

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIER ET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET

DEPARTEMENT DE SANTE ANIMALE

**MEMOIRE**

**EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE**

**DOCTEUR VETERINAIRE**

**THEME**

**ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE SUR  
LES DIFFERENTES TECHNIQUES  
DE DETECTION DES CHALEURS  
CHEZ LA VACHE LAITIERE**

Présenté Par :

Belkada Mohamed EL Amine .

Chenafa Abderrahmane ,

Promotion 2010-2011

## *Remerciements:*

*Nous remercions Allah de nous avoir aidé à préparer ce modeste travail et nous le remercions pour ses biens faits et parmi les quels la confection de ce mémoire.*

*Comme un tel travail qui ne s'effectue jamais seul, nous aimerons remercier par quelques phrases tous ceux qui, de près ou de loin nous ont aidés à le réaliser.*

*Nous tenons à remercier notre promoteur Benia Ahmed Redha pour sa gentillesse, sa patience et de nous avoir fait bénéficier de sa compétence et ses conseils précieux et ses encouragements qui ont été pour nous un atout certain et nous ont permis de beaucoup apprendre, tout en menant à bien ce travail.*

*Nos remerciements aussi :*

*Aux membres du jury d'avoir accepté l'examinassions de ce modeste travail.*

*Xhiati Baghdad*

*Gelles Mohamed*

*Tous les professeurs et les employés d'institut des sciences vétérinaires.*

*Nos chaleureux remerciements à tous les amis qui nous ont aidés de loin ou de près pour la concrétisation de ce travail.*

## DEDICACES

*Louange à Allah, maître de l'univers.*

*Paix et Salut sur notre Prophète Mohamed*

*A mes parents (ma chère aimée mère Aicha et mon cher père Miloud) qui ont consenti d'énormes sacrifices pour me voir réussir, pour l'enseignement de la vie et pour l'éducation qu'ils m'ont donnée et tous les conseils et encouragements qu'ils n'ont cessé de me prodiguer durant mes études.*

*Je leur dois reconnaissance et gratitude.*

*A mes chères sœurs : Meriem, Khadija, Assia, Fatima.*

*A mes oncles : Mahfoud, EL Djilali, Mahfoud, El Hadj, Mamer, Abdelkader, Noureldine.*

*A mes tantes : Fatima, Halima, Naima, Nacera, Nacera, Latifa, Sorad, Fatima.*

*A mon cher ami : Abdelhak,*

*A mes amis chéelifiens en particulier : Mohamed, Mouloud, Kader.*

*A toute qui m'aime et mes amis de promotion 2011.*

*A mon binôme : Abderrahmane.*

*A toute la famille de BELKADA, CHARCHAR,*

# SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES, TABLEAUX, GRAPHES, CARTES ET PHOTOS

LISTE DES ABREVIATIONS

INTRODUCTION.

CHAPITRE I: RAPPELS ANATOMO PHYSIOLOGIQUE SUR L'APPAREIL  
GENITAL DE LA VACHE.

**I. RAPPELS ANATOMIQUE<sup>6</sup>**

I.1/LE TRACTUS GENITAL .....	08
I.1.1/L'OVIDUCTE (TROMPE DU FALLOPE) .....	08
A- LE PAVILLON OU INFUNDIBULUM .....	08
B- L'AMPOULE.....	08
C- L'ISTHME.....	08
I.1.2/L'UTERUS.....	09
A- LES CORNES UTERINES .....	09
B- LE CORPS DE L'UTERUS .....	09
C- LE COL UTERIN OU CERVIX .....	09
I.1.3/LE VAGIN.....	09
I.1.4/LA VULVE .....	10
I.2/LES GONADES .....	10
I.2.1/MORPHOLOGIE .....	10
I.2.2/ LES ROLES DE L'OVAIRE.....	11
A- FONCTION EXOCRINE.....	11
B-FONCTION ENDOCRINE .....	12
II.RAPELLS PHYSIOLOGIQUES.....	12
II.1.LES HORMONES DE LA REPRODUCTION.....	12
II.1.1/ GNRH.....	12
II.1.2/ FSH.....	13

II.1.3/LH.....	13
II.1.4/ LES ŒSTROGENES .....	13
II.1.5/ LA PROGESTERONE .....	14
II.1.6/ LA PROSTAGLANDINE .....	14
II.1.7/L'OCYTOCINE .....	14
<b>II.2/LA PUBERTE .....</b>	<b>14</b>
II/2.1.L'AGE DES GENISSES A LA PUBERTE.....	15
II/2.2.LE DEVELOPPEMENT CORPOREL ET LA PUBERTE .....	15
<b>II.3/PHYSIOLOGIE DE L'ACTIVITE OVARIENNE CYCLIQUE CHEZ LA VACHE .....</b>	<b>16</b>
<b>II.4/REGULATION HORMONALE DU CYCLE SEXUEL CHEZ LA VACHE.....</b>	<b>17</b>
II.4.1/aperçu du contrôle hormonal du cycle sexuel.....	17
II.4.2/régulation de la sécrétion de GNRH .....	18
II.4.3/régulation de la croissance folliculaire.....	19
II.4.4/croissance folliculaire pré-antrale .....	20
II.4.5/recrutement.....	20
II.4.6/sélection.....	21
II.4.7/DOMINANCE .....	21
<b>II.5 /PHYSIOLOGIE REPRODUCTRICE POST-PARTUM DE LA VACHE LAITIERE .....</b>	<b>22</b>
II.5.1/PERI-PARTUM ET POST-PARTUM IMMEDIAT.....	23
II.5.2/REPRISE D'ACTIVITE SEXUELLE APRES LE VELAGE .....	23
II.5.2.1/ RETABLISSEMENT DE L'ACTIVITE DES GONADOTROPHINES APRES LE POST- PARTUM .....	23
II.5.2.2/ REPRISE DE DEVELOPPEMENT FOLLICULAIRES POST-PARTUM .....	23
<b>II.6 /CYCLE SEXUEL DE LA VACHE .....</b>	<b>24</b>
<b>II.6.1/LE CYCLE ŒSTRAL.....</b>	<b>25</b>
II. 6.1.1/LA LONGUEUR DU CYCLE .....	26
II.6.1.2/PRO-OESTRUS .....	27
II. 6.1.3/OESTRUS .....	28
II. 6.1.4/METOESTRUS.....	29
II.6.1.5 /DIOESTRUS.....	29
<b>II.6.2/ FÉCONDATION .....</b>	<b>30</b>
<b>II.6.3/PROGESTATION.....</b>	<b>30</b>
<b>II.6.4/GESTATION.....</b>	<b>31</b>

## **CHAPITRE II : EVALUATION DES PERFORMANCES DE REPRODUCTION CHEZ LA VACHE LAITIÈRE.**

<b>I. NOTION DE FERTILITE</b> .....	34
<b>II /LES CRITERES DE MESURE DE LA FERTILITE</b> .....	34
II.1/LE TAUX DE REUSSITE EN PREMIERE INSEMINATION.....	34
II.2/LE POURCENTAGE DES VACHES AVEC 03 INSEMINATION OU (SAILLIES) OU PLUS .....	34
II.3/ L'index d'insémination ou indice coïtal.....	35
<b>III/ LES OBJECTIFS DE LA FERTILITÉ CHEZ LA VACHE LAITIÈRE</b> .....	35
<b>IV/ NOTION DE FÉCONDITÉ</b> .....	36
<b>V/CRITERES DE MESURE DE LA FÉCONDITÉ</b> .....	36
V.1/ L'âge au premier vêlage.....	36
V.2/ L'intervalle vêlage – première insémination .....	37
V.3/ L'intervalle vêlage – insémination fécondante .....	37
V.4/ L'intervalle entre vêlages successifs.....	37
<b>VI/LESFACTEURS INFLUENCANTS LES PERFORMANCES DE REPRODUCTION ET LE RETOUR EN CHALEURS</b> .....	39
<b>VI.1/facteurs liés à la vache</b> .....	39
VI.1.1/ La race .....	39
VI.1.2/ L'âge et le rang de lactation .....	39
VI.1.3/ La lactation .....	40
VI.1.4/ L'état corporel .....	41
VI.1.5/ Les conditions de vêlage et troubles du péripartum .....	43
VI.1.6/1 L'accouchement dystocique .....	43
VI.1.7/ La gémellité .....	44
VI.1.8/ L'hypocalcémie .....	44
VI.1.9/ La rétention placentaire .....	44
VI.1.10/ La métrite .....	45
VI.1.11/ Les troubles de santé.....	45
VI.1.11.1/ L'anoestrus.....	45
VI.1.11.2/ Les kystes ovariens .....	46
VI.1.11.3/ Les boiteries.....	46
VI.1.11.4/ Les mammites.....	47
<b>VI.2/Facteurs liés aux conditions d'élevage</b> .....	47
VI.2.1/ L'alimentation .....	47

VI.2.1.1/ Les besoins énergétiques .....	48
VI.2.1.2/ Les besoins protéiques.....	51
VI.2.1.3/Les besoins minéraux .....	52
VI.2.1.3.1/Minéraux majeurs .....	52
VI.2.1.3.2/Minéraux mineurs.....	54
VI.2.1.4/ Les besoins vitaminiques.....	55
VI.2.1.4.1/ La vitamine A .....	56
VI.2.1.4.2/ La vitamine D .....	56
VI.2.1.4.3/ La vitamine E.....	56
VI.2.2/ L'allaitement.....	56
VI.2.3/ La conduite de la reproduction .....	57
VI.2.3.1/ Le moment de la mise à la reproduction.....	57
VI.2.3.2/ La détection des chaleurs.....	57
VI.2.3.3/ Le moment de l'insémination par rapport aux chaleurs .....	58
VI.2.3.4/ La technique d'insémination .....	59
VI.2.4/ La taille du troupeau et le type de stabulation .....	59
VI.2.5/ La politique de réforme .....	60
<b>VI.3/ Facteurs d'environnement.....</b>	<b>60</b>
VI.3.1/ Le climat .....	60
VI.3.2/La saison .....	61
<b>VI.4/Facteurs humains .....</b>	<b>61</b>
<b><u>CHAPITRE III: L'ANOESTRUS PUBERTAIRE ET DU POST-PARTUM CHEZ LA</u></b>	
<b><u>VACHE.</u></b>	
<b>I/Définition.....</b>	<b>63</b>
I.1/L'anoestrus vrais .....	63
I.2/le faux anoestrus ou suboestrus .....	63
<b>II/classification .....</b>	<b>63</b>
II.1/anoestrus de détection .....	63
II.2/anoestrus physiologique .....	64
II.3/anoestrus fonctionnel.....	64
II.4/anoestrus pathologique.....	64
II.4.1/anoestrus pathologique pubertaire.....	64
II.4.2/anoestrus pathologique du post-partum.....	65
<b><u>CHAPITRE IV : DETECTION DES CHALEURS.</u></b>	

<b>I/Importance de la détection des chaleurs</b> .....	68
<b>II/Définition des chaleurs (œstrus)</b> .....	69
<b>III/Les signes des chaleurs</b> .....	70
III.1/Signes de début chaleurs.....	70
III.2 Signes de pleines chaleurs .....	70
III.3/Signes de fin chaleurs .....	71
<b>IV/Critère d'efficacité de la détection des chaleurs</b> .....	77
<b>V/Chronologie des différents signes des chaleurs chez la vache laitière</b> .....	78
<b>VI/Effets de différents facteurs sur le comportement sexuel</b> .....	78
VI.1/Le mâle.....	78
VI.2/Le climat .....	79
VI.3/Le rythme circadien .....	79
VI.4/La stabulation (housing) .....	79
VI.4/Le troupeau .....	79
VI.6/La puberté .....	80
VI.7/Le post-partum.....	80
VI.8/L'appareil locomoteur .....	80
VI.9/Les traitements hormonaux.....	81
<b>VII/La détection de l'œstrus</b> .....	81
VII.1/L'observation du comportement sexuel.....	81
VII.2/L'animal détecteur .....	82
VII.2.1/Le mâle .....	82
VII.2.1.1/Suppression de la spermatogenèse .....	82
VII.2.1.2/Suppression de la migration du sperme.....	82
VII.2.1.3/Intromission pénienne rendue impossible .....	82
VII.2.1.4/Fixation du pénis .....	82
VII.2.1.5/Amputation du pénis .....	82
VII.2.1.6/Déviation du pénis.....	82
VII.2.1.7/Obstruction de la cavité préputiale.....	82
VII.2.2/L'induction d'un comportement mâle .....	83
VII.2.2.1/Le mâle .....	83
VII.2.2.2/La femelle.....	83
VII.3/Les systèmes d'identification du comportement œstral.....	84
VII.3.1/Les révélateurs de chevauchements .....	84

VII.3.1.1/ Application de peinture .....	84
VII.3.1.2/ Autres systems.....	85
VII.3.1.3/ Les détecteurs électroniques de chevauchement .....	86
a. Principes de base .....	86
b. Validité des systèmes .....	87
c. De la praticabilité des systèmes électroniques de détection.....	87
VII.3.2/ Les licols marqueurs.....	89
VII.3.3/ Les méthodes annexes de détection .....	90
VII.3.3.1/ Résistance électrique .....	91
VII.3.3.2/ Production laitière .....	91
VII.3.3.3/ Podomètres .....	91
VII.3.3.4/ Chiens.....	91
VII.3.3.5/ Température corporelle .....	92
VII.3.3.6/ Palpation du tractus génital .....	92
VII.3.3.7/ Pheromones .....	92
VII.3.3.8/ L'enregistrement vidéo.....	92
<b>VIII /La quantification de la détection des chaleurs.....</b>	<b>92</b>
VIII.1/ Le dosage de la progesterone .....	92
VIII.2/ Les paramètres zootechniques .....	93

### **Références bibliographiques**

### **Conclusion**

# **LISTE DES FIGURES, TABLEAUX, GRAPHES, PHOTOS & CARTES.**

## **1) FIGURES**

**Figure 01 :** appareil génital de la vache non gravide étalé après avoir été isolé et ouvert dorsalement (reproduction des mammifères d'élevage (INRAP FOUCHER) maladies des bovins pages 459) (maladies des bovins 2008). Page 6

**Figure 02 :** Le tractus génital de la vache -vue latérale Présentant sa position à l'intérieure des cavités pelvienne et abdominale (reproduction des mammifères d'élevage (INRAP FOUCHER) maladies des bovins pages 459) (maladies des bovins 2008).page7

**Figure 03 :** diagrammes des étapes de développement ovarien folliculaire, de l'ovulation et de la fonction lutéinique (AR.PETERS et PJH.BALL\_1987).page10

**Figure 04 :** ovaire à différents stades (d'après A.R.PETERS\_1987).page11

**Figure 05 :** modifications des concentrations hormonales durant le cycle œstral (ROCHE ,1992).page12

**Figure 06 :** Chronologie du développement folliculaire (MONIAUX *et al.* 1999).page17

**Figure 07 :** représentation schématique du cycle sexuel chez la vache (AR.PETERS *et PJH.BALL\_1987*).page19

**Figure 08 :** Rôles relatifs des gonadotrophines et des facteurs de croissance au du développement folliculaire (WEBB.et AL.1999).page20

**Figure 09 :** Croissances folliculaires au cours d'un cycle œstral chez la vache (ENNUYER, 2000).page22

**Figure10 :** Reprise du développement folliculaire chez le vache laitière post-partum (ENNUYER, 2000).page24

**Figure 11 :** cycle sexuel de la vache (WATTIAUX. 2004).page26

**Figure12 :** la fécondation (CRAPLET ; THIBIER, 1973).page30

**Figure13** : les étapes de fécondation (CRAPLET ; THIBIER, 1973).page30

**Figure 14:** embryons de quelques cellules (INRAP, 1988).page31

**Figure15:** Evolution du taux de réussite en 1<sup>ère</sup> insémination en race Prime H (BOICHARD et al. 2002).page35

**Figure16** : Evolution de l'intervalle entre vêlages depuis 1980 dans les trois Principales races françaises (BOICHARD et al. 2002).page38

**Figure17:** Evolution de l'intervalle vêlage-1<sup>ère</sup> insémination (IV-IA1) de 1995 à 2001 selon le numéro de lactation (Ln) en race Prime Holstein (BOICHARD *et al.* 2002).page40

**Figure18:**Evolutions de la production laitière annuelle et du taux de conception dans la race Prime Holstein aux Etats-Unis (BUTLER et SMITH, 1989).page40

**Figure19** : Système de notation de l'état corporel (EDMONDSON et al. 1989).page42

**Figure20** : Récapitulatif sur la démarche diagnostique des vaches en anoestrus (SOUAMES, 2003).page66

**Figure21** : signes secondaires d'oestrus chez la vache (SYLVIE CHASTANT-MILLARD 2008).page 74

**Figure 22** : critère d'efficacité de la détection des chaleurs (J.M.GOURREAU(AFSSA) et (F.BENDALI 2008).page77

**Figure 23** : Chronologie des différents signes des chaleurs chez la vache laitière (SYLVIE CHASTANT\_MAILLARD 2008).page78

**Figure 24** : détecteurs de chevauchement (**CAMAR**) (SYLVIE CHASTANT\_MAILLARD 2008).page86

**Figure 25** : système HEAT WATCH (SYLVIE CHASTANT\_MAILLARD 2008).page88

**Figure26** : Système (ESTRUS ALERT ESTROTECT) (SYLVIE CHASTANT\_MAILLARD 2008).page88

**Figure 27** : système MTE-MASTER et CAMAR (CH .HANZEN 2006).page89

## **2) TABLEAUX**

**TABLEAU01** : Variations du gain moyen quotidien selon l'âge et le poids vif de la génisse (WOLTER, 1994).page16

**TABLEAU02**: Variation schématique de l'appareil génital de la vache (C.CRAPLET 1952).  
Page32

**TABLEAU03**:Objectifs de la fertilité chez la vache laitière (VALLET et al. 1984 et SERIEYS, 1997).page36

**TABLEAU04**:L'effet du niveau de production laitière sur les chances de Conception (LUCY, 2001).page41

## **03) PHOTOS**

**Photo 01** : illustration tractus génital(Prof. Ch. Hanzen) propédeutique génitale femelle de la vache année 2008\_2009.page7

