univariée étudiant l'association entre chaque variable d'étude et notre test de référence, la cytologie utérine. La répartition des animaux selon la variable à expliquer a été décrite et comparée à l'aide du test du Chi-deux. Nous avons également créé de nouvelles variables afin de comparer l'association de plusieurs signes cliniques dans la mise en évidence des métrites.

Tableau 9 : Liste des variables enregistrées

VARIABLES	CODIFICATION
<b>Numéro</b>	N° de travail de l'animal
<b>Ferme</b>	Elevage 1 Elevage 2 Elevage 3
<b>Date vêlage</b>	Date du dernier vêlage
<b>Date examen</b>	Date de l'examen
<b>IVE</b>	Intervalle vêlage - Examen (jours)
<b>Condition de vêlage</b>	Sans aide Aide facile Aide difficile Césarienne
<b>Jumeaux</b>	Absence de jumeaux Présence de jumeaux
<b>Rétention placentaire</b>	Absence de rétention placentaire dans les 24 PP Rétention placentaire dans les 24h PP
<b>N° Lactation</b>	Numéro de lactation
<b>Affection (métrite aiguë, hypocalcémie, déplacement de caillette ou mammite)</b>	Pas d'affection du post-partum précoce Une affection du post-partum précoce Deux affections ou plus du post-partum précoce
<b>NEC</b>	Note d'état corporel
<b>Diamètre du col en PTR</b>	Diamètre du col évalué par PTR
<b>Diamètre des cornes en PTR</b>	Diamètre de chacune des cornes évalué en PTR
<b>Consistance des cornes utérines</b>	Ferme Molle Dure Tonique Pâteuse
<b>Image échographique des cornes</b>	Lignes seules Eponges seules Cocardes seules Lumières seules Aucune de ces images échographiques Lignes + Cocardes Lignes + Eponges Lignes + Eponges + Cocardes
<b>Structures ovariennes présentes</b>	Présence d'un corps jaune Follicule Kyste lutéal ou folliculaire
<b>Mucus vaginal au Metricheck</b>	Translucide Flocons Pus<50% Pus>50% Pas de mucus recueilli
<b>Taux de PNN par cytologie cervicale</b>	Taux de PNN du col
<b>Taux de PNN par cytologie utérine</b>	Taux de PNN de l'utérus
<b>Bactérie isolée</b>	Aucun isolement Bactérie opportuniste Bactérie potentiellement pathogène Bactérie pathogène majeur Bactérie pathogène majeur + bactérie opportuniste

## II. Résultats

### 1. Description de l'échantillon

Au total 104 vaches ont été incluses dans l'étude. Le tableau 10 donne la répartition des animaux dans les trois élevages suivis.

Tableau 10 : Caractéristiques des animaux dans chacun des trois élevages étudiés  
(NEC : note d'état corporel)

		ELEVAGE 1	ELEVAGE 2	ELEVAGE 3	TOTAL
		% (n)	% (n)	% (n)	% (n)
<b>VACHES INCLUSES</b>		64 (66)	22 (23)	14 (15)	100 (104)
<b>N° DE LACTATION</b>	Primipare	44 (46)	12 (12)	5 (5)	61 (63)
	Multipare	19 (20)	10 (11)	10 (10)	39 (41)
<b>NEC</b>	NEC ≤ 2	49 (51)	15 (16)	10 (10)	74 (77)
	NEC > 2	14 (15)	7 (7)	5 (5)	26 (27)
<b>CONDITION VELAGE</b>	Sans intervention	61 (63)	18 (19)	4 (4)	83 (86)
	Avec intervention	3 (3)	4 (4)	11 (11)	17 (18)
<b>AFFECTIONS POST-PARTUM</b>	Sans affection	53 (47)	17 (15)	NC	70 (62)
	Au moins une affection	21 (19)	9 (8)	NC	30 (27)
<b>DELAI REALISATION EXAMEN PAR RAPPORT AU VELAGE</b>	Délai < 40 jours	34 (35)	12 (13)	9 (9)	55 (57)
	40 ≤ Délai < 50 jours	21 (22)	6 (6)	5 (5)	32 (33)
	Délai ≥ 50 jours	8 (9)	4 (4)	1 (1)	13 (14)

Notre échantillon est composé en majorité de primipares (61%). Les vaches incluses sont essentiellement maigres à très maigres : 43% des vaches ont une note d'état corporel inférieure ou égale à 1,5 et 74% des vaches ont une note d'état corporel inférieure ou égale à 2. Les conditions de vêlage et les affections du post-partum précoce (hypocalcémie, déplacement de caillette, mammites ou métrite aiguë) sont dépendantes de l'élevage. Dans l'élevage 3, les interventions au vêlage sont plus fréquentes ( $p < 0,0001$ ). Les données concernant les affections n'ont pas pu être recueillies dans cet élevage.

## 2. Fréquence des métrites chroniques et facteurs de risque

Nous avons choisi comme technique de référence du diagnostic des métrites chroniques, la cytologie utérine au seuil de 5% de cellules polynucléaires neutrophiles. Pour la lecture des examens cytologiques, un double comptage, réalisé par deux personnes différentes a été mis en place. Une forte corrélation entre les deux lectures a été observée. Pour le col,  $r=0,95$  ( $p<0,01$  et  $n=72$ ) et pour l'utérus,  $r=0,86$  ( $p<0,01$  et  $n=70$ ). En raison de cette forte corrélation, nous avons décidé d'utiliser la moyenne des comptages des deux opérateurs pour définir les taux de polynucléaires du col et de l'utérus. Avec la technique que nous avons choisie comme technique de référence, la fréquence de vaches atteintes de métrite chronique dans notre échantillon était de 26% entre 21 et 60 jours post-partum.

Le tableau 11 présente l'association entre la présence d'une métrite chronique et les différents facteurs de risque individuels. Bien que la fréquence des métrites soit deux fois plus élevée dans l'élevage 3, la différence entre les 3 élevages n'est pas significative ( $p=0,18$ ). Les vaches multipares étaient plus fréquemment atteintes de métrite chronique (41% vs 17%, respectivement pour les multipares et les primipares,  $p<0,05$ ). La présence d'une affection post-partum était associée à une plus faible incidence de métrite ( $p<0,05$ ). D'autre part, on constate que les multipares présentent plus d'affections post-partum que les primipares (63% vs 37%,  $p<0,01$ ). En revanche, la note d'état corporel, les conditions de vêlage, la présence de jumeaux, la rétention placentaire et l'activité ovarienne n'influençaient pas significativement l'incidence de la métrite chronique.

Tableau 11 : Fréquence des métrites chroniques en fonction des facteurs intrinsèques observés  
(NEC : note d'état corporel ; CJ : corps jaune)

FACTEUR DE RISQUE	CODIFICATION	% (n)	p
<b>FERME</b>	Elevage 1	22 (55)	0,18
	Elevage 2	22 (18)	
	Elevage 3	46 (13)	
<b>PARITE</b>	Primipare	17 (54)	<b>0.01</b>
	Multipare	41 (32)	
<b>NEC</b>	NEC $\leq 2$	27 (64)	0.72
	NEC $> 2$	23 (22)	
<b>CONDITIONS DE VELAGE</b>	Sans aide	25 (69)	0.76
	Avec aide	29 (17)	
<b>JUMEAUX</b>	Absence de jumeaux	23 (83)	1.00
	Présence de jumeaux	33 (3)	
<b>RETENTION PLACENTAIRE</b>	Pas de rétention placentaire	26 (82)	1.00
	Rétention placentaire	25 (4)	
<b>AFFECTION DU POST-PARTUM</b>	Pas d'affection du post-partum	23 (65)	<b>0.02</b>
	Une affection du post-partum ou plus	19 (19)	
<b>STRUCTURES OVARIENNES PRESENTES</b>	CJ seul	21 (29)	0,18
	Pas de CJ le jour de l'examen	26 (53)	
	Kyste ovarien	50.0 (4)	
<b>DELAI REALISATION EXAMEN PAR RAPPORT AU VELAGE</b>	Délai $< 40$ jours	28 (50)	0,18
	$40 \leq$ Délai $< 50$ jours	21(28)	
	Délai $\geq 50$ jours	25 (8)	

### 3. Comparaison des différentes techniques diagnostiques

En raison de la disponibilité d'un grand nombre de techniques diagnostiques, il est important de comparer les fréquences des métrites chroniques de notre échantillon, selon chacune des sept méthodes diagnostiques utilisées (*tableau 12*). Les critères de positivité de chaque signe clinique ont été décrits dans la partie Matériels et Méthodes (*tableau 8*).

D'après la technique de référence de cette étude, la cytologie utérine, la fréquence des métrites chroniques (cliniques et subcliniques) était de 26% dans notre échantillon. Cependant, nous avons observé une grande variabilité selon la technique considérée, allant du simple ou double (*tableau 12*).

*Tableau 12 : Fréquence des métrites en fonction des méthodes diagnostiques*  
(PTR : palpation transrectale)

TECHNIQUES	% (n)
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)

Pour déterminer les techniques diagnostiques à privilégier, de préférence faciles à mettre en œuvre en pratique, et celles à abandonner, nous avons commencé par tester pour chacune si la présence d'une métrite influait sur le résultat fourni par la technique (*tableau 13*). Seuls deux signes sont significativement affectés par la présence d'une métrite chronique : un col d'un diamètre supérieur ou égal à 5 cm ( $p < 0,05$ ) (*tableau 13*) et une consistance des cornes utérines anormales ( $p < 0,05$ ). Cependant, seulement 40% des vaches avec un col de 5 cm de diamètre et plus et 13% des vaches avec au moins une corne de consistance anormale avaient une métrite chronique. L'isolement à partir d'un prélèvement utérin d'une bactérie potentiellement pathogène ou pathogène majeure tend à être associée à la présence d'une métrite chronique ( $p = 0,06$ ). La présence de zones anéchogènes de type ligne, éponge ou cocarde lors de l'examen échographique n'est pas associée à présence de métrite chronique.

Certaines associations de deux signes cliniques (taille et consistance des cornes ; et taille du col et aspect du mucus vaginal) ont été testées. Le fait que la vache soit atteinte ou non d'une métrite n'affecte pas les résultats de ces examens (respectivement  $p = 0,39$  et  $p = 0,17$ ). Le résultat de l'examen macroscopique du mucus vaginal n'est pas associé à celui la cytologie utérine, non plus qu'à celui de l'examen cytologique cervical. Cependant un mucus purulent est associé à une cytologie cervicale supérieure à 5% ( $p < 0,05$ ).

Tableau 13 : Sensibilité et spécificité des différents signes cliniques de métrite chronique et examens complémentaires.

<b>SIGNE CLINIQUE</b>	<b>Se (%)</b>	<b>Sp (%)</b>	<b>VPP (%)</b>	<b>VPN (%)</b>	<b>p (%)</b>
<b>DIAMETRE DU COL EN PTR <math>\geq</math> 5cm</b>	54,5	71,9	40,0	82,1	<b>0,02</b>
<b>DIAMETRE DU COL EN PTR <math>\geq</math> 7.5cm</b>	9,1	98,4	66,7	75,9	0,16
<b>DIAMETRE D'AU MOINS UNE CORNE <math>\geq</math> 4cm</b>	22,7	89,1	42,7	77,0	0,28
<b>AU MOINS UNE CORNE DE CONSISTANCE ANORMALE</b>	18,2	58,7	13,3	67,3	<b>0,05</b>
<b>AU MOINS UNE CORNE DE DIAMETRE <math>\geq</math> 4cm OU DE CONSISTANCE ANORMALE</b>	36,4	53,1	21	70,8	0,39
<b>AU MOINS UNE CORNE D'IMAGE ECHOGRAPHIQUE ANORMALE</b>	72,7	22,2	24,6	70,0	0,63
<b>MUCUS PURULENT</b>	31,8	75,4	31,8	75,4	0,51
<b>DIAMETRE DU COL EN PTR <math>\geq</math> 5cm OU MUCUS PURULENT</b>	63,6	53,2	32,6	53,2	0,17
<b>TAUX DE PNN PAR CYTOLOGIE CERVICALE <math>\geq</math> 5%</b>	22,7	79,7	27,8	75,0	0,77
<b>BACTERIE POTENTIELLEMENT PATHOGENE OU PATHOGENE MAJEURE</b>	41,2	82,0	50,0	76,2	0,06

### **III. Discussion**

L'objectif de notre étude était de valider l'utilisation de certaines techniques dans le diagnostic des métrites chroniques, en établissant, pour chacune d'elles, les sensibilité et spécificité relatives, par rapport au test de référence, la cytologie utérine au seuil de 5% de PNN.

#### **1. Protocole d'étude**

##### **a. Constitution de l'échantillon d'étude**

L'étude a été réalisée dans trois élevages en suivi de reproduction avec l'ENVA. Une unique race laitière (Prim'Holstein) a été retenue pour des soucis d'homogénéité des variables en fonction des races bovines, tel que le diamètre et la consistance des cornes utérines. Les animaux inclus étaient en période d'involution. Le délai retenu (entre 21 et 60 jours) regroupait deux périodes d'observation des animaux par les vétérinaires sur le terrain. En France, les contrôles d'involution sont classiquement effectués autour de 30 jours. Une seconde période d'observation est plus tardive. Elle se situe vers 60 jours post-partum et autour de l'IA, lorsque les vétérinaires sont amenés à réexaminer les animaux.

##### **b. Qualité des données**

Les données concernant le vêlage et le post-partum précoce des animaux ont été rapportées en faisant appel aux documents d'élevage ou à la mémoire des éleveurs. Leur fiabilité dépendait donc de l'assiduité de chacun à noter les événements sanitaires.

Lors de la mise en place du protocole, une attention particulière a été apportée à la minimisation des informations subjectives. Pour cela, nous avons soigneusement choisi le matériel et décrit les étapes successives pour chaque technique diagnostique, ainsi que l'ordre de réalisation des différentes techniques. Ainsi, des fiches et des images de référence (pour la notation de l'état corporel ou les images échographiques) pouvaient être consultées pendant l'examen. Des boudins de silicone reproduisant les différentes consistances des cornes utérines rencontrées en palpation transrectale et permettant une comparaison en direct pendant la palpation, ont été spécialement élaborés afin de réduire la subjectivité de la notation de la consistance.

L'enregistrement des données en élevage a été effectué par un opérateur unique. Il en est de même pour l'enregistrement des résultats sur la base de donnée Access®. Pour la lecture des examens cytologiques, un double comptage a été réalisé. Par contre, pour une question de gain de temps, les lectures ont été effectuées sur deux lames différentes. Chaque prélèvement était étalé en frottis sur deux lames. Cette décision a peut être entraîné une plus grande variabilité des résultats, mais nous avons tout de même observé une forte corrélation entre les deux lectures.

##### **c. Choix de la méthode diagnostique de référence**

Parmi les techniques diagnostiques réalisables par le vétérinaire praticien, l'examen cytologique utérin présente deux avantages : il est la seule technique permettant la détection des

métrites chroniques clinique et subclinique, tout en étant le moins subjectif et le plus scientifique des examens. Sa mise en œuvre n'est cependant pas facile (en particulier du fait de la nécessité d'un cathétérisme cervical), mais les avantages présentés ci-dessus, justifient le choix de ce signe clinique comme critère de diagnostic des métrites chroniques de la vache, dans notre étude. Par notre choix de technique de référence, nous nous intéressons au diagnostic des métrites chroniques clinique et subclinique. Ces dernières se révèlent également importantes à diagnostiquer en raison de leur influence sur les performances de reproduction (Földi *et al.*, 2006 ; Pavlievlet *et al.*, 2006). Seules deux équipes ont défini un seuil de PNN sur un frottis permettant de diagnostiquer la présence d'une métrite chronique (Gilbert *et al.*, 2005 ; Kasimanickam *et al.*, 2005 et 2006). Ce seuil varie selon les équipes et le délai post-partum. Pour notre étude, nous avons retenu le seuil proposé par Gilbert *et al.* (2005), d'après la répartition des taux de PNN dans notre échantillon. En effet, nous n'avons pas pu définir le seuil à partir des performances de reproduction des animaux inclus dans l'étude car les données ne sont pas encore disponibles. Mais cela permettrait d'avoir un seuil plus fiable et cohérent avec nos données. Cependant, il faudrait recruter un plus grand nombre de vaches pour permettre de déterminer un seuil d'après les performances de reproduction.

## 2. Résultats

### a. Description de l'échantillon

La proportion de primipares (61%) et de vaches ayant présenté une affection du post-partum sont élevées (31%). Ceci devrait être associé à une prévalence élevée des métrites chroniques puisqu'il s'agit de deux facteurs de risque de cette affection (Schmitt, 2002). Or, la fréquence des métrites chroniques dans notre étude est peu élevée par rapport à d'autres études : elle n'est que de 26%, alors qu'elle tient compte des métrites chroniques subcliniques. Ceux qui ont diagnostiqué les métrites subcliniques par réalisation d'une cytologie utérine trouvent des prévalences de 45% entre 20 et 33 jours post-partum et 41% entre 34 et 47 jours post-partum (Kasimanickam *et al.*, 2004) et pour Gilbert *et al.* (2005), une prévalence de 53% entre 40 et 60 jours post-partum. De plus, le seuil de positivité que nous avons retenu est inférieur à celui de la publication de Kasimanickam *et al.* (2004). La fréquence des métrites de notre échantillon aurait dû, de fait, être augmentée.

L'échantillon, de petite taille, n'a pas permis d'étudier distinctement la répartition des variables dans chaque élevage, ni de procéder à différentes associations de signes cliniques qui semblaient judicieuses, comme par exemple, le fait de combiner un maximum de techniques. Mais la durée du protocole sur le terrain et les contraintes de délai de réalisation de la partie expérimentale n'ont pas permis d'obtenir un échantillon de grande taille. Le nombre de données manquantes a également parfois interdit l'association de certaines variables entre elles.

### b. Facteurs de risque des métrites chroniques

La littérature décrit différents facteurs de risque de l'apparition des métrites chez la vache (Schmitt, 2002 ; Földi *et al.*, 2006 ; Sheldon *et al.*, 2006 ; Seegers *et al.*, 2007), mais effectue rarement de distinction entre les métrites aiguës et chroniques. Les facteurs de risque sont en grande partie similaires entre les deux affections (Bareille et Fourichon, 2006), mais avec des valeurs d'odds-ratio ou de risque relatif différentes.

Le rang de lactation n'est en général pas un facteur de risque significatif des métrites (Gröhn *et al.*, 1990 ; Schmitt, 2002). Seuls certains auteurs le trouvent associé pour certains rangs de parité. Ce sont essentiellement les primipares et vaches en deuxième lactation qui voient leur

risque de métrite augmenter (Markusfeld, 1987 ; Dahier, 1992). Dans notre étude, la parité influençait significativement le risque de métrite chronique ( $p < 0.01$ ), mais dans un sens contraire à celui des publications précédentes. Or, dans notre population, les primipares sont meilleur état corporel que les multipares (33% des primipares sont de note d'état corporel supérieur à deux, contre seulement 15% des multipares,  $p < 0,05$ ). Ceci expliquerait peut-être la répartition de la fréquence des métrites en fonction de la parité dans notre étude.

Pour certains auteurs, la survenue d'une affection post-partum (coma vitulaire, cétose et déplacement de caillette) est significativement associée à la présence de métrite (Dohoo et Martin, 1984 ; Gröhn *et al.*, 1990). Pour d'autres, ces affections ne sont pas des facteurs favorisants (Calavas *et al.*, 1996 ; Heuer *et al.*, 1999). Dans notre échantillon, il était étonnant de trouver une fréquence de métrite chronique significativement plus faible chez les animaux ayant présenté au moins une affection post-partum. On peut émettre l'hypothèse que les affections que l'on a considérées nécessitent généralement la mise en place d'un traitement qui aurait éventuellement pu protéger les animaux de l'apparition d'une métrite chronique. Le traitement et la mise en place d'une surveillance supplémentaire de la part de l'éleveur sont peut-être une réponse à cette observation.

Aucun autre facteur de risque connu (type d'élevage, note d'état, conditions de vêlage, présence de jumeaux, rétention placentaire et structures ovariennes présentes) n'a été, dans notre étude, significativement associé à l'affection. Or, les vêlages dystociques et la rétention placentaire sont les troubles de santé les plus souvent admis comme facteurs de risque des métrites (Schmitt, 2002). Le manque d'effectif en est peut-être une cause. Le protocole de l'étude n'a en effet pas été construit dans le but d'une étude des facteurs de risque des métrites chroniques.

### c. Comparaison des différentes techniques diagnostiques

La fréquence des vaches atteintes varie énormément en fonction de la méthode utilisée. Certaines surestiment les cas, alors que d'autres les sous-estiment. Cette observation pose inévitablement la question du choix de la technique à utiliser et de la valeur diagnostique à lui attribuer. Une autre observation est celle de la prévalence des métrites dans notre échantillon par rapport aux données de la bibliographie. Aucune étude ne semble s'être intéressée à la prévalence des métrites diagnostiquées par palpation transrectale, examen échographique ou cytologie cervicale. Concernant l'examen associant la palpation transrectale (taille du col) et l'analyse du mucus vaginal, Leblanc *et al.* (2002) trouvent une prévalence de 17%, peu éloignée de celle que nous trouvons par la même méthode (26%). En ce qui concerne les cytologies utérines, les résultats sont variables selon les auteurs, les délais et le seuil de positivité. Gilbert *et al.* (2005), avec le seuil à 5% de polynucléaires neutrophiles, observent une prévalence des métrites chroniques de 53%, entre 40 et 60 jours post-partum. Celle de notre échantillon est de moitié inférieure. Kasimanickam *et al.* (2004) trouvent une prévalence de 45% au seuil de 18% (20-33 jours) et de 41%, au seuil de 10% (34-47 jours). Notre prévalence par cytologie utérine est inférieure à celle de Kasimanickam *et al.*, alors que notre seuil de positivité est abaissé, ce qui devrait augmenter le nombre d'animaux diagnostiqués en métrite. Enfin, Parlevliet *et al.* (2006), sans préciser le seuil de cytologie utérine utilisé, indiquent une prévalence variant entre 22% et 26%, entre 20 et 40 jours post-partum.

Concernant les techniques usuelles de diagnostic, les valeurs de sensibilité sont médiocres mais correspondent aux données de la bibliographie. Nos résultats sont comparables à ceux de Leblanc *et al.* (2002) dans l'utilisation du diamètre du col et de Bonnett *et al.* (1993) dans l'utilisation du diamètre des cornes par palpation transrectale (Tableau 7). Ces tests, faciles à mettre en œuvre, n'ont cependant pas une capacité suffisante à écarter les faux négatifs.

Les tests classiques ne permettent pas suffisamment la détection des animaux malades. L'ajout de l'échographie n'améliore pas ce diagnostic. Les images anormales, révélatrices de la présence d'un liquide dans l'utérus, ne sont que peu associées à la présence de l'affection. Lorsque l'image échographique est anormale, seuls 25% des animaux sont effectivement atteints d'une métrite chronique. Parmi les images identifiées comme anormales, il en existe peut-être une qui serait significativement associée à la présence de l'affection. Cependant, il serait nécessaire de coupler les résultats de l'échographie aux structures présentes sur les ovaires. En effet, certaines images liquidiennes peuvent apparaître lors de kyste ou de follicule préovulatoire. Le faible effectif d'animaux recrutés n'a pas permis de répondre à cette question.

Enfin, notre étude montre qu'il n'y a pas d'association entre les résultats des examens cytologiques cervical et utérin. Ceci est peut-être à rapprocher de l'absence de liaison entre l'aspect du mucus et la présence d'une cytologie utérine positive alors que cet aspect du mucus est bien lié au résultat de l'examen cervical. Il semble donc qu'il existe deux affections distinctes, la cervicite et la métrite, l'une engendrant une inflammation du col et l'autre de l'utérus. La cervicite *per se* est une affection largement négligée. Les conséquences sur les performances de reproduction sont méconnues. Les sécrétions recueillies au Metrichheck® sembleraient être le reflet de l'activité du col. Mais les résultats de LeBlanc *et al.* (2002) montrent que l'utérus participe également à la production de mucus. Le mucus a donc probablement un rôle à tenir dans le diagnostic des métrites.