**Photo 02** : préhension et de la palpation de l'ovaire (Prof. Ch. Hanzen) propédeutique génitale femelle de la vache année 2008\_2009).page11

**Photo 03** : la monte signe de chaleurs (INRAP FOUCHER) maladies des bovins 2008.page69

**Photo 04** : chevauchement par la tête chez une vache en oestrus (SYLVIE CHASTANT-MILLARD 2008). Page72

**Photo 05**: chevauchement par l'arrière chez une vache en oestrus (SYLVIE CHASTANT-MILLARD 2008).page73

**Photo06** : monte passive accepte de chauvechement au moment de l'oestrus (CH.HENZEN, ULg, FMV).page 74

**Photo07** : contacte entre deux vaches au moment de l'oestrus (CH.HENZEN, ULg, FMV).  
Page75

**Photo08** : Ecoulement muqueux lors de l'oestrus (CH.HENZEN, ULg, FMV).page75

**Photo09** : Ecoulement sanguinolent lors de l'oestrus (CH.HENZEN, ULg, FMV).page76

**Photo 10** : cogestion cervico-vaginal lors de l'oestrus (CH.HENZEN, ULg, FMV).page76

**Photo 11** : le réflexe lombaire au cours de l'oestrus (CH.HENZEN, ULg, FMV).page77

**Photo 12** : Détecteur de chevauchement par peinture (SYLVIE CHASTANT\_MAILLARD  
2008).page89

# **LISTE DES ABREVIATIONS**

**DEC:** détecteur électronique de chevauchement

**FSH:** Folliculo Stimulating Hormone

**GH:** hormone de croissance

**GMQ:** Gain Moyen Quotidien

**GnRH:** Gonadotropin Releasing Hormone

**HPL:** Hormone placentaire lactogène

**IA:** Insémination Artificielle

**IGF:** Insulin-like Growth Factors

**INRA:** Institut National de la Recherche Agronomique

**INRAP:** Institut National de la Recherche Agronomique et de Production

**IVII:** Intervalle vêlage – Insémination première

**IVIF:** Intervalle vêlage – Insémination fécondante

**IVV:** Intervalle vêlage – vêlage

**LH:** Luteinizing Hormone

**MS:** Matière sécher

**NR45:** Non retour en chaleur à 45 jours

**P:** Probabilité

**PgF2 $\alpha$ :** Prostaglandine F2 alpha

**PIH:** Prolactin inhibiting hormone

**PL:** Production laitière

**PPM:** partie par million (= mg/kg)

**SB:** Score Body

# **INTRODUCTION**

La reproduction est une fonction capitale en élevage bovin, qu'il soit allaitant ou laitier. En effet, le veau est la seule production d'une vache chaque année en système allaitant, et en production laitière, le vêlage déclenche la lactation. En plus d'être la base des productions bovines, la reproduction est également un témoin de la santé générale de l'élevage. Les performances de reproduction sont en effet les premières affectées par perturbation ou erreur de la conduite d'élevage par exemple les non détections des chaleurs (J.M.GOURREAU(AFSSA) et (F.BENDALI 2008).

La détection des chaleurs (œstrus) représente un des facteurs essentiels d'obtention d'une fécondité et d'une fertilité normale. Elle conditionne en effet l'obtention d'un intervalle normal entre la naissance ou le vêlage et la première insémination. Récemment, une étude de modélisation des facteurs responsables de la fécondité a démontré que respectivement le délai d'insémination une fois écoulée la période d'attente volontaire décidée par l'éleveur ; le taux de gestation et la durée de la période d'attente volontaire comptaient respectivement pour 45, 24 et 25 % de l'intervalle entre vêlages. Elle influence directement la fertilité puisque normalement l'insémination artificielle doit être réalisée une douzaine d'heures après le début de l'œstrus. Enfin, l'absence de détection du retour en chaleurs de l'animal constitue une des méthodes précoces de diagnostic de gestation. Multiples sont les facteurs qui conditionnent l'extériorisation normale des symptômes de l'œstrus. Divers sont également les moyens qui directement ou indirectement améliorent la qualité de la détection des chaleurs. Il en est de zootechniques et d'autres pharmacologiques. Ces derniers (prostaglandines, progestagènes) (Ch. Hanzen 2004).

-L'importance économique de la détection des chaleurs n'est plus à démontrer. Une mauvaise détection contribue en effet à augmenter le délai nécessaire à l'obtention d'une gestation. Elle augmente indirectement les frais liés à l'insémination artificielle. Ainsi constate-t-on une utilisation de plus en plus intensive à la saillie naturelle même dans les troupeaux laitiers, pourtant connus pour recourir davantage à l'insémination artificielle. Ainsi en 1995 une enquête réalisée aux USA confirmait que moins de 20 % des troupeaux utilisaient exclusivement l'insémination artificielle. Une telle façon de faire n'est pas dépourvue de risque dont celui d'une régression du progrès génétique et celui lié à l'utilisation de taureaux infertiles ((Ch. Hanzen 2004).

-Les chaleurs(ou œstrus) apparaissent à la puberté, vers 6mois (plus exactement lorsque les animaux ont atteint 40 %de leur poids adulte).les vaches ne sont cependant mises à la reproduction que lorsqu'elles ont atteint 60%de leur poids, afin d'éviter les dystocies et les retards de croissance. Il importe donc de séparer les génisses des males jusqu'à cette période (J.M.GOURREAU(AFSSA) et (F.BENDALI 2008).

Après la puberté, les chaleurs ont lieu tous les 21 jours en moyenne, dans une fourchette allant de 18 à 25 jours. Elles disparaissent au cours de la gestation (même si 2 à 4 des vaches gravides présentent des signes de chaleurs sans ovulation). Après la mise bas elles ne réapparaissent qu'après un délai variable selon les animaux, délai dénommé « anoestrus post partum ».

Les chaleurs sont de plus en plus difficiles à détecter dans les élevages modernes : tout d'abord parce que les conditions d'élevage ne facilitent pas leur expression (sol en béton, caillebotis, logette, troupeaux de trop grande taille) mais aussi du fait de modifications physiologiques des vaches (J.M.GOURREAU(AFSSA) et (F.BENDALI 2008).

En premier lieu les chaleurs sont désormais de très courte durée : de 8 à 14 heures. En suite, les signes de chaleurs sont peu évidents : 15% des ovulations ne s'accompagnent d'aucun signe ; les signes caractéristiques des chaleurs, à savoir l'acceptation du chevauchement (photo 1) n'existe que chez 60% des vaches (J.M.GOURREAU(AFSSA) et (F.BENDALI 2008).

Pour détecter le plus grand nombre de vaches en chaleurs possible, il devient nécessaire d'observer les signes secondaires dits « proceptifs » : la vache en chaleurs vient interagir avec ses congénères, en reniflant leur région ano-génitale, en posant son auge sur leur croupe, en les poussant de la tête. Si plus de cinq signes sont observés au bout de 15 minutes d'observation, la probabilité que la vache soit en chaleurs est de 100% (J.M.GOURREAU(AFSSA) et (F.BENDALI 2008).

D'autres modifications peuvent être observées chez certaines femelles lors des chaleurs : congestion vulvaire, écoulement vulvaire transparent, mugissement, flehmen (lèvre supérieure retroussée, cou en extension), recherche du contact avec l'homme et, surtout, augmentation de l'activité locomotrice (J.M.GOURREAU(AFSSA) et (F.BENDALI 2008).

Les premières chaleurs apparaissant après le vêlage sont souvent de faible intensité. De même le déficit énergétique (fréquent post-partum), une forte production laitière, une faible luminosité dans l'étable, un faible exercice ou toute cause de douleur (en particulier les boiteries) peuvent s'accompagner d'une plus faible expression des chaleurs.

Pour exercer une surveillance des chaleurs dans de bonnes conditions, il importe de se trouver dans une étable lumineuse, dans le calme. L'observation des chaleurs est une activité à part entière, qui doit être réalisée en dehors des périodes de traite, d'affouragement ou de traitement des animaux. L'observation doit se faire au moins 2 fois par jour, le matin tôt (avant la distribution des aliments et avant la traite chez les vaches laitières), et le soir tard (après la tombée du jour), à raison de 15 minutes par observation. Le numéro de la vache détectée en chaleurs est immédiatement noté sur

un carnet puis sur le planning de reproduction, pour le situer par rapport au vêlage ou aux mises à la reproduction (J.M.GOURREAU(AFSSA) et (F.BENDALI 2008).

Il est important de noter les dates d'œstrus dès les premières chaleurs après le vêlage, même s'il est encore trop tôt pour inséminer : ces dates précoces serviront ensuite de référence pour les chaleurs ultérieures jusqu'à la période d'insémination .le planning, linéaire ou rotatif, sur lequel tous les événements de la reproduction sont inscrits au jour le jour, est un auxiliaire intéressant : il permet de savoir chaque jour quelles sont les vaches susceptibles de venir en chaleurs.

L'ovulation a lieu 27heurs après le début des chaleurs. Néanmoins, l'insémination doit avoir lieu aussitôt que possible après la détection des chaleurs afin que l'ovocyte puisse être fécondé aussi tôt que possible après l'ovulation (J.M.GOURREAU(AFSSA) et (F.BENDALI 2008).

# **CHAPITRE I**

# **RAPPELS**

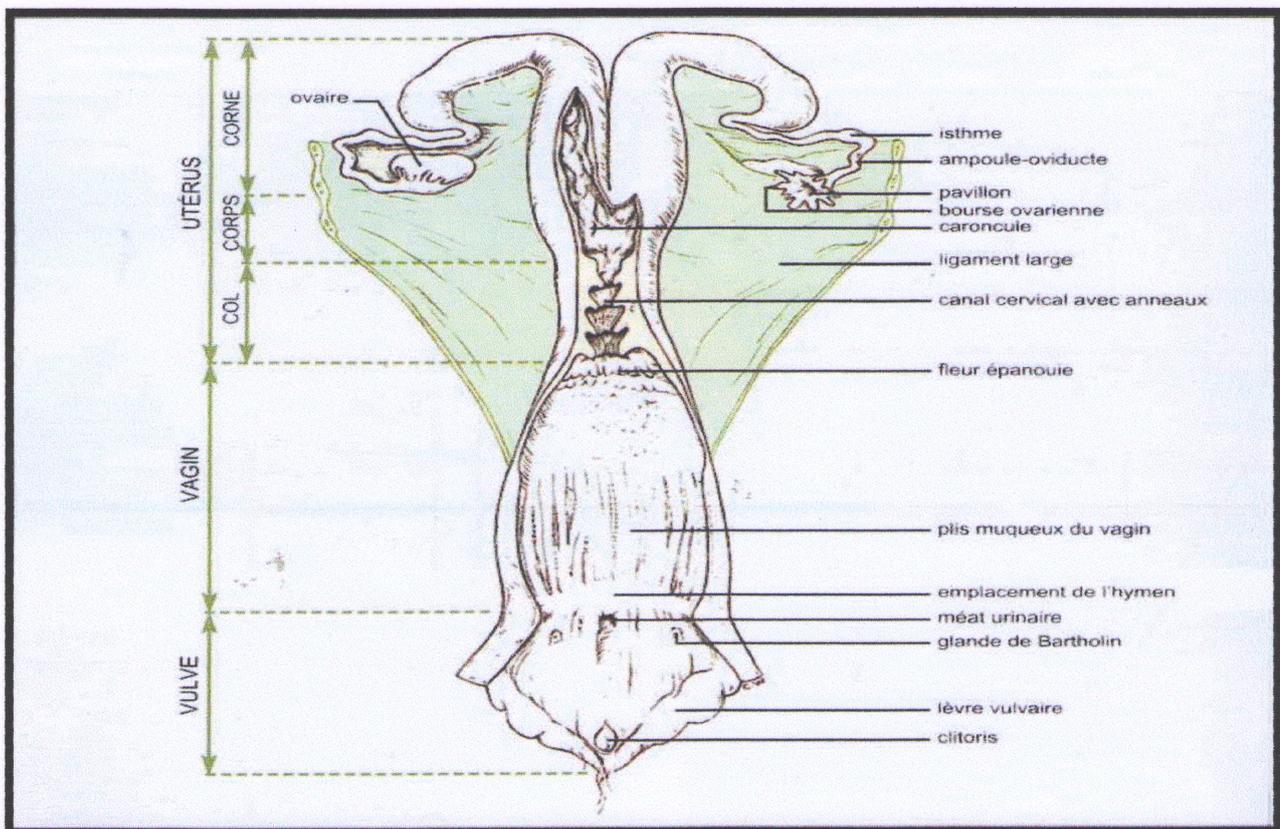
# **ANATOMOPHYSIOLOGIQUE**

## I. RAPPELS ANATOMIQUES

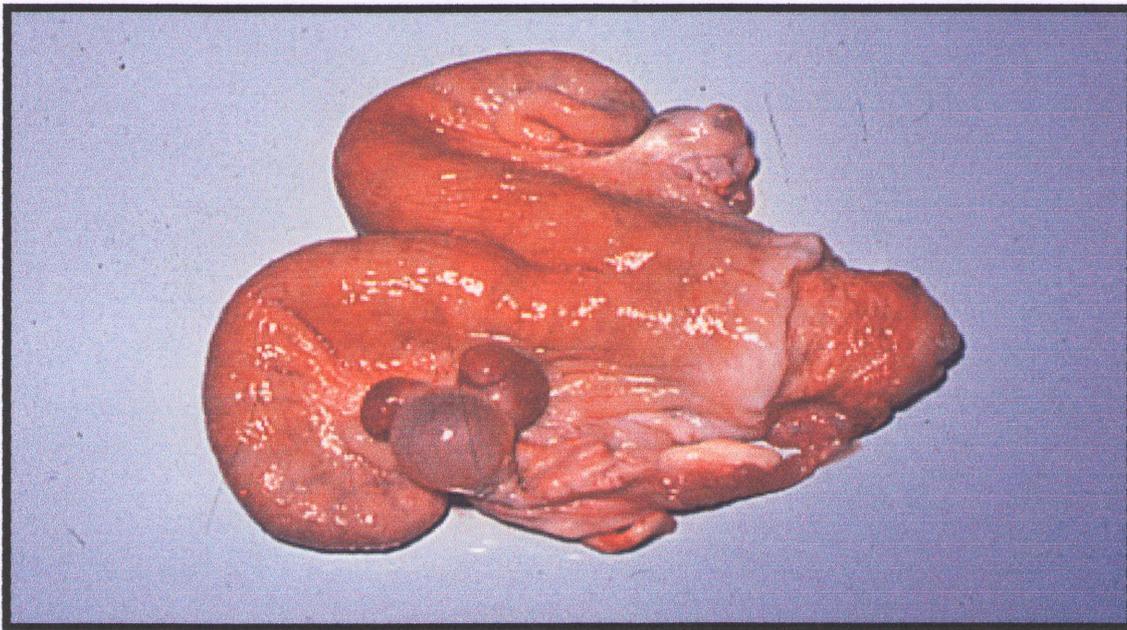
Le rôle de l'appareil reproducteur femelle est plus complexe que celui du male. Il ne se limite pas à l'élaboration des gamètes femelles et à leur cheminement. En effet, c'est dans le tractus génital femelle que :

- ▶ Le sperme du male est déposé.
- ▶ Les gamètes male et femelle se rencontrent et que la fécondation a lieu.
- ▶ L'œuf obtenu se développe pour donner un nouvel être vivant.

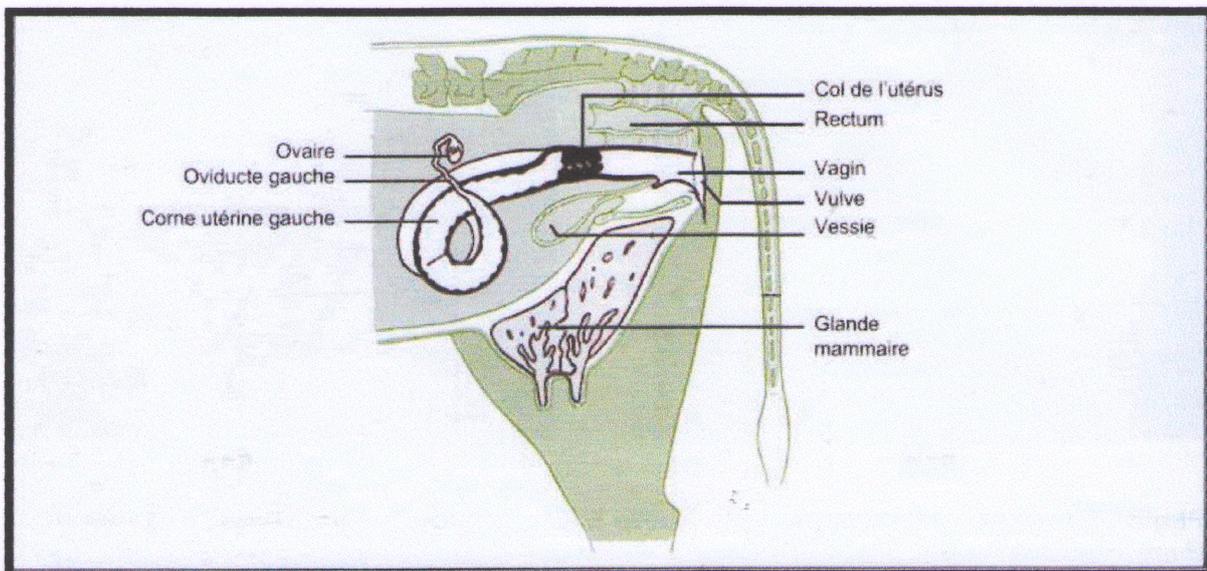
L'appareil reproducteur femelle comprend deux gonades (deux ovaires), et le tractus génital (Vulve, vagin, utérus, oviducte) (Figures 1,3 et photo 4).