Dans notre étude, seuls deux signes cliniques sont significativement associés à la présence de métrites chroniques, le diamètre du col supérieur à 5 cm et la présence d'une corne de consistance anormale. Si l'on se réfère à la bibliographie, en s'appuyant sur les valeurs de sensibilité et de spécificité (les valeurs de p n'étant pas précisées), l'examen histologique semble être la meilleure technique. Mais cette méthode est difficile à mettre en œuvre en raison de son influence sur les performances de reproduction (Miller *et al.*, 1980 ; Bonnett *et al.*, 1988 cités par Gilbert, 1992 et Bonnett *et al.*, 1993 ; Lewis, 1997). Les méthodes plus faciles utiliser en pratique ne semblent pas présenter une bonne sensibilité. Notre étude confirme donc ces résultats bibliographiques et les complète de manière plus exhaustive, en testant un grand nombre de méthodes diagnostiques et en ajoutant les valeurs de la probabilité p de chacune d'entre elles. Notre analyse révèle donc l'absence de technique diagnostique réellement adaptée au diagnostic des animaux atteints de métrite chronique. Cependant, avec l'état actuel des choses, ne serait-il pas plus judicieux de chercher à diagnostiquer les vaches saines du troupeau. Les spécificités des techniques sont meilleures et certaines présentes même de bonnes valeurs prédictives négatives. Lorsque le col est de diamètre inférieur à 5 cm, on peut affirmer à 82% des cas que la vache est saine. Cette démarche a également ses limites qui sont le coût de l'examen, du traitement, l'efficacité de ce dernier, ainsi que la marge d'erreur (identification des faux négatifs) que nous acceptons. Mais c'est surtout, la volonté actuelle de limitation des antibiotiques et d'usage raisonné des traitements qui ne permet pas la mise en place de cette solution. Cette étude a montré qu'il était difficile de trouver une méthode diagnostique adaptée et qui allie facilité de mise en œuvre, coût modéré, rapidité de résultat et qualité de la valeur diagnostique.

### **3. Perspectives et application**

#### **a. Perspectives d'étude**

Etant donné la faible correspondance entre les techniques de diagnostic de métrite chronique utilisées en pratique et l'examen cytologique utérin, il paraît difficile de retenir l'une de ces

techniques. Cependant, il est possible que la technique de référence ne soit pas adaptée. Or les gold standards utilisés par la littérature sont souvent établis de manière peu scientifique et l'examen cytologique, en plus d'être plus révélateur d'une inflammation, présentait l'avantage de permettre le diagnostic des métrites chroniques subcliniques (soit, dans notre étude, la moitié des métrites chroniques). Est-ce le seuil de 5% de polynucléaires neutrophiles qui est mal adapté dans le diagnostic des métrites chroniques ou le choix de l'examen cytologique utérin en lui-même? Il est en effet étonnant dans notre étude qu'aussi peu de vaches aient un taux de polynucléaires neutrophiles supérieur à 10%. Pour pouvoir le déterminer, un nouveau protocole expérimental pourrait être facilement mis en place. Il suffirait de réaliser un examen histologique (seul examen permettant de mettre en évidence directement l'état inflammatoire de l'endomètre) et un examen cytologique et comparer les résultats ainsi que la concordance entre les différents sites de prélèvement d'un même utérus. De plus, il semble nécessaire de poursuivre l'étude concernant les critères de diagnostic et de la compléter par le recrutement d'élevages supplémentaires. Un arbre diagnostique similaire à celui présenté dans la partie bibliographique (*figure 19*) pourrait être établi en ajoutant le gain qu'apporte chaque technique en terme de pertinence diagnostique.

L'étude pourrait également être poursuivie par la détermination de la prévalence de la maladie et du lien existant entre les métrites aiguës et chroniques (dont la métrite subclinique). Nous pourrions procéder à un examen précoce de deux groupes de vaches, l'un composé de vaches saines et l'autre de vaches atteintes de métrite aiguë. Ces vaches seraient suivies à la fréquence d'un examen toutes les deux semaines, jusqu'à leur mise à la reproduction. Cette étude permettrait de savoir si la métrite subclinique devance une forme clinique, ce que l'on ne sait pas à l'heure actuelle et de se prononcer sur le pronostic d'une vache en métrite aiguë.

Enfin, une étude portant sur l'impact de ces trois types de métrite sur les performances de reproduction pourrait être menée en conditions d'élevages françaises, en suivant les résultats de reproduction des animaux précédents. La mise au point d'une stratégie thérapeutique raisonnée pourrait alors être envisagée.

Notre étude s'est limitée au diagnostic des métrites chroniques. La durée de l'étude ne nous a pas permis de suivre l'évolution de cette affection ou même l'impact sur les performances de reproduction. Une fois les techniques de diagnostic et leurs valeurs prédictives clairement définies, il sera possible de poursuivre cette recherche et de répondre à d'autres questions biologiques.

## b. Perspectives d'application

Ce travail ne répond que partiellement à son objectif de départ, puisqu'il ne valide pas l'emploi de certains signes cliniques dans le diagnostic des métrites chroniques, mais néanmoins il permet de définir les limites des critères actuellement employés. Les techniques plus faciles à mettre en œuvre ne se révèlent pas avoir de bonnes valeurs prédictives pour le diagnostic des métrites chroniques de la vache. Des techniques plus coûteuses en temps, telle que la cytologie utérine, devront peut-être être envisagées en routine.

Néanmoins, avant de remettre en question tout le diagnostic des métrites, il convient certainement de renouveler l'expérience, valider cette première observation en conditions d'élevage françaises et de poursuivre cette étude avec les perspectives énoncées précédemment. La poursuite du protocole permettra peut-être de proposer le recours à d'autres techniques. Et en particulier, l'intérêt de techniques coûteuses en temps et demandant une certaine expérience telles que la cytologie utérine, devra être évalué sur les plans médical, pratique et économique.



# Conclusion

L'objectif de cette étude était de comparer les différentes techniques de diagnostic des métrites chroniques chez la vache en fonction de leur facilité de mise en place, de leurs valeurs prédictives et de leur coût.

Notre étude a révélé que la prévalence des métrites chroniques varie considérablement selon les techniques employées. Seuls deux signes cliniques, le diamètre du col supérieur à cinq centimètres et la présence d'une corne de consistance anormale, se sont montrés associés à la cytologie utérine, mais leurs valeurs de sensibilité et de spécificité respectives nous conduisent à relativiser les conclusions de ces examens. Les vétérinaires doivent être conscients que l'utilisation des signes recueillis lors de la palpation transrectale, d'échographie de l'utérus ou d'examen vaginal engendre un nombre considérable de faux positifs et donc l'administration d'un traitement qui n'a aucun bénéfice économique pour l'éleveur. Si ce résultat est confirmé par la suite, cela suggèrera que les techniques, faciles de mise en œuvre et couramment utilisées sur le terrain ne sont pas adaptées au diagnostic des animaux malades. Il faudra éventuellement envisager l'utilisation d'autres techniques telles que l'examen cytologique utérin.

Ce travail est une étude préliminaire d'une étude plus vaste qui est en cours. Il sera intéressant de réaliser d'autres investigations qui permettront de valider l'utilisation de l'examen cytologique, d'un autre critère ou d'une combinaison de signes cliniques simples, objectifs et spécifiquement associés à la présence de l'infection. Puis, pour continuer et approfondir ce travail, d'étudier le lien entre les deux types de métrites chroniques, cliniques et subcliniques. L'impact de ces affections sur les performances de reproduction devra également être considéré.

Finalement, malgré la faible exactitude des techniques de diagnostic des métrites chroniques, il restera à évaluer le bénéfice économique réel de la mise en œuvre d'un ou de plusieurs autres examens. La réponse dépendra probablement des performances de reproduction du troupeau, de la prévalence de la maladie dans l'élevage, du coût des examens diagnostiques et des médicaments et de l'efficacité des traitements.



# Bibliographie

- Aguer D, Chastant-Maillard S.** (1998) Pharmacologie de l'utérus infecté. Facteurs de choix d'une thérapeutique. *Le nouveau péripartum, SFB*, Paris, 25-26 Novembre, 167-97.
- Ahmadi MR, Nazafi S, Khodakaram Tafti A.** (2004) Cytological studies of uterus and uterine cervical mucosa by swab and aspiration methods in cows. *J Fac Vet Med Univ Teheran.*, **59**, 360-6.
- Ahmadi MR, Nazafi S, Ghaisari HR.** (2006a) Comparaison of hormonal changes of oestrus cycle with cytology of cervical mucosa and haematological parameters in dairy heifers. *Comp Clin Pathol.*, **15**, 94-7.
- Ahmadi MR, Nazafi S, Ghaisari HR.** (2006b) Comparative cervical cytology and conception rate in postpartum dairy cows. *Veterinarski archiv.*, **76**(4), 323-32.
- Ahmadi MR, Nazafi S, Sajedianfard J, Moattari G.** (2007) Impact of estrous synchronization methods on cellular proportions in cervical mucus and serum hormone concentrations. *Theriogenology*, **67**(3), 598-604.
- Aknazarov BK.** (1988) Study of humoral factors of local protective function in cows. *Veterinariya*, **8**, 41-3.
- Andriamanga S, Steffan J, Thibier M.** (1984) Metritis in dairy herds : an epidemiological approach with special reference to ovarian cyclicity. *Ann Rech Vet.*, **15**(4), 503-8.
- Archbald LF, Schultz RH, Fhaning ML, Kurtz HJ, Zemjanis R.** (1972) A sequential histological study of the prepartum bovine uterus. *J Repro Fert.*, **29**, 133-6.
- Archbald LF, Tsai IF, Thatcher WW, Tran T, Wolfsdorf K, Risco C.** (1998) Use of plasma concentrations of 13,14-dihydro,15-keto-PGF<sub>2</sub> alpha (PGFM) in the diagnosis of sub-clinical endometritis and its relationship to fertility in the postpartum dairy cow. *Theriogenology*, **49**(8), 1425-36.
- Badinand F.** (1981) L'involution utérine. In : Constantin A, Meissonnier E, editors. *L'utérus de la vache*. Société Française de buiatrie, Toulouse, 201-11, 355p.
- Ball BA.** (1988) Use of a low-volume uterine flush for microbiologic and cytologic examination of the mare's endometrium. *Theriogenology*, **29**, 1269-1283.
- Bareille N, Fourichon C.** (2006) Facteurs de risque des affections post-partum. *Point Vét.*, **37**, 116-21.
- Baumann H, Gauldie J.** (1994) The acute phase response. *Immunol Today.*, **15**, 74-80.

- Bekana M, Jonsson P, Kindahl H.** (1996) Intrauterine bacterial findings and hormonal profiles in post-partum cows with normal puerperium. *Acta Vet Scand.*, **37**(3), 251-63.
- Bencharif D, Tainturier D, Slama H, Bruyas JF, Battut I, Fieni F.** (2000) Prostaglandines et post-partum chez la vache. *Revue Méd Vét.*, **151**(5), 401-8.
- Bondurant RH.** (1999) Animal Health 2 : Inflammation and Animal Health. Inflammation in the bovine female reproductive tract. *J Anim Sci.*, **77** Suppl 2, 101-10.
- Bonnett BN, Miller R, Etherington WG, Martin SW, Johnson WH.** (1991a) Endometrial biopsy in Holstein-Friesian dairy cows I. Technique, histological criteria and results. *Can J Vet Res.*, **55**(2), 155-61.
- Bonnett BN, Miller R, Martin SW, Etherington WG, Buckrell BC.** (1991b). Endometrial biopsy in Holstein-Friesian dairy cows II. Correlations between histological criteria. *Can J Vet Res.*, **55**(2), 162-7.
- Bonnett BN, Miller R, Gannon VP, Miller RB, Etherington WG.** (1991c) Endometrial biopsy in Holstein-Friesian dairy cows III. Bacteriological analysis and correlations with histological findings. *Can J Vet Res.*, **55**(2), 168-73.
- Bonnett BN, Miller R, Meek AH.** (1993) Association of clinical findings, bacteriological and histological results of endometrial biopsy with reproductive performance of postpartum dairy cows. *Prev Vet Med.*, **15**, 205-20.
- Borsberry S, Dobson H.** (1989) Periparturient diseases and their effect on reproductive performance in five dairy herds. *Vet Rec.*, **124**(9), 217-9.
- Bostedt H, Maurer G.** (1982) The reproduction performance of cows after an injection of GnRH analogue in the early puerperium – a field study. In : Harg H et Schallenger E. editors. *Factors influencing fertility in the post-partum cow.* Martinus Nijhoff, La Hague, 562-5.
- Bourke M, Mills JN, Barnes AL.** (1997) Collection of endometrial cells in the mare. *Aust Vet J.*, **75**, 755-8.
- Bretzlaff K.** (1987) Rationale for treatment of endometritis in the dairy cow. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.*, **3**(3), 593-607.
- Brook D.** (1993) Uterine cytology. In : Mc Kinnon AO, Voss JL, editors. *Equine Reproduction*, 2<sup>nd</sup> ed : London. Lea and Febiger, 246-54.
- Burckley F, Mee J, Dillon P.** (2004) The association between ultrasound reproductive tract scoring and commonly used veterinary therapeutics with pregnancy rates in spring-calved Holstein-Friesian cows. In : *Compte rendu Joint annual meeting*, 25-29 juin 2004, Saint-Louis Missouri. 257.
- Cai TQ, Weston P, Lund LA, Brodie B, McKenna DJ, Wagner WC.** (1994) Association between neutrophil functions and periparturient disorders in cows. *Am J Vet Res.*, **55**(7), 934-43.

- Cairolì F, Battocchio M, Veronesi MC, Brambilla D, Conserva F, Eberini I, Wait R, Gianazza E.** (2006) Serum protein pattern during cow pregnancy : Acute-phase proteins increase in the peripartum period. *Electrophoresis*, **27**(8), 1617-25.
- Calavas D, Faye B, Bugnard F, Ducrot C, Raymond F.** (1996) Analysis of associations among diseases in Frenche dairy cows in two consecutive lactations. *Prev Vet Med.* **27**(1-2), 43-55.
- Campo PE, Rizo J, Garcia LM, Fernandez O, Gonzalez F.** (1987) Clinical characters of uterine involution and the resumption of postpartum ovarian activity an dairy cows. In : *Temas de reproduction bovina*. Fac. Med. Vet. Havana Cuba, 3-12.
- Coche B, Le Coustumier J, Zundel E.** (1987) L'involution utérine. *Bull. GTV*, 87-2-B-304, 43-67.
- Conner JG, Eckersall PD, Doherty M, Douglas TA.** (1986a) *Research in Veterinary Science*, **42**, 126.
- Conner JG, Eckersall PD, Wiseman A.** (1986b) *Protides of the Biological Fluids*, **34**, 509.
- Corbeil LB, Duncan JR, Schurig GG, Hall CE, Winter AJ.** (1974) Bovine Venereal Vibriosis: Variations in Immunoglobulin Class of Antibodies in Genital Secretions and Serum. *Infect Immun.*, **10**(5), 1084-1090.
- Corbeil LB, Hall CE, Lein D, Corbeil RR, Duncan JR.** (1976) Immunoglobulin classes in genital secretions of Mycoplasma-infected and normal heifers. *Infect Immun.*, **13**(6), 1595-600.
- Correa MT, Erb H, Scarlett J.** (1993) Path analysis for seven postpartum disorders of Holstein cows. *J Dairy Sci.*, **76**, 1305-12.
- Curtain CC, Clark BL, Dufty JH.** (1971) The origins of the immunoglobulins in the mucus secretions of cattle. *Clin Exp Immunol.*, **8**, 335-44.
- Dahier T.** (1992) Suivi des troubles de santé chez la vache laitière : estimation de leur fréquence et recherche de leurs associations à l'échelle de la lactation. *Thèse Méd Vét.*, Nantes, 64p.
- David C.** (1986) Les métrites chroniques de la vache laitière. Bilan bactériologique. *Point vét.*, **18**(99), 414-6.
- Dawson FLM.** (1950) The microbial content and morphological character of the normal bovine uterus and oviduct. *J Agric Sci.*, **40**, 150-6.
- De Bois CHW.** (1986) Uterine cultures and their interpretation. In : Morrow DA, editor. *Current therapy in theriogenology. Diagnostic, treatment and prevention of reproduction diseases in small and large animals*. WB Saunders Compagny, Philadelphia, 1986, 422-3.
- De Bois CHW, Manspeaker J.** (1986) Endometrial biopsy of the bovine. In : Morrow DA, editor. *Current therapy in theriogenology*. WB Saunders Compagny, Philadelphia, 1980, 424-6.
- Del Vecchio RP, Matsas DJ, Fortin S.** (1994) Spontaneous uterine infections are associated with elevated prostaglandin F<sub>2α</sub> metabolite concentrations in postpartum dairy cows. *Theriogenology*, **41**, 413.

- Del Vecchio RP, Matsas DJ, Inzana TJ, Sponenberg DP, Lewis GS.** (1992) Effect of intrauterine bacterial infusions and subsequent endometritis on prostaglandin F<sub>2α</sub> metabolite concentrations in postpartum beef cows. *J Anim Sci.* **70**(10), 3158-62.
- Derivaux J.** (1981) La rétention placentaire et les affections utérines du post-partum. *In* : Constantin A, Meissonnier E, editors. *L'utérus de la vache*. Société Française de buiatrie, Toulouse, 301-29, 355p.
- Dhaliwal GS, Murray RD, Woldehiwet Z.** (2001) Some aspects of immunology of the bovine uterus related to treatments for endometritis. *Anim Reprod Sci.*, **67**(3-4), 135-52.
- Dohmen MJ, Lohuis J, Huszenicsa Gy, Nagy P, Gacs M.** (1995) The relationship between bacteriological and clinical findings in cows with subacute/chronic endometritis. *Theriogenology*, **43**, 1379-88.
- Dohmen MJ, Joop K, Sturk A, Bols PE, Lohuis JA.** (2000) Relationship between intra-uterine bacterial contamination, endotoxin levels and the development of endometritis in postpartum cows with dystocia or retained placenta. *Theriogenology*, **54**(7), 1019-32.
- Dohoo IR, Martin SW.** (1984) Disease, production and culling in Holstein-friesian cows. III. Disease and production as determinants of disease. *Prev Vet Med.* **2**(5), 671-690.
- Dreno C, Calais E.** (2005) *Echographie de l'appareil génital des ruminants*. [cd-rom], Libourne : CEVA Santé Animale.
- Drillich M, Beetz O, Pfutzner A, Sabin M, Sabin HJ, Kutzer P, et al..** (2001) Evaluation of a systemic antibiotic treatment of toxic puerperal metritis in dairy cows. *J Dairy Sci.*, **84**, 2011-7.
- Dumoulin D.** (2004) *Pathologie utérine de la vache, depuis les oviductes, jusqu'au col*. Thèse Méd. Vét., Lyon, n°87, 86p.
- Duncan JR, Wilkie BN, Hiestand F, Winter AJ.** (1972) The serum and secretory immunoglobulins of cattle : characterization and quantitation. *J Immunol.*, **108**(4), 965-76.
- Eckersall PD, Conner JG.** (1988) Bovine and canine acute phase proteins. *Vet Res Commun.*, **12**(2-3), 169-78.
- Edqvist LE, Kindahl H, Stabenfeldt G.** (1978) Release of prostaglandin F 2alpha during the bovine periparturient period. *Prostaglandins*, **16**(1), 111-9.
- Eley DS, Thatcher WW, Head HH, Collier RJ, Wilcox CJ, Call EP.** (1981) Periparturient and postpartum endocrine changes of conceptus and maternal units in Jersey cows bred for milk yield. *J Dairy Sci.*, **64**(2), 312-20.
- Elliott L, McMahon KJ, Gier HT, Marion GB.** (1968) Uterus of the cow after parturition : bacterial content. *Am J Vet Res.*, **29**(1), 77-81.
- Erb RE, D'Amico MF, Chew BP, Malven PV, Zamet CN.** (1981a) Variables associated with periparturient traits in dairy cows. VIII. Hormonal profiles associated with dystocia. *J Anim Sci.*, **52**(2), 346-58.

**Erb HN, Martin SW, Ison N, Swaminathan S.** (1981b) Interrelationships between production and reproductive diseases in holstein cows. Path analysis. *J Dairy Sci.*, **64**(2), 282-9.

**Fazeli M, Ball L, Olson JD.** (1980) Comparison of treatment of pyometra with estradiol cypionate or cloprostenol followed by infusion or non-infusion with nitrofurazone. *Theriogenology*, **14**(5), 339-47.

**Foldi J, Kulcsar M, Pecsí A, Huyghe B, de Sa C, Lohuis JA, Cox P, Huszenicza G.** (2006) Bacterial complications of postpartum uterine involution in cattle. *Anim Reprod Sci.*, **96**(3-4), 265-81.

**Fourichon C, Seegers H, Malher X.** (2000) Effect of disease on reproduction in the dairy cow : a meta-analysis. *Theriogenology*, **53**, 1729-2000.

**Fournier R, Chastant-Maillard S.** (2006) Traitement des métrites chroniques de la vache. *Point vét.*, **37**, 122-8.

**Frank T, Anderson KL, Smith AR, Whitmore HL, Gustafsson BK.** (1983) Phagocytosis in the uterus : A review. *Theriogenology*, **20**(1), 103-10.

**Fredriksson G, Kindahl H, Sandstedt K, Edqvist LE.** (1985) Intrauterine bacterial findings and release of PGF<sub>2α</sub> in the post-partum dairy cow. *Zbl Vet Med. A*, **32**, 368-80.

**Gier HT, Marion GB.** (1968a) Uterus of the cow after parturition : involutinal changes. *Am J Vet Res.*, **29**(1), 1-23 ; 83-95

**Gilbert RO.** (1992) Bovine endometritis : the burden of proof. *Cornell Vet.*, **82**, 11-4.

**Gilbert, Shin, Guard, Erb HN.** (1998) Incidence of endometritis and effects on reproductive performance of dairy cows [Abstract]. *Theriogenology*, **49**(1), 251.

**Gilbert RO, Shin ST, Guard CL, Erb HN, Frajblat M.** (2005) Prevalence of endometritis and its effects on reproductive performance of dairy cows. *Theriogenology*, **64**(9), 1879-88.

**Gröhn YT, Erb HN, Mac Culloch CE, Hannu S, Saloniemi HS.** (1990) Epidemiology of reproductive disorders in dairy cattle : associations among host characteristics, disease and production. *Prev Vet Med.*, **8**(1), 25-39.

**Grunert E.** (1984) Placenta separation/retention in the bovine. *Proc 10<sup>th</sup> Cong Anim Reprod Artif Insem*, XI, 17-24.

**Gruys E, Van Ederen AM, Alsemgeest SPM, Kalsbeek HC, Wensing T.** (1993) Acute phase protein values in blood of cattle as indicator of animals with pathological processes. *Arch Lebensmittelhygiene*, **44**, 107-12.

**Gruys E, Obwolo MJ, Toussaint MJM.** (1994) Diagnostic significance of the major acute phase proteins in veterinary clinical chemistry. *Vet Bull*, **64**, 1009-18.

**Guilbault LA, Thatcher WW, Foster DB, Calon D.** (1984) Relationship of 15-keto-13,14-dihydro-prostaglandin F<sub>2α</sub> concentrations in peripheral plasma with local uterine production of

F series prostaglandins and changes in uterine blood flow during the early postpartum period in cattle. *Biol Reprod.*, **31**, 870-8.

**Guilbault LA, Thatcher WW, Drost M, Haibel GK.** (1987) Influence of a physiological infusion of prostaglandin F2 $\alpha$  into postpartum cows with partially suppressed endogenous production of prostaglandins I. Uterin and ovarian morphological response. *Theriogenology*, **27**, 931-46.

**Hammon DS, Evjen I, Dhiman TR, Goff JP, Walters JL.** (2006) Neutrophil function and energy status in Holstein cows with uterine health disorders. *Vet Immunol Immunopathol.*, **113**(1-2), 21-9.

**Han IK, Kim IH.** (2005) Risk factors for retained placenta and the effect of retained placenta on the occurrence of postpartum diseases and subsequent reproductive performance in dairy cows. *J Vet Sci.*, **6**(1), 53-9.

**Hanzen CH, Houtain JY, Laurent Y.** (1998) Les infections utérines chez la vache : approches individuelle et de troupeau. In : *Comptes rendus des journées nationales des GTV*. Tours, 27-29 Mai 1998, Paris : SNGTV édition, 1998, 501-6.

**Heuer C, Schukken YH, Dobbelaar P.** (1999) Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds. *J Dairy Sci.*, **82**, 295-304.