**Figure 01 : appareil génital de la vache non gravide étalé après avoir été isolé et ouvert dorsalement (reproduction des mammifères d'élevage (INRAP FOUCHER) maladies des bovins pages 459) (maladies des bovins 2008).**



**Photo 01 : illustration tractus génital(Prof. Ch. Hanzen) propédeutique génitale femelle de la vache année 2008\_2009.**



**Figure 02:Le tractus génital de la vache -vue latérale Présentant sa position à l'intérieure des cavités pelvienne et abdominale (reproduction des mammifères d'élevage (INRAP FOUCHER) maladies des bovins pages 459) (maladies des bovins 2008).**

Au début de la vie embryonnaire, le développement du système génital est Identique dans les deux sexes. La différenciation sexuelle est chez les bovins Une des plus précoces dans la série des mammifères. Elle se fait dès le 40<sup>ème</sup> Jour du fœtus.

Les cordons sexuels corticaux vont regrouper les gonocytes primordiaux d'où naîtront les cellules

; leur évolution conduira à l'ovule. A la naissance, le nombre D'ovocytes est définitivement acquis. Il ne s'en formera plus de nouveaux. (F. DELETANG)

Les canaux de Müller se développent pour donner dans leur partie supérieure Le pavillon des trompes, l'oviducte dans sa partie médiane et le canal utéro-vaginal dans sa partie postérieure.

Exception faite de l'orifice d'entrée ou vulve, les organes génitaux de la femelle Sont en position pelvi-abdominale. Cet appareil génital n'est pas seulement limité à l'élaboration des gamètes et des hormones sexuelles mais il est le siège de la fécondation et il assure la gestation et la parturition.

Il comprend les ovaires, la trompe utérine, l'utérus, le col, le vagin et la vulve. (F. DELETANG)

## **I.1 / Le tractus génital**

Chez l'embryon, le tractus génital femelle consiste, au départ, en deux cordons pleins parallèles se creusant ensuite pour former les canaux de Muller, qui au cours du développement, vont se différencier en 4 segments essentiels ayant chacun une fonction distincte :

### **I.1.1/ L'oviducte (trompe de Fallope)**

Les oviductes sont deux tubes convolutés de plus de 20 cm de longueur et seulement de 0,6 cm de diamètre, qui joignent chacune des cornes utérines à un ovaire, chaque oviducte comporte 3 segments anatomiques :

#### **a. Le pavillon ou infundibulum**

Indépendant de l'ovaire, qui a la forme d'un entonnoir s'ouvrant dans la bourse ovarienne, et pouvant s'appliquer contre le bord libre de l'ovaire pour recueillir le gamète femelle lors de l'ovulation (F. DELETANG).

#### **b. L'ampoule**

C'est la partie médiane de l'oviducte, dont elle peut atteindre 2/3 de sa longueur, par la structure ciliée de sa muqueuse et la musculature de sa sous muqueuse assurant des mouvements ascendants permettant d'une part l'escalade des spermatozoïdes Jusqu'au Lieu de fécondation et d'autre part, la descente du zygote vers le lieu de gestation (F. DELETANG).

#### **c. L'isthme**

C'est la portion postérieure de l'oviducte, débouchée sur la corne utérine et joue le rôle d'un filtre physiologique par sa finesse et son rétrécissement, tout en pratiquant une sélection sur les spermatozoïdes, en outre, il intervient dans le phénomène de capacitation (F. DELETANG).

### I.1.2/ L'utérus

L'utérus ou matrice est l'organe de la gestation. Continu en avant avec les oviductes et en arrière avec le vagin, il reçoit l'œuf (ovule fécondé), qui y effectue sa nidation, et abrite la croissance de l'embryon. Par ses contractions, il chasse en fin le fœtus, lorsque celui-ci atteint son complet développement (BARONE, 1976).

Sur le plan anatomique, on distingue 3 parties dans l'utérus :

#### a. Les Cornes utérines

Au nombre de deux, longues et recourbées vers le bas. Le ligament large s'insère au niveau de la petite courbure. Elles sont édifiées à leurs extrémités antérieures et soudées sur une certaine étendue à leur partie postérieure où elles sont réunies, dans l'angle de bifurcation, par deux replis musculo-séreux superposés ; c'est les ligaments intercorniens dorsale et ventrale (DERIVAUX et ECTORS ,1980).

#### b. Le corps de l'utérus

Le corps est un peu aplati dorso-ventralement, on lui reconnaît donc deux faces (dorsale et ventrale), deux bords (mésométrial et libre) et deux extrémités (crânial et caudale). L'extrémité caudale se rétrécit pour se continuer par le col, il est de moins de 5cm de longueur (THIERRY et al. ,1999)

#### c. Le col utérin ou cervix

Le cervix est un muscle de 10 à 13 cm de longueur et d'un diamètre de 2,5 à 5 cm. Il est percé en son centre par un canal étroit qui est fermé sauf pendant les chaleurs et pendant le vêlage. A l'intérieur du cervix, des anneaux tissulaires forment une série de "culs de sac" qui ralentissent la progression des agents infectieux. De plus, il sécrète un mucus protecteur qui se décharge dans le vagin. Le cervix permet d'isoler l'utérus du monde extérieur (WATTIAUX, 2004).

### I.1.3/ Le vagin

Le vagin est un conduit membraneux étendu horizontalement d'arrière en avant entre le cervix et la vulve .Il est en rapport en haut avec le rectum, en bas avec la vessie et le canal de l'urètre, latéralement avec les coxaux. La muqueuse vaginale est tapissée de plis muqueux qui lui permettant de se dilater considérablement lors du passage du fœtus. (DERIVAUX et ECTORS, 1980).La frontière entre le vagin et la vulve est déterminée par l'hymen qui est moins prononcée chez la

vache (VAISSAIR, 1977).

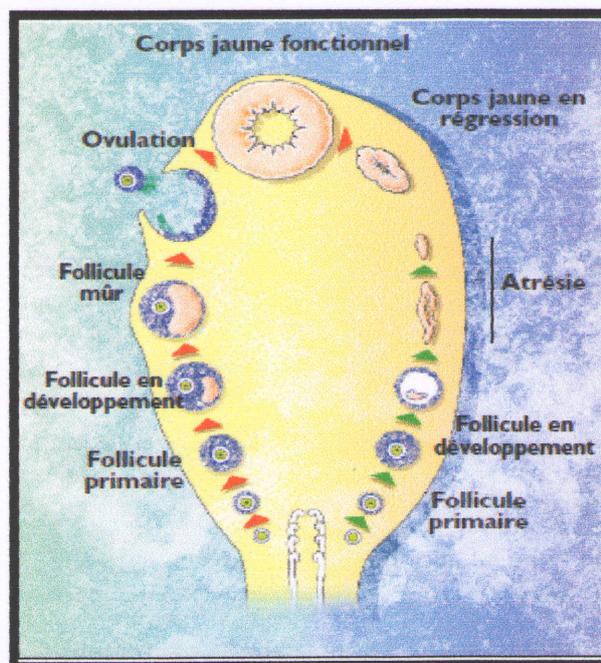
### I.1.4/ La vulve

C'est la partie commune à l'appareil urinaire et génital. Elle est formée par le vestibule vaginal et l'orifice vulvaire. Délimitée par les lèvres. Le vestibule reçoit l'urètre en avant de l'hymen. A mi-longueur et latéralement, débouchent les glandes de Bartholin dont la sécrétions lubrifiante facilite l'accouplement. La commissure supérieure des lèvres vulvaires est séparée de l'anus par le périnée. Au niveau de la commissure ventrale se trouve le clitoris (THIERRY, 1999).

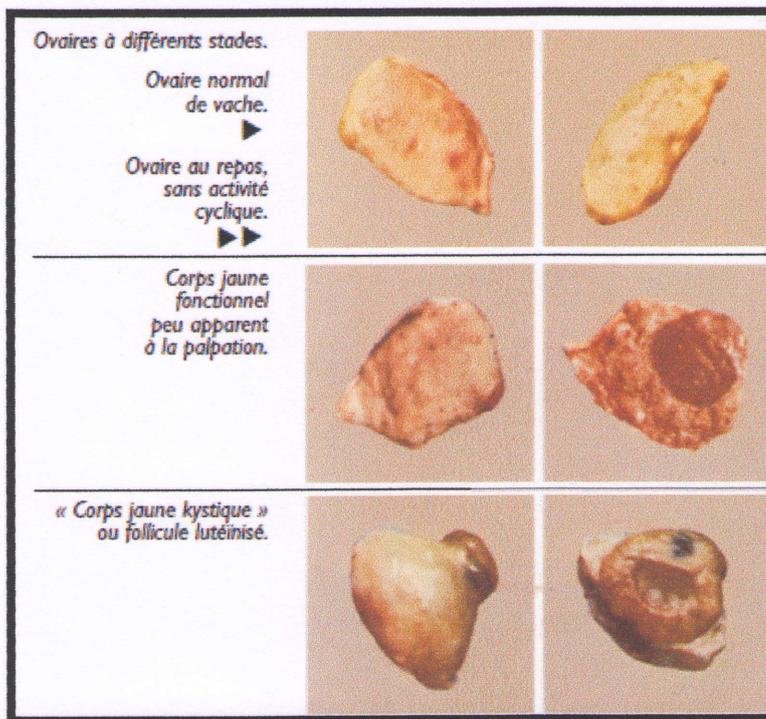
### I.2/ Les gonades

#### I.2.1 Morphologie

Chez la vache, les ovaires sont des organes pairs, situés dans la cavité abdominale, ils sont petits, ovoïdes, de taille variable selon l'âge et le stade du cycle œstral (3 à 5 cm de long, 2 à 3 cm de large et 1 à 2 cm d'épaisseur). De consistance ferme, leur forme est irrégulièrement bosselée par les structures telles que follicules à divers degrés de développement et corps jaunes. La coupe de l'ovaire permet d'observer ces organites spécifiques qui correspondent à l'évolution depuis le follicule primordial jusqu'au follicule mur qui produira l'ovocyte (figure 4,5) (DELETANG, 1997a).



**Figure 3 : diagrammes des étapes de développement ovarien folliculaire, de l'ovulation et de la fonction lutéinique (AR.PETERS et PJH.BALL\_1987).**



**Figure 4 : ovaire à différents stades (d'après A.R.PETERS\_1987).**



**Photo 2 : préhension et de la palpation de l'ovaire ((Prof. Ch. Hanzen) propédeutique génitale femelle de la vache année 2008\_2009.)**

### I.2.2 Les rôles de l'ovaire

#### a-Fonction exocrine

- L'ovogenèse : (oogenèse, oogénie) est l'ensemble des processus qui président à la formation et au développement des gamètes femelles ou ovules, aptes à être fécondé Par les spermatozoïdes. (VAISSAIR, 1977). (Voir Figure3)

- La folliculogénèse : est l'ensemble des phénomènes qui assurent l'apparition puis la maturation des follicules (MAILLET, 1974 ; VAISSAIR, 1977). (Voir Figure3)

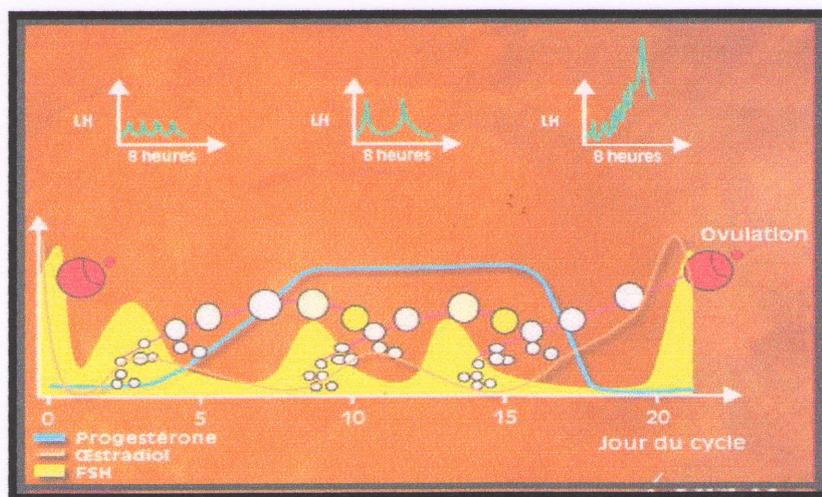
**b – fonction endocrine**

L'ovaire élabore plusieurs types d'hormones : Œstrogènes, progestérone, androgènes et Relaxine. (VAISSAIR, 1977).

**II. RAPPELS PHYSIOLOGIQUES**

**II.1. Les hormones de la reproduction**

Les hormones sont des substances, de nature protidique ou lipidique, synthétisées par les glandes endocrines et véhiculées le plus souvent par le sang ; elles ont dans l'organisme une durée de vie assez courte, de quelques minutes à quelque jours .Chaque hormone exerce une action spécifique, en amplifiant ou en inhibant des réactions biochimiques dans des cellules cibles pourvues de récepteur hormonal lui-même spécifique .Les hormones agissent toujours à des doses très faibles. La reproduction est réglée par un système hormonal au sein duquel l'hypothalamus et l'hypophyse jouent un rôle essentiel (INRAP, 1988).



**Figure 5 : modifications des concentrations hormonales durant le cycle œstral**

**(ROCHE ,1992)**

**II.1.1/ La GnRH**

Chez les animaux, l'initiateur et le régulateur fondamental de la fonction reproductrice est la GnRH(gonadotrophin releasing hormone ou gonadolibérine), qui est synthétisée et libérée par les neurones de l'hypothalamus. La GnRH se lie alors aux récepteurs spécifiques situés sur les cellules gonadotropes de l'antéhypophyse, ce qui provoque la synthèse et la libération des gonadotrophines, l'hormone folliculo-stimulante (FSH) et l'hormone lutéinisante (LH) (ROCHE, 1997a).

### II.1.2/ FSH

La FSH (follicule stimulante hormone) est une glycoprotéine synthétisée par l'antéhypophyse. Elle contrôle le développement de l'ovaire et la croissance folliculaire, prépare l'action de la LH(existence du pic de FSH avant l'ovulation ) par la fragilisation de la membrane de follicule (RIEUTORT ,1995) et stimule la synthèse des œstrogènes par les follicules (OZIL et LANCEAU.1988).

La FSH contrôle l'aromatase, enzyme responsable de l'aromatation des androgènes en œstrogène et dont l'activité est plus importante dans le follicule dominant que dans les follicules dominés(HANZEN,2000).Elle stimule la multiplication des cellules de granulosa et la formation de l'antrum, d'autant plus fortement s'il existe une imprégnation préalable par les œstrogènes (RIEUTORT ,1995).

### II.1.3 / LH

La LH (luteostimulating hormone) c'est une glycoprotéine sécrétée par l'antéhypophyse :

-Elle contrôle la maturation finale des follicules avec la FSH, provoque l'ovulation, induit la formation du corps jaune et la synthèse de progestérone (DERIVAUX et ECTORS.1980).

-Elle stimule la sécrétion de progestérone à partir du cholestérol. La LH associée ou non à FSH, stimule la sécrétion de différents stéroïdes (œstrogène, progestérone) (SAIRAM, 1974)

### II.1.4/ Les Œstrogènes :(Oestradiol, Œstrone, Oestriol)

Œstrogène signifie qui provoque l'oestrus. Secrétés par les cellules de la thèque interne des follicules et par les cellules interstitielles .Parmi les œstrogènes, l'hormone essentielle sécrétée par l'ovaire est représentée par le 17 $\beta$  œstradiol (VAISSAIR, 1977).

A forte dose, elles exercent une rétroaction positive sur la sécrétion hypophysaire (FSH, LH), à faible dose elles exercent une rétroaction négative sur la sécrétion hypophysaire (INRAP, 1988). Leur taux est relativement faible en dehors de la phase folliculaire .Ainsi, chez la vache il est

de 8, 6pg/ml au moment de l'oestrus et de 1,7pg/ml au lendemain de celui-ci (DERIVAUX et ECTORS, 1980).

Les œstrogènes sont avant tout les hormones de la croissance du tractus génital ils entraînent la congestion, l'œdème et la croissance cellulaire (FONTAINE, 1995).

### II.1.5 / La Progestérone

Signifie qui permet la gestation ; secrétée par les cellules lutéiniques du corps jaune, elle est également synthétisée dans la corticosurrénale et dans le placenta de certaines espèces (DERIVAUX et ECTORS, 1980).

Les effets centraux de la progestérone sont essentiellement représentés par son effet rétroactif (feedback) négatif sur la sécrétion de gonadolibérine et donc anovulatoire (FONTAINE, 1995). Elle freine la production d'oestradiol, d'où l'effet inhibiteur indirect qu'exerce localement le corps jaune ovarien sur la croissance folliculaire (DUPOUL, 1993), ainsi elle stimule l'activité sécrétoire de l'endomètre, diminue la tonicité du myomètre et sa sensibilité à l'ocytocine (DERIVAUX et ECTORS, 1980).

### II.1.6/ La prostaglandine

Les prostaglandines sont un ensemble de molécules de nature lipidique, la plus importante entre elles pour la reproduction est la prostaglandine (PGF2 $\alpha$ ).

La PGF2  $\alpha$  est synthétisé par les cotylédons de l'utérus (WHITE et DORSON. 1990).

Elle déclenche la régression du corps jaune ou lutéolyse, déclenche et entretient les contractions de myomètre au moment de la mise bas (INRAP, 1988), d'autre part la PGF2 $\alpha$  influence la gonadotrophine, en effet SPICER et al (1981) ont observé que pendant la lutéolyse, elle provoquerait une diminution du nombre de récepteur de LH du corps jaune.