**Hirvonen J, Huszenicza G, Kulcsar M, Pyorala S.** (1999) Acute-phase response in dairy cows with acute postpartum metritis. *Theriogenology*, **51**(6), 1071-83.

**Hurtgen JP.** (2006) Pathogenesis and treatment of endometritis in the mare : a review. *Theriogenology*, **66**(3), 560-6.

**Hussain AM.** (1989) Bovine uterine defense mechanisms : a review. *Zentralbl Veterinarmed B.*, **36**(9), 641-51.

**Hussain AM, Daniel RC.** (1991) Bovine endometritis: current and future alternative therapy. *Zentralbl Veterinarmed A.*, **38**(9), 641-51.

**Hussain AM, Daniel R.** (1992) Phagocytosis by uterine fluid and blood neutrophils and hematological changes in postpartum cows following normal and abnormal parturition. *Theriogenology*, **37**, 1253-67.

**Hussain AM, Daniel R, O'Boyle D.** (1990) Postpartum uterine flora following normal and abnormal puerperium in cows. *Theriogenology*, **34**(2), 291-301.

**Huzzey JM, Veira DM, Weary DM, Keyserlingk MAG.** (2006) Changes in feeding behavior but not dry matter intake identify dairy cows at risk for metritis. *J Anim Sci.*, **89**, Suppl. 1, 11-2.

**Jackson PS.** (1977) Treatment of chronic post partum endometritis in cattle with cloprostenol. *Vet Rec.*, **101**(22), 441-3.

**Kähn W.** (1994) Examen échographique des bovins. In : Kähn W, editor. *Atlas de diagnostics échographiques*. Maloigne, Paris, 138-41, 255p.

- Kasimanickam R, Duffield T, Foster RA, Gartley CJ, Leslie KE, Walton JS, Johnson WH.** (2004) Endometrial cytology and ultrasonography for the detection of subclinical endometritis in postpartum dairy cows. *Theriogenology*, **62**(1-2), 9-23.
- Kasimanickam R, Duffield TF, Foster RA, Gartley CJ, Leslie KE, Walton JS, Johnson WH.** (2005) A comparison of the cytobrush and uterine lavage techniques to evaluate endometrial cytology in clinically normal postpartum dairy cows. *Can Vet J.*, **46**(3), 255-9.
- Kask K, Gustafsson H, Magnusson U, Bertilsson J, Gunnarsson A, Kindahl H.** (1999) Uterine bacteriology, histology, resumption of ovarian activity and granulocyte function of the postpartum cow in different milking frequencies. *Acta Vet Scand.*, **40**(4), 287-97.
- Kehrli E, Nonnecke BJ, Roth J.** (1989) Alteration in bovine neutrophil function during the periparturient period. *Am J Vet Res.*, **50**(2), 207-13.
- Kennedy TG.** (1977) Evidence for a role for prostaglandins in the initiation of blastocyst implantation in the rat. *Biol Reprod.*, **16**, 286-91.
- Kennedy TG, Miller RB.** (1993) The female genital system. In : Jubb KVF, Kennedy PC, Palmer N, editors. *Pathology of domestic animals*. 4<sup>th</sup> ed., San Diego : Academic Press. 378-87.
- Kim IH, Na K., Yang MP.** (2005) Immune responses during the peripartum period in dairy cows with postpartum endometritis. *J Reprod Dev.*, **51**(6), 757-64.
- Klucinski W, Targowski SP, Miernik-Degorska E, Winnicka A.** (1990) The phagocytic activity of polymorphonuclear leucocytes isolated from normal uterus and that experimentally induced inflammation in cows. *J Vet Med A.*, **37**, 506-12.
- Lafrance M, Goff AK.** (1985) Effect of pregnancy on oxytocin-induced release of prostaglandin F<sub>2α</sub> in heifers. *Biol Reprod.*, **33**, 1113-9.
- LeBlanc S.** (2003) Field study of the diagnosis and treatment of clinical endometritis in dairy cattle. *Cattle practice*, **11**(4), 255-61.
- LeBlanc SJ, Duffield TF, Leslie KE, Bateman KG, Keefe GP, Walton JS, Johnson WH.** (2002) Defining and diagnosing postpartum clinical endometritis and its impact on reproductive performance in dairy cows. *J Dairy Sci.*, **85**(9), 2223-36.
- Lewis GS.** (1997) Health problems of the postpartum cow. Uterine health and disorders, (symposium). *J Dairy Sci.*, **80**(5), 984-94.
- Lewis GS.** (2003) Role of ovarian progesterone and potential role of prostaglandin F<sub>2α</sub> and prostaglandin E<sub>2</sub> in modulating the uterine response to infectious bacteria in postpartum ewes. *J Anim Sci.*, **81**(1), 285-93.
- Lewis EJ, Bishop J, Cashin CH.** (1989) Automated quantification of rat plasma acute phase reactants in experimental inflammation. *J Pharmacol Methods*. **21**, 183-94

- Lewis GS, Seals R, Wulster-Radcliffe MC.** (1998) Role of prostaglandins in regulating uterine immune function and susceptibility to the post-partum uterine infections. *Le nouveau péripartum, SFB*, Paris, 25-26 Novembre, 188-200.
- Lindell JO, Kindhal H, Jansson L, Edqvist LE.** (1982) Post-partum release of prostaglandin F<sub>2α</sub> and uterine involution in the cow. *Theriogenology*, **17**(3), 237-45.
- Lohuis J.** (1998) Infections utérines post-partum chez la vache : bactériologie et fertilité. *Le nouveau péripartum, SFB*, Paris, 25-26 Novembre, 155-65.
- Lowder MQ.** (1993) Diagnosing and treating bovine postpartum endometritis. *Vet Med.*, **88**, 474-9.
- Makimura S et Suzuki N.** (1982) Quantitative determination of bovine serum haptoglobin and its elevation in some inflammatory diseases. *Jpn J Vet Sci.*, **44**, 15-21.
- Mancini G, Vaerman JP, Carbonara AO, Heremans JF.** (1964) A single radial diffusion method for the immunological quantification of protein. *Prot Biol Fluids.*, **11**, 370-3.
- Manns JG, Nkuuhe JR, Bristol F.** (1985) Prostaglandine inhibition of the development of the luteolytic signal in cows. *J Reprod Fertil.*, **104**, 1-5.
- Markusfeld O.** (1987) Periparturient traits in seven high dairy herds. Incidence rates, associations with parity and interrelationships among traits. *J Dairy Sci.*, **70**(1), 158-66.
- Mascarenhas R.** (1987) *Les endométrites non spécifiques de la vache*. Thèse Universitaire, Université de Clermont II, Clermont-Ferrand ; n°57, 235p.
- Mateus L, da Costa L, Bernardo F, Silva JR.** (2002) Influence of puerperal uterine infection on uterine involution and postpartum ovarian activity in dairy cows. *Reprod Domest Anim.*, **37**(1), 31-5.
- Mateus L, Lopes da Costa L, Carvalho H, Serra P, Robalo Silva J.** (2002) Blood and intrauterine leukocyte profile and function in dairy cows that spontaneously recovered from postpartum endometritis. *Reprod Domest Anim.*, **37**(3), 176-80.
- Mateus L, Lopes da Costa L, Diniz P, Ziecik AJ.** (2003) Relationship between endotoxin and prostaglandin (PGE<sub>2</sub> and PGFM) concentrations and ovarian function in dairy cows with puerperal endometritis. *Anim Reprod Sci.*, **76**(3-4), 143-54.
- Mc Dougall S, Macaulay R, Compton C.** (2007) Association between endometritis diagnosis using a novel intravaginal device and reproductive performance in dairy cattle. *Anim Reprod Sci.*, **99**(1-2), 9-23.
- McQueen RD.** (1967) A biopsy instrument for obtaining bovine endometrial samples for histologic and metabolic investigations. *Am J Vet Res.*, **28**(127), 1881-5.
- Mee J.** (2004) Temporal trends in reproductive performance in Irish dairy herds and associated risk factors. *Ir Vet J.*, **57**, 108-66.

- Mee J.** (2005) Why do we need echography in bovine fertility management ? *In : Proceedings focus op fertiliteit*, 11-12 oktober 2005. 20-21.
- Mee J.** (2007) The role of the veterinarian in bovine fertility management on modern dairy farms. *Theriogenology*, **68**,suppl 1, 257-65.
- Mee J.** (2007) Un nouvel outil pour diagnostiquer l'endométrite. *Point vét.*, **274**, 14-15.
- Mee J, Dalemans I.** (2006) Diagnosis of endometritis in dairy cows using a novel intravaginal scoop (Metricheck™). *In : Oral communication of the World Buiatrics Congress*. N°OS09. Nice, France, 15-19 Octobre 2006.
- Mee J, Buckley F, Dillon P.** (2005) Relationship between ultrasonographic utero-ovarian status pre-service and subsequent reproductive performance in dairy herds (P81). *In : Comptes rendus du 15<sup>th</sup> Swiss Buiatrics Congress*. Berne, 19-21 October 2005. 127.
- Messier S, Higgins R, Couture Y, Morin M.** (1984) Comparaison of swabbing and biopsy for studying the flora of the bovine uterus. *Can Vet J.*, **25**, 283-8.
- Meyer MD, Hansen PJ, Tchatcher WW, Drost M, Badinga L.** (1995) Extension of corpus luteum lifespan and reduction of uterine secretion of prostaglandin F<sub>2α</sub> of cows in response to recombinant interferon-γ. *J Dairy Sci.*, **78**, 1921-31.
- Miller JG.** (1951) A technique of endometrial biopsy in the bovine animal. *J.A.V.M.A.*, **119**, 368-70.
- Miller HV, Kimsey P, Kendrick JW, Darien B, Doering L, Franti C, Horton J.** (1980) Endometritis of dairy cattle : diagnosis, treatment, and fertility. *Bovine Pract.*, **15**, 13-23.
- Morrow DA, Roberts SJ, Mcentee K, Gray HG.** (1966) Postpartum ovarian activity and uterine involution in dairy cattle. *J Am Med Assoc.*, **149**, 1596-606.
- Mortimer RG, Olson J, Huffman EM, Farin PW, Ball L, Abbitt B.** (1983) Serum progesterone concentration in pyometritic and normal postpartum dairy cows. *Theriogenology*, **19**(5), 647-53.
- Noakes DE, Till D, Smith GR.** (1989) Bovine uterine flora post partum : a comparison of swabbing and biopsy. *Vet Rec.*, **124**(21), 563-4.
- Noakes DE, Wallace LM, Smith GR.** (1990) Pyometra in a Friesian heifer : bacteriological and endometrial changes. *Vet Rec.*, **126**(20), 509.
- Noakes DE, Wallace LM, Smith GR.** (1991) Bacterial flora of the uterus of cows after calving on two hygienically contrasting farms. *Vet Rec.*, **128**(19), 440-2.
- Noordhuizen JP.** (2007) Les tests diagnostiques. Avantages et désavantages en pratique vétérinaire. *In : Compte rendu des Journées Nationales des GTV*, Nantes, France, 23-25 juin 2007, Yvetot : Nouvelle Normandie, 37-40.
- Okano A, Tomizuka T.** (1987) Ultrasonic observation of postpartum uterine involution in the cow. *Theriogenology*, **27**(2), 369-76.