### II.1.7 L'ocytocine

On réserve le nom d'ocytocique aux substances capables d'augmenter le tonus, la force, ou le rythme des contractions de l'utérus. L'ocytocine est un octapeptide sécrété par l'hypothalamus et libéré par la post hypophyse (VAISSAIR, 1977).

Elle stimule la contractilité des muscles lisses; agit sur le myomètre au moment de la mis -bas et sur les cellules myoépithéliales de la mamelle au moment de l'éjection du lait (INRAP, 1988).

## II.2.LA PUBERTÉ

Les organes de la reproduction, entièrement formés à la naissance, ne sont fonctionnels qu'à partir d'une époque bien déterminée de la vie, appelée puberté. A ce moment, l'animal devient apte à se reproduire. L'âge à la puberté ne constitue qu'un élément indicatif ; d'autres facteurs d'origine exogène, jouent un rôle très important, s'il n'est pas déterminant. Parmi ces facteurs, on peut citer : la température, la luminosité, l'état de développement et de nutrition, la vie en communauté des mâles et des femelles. Dans les grandes espèces, la race et l'état de nutrition jouent un rôle prépondérant ; les animaux bien entretenus, recevant une ration de valeur énergétique élevée, atteignent la puberté plus précocement que ceux qui sont déficitaires en alimentation (DERIVAUX et ECTORS, 1980).

Pendant la période pré pubertaire, la synthèse des gonadotropines est très faible et leur niveau plasmatique est très bas (FRASER et al. 1989).

Chez les bovins, L'apparition de la puberté des génisses est déterminée par l'âge et le poids de la femelle (THIBAUT et LEVASSEUR, 2001).

#### II.2.1/L'âge des génisses à la puberté :

Dans l'espèce bovine l'éveil pubertaire est plus précoce dans les races de petite taille que dans les races lourdes, et dans les races laitières que dans les races à viande (DERIVAUX et ECTORS, 1980).

La presque totalité des génisses laitières sont cyclées à partir de 15 mois (MIALOT et al. 2001).

La saison aurait aussi une influence sur l'âge à la puberté ; les génisses nées en automne, atteignent leur puberté à un âge plus précoce que celles qui naissent au printemps. La photopériode a donc un effet majeur qui influence le début de la puberté chez les vaches, et une exposition à la photopériode durant la seconde moitié de la première année de la vie de la femelle, réduit l'âge à la puberté (SCHILLO et al. 1992).

#### II.2.2 Le développement corporel et la puberté :

L'amorce de la puberté est surtout inhérente au développement corporel qu'à l'âge de l'animal. De ce fait, le poids corporel intervient dans le timing pubertaire, et il est considéré comme un indicateur important permettant de prédire l'âge de la puberté (JOUBERT, 1963).

La conduite alimentaire des génisses laitières a pour but donc de les faire reproduire au moment voulu, sans compromettre leur développement corporel et leur longévité, ni limiter leur potentiel

laitier (INRA, 1984). L'animal est dit pubère quand il atteint 50 à 60 % de son poids adulte (MIALOT et al. 2001).

Une sous nutrition des génisses est associée à un problème de détection des chaleurs, ainsi qu'à une diminution du taux de conception, un taux de mortalité embryonnaire élevé, une diminution du développement de la glande mammaire et à une diminution de la production laitière (GARDNER et al. 1977 ; LALLEMAND, 1980).

Les génisses dont la croissance pré sevrage est très avancée, auront une puberté plus précoce (PATERSON et al. 1992).

Cependant, une augmentation du taux de croissance des génisses aboutirait à une réduction de l'âge à la puberté (GARDNER et al. 1977 ; OYEDIPE et al. 1982).

Pour réussir la carrière reproductive des génisses, il faut trouver un compromis entre l'obtention d'un format suffisant pour un vêlage précoce et une croissance modérée permettant de bonnes lactations (BADINAND, 1983).

Le gain moyen quotidien varie selon l'âge et le poids vif de la génisse ; pour cela, l'optimum est d'avoir les valeurs maximales en fonction des différents stades physiologiques tels qu'exprimés dans le tableau (01):

	Âge (mois)	Poids vif (Kg)	GMQ (g/j)
-Naissance	0	45	Inf. à 600
-Sevrage	3	100	
-Elevage	6 - 9	200	
-Puberté	9 – 12	250-300	Inf. à 900
-Insémination	15	400	
-1 <sup>er</sup> vêlage	24	600	

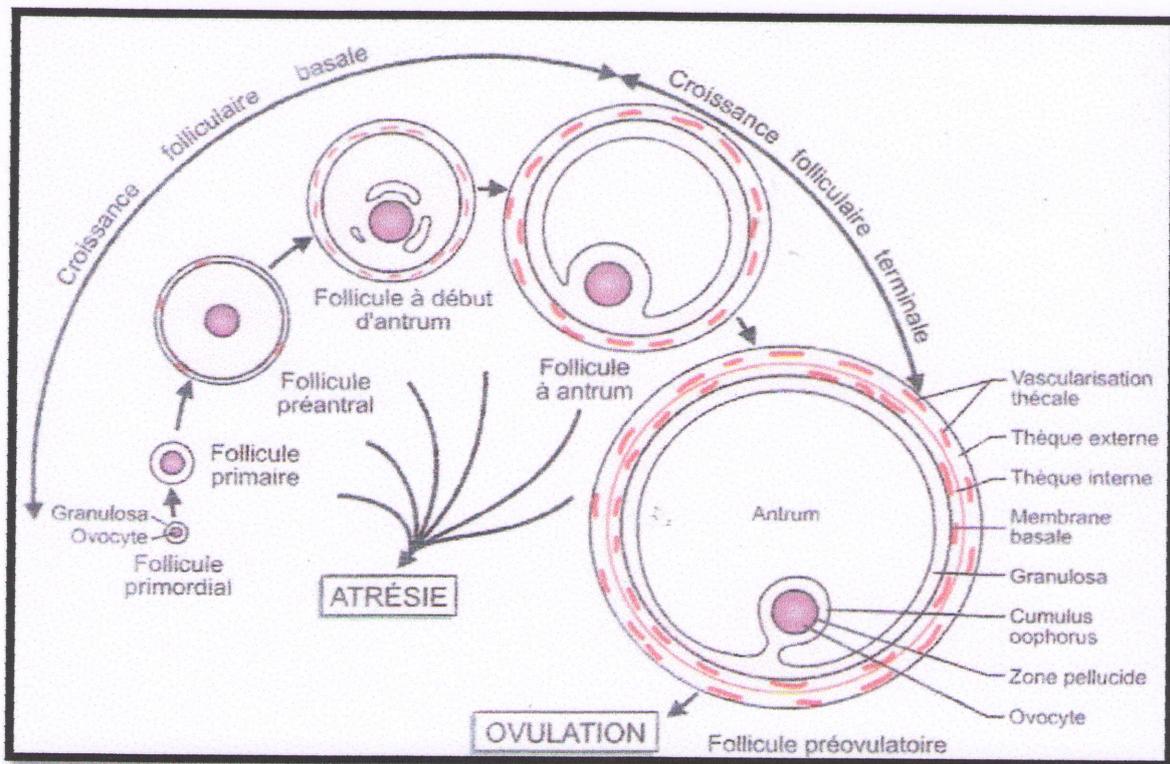
**Tableau 01: Variations du gain moyen quotidien selon l'âge et le poids vif de la génisse (WOLTER, 1994).**

### II.3/PHYSIOLOGIE DE L'ACTIVITE OVARIENNE CYCLIQUE CHEZ LA VACHE

La vache est une espèce à cycle sexuel de type continu ; les chaleurs peuvent apparaître chez les femelles non gestantes pendant toute l'année. La durée du cycle œstral est assez caractéristique de l'espèce, mais comporte cependant des variations individuelles notables, ce qui peut rendre difficile la prévision des retours en chaleurs. La durée moyenne du cycle œstral est en moyenne de 20 jours chez la génisse, et de 21 jours chez la vache (INRAP, 1988).

L'oestrus dure 6 à 30 heures, et se caractérise par les manifestations extérieures suivantes : excitation, inquiétude, beuglements, recherche de chevauchement de ses congénères, acceptation passive du chevauchement et écoulement de mucus. L'ovulation a lieu 6 à 14 h après la fin de l'oestrus et est suivie par la formation du corps jaune et l'installation d'un état pré gravidique de l'utérus, correspondant à la période d'installation de la fonction lutéale (DERIVAUX et ECTORS, 1986).

La production des gamètes femelles est la résultante de trois événements : l'ovogenèse, la folliculogénèse, et l'ovulation, suivie par la formation du corps jaune (INRAP, 1988).



**Figure 06: Chronologie du développement folliculaire (MONIAUX *et al.* 1999).**

## II.4/REGULATION HORMONALE DU CYCLE SEXUEL CHEZ LA VACHE

### II.4.1/aperçu du contrôle hormonal du cycle sexuel

La physiologie du cycle sexuel est complexe et fait intervenir le système nerveux central (axe hypothalamo-hypophysaire) et l'appareil génital (ovaires et utérus). Quand le corps jaune régresse à la fin du cycle (du 15<sup>ème</sup> au 19<sup>ème</sup> jour du cycle), le rétrocontrôle négatif exercé par la progestérone, sécrétée au cours de la phase lutéale par le corps jaune, sur l'axe hypothalamo-hypophysaire est levé progressivement (MEREDITH, 1995).

Les gonadotrophines hypophysaires, FSH et LH, stimulent la croissance du follicule dominant jusqu'au stade pré ovulatoire, et son activité sécrétoire libérant des quantités croissantes d'oestradiol. En 2 à 3 jours, la forte augmentation d'oestradiol plasmatique (à l'origine du comportement de chaleurs) entraîne une décharge importante de FSH et de LH, provoquant l'ovulation. Le corps jaune néoformé se développe sous l'influence trophique de la LH et de la prolactine, d'origine hypophysaire. Il sécrète à la fois de la progestérone et de l'oestradiol, à l'origine d'un rétrocontrôle négatif marqué sur l'axe hypothalamo-hypophysaire, ce qui inhibe une éventuelle sécrétion pré ovulatoire des gonadotrophines tout en permettant l'émergence d'une nouvelle vague folliculaire. La progestérone provoque le stockage de précurseurs d'acides gras dans l'endomètre (MEREDITH, 1995).

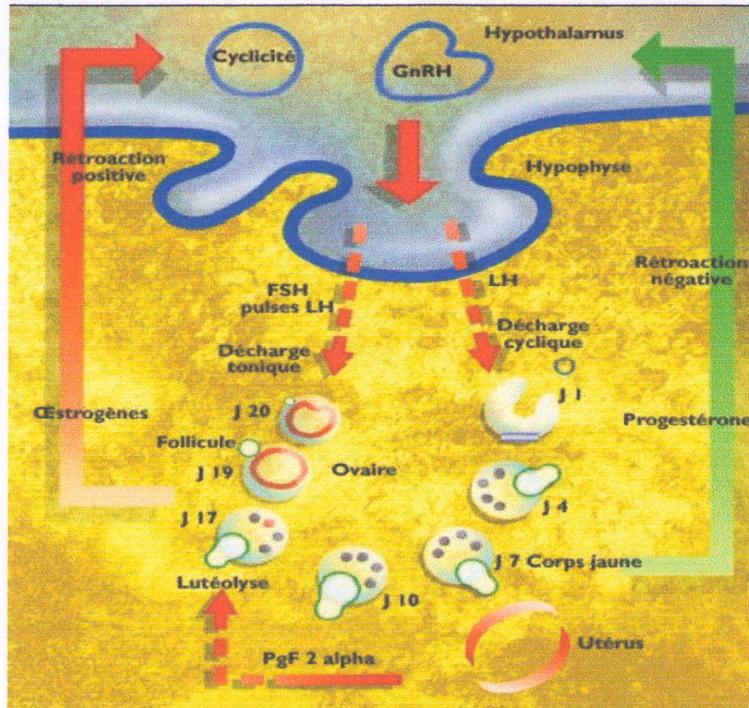
Après le 10<sup>ème</sup> jour du cycle, à partir de ces précurseurs, l'oestradiol induit la synthèse de la prostaglandine F2  $\alpha$  utérine, qui sera ensuite libérée par l'action de l'ocytocine lutéale sur ses récepteurs utérins. Son effet lutéolytique aura pour conséquence d'un point de vue hormonal la diminution progressive de la progestéronémie (MEREDITH, 1995).

#### II.4.2/régulation de la sécrétion de GNRH

L'initiateur et le régulateur fondamental de la fonction reproductrice est la GnRH (Gonadotrophin Releasing Hormone ou gonadolibérine). Cette hormone est synthétisée et libérée par les neurones hypothalamiques, et se lie aux récepteurs spécifiques situés sur les cellules gonadotropes de l'antéhypophyse, ce qui provoque la synthèse et la libération des gonadotrophines, FSH et LH (FIENI et al. 1995).

La FSH, à son tour, agit spécifiquement sur les petits follicules ovariens pour stimuler leur croissance, tandis que la LH agit en plus sur le follicule dominant mûr pour provoquer la maturation finale et l'ovulation (FIENI et al. 1995).

La GnRH est sécrétée par l'hypothalamus de façon pulsatile, et elle est elle-même responsable de la pulsativité des sécrétions gonadotrope (FIENI et al. 1995).



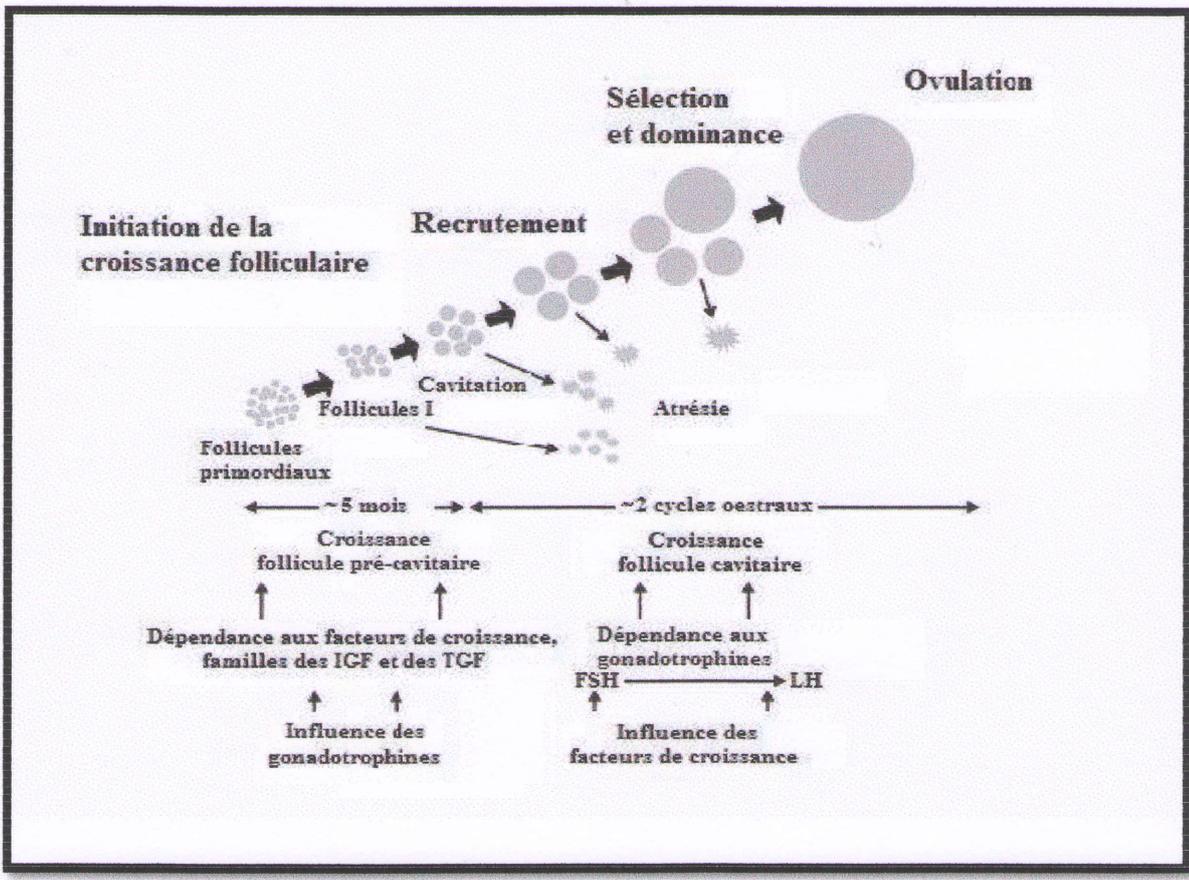
**Figure7 : représentation schématique du cycle sexuel chez la vache**

*(AR.PETERS et PJH.BALL\_1987).*

#### II.4.3/régulation de la croissance folliculaire

Les stades initiaux de la folliculogénèse se produisent indépendamment des gonadotrophines (WEBB et al. 2003).

En revanche, la FSH et la LH deviennent indispensables au développement des follicules dès le début de la maturation, grâce à une action synergique séquentielle, mais aussi parfois simultanée. Ces hormones sont animées d'une sécrétion de base « tonique » à caractère pulsatile, de faible fréquence mais aussi à intervalles réguliers, puis, 24 heures avant l'ovulation, d'une décharge importante de courte durée, décharge « cyclique » ou ovulatoire, également pulsatile mais de haute fréquence (WEBB et al. 2003).



**Figure 08: Rôles relatifs des gonadotrophines et des facteurs de croissance au du développement folliculaire (WEBB.et AL.1999).**

#### II.4.4/croissance folliculaire pré-antrale

Ce phénomène continu démarre lors de l'entrée en croissance des follicules primordiaux, à partir de la sortie du stock, jusqu'à la taille de 5 mm. Les gonadotrophines ne sont probablement pas indispensables dans l'initiation de la croissance folliculaire (Mc NATHY et al. 1999), bien que les ARNm des récepteurs à FSH et à LH semblent apparaître précocement (BAO et al. 1998).

La régulation de cette première phase, dite non-gonadodépendante, semble être largement assurée par des facteurs locaux, à l'origine d'interactions entre les cellules de la granulosa et l'ovocyte : activines et inhibines, protéines BMP (Bone Morphogenetic Proteins), facteurs de croissance, en particulier IGF (Insulin-like Growth Factors), bFGF (basic Fibroblast Growth Factor), EGF (Epidermal Growth Factor) et TGF  $\beta$  (Transforming Growth Factors  $\beta$ ), (MCNATTY et al. 1999 ; WEBB et al. 2004).

#### II.4.5/recrutement

La formation de l'antra folliculaire coïncide avec l'acquisition d'une dépendance du développement folliculaire vis-à-vis des gonadotrophines. Au cours de la maturation folliculaire, les cellules de la granulosa acquièrent des récepteurs spécifiques à la FSH. La sécrétion de la FSH va provoquer à leur niveau deux effets biologiques : d'une part, grâce à l'action conjointe de l'IGF-I, la stimulation de l'aromatisation des androgènes, fournie par les cellules de la thèque, en œstrogènes ; d'autre part, l'apparition de récepteurs à LH sur les membranes cellulaires, toujours en relation avec l'IGF-I. Les œstrogènes synthétisés grâce à l'action synergique de la FSH et de la LH stimulent la multiplication des cellules de la granulosa, induisant ainsi la croissance du follicule et le développement de la cavité antrale remplie de liquide folliculaire (ENNUYER, 2000 ; FIENI et al. 1995).

L'IGF-II, produit par les cellules thécales, serait le principal facteur ovarien de croissance folliculaire impliqué dans la régulation de la croissance des follicules cavitaires chez la vache (WEBB et al. 1999).

#### **II.4.6/sélection**

Lors de la sélection, l'augmentation de la fréquence pulses de LH stimule la production d'oestradiol et d'inhibine par la granulosa des gros follicules. Oestradiol et inhibine agissent conjointement en réduisant progressivement la sécrétion de la FSH, réduction, responsable de la sélection (WEBB et al. 1999). En effet, la prévention de la chute de FSH par injection de cette hormone à petite dose conduit à une polyovulation (ENNUYER, 2000 ; FIENI et al. 1995).

Lorsqu'un follicule dominant a acquis suffisamment de récepteurs à LH pour lui permettre de subsister quand le taux de FSH diminue, il sécrète de grandes quantités d'œstrogènes et continue à croître en raison de l'augmentation de sa propre sensibilité à la FSH et à la LH, et par production de facteurs locaux, notamment des IGF. L'action de l'IGF- I semble régulée par la concentration en ses protéines ligands, les IGFBP (Insulin-like Growth Factor Binding Proteins) : une diminution de la concentration en IGFBP, entraînant une plus grande biodisponibilité de l'IGF-I, serait déterminante dans le mécanisme d'acquisition de la dominance (AUSTIN et al. 2001 ; MONGET et al. 2002).

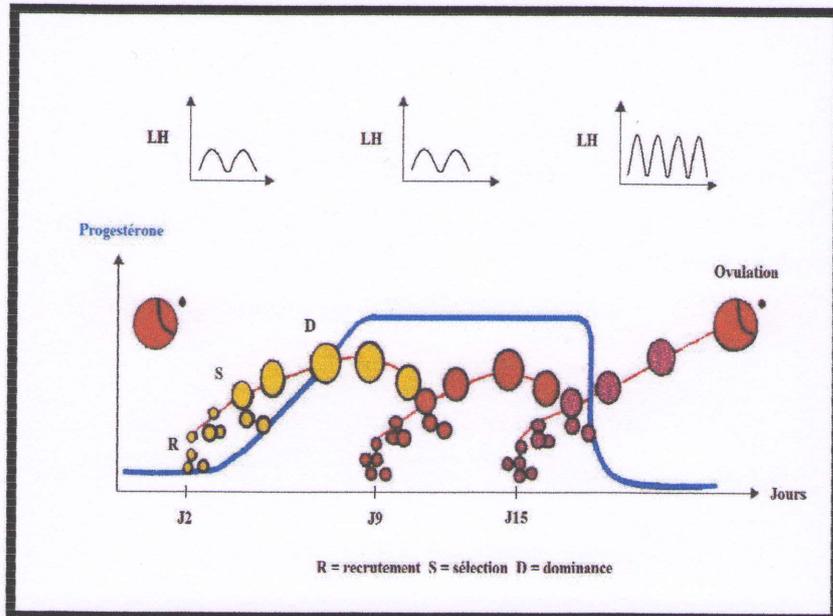
La sécrétion réduite de FSH ne permet plus en revanche la croissance des follicules non sélectionnés (ENNUYER, 2000).

#### **II.4.7/DOMINANCE**

La LH induit la synthèse de progestérone par les cellules de la granulosa. La progestérone a un effet inhibiteur sur la production de 17- $\beta$ -oestradiol : ainsi, sa sécrétion par le follicule dominant maintient les autres follicules dans un état d'immaturité en inhibant l'aromatisation à leur niveau.

Les follicules dominants ne seraient pas affectés en raison des concentrations importantes d'oestradiol présentes dans leur liquide folliculaire, tandis que les follicules atrétiques se caractérisent par leur richesse en androgènes (FIENI et al. 1995).

L'inhibine folliculaire, outre son action inhibitrice sélective sur la FSH, empêcherait également l'aromatisation (FIENI et al. 1995).



**Figure 09: Croissances folliculaires au cours d'un cycle œstral chez la vache (ENNUYER, 2000).**

La LH assure la maturation du follicule dominant, dont l'avenir dépend de la fréquence des décharges de LH, régulées par la GnRH. Lorsqu'un corps jaune est présent, la fréquence d'une décharge de LH toutes les 3 ou 4 heures aboutit à la perte de dominance et à l'atrésie du follicule, donc à l'absence d'ovulation et d'oestrus. Une nouvelle vague folliculaire émerge alors, également précédée d'une augmentation transitoire de FSH, celle-ci commençant environ 60 heures avant le recrutement et se terminant lorsque celui-ci débute (HAMILTON, 1995).

Lorsque la fréquence est d'un pic par heure, l'ovulation peut avoir lieu. Celle-ci est possible lors de la levée de l'inhibition de la progestérone sur la production de GnRH, à la suite de la lyse du corps jaune du cycle précédent (ENNUYER, 2000).

## **5 /PHYSIOLOGIE REPRODUCTRICE POST-PARTUM DE LA VACHE LAITIERE**

Chez la vache laitière, comme chez la vache allaitante, une période d'inactivité ovarienne suit le vêlage. L'intervalle vêlage première ovulation, malgré une variabilité élevée, est court chez les femelles laitières, compris entre 15 et 30 jours (ROYAL *et al.* 2000). 85 à 90% des vaches ont ovulé dans les cinquante jours qui suivent la mise bas (GRIMARD *et al.* 2005).

### **II.5.1/PERI-PARTUM ET POST-PARTUM IMMEDIAT**

Avant le vêlage, les taux élevés des œstrogènes fœtaux et de la progestérone maternelle et fœtale inhibent la sécrétion de LH et de FSH par l'axe hypothalamo-hypophysaire, réduisant l'activité ovarienne (WEAVER, 1987).

Après le part, le volume de l'utérus diminue rapidement. La sécrétion utérine de PGF2 $\alpha$ , qui augmente deux jours avant le vêlage et atteint un pic au deuxième ou troisième jour *post-partum*, ainsi que la sécrétion neuro-hypophysaire d'ocytocine induisent l'involution utérine, qui sera complète au bout de 35 à 40 jours chez la vache (HAFEZ, 1993), plus rapidement chez les primipares que chez les multipares (PETERS *et al.* 1995).

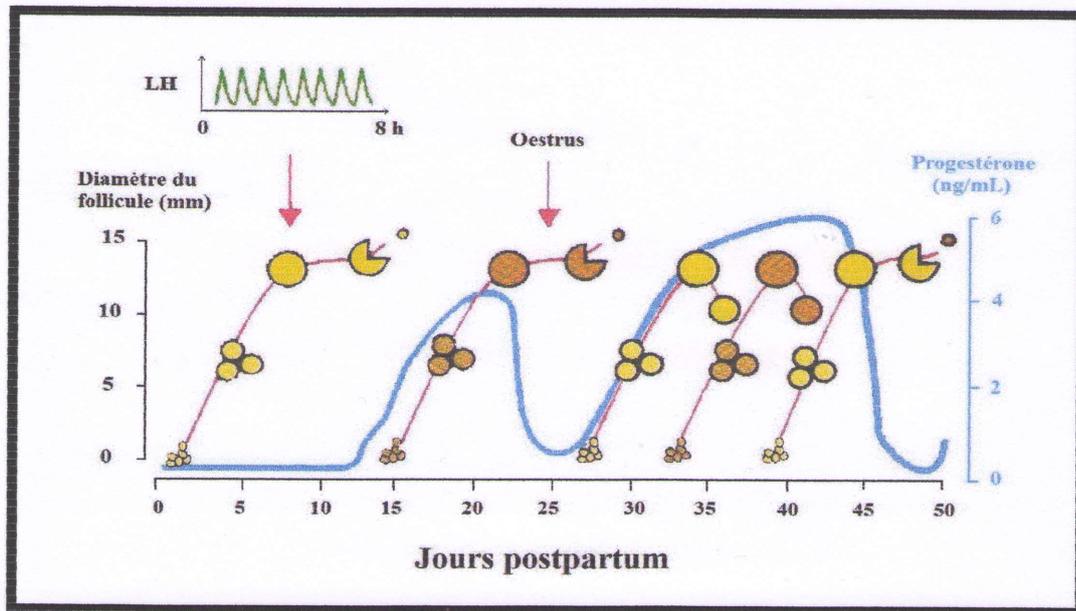
La dystocie, la rétention placentaire ainsi que les infections utérines, souvent liées aux deux premières, provoquent un retard dans l'involution utérine et, en conséquence, augmente le taux d'échec à l'insémination et décale la mise à la reproduction (PETERS *et al.* 1995).

### **II.5.2/REPRISE D'ACTIVITE SEXUELLE APRES LE VELAGE**

#### **II.5.2.1/ RETABLISSEMENT DE L'ACTIVITE DES GONADOTROPHINES APRES LE POST- PARTUM**

La diminution des concentrations en œstrogènes et en progestérone lève l'inhibition exercée sur la sécrétion de FSH. Après une augmentation de la concentration plasmatique en FSH au cours des 5 premiers jours, toutes les vaches présentent un développement d'une vague folliculaire au cours de la 2<sup>ème</sup> semaine *post-partum* et ceci indépendamment de leur alimentation et de leur balance énergétique (BEAM *et al.* 1997).

#### **II.5.2.2/ REPRISE DE DEVELOPPEMENT FOLLICULAIRES POST-PARTUM**



**Figure 10: Reprise du développement folliculaire chez le vache laitier post-partum (ENNUYER, 2000).**

L'augmentation précoce de la FSH a pour conséquence l'apparition d'une cohorte de follicules Moyens, aboutissant à la formation du premier follicule dominant entre le 5<sup>ème</sup> et le 39<sup>ème</sup> jour *post-Partum* (SAVIO et al. 1990 b).

Son sort est déterminé par la fréquence des décharges de LH : si elle est élevée, l'ovulation a lieu (75 % des cas). Dans 20 % des cas, il devient kystique, et subit l'atrésie dans les 5 % restants ; un Second follicule dominant se développant alors (MIALOT et al. 2001). A la fin de la maturation folliculaire, lorsque la concentration en œstrogènes est suffisante, celle-ci induit le pic pré ovulatoire de LH à l'origine de la première ovulation- *post-partum* vers 14-25 jours en moyenne, première ovulation généralement en l'absence de manifestations visible de chaleurs (2 fois sur 3) (ENNUYER, 2000 ; MIALOT et al. 2001).

Cette première ovulation est le plus souvent suivie d'une phase lutéale courte (4 à 13 jours), caractérisée par des niveaux de progestérone inférieurs à ceux des cycles physiologiques, en raison d'une lutéolyse due à la sécrétion précoce de PGF2 $\alpha$  utérine. (TERQUI et al. 1982 ; PETERS et al. 1995).

## II.6 /CYCLE SEXUEL DE LA VACHE

“Chez tous les mammifères, l'appareil génital femelle présente au cours et pendant toute la période D'activité génitale, des modifications morphologiques Et physiologiques se produisant toujours

dans le même ordre et revenant à intervalles périodiques, suivant un rythme bien défini pour chaque espèce (ENNUYER, 2000).

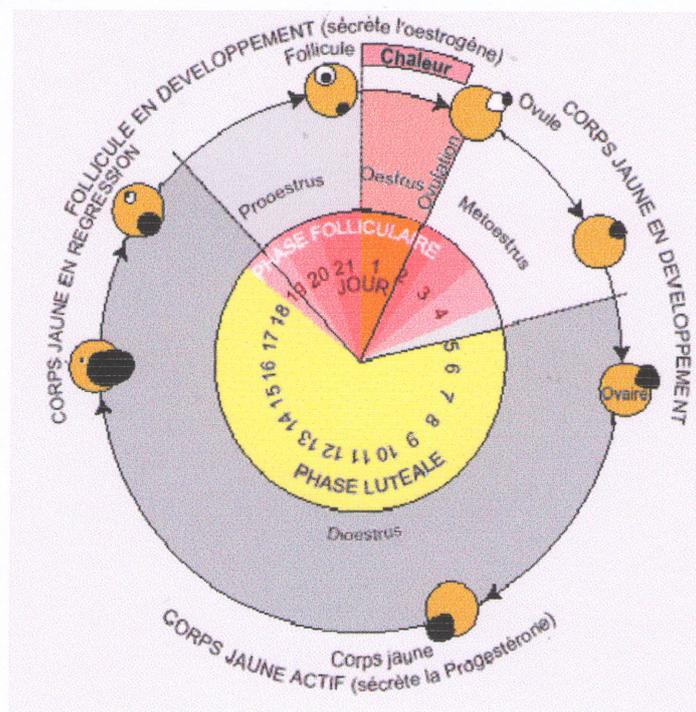
Ces modifications, connues sous le nom de cycle sexuel ou cycle œstral, commencent au moment de la puberté, se poursuivent tout au long de la vie génitale et ne sont interrompues que par la gestation. Elles dépendent de l'activité fonctionnelle cyclique de l'ovaire régulée par ses propres sécrétions hormonales, elles-mêmes sous dépendance étroite des hormones gonadotropes hypothalamo-hypophysaires" (ENNUYER, 2000).

### II.6.1/LE CYCLE ŒSTRAL

La vache est une espèce polyœstrienne de type continu avec une durée moyenne de cycle de 21/22 jours chez la vache multipare et de 20 jours chez la génisse. L'activité sexuelle débute à la puberté, quand l'animal a atteint 40 à 45 % de son poids adulte, puis elle est marquée par cette activité cyclique, caractérisée par l'apparition périodique de l'oestrus. L'oestrus ou chaleur est la période d'acceptation du mâle et de la saillie. C'est la période de maturité folliculaire au niveau de l'ovaire, suivie de l'ovulation. Cet oestrus dure de 6 à 30 heures, et se caractérise par des manifestations extérieures:

Excitation, inquiétude, beuglements, recherche de chevauchement de ses compagnes et acceptation passive de la monte par un taureau ou une autre vache, écoulement de mucus. L'ovulation ou ponte ovulaire a lieu 6 h à 14 h après la fin de l'oestrus et est suivie par la formation du corps jaune et l'installation d'un état pégravidique de l'utérus, correspondant à la période d'installation de la fonction lutéale vache (WATTIAUX. 2004).

La vache est une espèce polyœstrienne, à cycle œstral continu dont la durée est de 20 à 21 jours ; il est généralement plus court chez la génisse que chez les multipares. Les mauvaises conditions d'entretien, d'environnement, de nutrition peuvent interférer sur le déroulement du cycle entraînant soit son irrégularité, soit sa suppression. Le cycle sexuel chez la vache se déroule en 4 phases successives:



**Figure 11 : cycle sexuel de la vache (WATTIAUX. 2004)**

Chaque cycle sexuel à une durée moyenne de vingt jours, on distingue diverses périodes appelées :

- Di-oestrus ..... durant en moyenne 8jours.
- pro-oestrus..... durant en moyenne 3jours.
- oestrus.....durant en moyenne 1jours.
- post-oestrus..... durant en moyenne 8jours.

-le Di-oestrus est caractérisé par : le repos sexuel.

-le pro-oestrus ou ante-oestrus est caractérisé par : la sécrétion de la gonadostimuline A par l'anté-hypophyse, le développement du follicule ovarien et la sécrétion d'œstrone par ce follicule.-

L'oestrus ou chaleurs est caractérisé par : la maturation du follicule de Graaf.

-Le post-oestrus est caractérisé par : la rupture du follicule avec libération de l'ovule, la formation du corps jaune et la sécrétion de progestérone par le corps jaune.

### **II. 6.1.1/LA LONGUEUR DU CYCLE**

Le cycle dure de 16 à 24 jours, avec une moyenne de 19 jours et demi ; de nombreux facteurs influent sur sa longueur et nous allons en signaler les principaux :

-Epoque de l'année : en été, le cycle est plus long qu'en hiver, d'environ quarante heures.

-Age : il ya l'augmentation de la durée du cycle avec l'avancement en âge.

-Etat d'engraisement : l'engraisement de l'animal diminue la longueur de son cycle.

-Saillie : lorsqu'on fait saillir une vache, Ilya peut être un léger raccourcissement du cycle suivant par ovulation plus précoce après la saillie.

-Ovaire pondeur : le cycle est légèrement plus long lorsque le follicule qui se développe se trouve sur l'ovaire qui contient le précédent corps jaune, comme si l'inhibition de celui-ci persistait plus longtemps à cause de sa proximité d'action (C.CRAPLET 1952).