- Olson JD, Ball L, Mortimer RG, Farin PW, Adney WS, Huffman EM.** (1984) Aspects of bacteriology and endocrinology of cows with pyometra and retained fetal membranes. *Am Vet Res.*, **45**(11), 2251-5.
- Olson JD, Mortimer R.** (1986) The metritis-pyometra complex. *In* : Morrow DA, editor. *Current therapy in theriogenology*. WB Saunders Compagny, Philadelphia, 227-36.
- Oltenacu PA, Britt JH, Braun RK, Mellenberger RW.** (1983) Relationships among type of parturition, type of discharge from genital tract, involution of cervix, and subsequent reproductive performance in Holstein cows. *J Dairy Sci.*, **66**(3), 612-9.
- Opsomer G, Grohn YT, Hertl J, Coryn M, Deluyker H, de Kruif A.** (2000) Risk factors for post partum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium : a field study. *Theriogenology*, **53**(4), 841-57.
- Ott RS, Gustafsson BK.** (1981) Use of prostaglandins for the treatment of bovine pyometra and postpartum infections : A review. *The Compendium on Continuing Education*, **3**, 5184-8.
- Padykula H.** (1976) Cellular mechanisms involved in cyclic stromal renewal of the uterus : cells of the immune system. *Anat Rec.*, **184**, 49-71.
- Paisley LG, Mickelson WD, Anderson PB.** (1986) Mechanisms and therapy for retained fetal membranes and uterine infections of cows : a review. *Theriogenology*, **25**(3), 352-81.
- Parlevliet JM, Ytredal U, Berenpas D, Slaa JW, Bandsma J, de Lange DMK.** (2006) Prevalence of subclinical endometritis in Dutch dairy cows and its effect on fertility. *Reprod Dom Anim.*, **41**(4), 259-382.
- Pavaux C.** (1981) Eléments d'anatomie. *In* : Constantin A, Meissonnier E, editors. *L'utérus de la vache*. Société Française de buiatrie, Toulouse, 9-53, 355p.
- Peter AL, Bosu WLK, Luker CW.** (1987) Plasma endotoxin and concentrations of stable metabolites of prostacyclin, thromboxane A2 and prostaglandin E2 in postpartum dairy cows. *Prostaglandins*, **34**, 15-28.
- Piercy DW.** (1979) Acute phase responses to experimental salmonellosis in calves and colibacillosis in chickens : serum iron and ceruloplasmin. *J Comp Path.*, **89**, 309-19.
- Pieterse MC, Taverne MA, Kruip TA, Willems AH.** (1990a) Detection of corpora lutea and follicles in cows : a comparison of transvaginal ultrasonography and rectal palpation. *Vet Rec.*, **126**(22), 552-4.
- Pieterse MC, Szenci O, Willems AH, Bajcsy CS, Dieleman SJ, Taverne MA.** (1990b) Early pregnancy diagnosis in cattle by means of linear-array real-time ultrasound scanning of the uterus and a qualitative and quantitative milk progesterone test. *Theriogenology*, **33**(3), 697-707.
- Ptaszynska M.** (2006) *Compendium of animal reproduction*. 9<sup>th</sup> ed. Publisher Intervet International bv, 384p.

- Rasbech NO.** (1950) The normal involution of the uterus of the cow. *Nord Vet Med.*, **2**, 655-704.
- Regassa F, Noakes DE.** (1999) Acute phase protein response of ewes and the release of PGFM in relation to uterine involution and the presence of intrauterine bacteria. *Vet Rec.*, **144**(18), 502-6.
- Regassa F, Sheldon IM, Noakes DE.** (2002) Effect of experimentally induced metritis on uterine involution, acute phase protein response and PGFM secretion in the postpartum ewe. *Vet Rec.* **150**(19), 605-7.
- Ribadu AY, Ward WR, Dobson H.** (1994) Comparative evaluation of ovarian structures in cattle by palpation per rectum, ultrasonography and plasma progesterone concentration. *Vet Rec.*, **135**, 452-7.
- Risco CA, Drost M, Thatcher WW, Savio, Thatcher MJ.** (1994) Effects of calving-related disorders on prostaglandin, calcium, ovarian activity and uterine involution in postpartum cows. *Theriogenology*, **42**, 183-203.
- Roberts SJ.** (1986) *Veterinary obstetrics and genital diseases. (Theriogenology)*, 3<sup>e</sup> édition, Ann Arbor, Edwards Brothers, Michigan.
- Roszel JF, Freeman KP.** (1988) Equine endometrial cytology. *Vet Clin North Am Equine Pract.*, **4**, 247-62.
- Ruder CA, Sasser RG, Williams RJ, Ely JK, Bull RC, Butler JE.** (1981) Uterine infections in the postpartum cow II. Possible synergistic effect of *Fusobacterium necrophorum* and *Corynebacterium pyogenes*. *Theriogenology*, **15**(6), 573-8.
- Saad AM, Concha C, Astrom G.** (1989) Alterations in neutrophil phagocytosis and lymphocyte blastogenesis in dairy cows around parturition. *Zentralbl Veterinarmed B.*, **36**(5), 337-45.
- Santos NR, Roman HB, Gilbert RO.** (2006) The use of leukocyte esterase reagent strips for diagnosis of subclinical endometritis in dairy cows. *Theriogenology*, **66**, 666-7.
- Sagartz JW, Hardenbrook HJ.** (1971) A clinical, bacteriologic, and histologic survey of infertile cows. *J Am Vet Med Assoc.*, **158**(5), 619-22.
- Savio JD, Boland MP, Roche JF.** (1990) Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in postpartum dairy cows. *J Reprod Fert.*, **88**, 581-91.
- Schenkelaars EJ, Bonta IL.** (1986) Cyclooxygenase inhibitors promote the leukotriene C<sub>4</sub> induced release of  $\beta$ -glucuronidase from rat peritoneal macrophages : prostaglandin E<sub>2</sub> suppresses. *Int J Immunopharmac.*, **8**, 305-311.
- Schmitt A.** (2002) *Fréquence et associations entre troubles de santé chez la vache laitière dans deux fermes expérimentales.* Thèse Méd Vét., Nantes, n°186, 96p.
- Scott SM, Dobberstein SE, Wailes W.** (2006) Use of rectal temperature monitoring to identify post-partum metritis in dairy cattle. *J Anim Sci.*, **84**, suppl.1, 95.

- Seals RC, Matamoros I, Lewis GS.** (2002) Relationship between postpartum changes in 13, 14-dihydro-15-keto-PGF<sub>2</sub>α concentrations in Holstein cows and their susceptibility to endometritis. *J Anim Sci.*, **80**(4), 1068-73.
- Seegers H.** (2007) Risk factors for post-parturient metritis. In : *Consensus conference, preliminary texts*, Paris, 5-7 Juin 2007, 26-32.
- Semambo DK, Ayliffe TR, Boyd JS, Taylor DJ.** (1991) Early abortion in cattle induced by experimental intrauterine infection with pure cultures of *Actinomyces pyogenes*. *Vet Rec.*, **129**, 12-6.
- Sheldon IM.** (2004) The postpartum uterus. *Vet Clin North Am Food Anim Pract.*, **20**(3), 569-91.
- Sheldon IM, Noakes DE.** (1998) Comparison of three treatments for bovine endometritis. *Vet Rec.*, **142**, 575-9.
- Sheldon IM, Dobson H.** (2004) Postpartum uterine health in cattle. *Anim Reprod Sci.*, **82-83**, 295-306.
- Sheldon IM, Noakes D, Dobson H.** (2000) The influence of ovarian activity and uterine involution determined by ultrasonography on subsequent reproductive performance of dairy cows. *Theriogenology*, **54**(3), 409-19.
- Sheldon IM, Noakes DE, Rycroft A, Dobson H.** (2001) Acute phase protein responses to uterine bacterial contamination in cattle after calving. *Vet Rec.*, **148**(6), 172-5.
- Sheldon IM, Noakes D, Rycroft AN, Dobson H.** (2002) Effect of postpartum manual examination of the vagina on uterine bacterial contamination in cows. *Vet Rec.*, **151**(18), 531-4.
- Sheldon IM, Noakes DE, Rycroft AN, Dobson H.** (2003) The effect of intrauterine administration of estradiol on postpartum uterine involution in cattle. *Theriogenology*, **59**(5-6), 1357-71.
- Sheldon IM, Rycroft A, Zhou C.** (2004) Association between postpartum pyrexia and uterine bacterial infection in dairy cattle. *Vet Rec.*, **154**(10), 289-93.
- Sheldon IM, Lewis G, LeBlanc S, Gilbert RO.** (2006) Defining postpartum uterine disease in cattle. *Theriogenology*, **65**(8), 1516-30.
- Skjerven O.** (1956) Endometrial biopsy studies in reproductively normal cattle ; clinical, histochemical and histological observations during the estrous cycle. *Acta Endocrinol Suppl.*, **22**(Suppl 26), 1-101.
- Skinner JG, Brown RALi, Roberts L.** (1991) Bovine haptoglobin response in clinically defined field conditions. *Vet Rec.*, **128**(7), 147-9.
- Slama H.** (1996) Prostaglandines, leucotriènes et subinvolution utérine chez la vache. *Rec Méd Vét.*, **173**(7-8), 369-81.
- Slama H, Vaillancourt D, Goff AK.** (1991) Pathophysiology of the puerperal period : relationship between prostaglandin E<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>) and uterine involution in the cow. *Theriogenology*, **36**(6), 1071-92.

- Slama H, Vaillancourt D, Goff AK.** (1993) Leukotriene B4 in cows with normal calving, and in cows with retained fetal membranes and/or uterine subinvolution. *Can J Vet Res.*, **57**, 293-9.
- Slama H, Tainturier D, Chemli J, Zaiem I, Benchariff J.** (1999) Involution utérine chez les femelles domestiques : étude comparée. *Revue Méd Vét.*, **150**(10), 779-90.
- Smith BI, Donovan G, Risco CA, Young CR, Stanker LH.** (1998) Serum haptoglobin concentrations in Holstein dairy cattle with toxic puerperal metritis. *Vet Rec.*, **142**(4), 83-5.
- Stevens RD, Dinsmore R, Ball L, Powers BE.** (1995) Postpartum pathologic changes associated with a palpable uterine lumen in dairy cattle. *The bovine practitioner*, **29**, 93-6.
- Studer E, Morrow DA.** (1978) Postpartum evaluation of bovine reproductive potential : comparison of findings from genital tract examination per rectum, uterine culture, and endometrial biopsy. *J Am Vet Med Assoc.*, **172**(4), 489-94.
- Studer E, Morrow DA.** (1980) Uterine cultures and histological evaluation as complements to routine postpartum examinations. In : Morrow MA, editor. *Current therapy in theriogenology : diagnostic, treatment and prevention of reproduction diseases in animals*. WB Saunders Company, Philadelphia, 223-6.
- Tainturier D.** (1999) Retard d'involution utérine. *Dep Vet.*, **64** (N° spécial), 24-31.
- Tennant B, Peddicord RG.** (1968) The influence of delayed uterine involution and endometritis on bovine fertility. *Cornell Vet.*, **58**(2), 185-92.
- Tennant B, Kendrick JW, Petticord F.** (1967) Uterine involution and ovarian function in the postpartum cows. A retrospective analysis of 2338 genital organ examination. *Cornell Vet.*, **57**, 543-57.
- Toma B, Dufour B, Sanaa M, et al.** (2001) *Epidémiologie appliquée à la lutte collective contre les maladies transmissibles majeures*. 2<sup>nd</sup> ed. Paris : Jouve, 696p.
- Urton G, von Keyserlingk MAG, Weary DM.** (2005) Feeding behavior identifies dairy cows at risk for metritis. *J Dairy Sci.*, **88**(8), 2843-9.
- Vighio GH, Liptrap RM, Etherington WG.** (1991) Oxytocin-prostaglandin interrelationships in the cow with pyometra. *Theriogenology*, **35**, 1121-9.
- Wagner WC, Hansel W.** (1969) Reproductive physiology of the postpartum cow. Clinical and histological findings. *J Reprod Fert.*, **18**, 493-500.
- Watson ED.** (1984) Plasma concentrations of PGFM in two cows with and two cows without postpartum endometritis. *Vet Rec.*, **114**, 479.
- Watson ED, Diehl NK, Evans JF.** (1990) Antibody response in the bovine genital tract to intrauterine infusion of *Actinomyces pyogenes*. *Res Vet Sci.*, **48**(1), 70-5.
- Weber AF, Morgan BB, Mc Nutt SH.** (1948) *American journal of anatomy.*, **83**, 309.

- Wehrend A, Failing K, Bostedt H.** (2003) Cervimetry and ultrasonographic observations of the cervix regression in dairy cows during the first 10 days post partum. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med.*, **50**(9), 470-3.
- Whitmore HL, Archbald LF.** (1977) Demonstration and quantitation of immunoglobulins in bovine serum, follicular fluid, and uterine and vaginal secretions with reference to bovine viral diarrhea and infectious bovine rhinotracheitis. *Am J Vet Res.*, **38**(4), 455-7.
- Williams EJ, Fischer D, Pfeiffer DU, England GC, Noakes DE, Dobson H, Sheldon IM.** (2005) Clinical evaluation of postpartum vaginal mucus reflects uterine bacterial infection and the immune response in cattle. *Theriogenology*, **63**(1), 102-17.
- Wingfield-Digby NJ.** (1987) The technique and clinical application of endometrial cytology in mares. *Equine Vet J.*, **10**, 176-80.
- Wintz E.** (2005) L'involution utérine chez la vache. *Point vét.*, numéro spécial, **36**, 6-9.
- Yaniz J, Santolaria P, Lopez-Gatius F.** (2002) Surface alterations in the bovine pelvic peritoneum following rectal examination of reproductive organs : a scanning electron microscopy study. *Anat Histol Embryol.*, **31**(6), 372-4.
- Youngquist RS, Dawn Shore M.** (1997) Postpartum uterine infections. In : Youngquist RS, editor. *Current therapy in large animal theriogenology*. WB Saunders Compagny, Philadelphia, 335-7.
- Zerbe H, Schuberth H, Engelke F, Frank J, Klug E, Leibold W.** (2003) Development and comparison of in vivo and in vitro models for endometritis in cows and mares. *Theriogenology*, **60**(2), 209-23.

# Annexes

*Annexe 1 : La valeur des tests de dépistage (d'après Toma et al., 2001)*

## Les « vrais » infectés et indemnes

### Détection des vrais infectés : la sensibilité

Dans une population composée essentiellement d'animaux infectés, un test de dépistage va identifier correctement comme tels une grande majorité d'entre eux (les « *vrais positifs* ») et ne pas reconnaître l'infection d'une minorité (les « *faux négatifs* »). **La valeur d'un test de dépistage sera d'autant plus élevée que le nombre d'erreur par défaut (les *faux négatifs*) sera faible.** L'aptitude d'un test de dépistage à fournir une réponse positive chez un nombre élevé d'animaux réellement infectés est qualifiée de **sensibilité**. Plus un test est sensible, plus la proportion de réponses positives (*vrais positifs*) parmi une population infectée est élevée. A l'inverse, un test peu sensible laisse échapper un grand nombre d'animaux infectés, n'en révèle qu'une proportion limitée et fournit donc beaucoup de faux négatifs.

On peut donc définir la sensibilité d'un test de dépistage de la façon suivante :

**Sensibilité : aptitude d'un test à fournir une réponse positive chez un individu infecté.**

La sensibilité d'un test correspond à la proportion de vrais positifs (VP) sur l'ensemble des infectés (VP + FN) :

$$Se = \frac{VP}{VP + FN}$$

*La sensibilité d'un test se détermine exclusivement dans une population de sujets infectés ; numérateur et dénominateur ne comprennent que des infectés.*

### Identification des vrais indemnes : la spécificité

Dans une population composée exclusivement d'animaux indemnes d'une maladie donnée, un test de dépistage fournira une réponse négative pour une grande majorité d'entre eux (les « *vrais négatifs* ») mais donnera sans doute une réponse positive pour quelques uns (les « *faux positifs* »). **La valeur d'un test de dépistage sera d'autant meilleure que la proportion d'erreur par excès (les *faux positifs*) sera faible.** L'aptitude d'un test de dépistage à fournir une réponse négative pour une proportion élevée d'animaux indemnes est qualifiée de **spécificité**. Plus un test est spécifique, plus la proportion de réponses négatives (*vrais négatifs*) au sein d'une population indemne est élevée. A l'inverse, un test peu spécifique conduit à considérer de nombreux animaux indemnes comme infectés.

On peut donc définir la spécificité d'un test de dépistage de la façon suivante :

**Spécificité : aptitude d'un test à fournir une réponse négative chez un animal indemne.**

La spécificité d'un test correspond à la proportion de vrais négatifs (VN) sur l'ensemble des indemnes (VN + FP) :

$$Sp = \frac{VN}{VN + FP}$$

La spécificité d'un test se détermine dans une population ne comprenant que des indemnes ; numérateur et dénominateur ne comportent effectivement que des animaux indemnes.

## Les « vrais » positifs et négatifs

### Réponse positive : valeur prédictive d'un résultat positif

Parmi les animaux qui ont fourni une réponse positive au test de dépistage, on peut distinguer deux catégories : ceux qui sont effectivement infectés (*vrais positifs*) et ceux qui sont indemnes (*faux positifs*). En présence d'une réponse positive fournie par un animal, il est impossible de dire si cette réponse positive correspond à un animal infecté (*vrai positif*) ou à une erreur par excès (*faux positif*). On peut simplement avoir une idée de la proportion de réponses positives à juste titre (VP) par rapport à l'ensemble des réponses positives (VP + FP), et par conséquent de la probabilité que la réponse positive obtenue corresponde bien à un animal infecté. La « confiance » que l'on peut accorder à un résultat positif est appelée « *valeur prédictive positive* ».

**La valeur prédictive positive d'un résultat peut se définir comme : la probabilité qu'une réponse positive à un test de dépistage corresponde bien à un organisme infecté.**

Elle se calcule de la façon suivante :

$$VPP = \frac{VP}{VP + FP}$$

### Réponse négative : valeur prédictive d'un résultat négatif

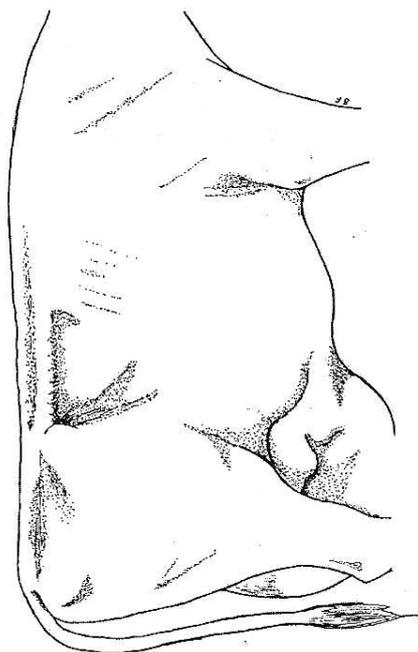
Comme pour les réponses positives, parmi les animaux ayant fourni une réponse négative au test de dépistage, on identifie deux catégories : ceux qui sont effectivement indemnes (*vrais négatifs*) et ceux qui sont infectés (*faux négatifs*). En présence d'une réponse négative, on ne peut donc pas savoir si cette réponse négative correspond à un animal indemne (*vrai négatif*) ou à une erreur par défaut (*faux négatif*). On peut simplement avoir une idée de la proportion de réponses négatives à juste titre (VN) par rapport à l'ensemble des réponses négatives (VN + FN), et par conséquent, de la probabilité que la réponse négative obtenue corresponde bien à un animal indemne. La « confiance » que l'on peut accorder à un résultat négatif est appelée « *valeur prédictive négative* ».

**La valeur prédictive négative d'un résultat peut se définir comme : la probabilité qu'une réponse négative à un test de dépistage corresponde bien à un organisme indemne.**

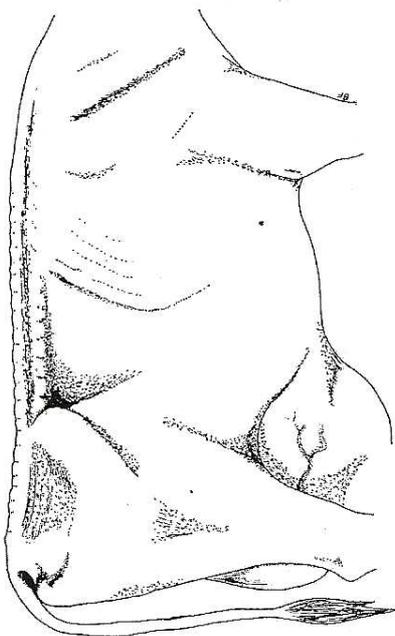
Elle se calcule de la façon suivante :