-Enucléation du corps jaune : si au sixième ou septième jour du cycle on procède à l'enucléation du corps jaune, l'oestrus se produit dans les deux à trois jours qui suivent, et peut être que tous les facteurs précédents agissant par l'intermédiaire de celui-là (C.CRAPLET 1952).

-Les troubles pathologiques de la longueur du cycle sont extrêmement nombreux et encore mal connus. La non rupture d'un follicule peut produire un kyste amenant la nymphomanie dont un des symptômes est la succession très rapide de cycle très court. La persistance du corps jaune, ou bien raccourci le cycle, ou bien l'allonge, et dans ce cas on peut avoir, à la limite, le silence sexuel complet (C.CRAPLET 1952).

En fin les troubles du métabolisme et les maladies interviennent également sur la Durée du cycle sexuel.

#### II.6.1.2/PRO-OESTRUS (période de maturation folliculaire)

Au stade de pro œstrus, un ou plusieurs follicules ovariens sont en voie de maturation sous l'influence de la FSH et LH, l'action de cette dernière devient progressivement prédominante et il en résulte une production de plus en plus grande d'hormone folliculaire par le granulosa, ces œstrogènes vont finalement déclencher l'apparition de la seconde phase de cycle œstral, elle dure 2 à 3 jours chez les ruminants. Pendant le pro œstrus les glandes utérines prolifèrent et le volume de l'utérus augmente (KOLB, 1975).

Le pro-œstrus est synchrone du déclin d'activité du corps jaune ; il débute vers le 17<sup>ème</sup> jour et il est nettement précisé au 19<sup>ème</sup> jour avec l'ascension du taux plasmatique des œstrogènes (DERIVAUX et ECTORS, 1980).

L'ovaire, de consistance molle, montre plusieurs follicules de croissance notamment par l'augmentation de la cavité folliculaire, qui contient l'œstrone qui va être résorbée par le circuit sanguin (C.CRAPLET 1952).

L'oviducte présente une croissance des cellules épithéliales et une augmentation du nombre des cellules ciliées.

L'utérus augmente sa vascularisation et présente un chorion congestionné, œdémateux, avec une infiltration leucocytaire. L'épithélium est à ce moment sa hauteur maximum et se présente épais, cylindrique, pseudo-stratifié et sa surface a un aspect gélatineux (C.CRAPLET 1952).

Le col de l'utérus est légèrement entr'ouvert, permet le passage d'un doigt et a un aspect congestionné et humide. En effet, les cellules à mucus se mettent à fonctionner à un rythme plus en plus rapide, ce qui provoque l'augmentation du mucus et sa fluidification (C.CRAPLET 1952).

Dans la région vulvo-vaginale, l'épithélium s'accroît en épaisseur et les cellules superficielles à nutrition plus restreinte subissent la kératinisation.

Les cellules à mucus secrètent beaucoup, donnent à la cavité un aspect un peu humide avec une surface blanchâtre et luisante par la présence de mucus un peu plus abondant et un peu moins adhérent que précédemment. On trouve dans ce mucus des cellules épithéliales et des leucocytes, mais ils apparaissent rares à cause de la quantité de mucus qui les dilue (C.CRAPLET 1952).

### II. 6.1.3/OESTRUS (chaleur)

Période de maturité du follicule, éclatement du follicule, ponte ovarienne, acceptation du mâle (FONTAINE, 1995). L'oestrus est de courte durée, en moyenne de 14 à 15 heures et l'ovulation qui est spontanée, survient environ 14 heures après la fin de cycle (INRAP, 1988).

L'oestrus est plus ou moins marqué selon les individus, il se traduit surtout par de l'agitation, les animaux essaient de monter sur les autres, l'appétit diminue.

L'ovulation se produit à la fin des chaleurs. Pendant la période de l'oestrus, la muqueuse vaginale est fortement congestionnée, le col est ouvert et permet le passage des spermatozoïdes (KOLB, 1975).

La durée de l'oestrus est en moyenne de seize heures pour la génisse et de dix-neuf heures pour la vache, avec des variations plus ou moins importantes suivant les individus et avec des facteurs extrinsèques qui commencent seulement à être analysés. L'oestrus est plus court et moins net en hiver. Sur l'animal en bonne santé l'oestrus est plus court que chez l'animal malade, et à l'extrême, chez la vache nymphomane, l'oestrus se prolonge, le follicule ne se rompt pas, mais subit la dégénérescence kystique avec épaississement des parois. La considération de la durée de l'oestrus est très importante cliniquement et c'est un renseignement que l'on ne devra jamais oublier de mentionner sur des fiches individuelles (C.CRAPLET 1952).

Sur l'ovaire, on constate la maturation de 1 à 5 follicules mesurant de 10 à 20 millimètres, et qui, à la palpation, se présentent turgescent on donnant une sensation de tension élastique.

L'oviducte commence à avoir une activité musculaire.

L'utérus dès ce moment présente des contractions musculaires qui seront maximum après l'ovulation ; cela donne, dès ce moment, un organe tendu, turgide, rigide. Ses contractions pendant

l'oestrus et les trois premiers jours du post-oestrus sont de deux ordres : des petites contractions toute les vingt à trente secondes et des grandes contractions toute les une à deux minutes (C.CRAPLET 1952).

Le chorion est congestionnée, œdémateux, surtout au niveau des cotylédons ,mais la surface de la muqueuse reste pâle, et sur les cotylédons on a une teinte légèrement rosée car l'hyperthermie ici précède nettement celle du reste de la muqueuse. Parfois on peut même voir sur les caroncules, immédiatement après l'ovulation des gouttelettes de sang brillant (C.CRAPLET 1952).

#### **II. 6.1.4/METOESTRUS** (phase anabolique du corps jaune)

Correspond à l'installation du corps jaune et va de jour 1 au jour 6 du cycle (INRAP, 1988). Le devenir du corps jaune est conditionné par celui de l'ovule ; si celui-ci est fécondé, le corps jaune reste actif et empêche la maturation du nouveau follicule. Si la fécondation n'a pas eu lieu, le corps jaune régresse (KOLB, 1975).

#### **II.6.1.5 /DIOESTRUS**

Correspond à la période d'activité du corps jaune (synthèse de la progestérone) (SOLTNER, 1999), dont la durée est réglée par l'activité lutéale, elle est de 10 à 11 jours (6<sup>ème</sup> aux 17<sup>ème</sup> jours du cycle) (DERIVAUX et ECTORS, 1980). Pendant cette période la femelle refuse le mâle ; le col se ferme, la sécrétion vaginale est épaisse et visqueuse (INRAP, 1988).

Sur l'ovaire, on un corps jaune qui, après être arrivé à son développement maximum, régresse très lentement, tandis que se développent plusieurs follicules (C.CRAPLET 1952).

L'utérus, au début de la période est épais, riche en glandes, avec une musculature

Développer, une riche vascularisation et la présence d'un lait utérin. Cet état se

Maintient pendant toute la gestation si celle-ci intervient, mais, dans le cas contraire, il y a la régression, les cellules se vacuolisent et se chargent de gouttelettes graisseuses.

Le col est fermé par un mucus très épais et son occlusion est parfaite (C.CRAPLET 1952).

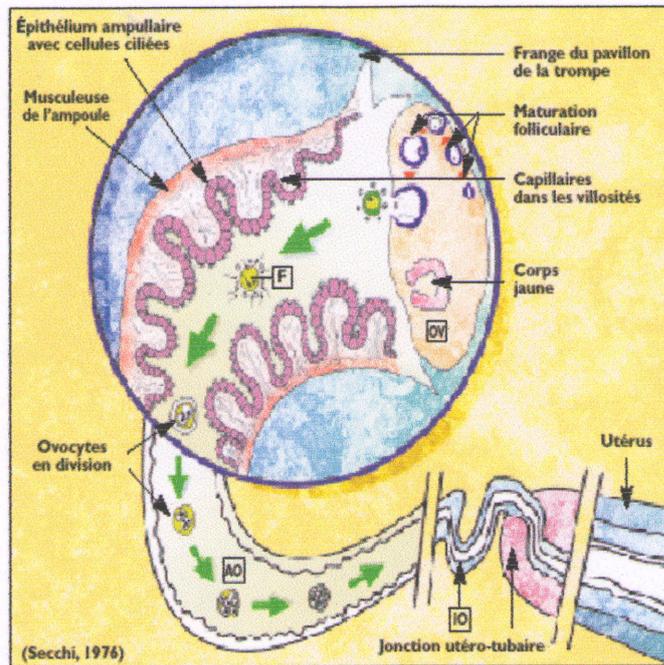
Le vagin est sec, avec une très petite quantité de mucus épais, adhérent, et cela à tel point qu'il est très difficile d'introduire un spéculum. L'épithélium se compose seulement de une à trois couches cellulaires et l'examen histologique du mucus de surface montre une abondance de cellules

Épithéliales (C.CRAPLET 1952).

## II.6.2/ FECONDATION

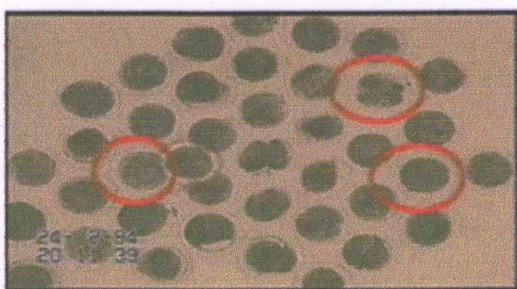
C'est essentiellement la pénétration du spermatozoïde dans l'ovule, phénomène qui a été établi pour la première fois par SPALANZANI en 1787.

Chez la vache la réunion des gamètes a lieu dans le tiers supérieur de l'oviducte (CRAPLET ; THIBIER, 1973) (Figure 8).

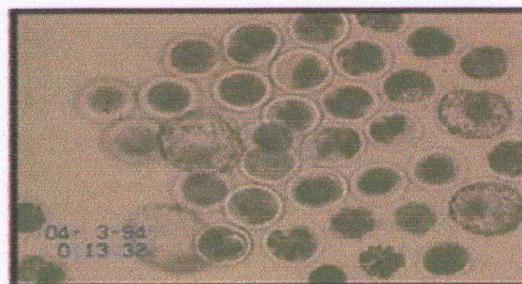


**Figure 12 : la fécondation (CRAPLET ; THIBIER, 1973)**

La fécondation in vitro d'une série d'ovocytes a donné les diapositifs suivants:



**Figure 9 : une série d'ovocytes venant d'être fécondés in vitro**



**Figure 10 : développement des ovocytes fécondés présentés par figure 9 qui ont atteint le stade blastocyste**

**Figure 13 : les étapes de fécondation (CRAPLET ; THIBIER, 1973)**

## II.6.3 / Progestation

C'est la période pendant la quelle l'embryon est libre dans l'utérus (OZIL et LANCEAU, 1988).

D'après HANZEN (2000), elle dure en moyen 30 jours.

#### **II.6.4/ Gestation**

Chez les bovins, la durée de gestation est en moyenne de 9 mois, variant principalement en fonction de la race. Comme dans les autres espèces, la gestation est caractérisée par une croissance de l'ensemble (foetus + annexes + utérus) surtout importante au cours du dernier tiers ; c'est pendant cette période que les besoins alimentaires de gestation sont pris en compte (INRAP, 1988).



***Figure 14 : embryons de quelques cellules (INRAP, 1988).***

	Fin di- oestrus	Pré-oestrus	Commenceme nt oestrus	Fin- oestrus	Début post- oestrus	Post- oestrus	Commencement Di-oestrus
<b>follicule</b>	Important.	Très important.	Très important.	Très important	Rupture.	Plusieurs petits follicules du cycle suivant.	Développement des follicules.
<b>Corps jaune précédent</b>	Très grande.	Grand.	Grand.	Moyen.	Petit.	Petit.	Très petit
<b>Corps jaune nouveau</b>						Petit légèrement Hémorragique.	Très grand.
<b>Utérus : muqueuse</b>	Pâle.	Pâle.	Pâle sérosité à la surface.	Pâle.	Pâle.	Congestionné par taches.	Pâle.
<b>Cotylédons</b>	Pâle.	Pâle.	Faiblement rosé.	Légèrement rosé.	Congestionné.	Congestionné.	Jaunâtre avec des points bruns.
<b>col</b>	Pâle, mucus épais.	Pâle, mucus fluide.	Congestionné, mucus très fluide claire.	Congestionné, mucus fluide.	Pâle mucus épais, blanchâtre	Pâle mucus épais blanc-jaunâtre	Pâle mucus très épais.
<b>vagin : antérieur</b>	Pâle, mucus épais, claire, jaunâtre.	Pâle, mucus très fluide.	Très légèrement congestionné. Mucus très fluide, claire, avec nombreux flocons jaunâtre.	Congestionné.	Pâle, mucus fluide avec filets de sang frais.	Pâle mucus rouge brun.	Pâle, mucus épais.
<b>postérieur</b>	Très légèrement congestionné.	Légèrement congestionné.	Légèrement congestionné.	Congestionné.	Congestion maximum	Pâle.	
<b>Vulve</b>	foncée en profondeur.	Congestionné.	Pourpre en profondeur.	Congestionné.	Rouge foncé en profondeur.	Pâle.	Pourpre en profondeur.

**TABLEAU 1 : VARIATION SCHEMATIQUE DE L'APPAREIL GENITAL de la vache (C.CRAPLET 1952)**

CHAPITRE II

ÉVALUATION DES  
PERFORMANCES DE  
REPRODUCTION CHEZ LA  
VACHE LAITIÈRE

L'élevage bovin laitier a connu une profonde mutation numérique, et une augmentation du nombre moyen d'animaux par exploitation, ainsi qu'une multiplication des grandes unités de production a en effet été observée dans différents pays. Cette double évolution a eu cependant pour conséquences d'entraîner l'apparition de nouvelles entités pathologiques qualifiées de maladies de production (HANZEN, 1994).

Avec ce nouveau contexte, il va toujours falloir mesurer les performances de reproduction, à partir des événements relatifs au déroulement de la carrière reproductive de l'animal tout en se référant à des valeurs et à des objectifs réalisés en cohérence avec le système de production (DISENHAUS et al. 2005).

## **I/NOTIONS DE FERTILITÉ**

La fertilité en élevage laitier est l'aptitude de l'animal de concevoir et maintenir une gestation si l'insémination a eu lieu au bon moment par rapport à l'ovulation (DARWASH et al. 1997) C'est aussi le nombre d'inséminations nécessaires à l'obtention d'une gestation (HANZEN, 1994).

## **II/CRITERES DE MESURE DE LA FERTILITÉ**

Différents critères sont utilisés pour évaluer la fertilité. Selon PACCARD (1986), elle est mesurée par :

### **II.1/Le taux de réussite à la 1<sup>ère</sup> insémination**

Encore appelé le taux de non retour en 1<sup>ère</sup> insémination. Dans la pratique, la valeur de ce critère est appréciée 60 à 90 jours après la 1<sup>ère</sup> insémination (INRAP, 1988).

Dans un troupeau laitier, la fertilité est dite excellente si le taux de gestation en 1<sup>ère</sup> insémination est de 40 à 50 %. Elle est bonne quand ce même taux est de 30 à 40 % ; elle est cependant moyenne quand il est compris entre 20 et 30% (KLINBORG, 1987).

Dans les races Normande et Montbéliarde, il est assez élevé et relativement stable au cours du temps, tandis qu'il est plus faible et diminue graduellement dans la race Prime Holstein (BOICHARD et al. 2002).

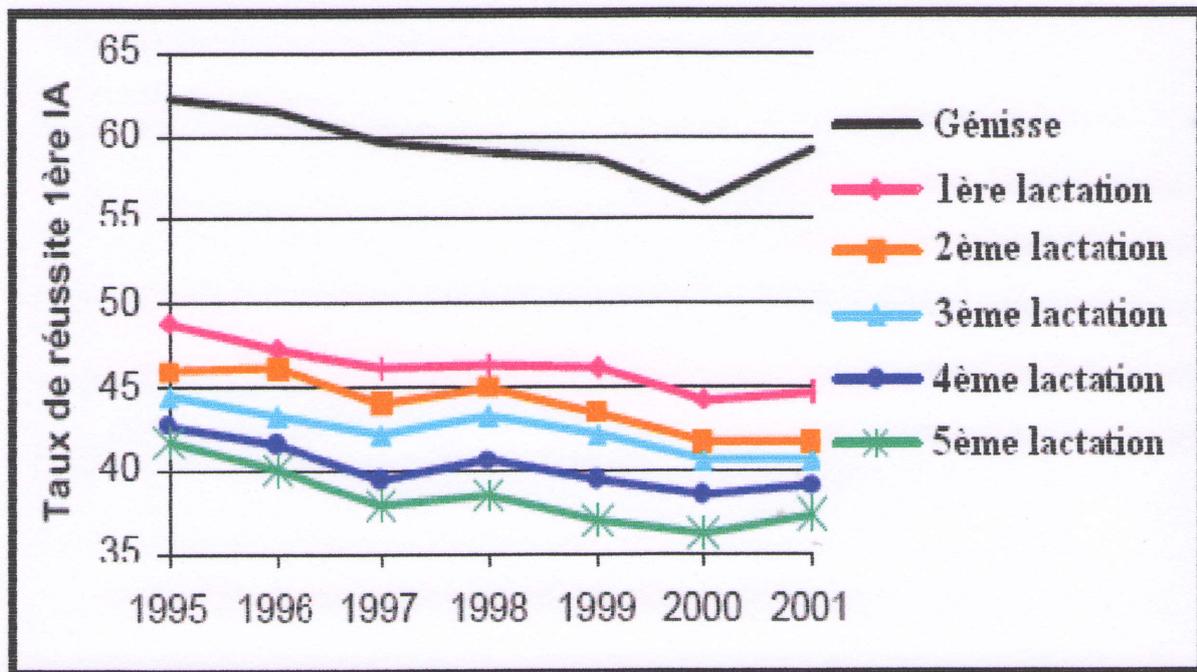
### **II.2/Le pourcentage de vaches avec 3 I.A (ou Saillies) et plus**

Une vache est considérée comme infertile lorsqu'elle nécessite 3 IA (ou saillie) ou plus pour être fécondée (BONNES et al. 1988).