$$VPP = \frac{VN}{VN + FN}$$

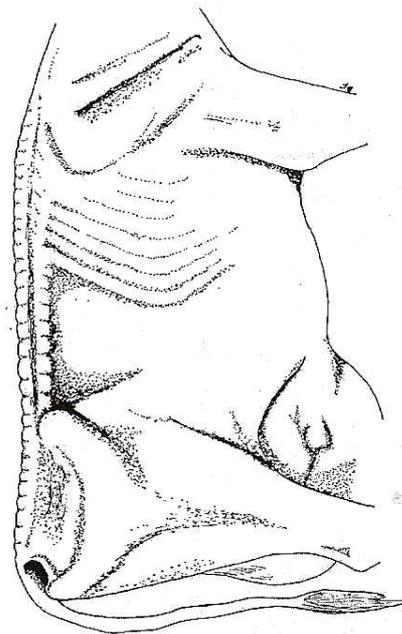




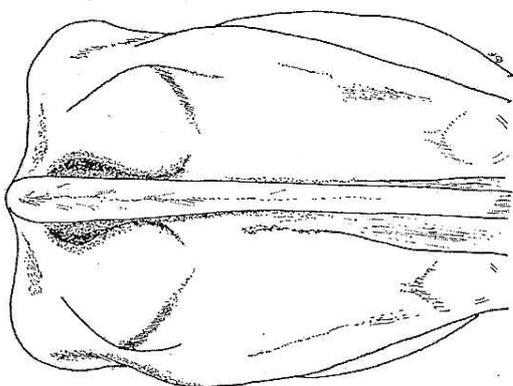
NOTE 2



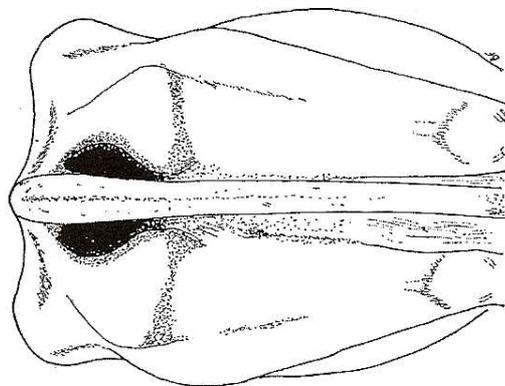
NOTE 1



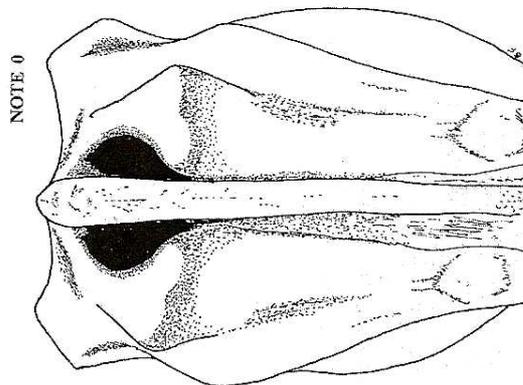
NOTE 0



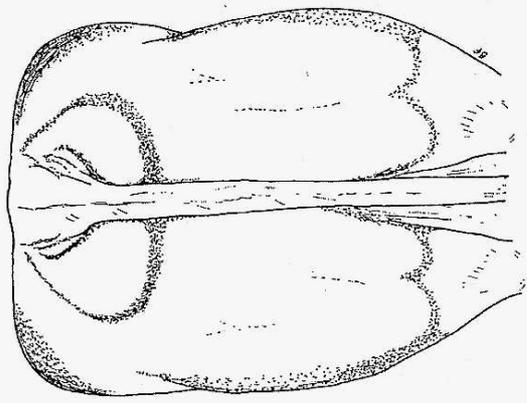
NOTE 2



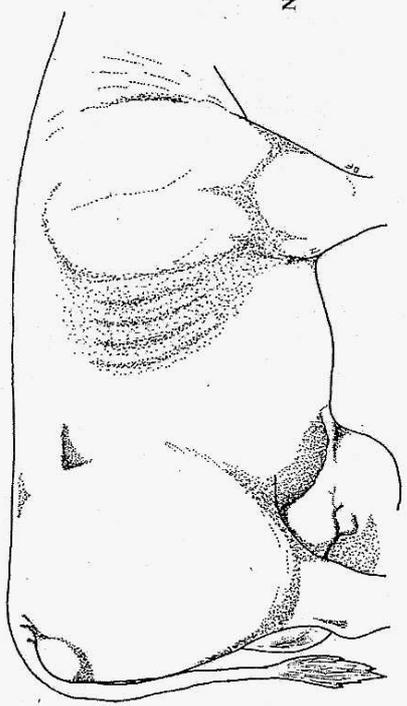
NOTE 1



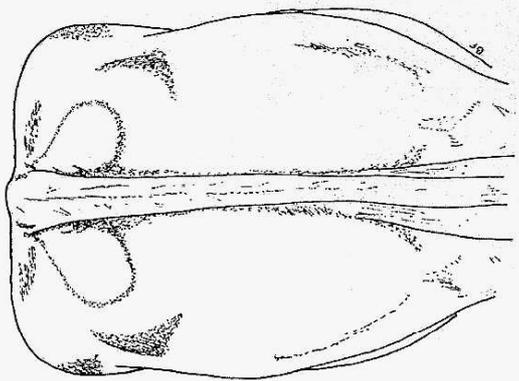
NOTE 0



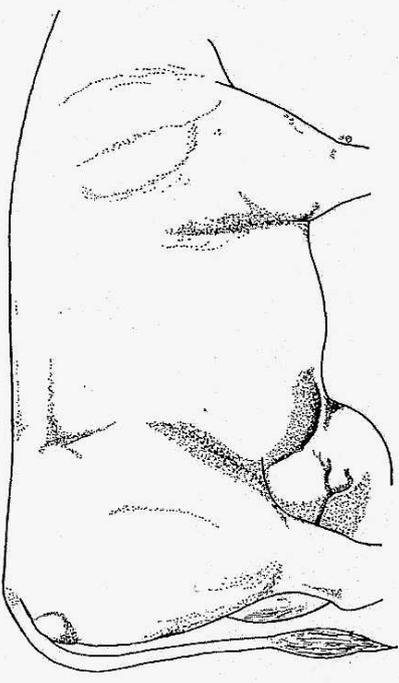
NOTE 5



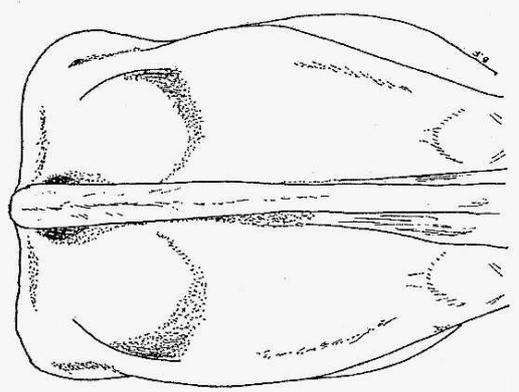
NOTE 5



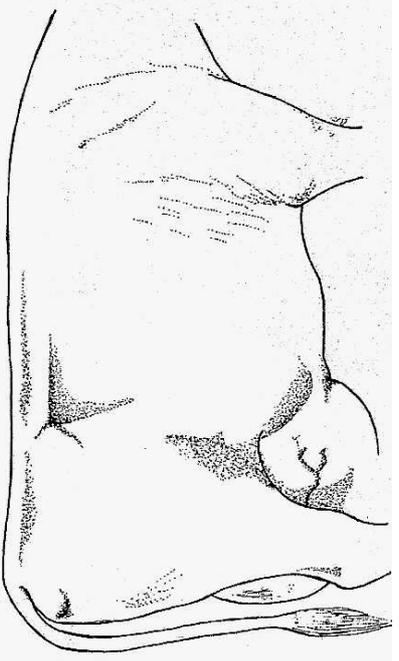
NOTE 4



NOTE 4



NOTE 3

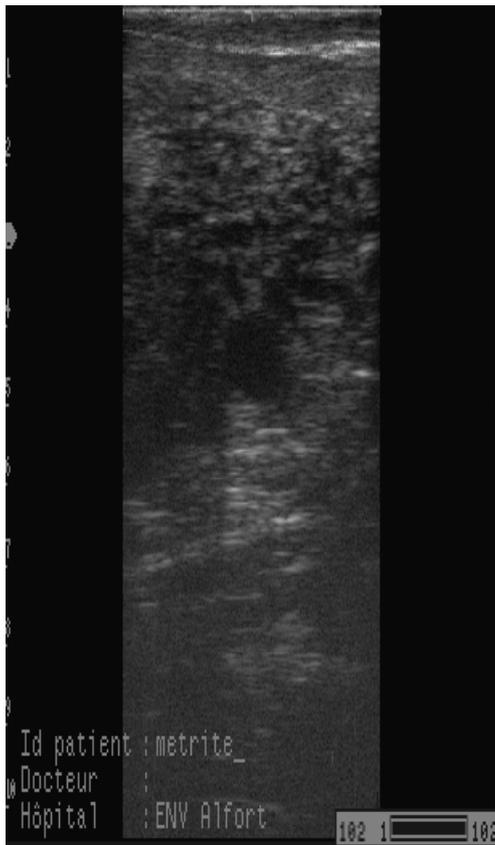


NOTE 3

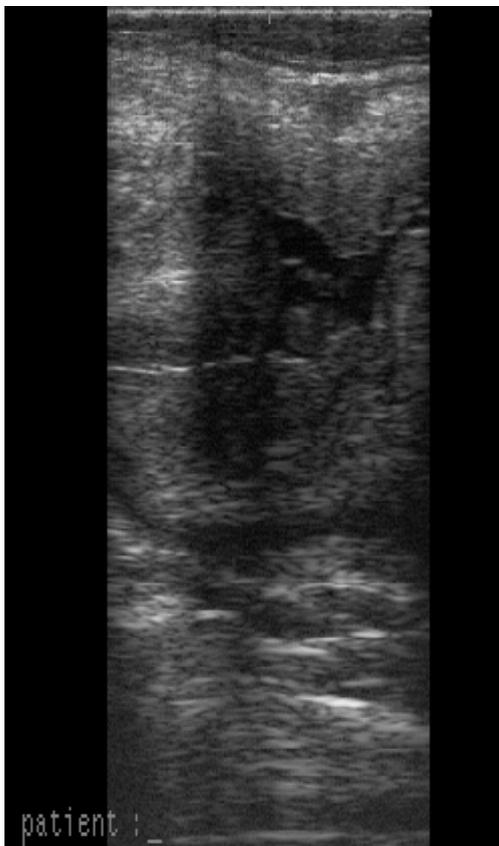
Note	5	4	3	2	1	0
<p>Critère de note Arrière</p> <p>Base de la queue</p> <p>Pointe des fesses</p>	<p>queue noyée dans un rond de tissu gras</p>	<p>absence de rond, masses grasses débordant largement la pointe des fesses</p>	<p>queue bien dégagée, pointe des fesses couverte mais non noyée</p>	<p>pointe des fesses sans couverture</p>	<p>ensemble de la tubérosité ischiatique perceptible</p>	<p>le bassin est parfaitement visible</p>
<p>Ligament sacro-tubéral</p>	<p>invisible noyé</p>	<p>à peine visible</p>	<p>bien visible couvert, d'aspect épais et arrondi</p>	<p>bien isolé, légèrement couvert</p>	<p>aspect en lame, sec</p>	<p>très sec</p>
<p>Déroit caudal</p>	<p>totalement comblé</p>	<p>pratiquement comblé</p>	<p>n'est plus comblé, limites planes</p>	<p>profond</p>	<p>très profond</p>	<p>très creusé</p>
<p>Epine dorsale</p>	<p>dos plat ou arrondi</p>	<p>à peine visible, noyée dans le tissu environnant</p>	<p>nettement visible, couverte, régulière différence de niveau légère</p>	<p>ligne des apophyses épineuses marquée, peu couverte</p>	<p>ligne irrégulière, différence de niveau importante, corps vertébral non apparent</p>	<p>corps vertébral apparent</p>
<p>Note</p> <p>Critère de note Flanc</p> <p>Pointe de la hanche</p>	<p>5</p> <p>localisation précise de l'os impossible</p>	<p>4</p> <p>ilium apparent angle ouvert</p>	<p>3</p> <p>ilium fait saillie, reste couvert</p>	<p>2</p> <p>la crête n'est pas apparente, angle bien vif</p>	<p>1</p> <p>la crête devient visible</p>	<p>0</p> <p>la crête est très visible</p>
<p>Apophyses transverses et épineuses</p>	<p>aucune structure repérable, rein plat, creux du flanc</p>	<p>colonne vertébrale repérable, rein non plat</p>	<p>épine dorsale bien dessinée, rein non plat, bordure des</p>	<p>ligne des apophyses transverses fait un angle vif</p>	<p>on peut compter facilement</p>	<p>ligne du dos très irrégulière, apophyse</p>

*Annexe 4 : Aide au diagnostic des images échographiques :*

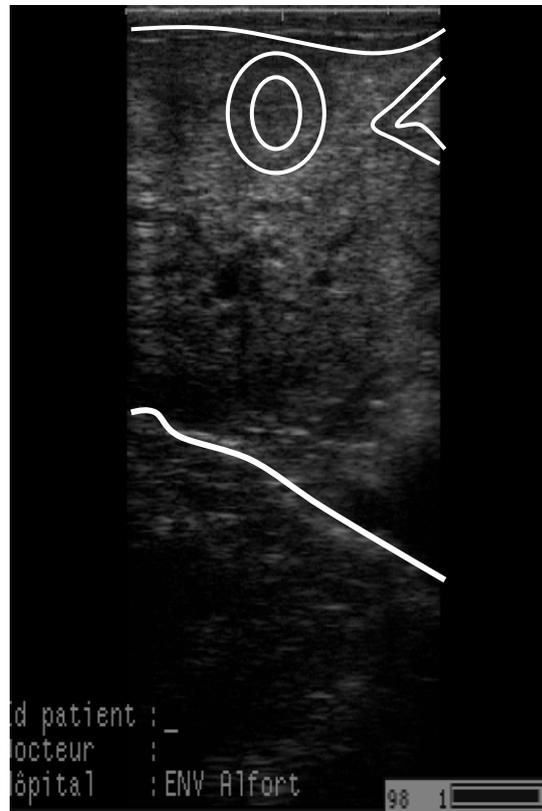
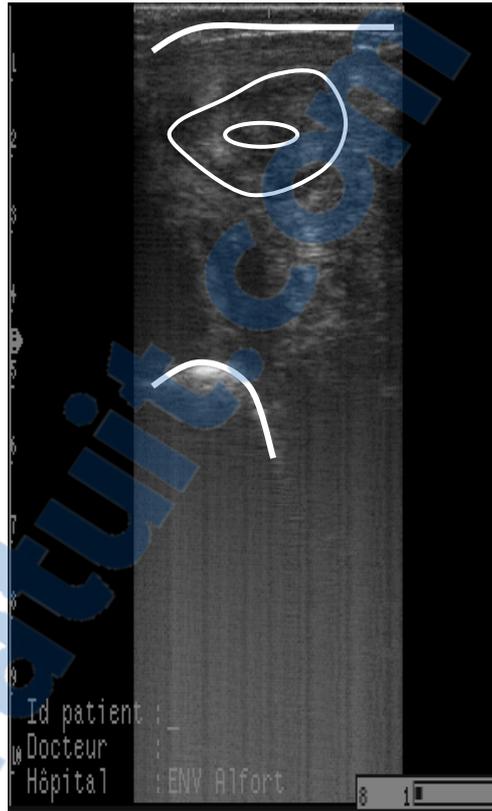
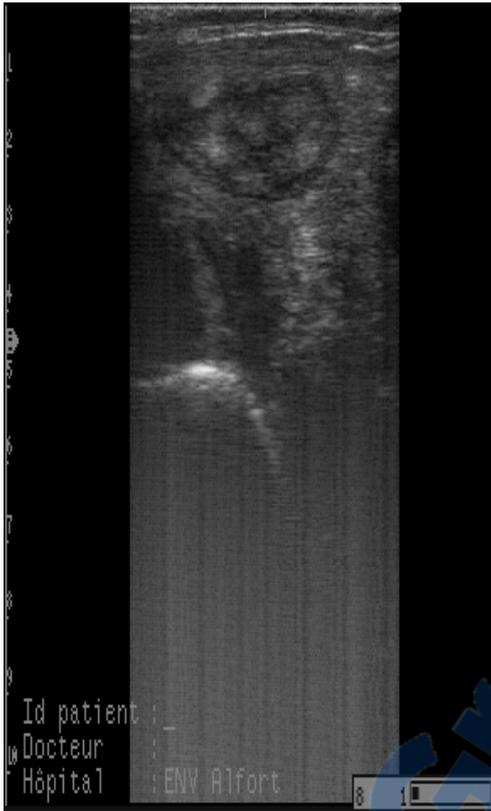
*Eponge*



*Lumière*



*Cocarde*



*Ligne*