Et on considère qu'il y a de l'infertilité dans un troupeau lorsque ce critère est supérieur à 15 % (ENJALBERT, 1994).

### II.3/L'index d'insémination ou indice coïtal

C'est le rapport entre le nombre d'inséminations (ou saillies) et le nombre de fécondations. Il doit être inférieur à 1.6 (ENJALBERT, 1994).



**Figure 15:** Evolution du taux de réussite en 1ère insémination en race Prime Holstein (BOICHARD et al. 2002).

### III/OBJECTIFS DE LA FERTILITÉ CHEZ LA VACHE LAITIÈRE

Différents objectifs sont, d'après VALLET et al. (1984) et SERIEYS. (1997), exprimés dans le tableau suivant :

Paramètres de fertilité chez la vache laitière	Objectifs selon VALLET et al. 1984	Objectifs selon SERIEYS, 1997
Taux de réussite en 1 <sup>ère</sup> insémination (TRI1)	Supérieur à 60 %	Supérieur à 55-60 %
Pourcentage des vaches à 3 inséminations ou +.	Inférieur à 15 %	Inférieur à 15-20 %
Nombre d'inséminations nécessaires à la fécondation (IA/IF)	Inférieur à 1.6	1.6 à 1.7

**Tableau 03: Objectifs de la fertilité chez la vache laitière (VALLET et al. 1984 et SERIEYS, 1997).**

#### **IV/NOTIONS DE FÉCONDITÉ**

La fécondité, caractérise l'aptitude d'une femelle à mener à terme une gestation, dans des délais requis. La fécondité comprend donc la fertilité, le développement embryonnaire et fœtal, la mise bas et la survie du nouveau né. Il s'agit d'une notion économique, ajoutant à la fertilité un paramètre de durée. La fécondité est plus habituellement exprimée par l'intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante (HANZEN, 1994).

Elle représente un facteur essentiel de rentabilité, et l'optimum économique en élevage bovin est d'obtenir un veau par vache par an, ce qui signifie que l'intervalle mise bas - nouvelle fécondation ne devrait dépasser 90 jours à 100 jours (DERIVAUX et al. 1984).

#### **V/CRITERES DE MESURE DE LA FÉCONDITÉ**

Différents critères sont à prendre en considération, à savoir :

##### **V.1/L'âge au premier vêlage**

Des moyennes comprises entre 27 et 29 mois dans les laitières sont considérées comme acceptables (HANZEN, 1994) ; cependant, un objectif plus précoce de 24 à 26 mois doit être fixé pour rentabiliser l'élevage (WILLIAMSON, 1987).

## V.2/L'intervalle vêlage – première insémination

La mise à la reproduction des vaches sera préférable à partir du 60<sup>ème</sup> post-partum, c'est le moment où 85 à 95 % des vaches ont repris leur cyclicité. Le taux de réussite à la 1<sup>ère</sup> insémination est optimal entre le 60<sup>ème</sup> et le 90<sup>ème</sup> jours post-partum (DISENHAUS, 2004 ; ROYAL et al. 2000).

En pratique, l'intervalles vêlage – 1<sup>ère</sup> ovulation varie entre 13 et 46 jours avec une moyenne de 25 jours (STEVENSON et al. 1983 ; SPICER et al. 1993).

La manifestation des chaleurs est très variable ; un tiers des vaches ont des chaleurs de moins de 12 heures, et la plupart des chaleurs essentiellement voire seulement nocturnes (STEVENSON et CALL, 1983).

Un objectif de 70 à 85 % de chaleurs détectées est à atteindre durant les 60 premiers jours du post-partum. La fertilité s'améliorerait de façon linéaire au fur et à mesure que l'intervalles vêlage -1ère insémination augmente. Ainsi, pour un intervalles vêlage-1<sup>ère</sup> insémination (IVII) inférieur à 40 jours, le taux de réussite en première insémination est de 34,7 % et 31,3 % des vaches nécessitent au moins 3 interventions. Pour celles dont l'IVII est supérieur à 90 jours, les taux de fertilité sont respectivement de 58,5% et 17,4 % (CHEVALLIER et CHAMPION, 1996).

## V.3/L'intervalles vêlage – Insémination fécondante

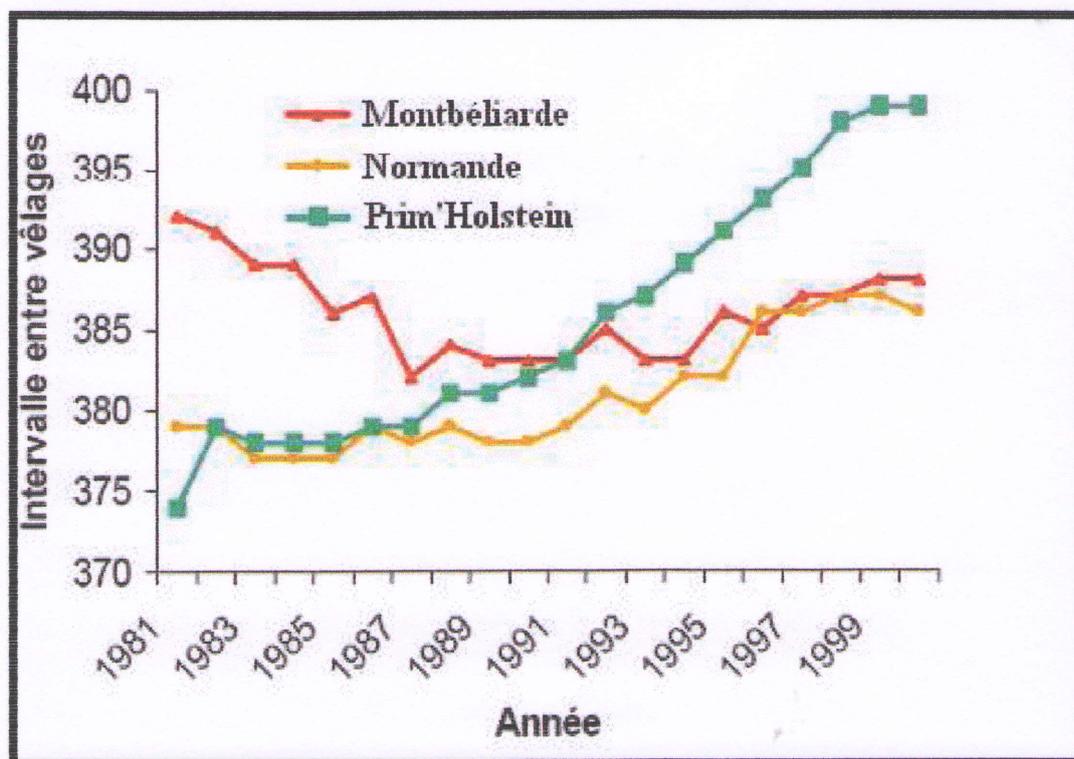
Le temps écoulé entre deux vêlages normaux est le meilleur critère annuel de la reproduction, mais il est tardif ; on lui préfère cependant l'intervalles saillie - saillie fécondante ou l'intervalles vêlage – insémination fécondante, avec lequel il est très fortement corrélé (BARR, 1975).

Sur le plan individuel, une vache est dite inféconde lorsque l'intervalles vêlage – insémination fécondante est supérieur à 110 jours. Au niveau d'un troupeau, l'objectif optimum est un intervalles vêlage - insémination fécondante moyen de 85 jours. (INRAP, 1988), et peut aller jusqu'à 116 jours (STEVENSON et al. 1983 ; HAYES et al. 1992), et jusqu'à 130 jours pour les exploitations laitières (ETHERINGTON et al. 1991).

## V.4/L'intervalles entre vêlages successifs

L'intervalles vêlage – vêlage (IVV), qui est le critère économique le plus intéressant en production laitière (INRAP, 1988), s'est accru d'environ un jour en Prime Holstein depuis 1980 pour atteindre plus de 13 mois aujourd'hui (COLEMAN et al. 1985). Cette tendance est beaucoup moins marquée en race Normande et en race Montbéliarde, et on peut même constater une diminution de l'IVV au cours des années 80. Ces différences entre races sont d'autant plus marquées que l'intervalles entre

vêlages inclut la durée de gestation qui est plus courte chez la vache de race Prime Holstein (282 jours) que chez les deux autres races (BOICHARD et al. 2002).



**Figure 16 :** Evolution de l'intervalle entre vêlages depuis 1980 dans les trois Principales races françaises (BOICHARD et al. 2002).

## **VI/ LES FACTEURS INFLUENCANTS LES PERFORMANCES DE REPRODUCTION**

Les performances de reproduction sont affectées non seulement par les facteurs qui agissent sur la disponibilité des ressources alimentaires, mais aussi par ceux liés à l'animal et aux pratiques des éleveurs (MADANI et al. 2004). Parmi ces facteurs :

### **VI.1/Facteurs liés à la vache**

#### **VI.1.1/La race**

Une intense sélection génétique basée principalement sur les caractères de production, les progrès dans l'alimentation des animaux et l'amélioration technique dans la conduite d'élevage ont permis une progression spectaculaire de la production laitière bovine. Ainsi, la production par lactation et par vache a augmenté de près de 20 % de 1980 à 2000 aux Etats-Unis, par contre et sur la même période, les indices de reproduction se sont eux détériorés (LUCY, 2001).

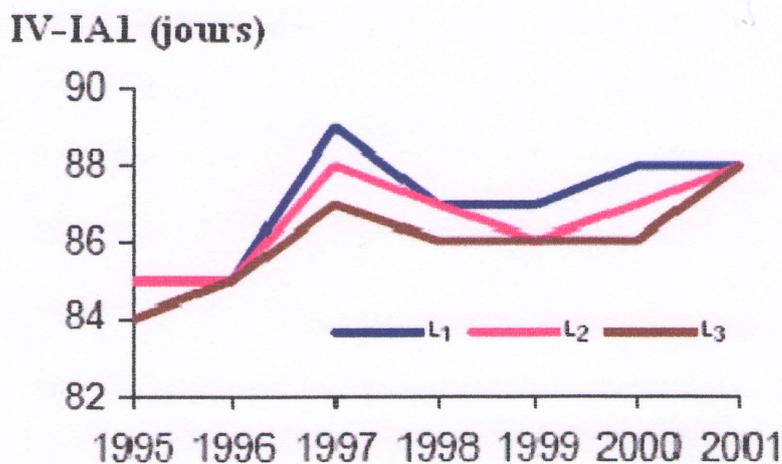
#### **VI.1.2/L'âge et le rang de lactation**

En bétail laitier, il existe une diminution de l'IVV ou en IV-IF, en relation avec l'âge de l'animal (DOHOO et al. 1983 ; SILVA et al. 1992).

Par contre, la tendance générale est la diminution des performances de reproduction avec l'accroissement du rang de lactation (HODEL et al. 1995 ; HANZEN, 1996).

Ainsi, le taux de conception décline avec l'âge, de plus de 65 % chez la génisse ; il diminue à 51% chez les primipares et chute à 35-40 % chez les multipares (BUTLER, 2005).

L'intervalle vêlage-1<sup>ère</sup> insémination est généralement plus long en 1<sup>ère</sup> lactation que lors des lactations suivantes. L'IVIA1 est plus long en race Prime Holstein, moins long en race Normande, et intermédiaire en race Montbéliarde. Il augmente en race Prime Holstein au cours du temps et présente une stagnation relative dans les deux autres races, avec des fluctuations entre années parfois assez fortes (BOICHARD et al. 2002). (Voir figure 07).

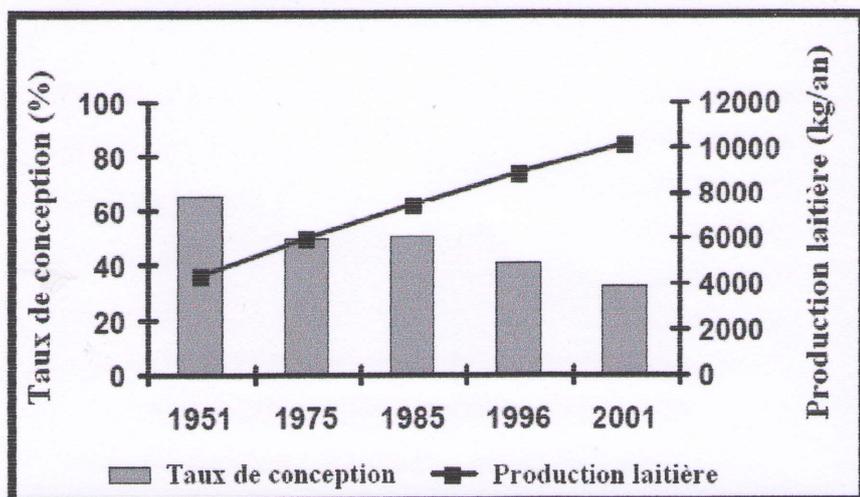


**Figure 17:** Evolution de l'intervalle vêlage-1<sup>ère</sup> insémination (IV-IA1) de 1995 à 2001 selon le numéro de lactation (Ln) en race Prime Holstein (BOICHARD *et al.* 2002).

#### VI.1.3/La lactation

La sélection de la production laitière a perturbé les performances de reproduction à travers le monde (Mc DOUGALL, 2006). Elle apparaît comme facteur de risque fort d'une cyclicité anormale (DISENHAUS *et al.* 2002); davantage chez les vaches multipares que chez les primipares (TAYLOR *et al.* 2004).

En plus, le niveau de production laitière en début de lactation pénalise le taux de réussite à la première insémination chez les multipares (BUTLER *et* SMITH, 1989 ; ESPINASSE *et al.* 1998). (Voir figure 08).



**Figure 18: Evolutions de la production laitière annuelle et du taux de conception dans la race Prime Holstein aux Etats-Unis (BUTLER et SMITH, 1989).**

Une production laitière augmentée en début de lactation est corrélée à une mauvaise expression des chaleurs à la première ovulation (HARRISON et al. 1990 ; WESTWOOD et al. 2002.)

La mortalité embryonnaire est plus fréquente chez les fortes productrices tant en race Normande qu'en race Prime Holstein (GRIMARD et al. 2005).

Par contre, lors d'une régie de qualité supérieure, et pour un nombre de jours équivalent, le pourcentage des vaches gestantes est pratiquement identique que le rendement en lait soit élevé ou nettement plus bas et le niveau de production ne semble pas être un facteur de variation important sur les performances reproductives qui peuvent être aussi bonnes chez les troupeaux à rendement élevé (LUCY, 2001 ; LOPEZ-GATIUS et al. 2006).

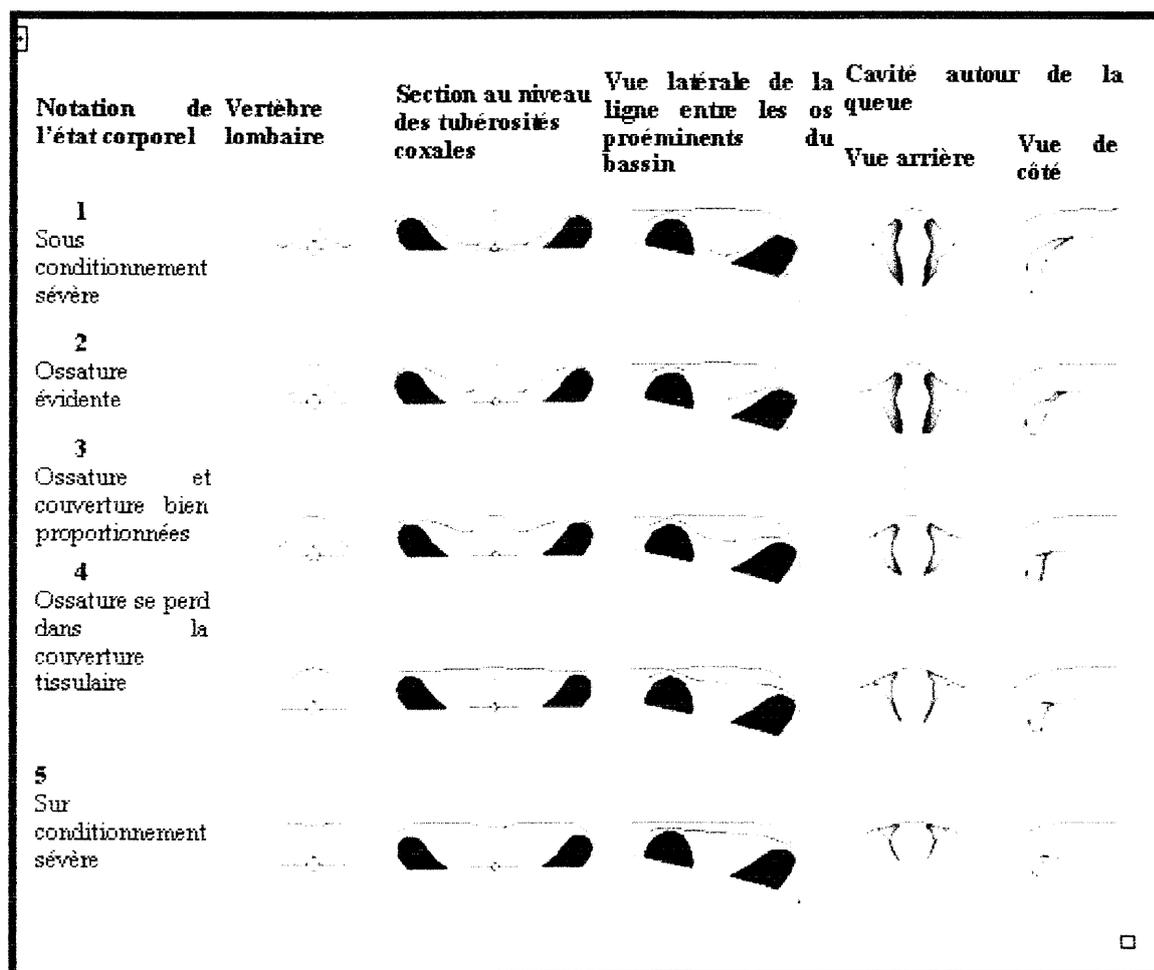
Moyenne de Production laitière	Nombre de vaches	Taux de gestation à 100 jours	Taux gestation à 200 jours
4000 litres et moins	3102	56	89
4000 à 6000 litres	13781	57	91
6000 à 8000 litres	10019	58	92
Plus de 8000 litres	1888	57	91

**Tableau 03 : L'effet du niveau de production laitière sur les chances de Conception (LUCY, 2001).**

VI.1.4/L'état corporel

La notation de l'état corporel permet d'apprécier indirectement le statut énergétique d'un animal, par l'évaluation de son état d'engraissement superficiel. Cette méthode couramment employée a l'avantage d'être peu coûteuse en investissement et en temps. Sa fiabilité reste supérieure à celle de la pesée de l'animal, sujette à des variations suivant le poids des réservoirs digestifs et de l'utérus, mais aussi la production laitière (FERGUSON, 2002).

La note d'état corporel est attribuée à l'animal sur la base de l'apparence des tissus recouvrant des proéminences osseuses des régions lombaire et caudale (BAZIN, 1984).



**Figure 19:** Système de notation de l'état corporel (EDMONDSON et al. 1989).

Le score body (SB), est de plus en plus utilisé dans les exploitations bovines pour contrôler l'adéquation entre les apports et les besoins nutritionnels (DRAME et al. 1999).

#### -Les Variations du SB

Au vêlage, la note moyenne d'état corporel doit être de 3.5 et la perte d'état corporel ne doit pas dépasser 0.5 ou 0.7 en début de lactation, quelque soit le niveau de production laitière (MEISSONNIER, 1994).

A cette période, une perte de poids se traduira par un retour tardif de la cyclicité après la mise bas (VALLET, 2000).

La fréquence des vêlages difficiles est plus élevée chez les vaches maigres ou grasses que celles dont l'état corporel est jugé satisfaisant. Un excès d'embonpoint par excès énergétique de la ration

provoque un dépôt de graisse dans le bassin et un défaut des contractions utérines incompatibles avec un vêlage eutocique (BADINAND, 1983).

Il existe une corrélation directe entre la balance énergétique et l'intervalle mise bas – 1<sup>ère</sup> ovulation, qui se trouve allongé de manière significative dans les 1<sup>ères</sup> semaines de lactation (BUTLER et SMITH, 1989).

Une note de SB supérieure à 4, a des effets défavorables sur la reproduction, d'où un retard dans l'involution utérine, et de l'intervalle vêlage – insémination fécondante (STEFFAN, 1987).

Le milieu de lactation, est la période de compensation ; les apports alimentaires doivent assurer la reconstitution des réserves corporelles (MEISSONNIER, 1994).

Cette reconstitution des réserves peut prendre 6 mois ou plus. Elle doit donc commencer bien avant le tarissement, d'autant que la capacité d'ingestion est limitée dans les dernières semaines avant le vêlage (SERIEYS, 1997).

L'état général médiocre en fin de gestation (inférieure à 3) est à l'origine des anoestrus vraies chez les vaches laitières ou allaitantes (BADINAND et al. 2000).

#### VI.1.5/Les conditions de vêlage et troubles du péri partum

Différents troubles associés ou non à la reproduction ont plus d'impact sur la fertilité que la production laitière (GROHN et RAJALA-SCHULTZ, 2000). Cet impact économique est la somme des coûts de maîtrise de la santé (ou dépenses) et des pertes consécutives aux troubles (ou manque à gagner) (FOURICHON et al. 2002). Parmi ces troubles ;

#### VI.1.6/L'accouchement dystocique

Chez la vache, les dystocies sont classées en, traction légère (ou aide facile), traction forte, césarienne et embryotomie (BADINAND, 2000).

Les fréquences des dystocies sont plus importantes chez les primipares que chez les pluripares (THOMPSON et al. 1983 ; KLASSEN et al. 1990).

Ses origines sont différentes, comme la gémellité, la mauvaise présentation du veau, l'inertie utérine, la disproportion entre le fœtus et la mère. Les conséquences sont associées aux manipulations obstétricales ou à l'infection qui en découle (BOICHARD et al. 2002).

Les conséquences d'un accouchement dystocique sont multiples. Elle contribue à augmenter la fréquence des pathologies du post-partum et à diminuer les performances de reproduction ultérieures des animaux (HANZEN et al. 1996).

Lors de dystocie, le 1<sup>er</sup> oestrus apparaît en moyenne 2 jours plus tard, la 1<sup>ère</sup> insémination 2,5 jours plus tard et l'insémination fécondante 8 jours plus tard (FOURICHON et al. 2000).

#### VI.1.7/La gémellité

Il semble que la gémellité dépend de la race et varie avec la saison (EDDY et al. 1991). Les conséquences de la gémellité sont de nature diverse. Elle raccourcit la durée de la gestation, augmente la fréquence d'avortement, d'accouchements dystociques, de rétention placentaire de mortalité périnatale, de métrites et de réforme (FOOTE, 1981 ; CHASSAGNE et al. 1996).

Bien qu'inséminées plus tardivement, les vaches laitières ayant donné naissance à des jumeaux sont, à la différence des vaches allaitantes, moins fertiles (HANZEN et al. 1996).

#### VI.1.8/L'hypocalcémie

L'hypocalcémie constitue un facteur de risque d'accouchement dystocique et de pathologies du post-partum (HANZEN et al. 1996).

Les vaches souffrant d'un épisode d'hypocalcémie sub-clinique post-partum présentent une perte d'état corporel plus marqué et durant plus longtemps que celle des vaches normocalcémiques (KAMGARPOUR et al. 1999).

#### VI.1.9 La rétention placentaire

La rétention placentaire constitue un facteur de risque de métrites, d'acétonémie et de déplacement de la caillette. Ses effets augmentent le risque de réforme, entraînent de l'infertilité et de l'infécondité (HANZEN et al. 1996).

Son effet sur l'intervalle vêlage-vêlage est de 0 à 10 jours (COLEMAN et al. 1985 ; HILLERS et al. 1984).

L'intervalle vêlage-insémination fécondante est de 109 jours chez les vaches saines, et de 141 jours chez des vaches non délivrant. Le taux de réussite à la 1<sup>ère</sup> insémination est de 64,4 %, et de 50,7 % respectivement pour les vaches saines, et celles à rétentions placentaires (METGE, 1990 ; FOURICHON et al. 2000).

#### VI.1.10/La métrite

Les métrites s'accompagnent d'infécondité et d'une augmentation du risque de réforme. Elles sont responsables d'anoestrus, d'acétonémie, de lésions podales ou encore de kystes ovariens (HANZEN et al. 1996).

La conséquence la plus directe d'une métrite, c'est bien le retard de l'involution utérine ; ce dernier est considéré comme la cause la plus fréquente d'infertilité en élevage bovin (BENCHARIF et TAINTURIER, 2002).

L'IV-IF est de 81 jours chez les vaches saines, et de 106 jours chez celles à métrites. Le TRII était de 67,5 % pour les vaches saines, et de 52% chez celles à métrites (METGE, 1990).

Un retard de 1-8 jours pour le 1<sup>er</sup> oestrus, 8-12 jours pour la première insémination, et une diminution de 21 à 29 % du TRII sont notés en cas de métrites (FOURICHON et al. 2000).

#### VI.1.11/Les troubles de santé

##### VI.1.11.1/L'anoestrus

Le post-partum constitue une période critique chez les vaches laitières ; la croissance importante de la production laitière au cours des 1ères semaines suivant la mise bas coïncide avec une nouvelle mise à la reproduction, dont le succès requiert une reprise précoce de l'activité ovarienne normale, une excellente détection des chaleurs ainsi qu'un haut taux de réussite à la lère insémination (OPSOMER et al. 1996).

La reprise de l'activité ovarienne n'est pas toujours établie dans des délais normaux, et on parle dans ce cas d'anoestrus du post-partum, qui est un syndrome caractérisé par l'absence du comportement normal de l'oestrus (chaleur) à une période où l'on souhaite mettre les animaux à la reproduction. On distingue en fait plusieurs situations lors d'anoestrus post-partum (MIALOT et BADINAND, 1985) :

- ☒ L'anoestrus vrai pour lequel aucune ovulation n'a pu être mise en évidence depuis le vêlage précédent.
- ☒ Le suboestrus, caractérisé par une activité ovarienne cyclique sans chaleurs observée ;
- ☒ Plus rarement, l'anoestrus est associé à un kyste.

Si l'anoestrus est un syndrome fréquent, la reprise de la croissance folliculaire au cours du post-partum est pourtant très précoce en général chez les bovins, entre 5-40 jours post-partum, aussi bien chez les vaches laitières que chez les vaches allaitantes. En revanche, l'évolution de ces follicules

est très différente dans les deux types de production ; chez les vaches laitières, dans 75% des cas, le 1<sup>er</sup> follicule dominant va ovuler donnant ainsi naissance à un 1<sup>er</sup> cycle sexuel, dans 20% des cas le follicule dominant va devenir kystique, et dans 5% des cas, il sera atrétique (SAVIO et al. 1990 a).

Les performances reproductives des vaches en post-partum sont souvent limitées par la lactation (BUTLER et SMITH, 1989) ; un bilan énergétique négatif chez la vache en post-partum, diminue la sécrétion de LH et retarde le rétablissement de la cyclicité. L'amplitude des pulses de LH ainsi que les diamètres des follicules dominant augmente avec la récupération du bilan énergétique positif (LUCY et al. 1991).

De plus, les vaches en bilan énergétique négatif avant l'ovulation ont des follicules qui se développent plus lentement que ceux des vaches qui sont en bilan énergétique positif (LUCY et al. 1990).

Le retrait du veau à la naissance, entre 20 et 30 jours, et l'arrêt de la lactation raccourcissent la durée de l'anoestrus. Quand à la fréquence des tétées, elle n'intervient que si elle est réduite à une fois/jour ; le sevrage temporaire raccourcisse la durée de l'anoestrus, s'il dure au moins 3 jours (MIALOT et al. 1998).

#### VI.1.11.2/Les kystes ovariens

En cas de kystes ovariens, le premier oestrus est retardé de 4-7 jours en moyenne, la 1<sup>ère</sup> insémination est retardée de 10-13 jours en moyenne et le taux de réussite à la première insémination diminue de 11 à 20 % (FOURICHON et al. 2000).

L'augmentation importante (supérieur à 1 point) de la note d'état corporel au cours des 60 derniers jours précédent le vêlage constitue un facteur de risque d'apparition des kystes ovariens (LOPEZ-GATIUS et al. 2002) ; ces mêmes vaches perdent plus de poids en post-partum (ZULU et al. 2002).

#### VI.1.11.3/Les boiteries

En élevage laitier, Les boiteries seraient au 3<sup>ème</sup> rang de la hiérarchie des troubles pathologiques, après l'infertilité et les mammites (FAYE et al. 1988).

Des vaches avec un score de boiterie moyen à sévère (supérieur à 2 sur une échelle de 5), ont des IV-II et IV-IF plus longs ainsi qu'une fertilité réduite exprimée par un plus grand nombre d'inséminations par conception (SPRECHER et al. 1997). Les problèmes locomoteurs sont associés à une baisse de l'expression des chaleurs (BOUCHARD, 2003).

La plus grande incidence des boiteries a lieu entre 2 à 4 mois après le vêlage, ce qui coïncide avec la période de mise à la reproduction des vaches. Les boiteries entraîneraient un IVV plus long ainsi qu'un TRI1 plus faible (GORDON, 1996).

#### VI.1.11.4/Les mammites

La mammite est une maladie coûteuse non seulement en pertes de lait mais aussi en augmentant les jours ouverts et le nombre de saillie par conception (BARKER et al. 1998 ; SCHRICK et al. 2001 ; KELTO et al. 2001).

L'effet négatif de la mammite sur les performances de reproduction est toutefois dépendant du moment où elle survient. Une mammite clinique apparaissant avant la 1<sup>ère</sup> saillie n'aurait que très peu d'effet sur la conception, mais une mammite survenant dans les trois premières semaines suivant la 1<sup>ère</sup> saillie réduirait de 50 % le risque de conception (LOEFFLER et al. 1999).

Le nombre de saillie par conception est significativement plus grand chez les vaches ayant expérimenté une mammite après la 1<sup>ère</sup> saillie (2.9 saillie/conception) que chez les vaches avec mammite avant la 1<sup>ère</sup> saillie (1.6 saillie/conception) et avec mammite après confirmation de la gestation (1.7 saillie/conception) (BARKER et al. 1998).

Les phénomènes hormonaux entourant l'ovulation pourraient être perturbés par des composés présents dans la paroi des bactéries (endotoxines ou peptidoglycanes) ou encore par des substances chimiques que la vache produit pendant l'inflammation (prostaglandines, interleukines). L'élévation de la température corporelle qu'accompagne souvent les mammites cliniques est probablement un autre élément d'explication (MOORE, 1999).

### **VI.2/Facteurs liés aux conditions d'élevage**

#### VI.2.1/L'alimentation

L'obtention de bons résultats de performances de reproduction en élevage bovin laitier ne peut se faire sans la maîtrise de l'alimentation. Dans cette mesure, le suivi de reproduction ne peut être dissocié d'un suivi du rationnement. Les anomalies liées à l'équilibre de la ration, à sa quantité ou à ses modalités de distribution doivent être évités tout particulièrement en fin de gestation et en début de lactation (ENJALBERT, 1994).

Au cours des derniers jours de gestation, l'appétit des vaches tend à diminuer : la quantité de matière sèche ingérée chute de 12-14 kg à des valeurs comprises entre 8 et 12 kg. A l'inverse, les besoins liés à la gestation ainsi qu'à la préparation de la mamelle deviennent importants ; ces derniers étant compris entre 1,5 et 2 UFL/jour (ENJALBERT, 2003).

Il existe en effet, une corrélation négative entre la durée de l'intervalle vêlage –retour en oestrus et la quantité de tissu adipeux de la vache au moment de la parturition (SCHILLO, 1992).

Après le vêlage, la vache dirige en priorité l'énergie consommée vers la production laitière et en second lieu vers la reprise de la condition de chair (tissu adipeux). C'est seulement une fois que ces besoins sont satisfaits que le processus de reproduction est ré initié, on peut penser que c'est dans l'ordre des choses en regard de la survie de l'espèce: la production laitière, indispensable à la survie du nouveau né, à priorité sur la reproduction. Il est plus important d'assurer la survie du veau que d'en concevoir un autre (BRISSON et al. 2003).

La production laitière croît quotidiennement du vêlage au pic de lactation et le bilan énergétique redevient donc positif vers 8 semaines chez les primipares et 12 semaines maximum chez les multipares (BAREILLE et al. 1995 ; BUTLER et SMITH, 1989), ce qui autorise la reconstitution des réserves corporelles jusqu'au tarissement (WEAVER, 1987).

#### VI.2.1.1/ Les besoins énergétiques

La balance énergétique peut être définie comme la différence entre l'énergie nette consommée et l'énergie nette requise pour l'entretien et la production. Elle est négative chez les vaches en début de lactation. La couverture des besoins énergétiques chez les vaches laitières à fort potentiel s'avère impossible en début de lactation, malgré l'utilisation de fourrages de qualité (impliquant l'obligation d'une transition progressive sur 2 à 3 semaines) et l'accroissement du pourcentage de concentré, progressif également (BEAM et al. 1997).

En effet, les très bons fourrages dépassent rarement 0,9 UFL/kg MS et les concentrés énergétiques courants, comme les céréales, avoisinent 1,2 UFL/kg MS (ENJALBERT, 2003).

Parmi les nombreuses anomalies invoqués dans les troubles de reproduction, le déficit énergétique est celui dont les conséquences sont les plus graves : retard d'ovulation, chaleurs silencieuses, baisse de taux de réussite à l'insémination, mais aussi les plus difficiles à maîtriser (ENJALBERT, 1994).

Le mécanisme par lequel l'alimentation agit sur l'activité ovarienne n'est pas encore claire (LUCY et al. 1992 a) ; cependant, il peut être relié à l'augmentation du taux de cholestérol dans le sang (WILIAMS, 1989 ; HIGHTSHONE et al. 1991).

Chez la vache laitière ; le déficit énergétique est, avec les niveaux génétiques actuels en élevage, systématique et inévitable ; il tient physiologiquement à une capacité d'ingestion qui augmente beaucoup moins vite que les besoins, et à une aptitude des vaches à bon potentiel génétique à

donner la priorité à la production laitière par rapport à leurs réserves corporelles. Cette priorité est au plan hormonal, la traduction d'une forte sécrétion d'hormone de croissance (GH) et d'une insulinémie faible (ENJALBERT, 1994).

D'un point de vue biochimique, en début de lactation, l'intense activité métabolique, associée à une dépression de l'appétit, aboutit à une balance énergétique négative, caractérisée par une diminution des concentrations sériques en insuline, IGF-I, leptine et glucose, et une augmentation des concentrations en GH et en corticoïdes (ROCHE et al. 2000).

La mobilisation des lipides corporels qui s'ensuit se traduit par une libération massive d'acides gras non estérifiés dans le sang. Le foie les en extrait, en proportions directes avec les concentrations circulantes, pour les oxyder. Il en résulte une accumulation de triglycérides dans les hépatocytes et, lors de phénomènes oxydatifs incomplets, une libération plasmatique de corps cétoniques (BUTLER, 2005).

Puis, les concentrations en insuline et en IGF-I augmentent progressivement durant la période du *post-partum*, tandis que celle de la leptine reste basse durant la lactation. Pour ces trois hormones, les valeurs des concentrations sont associées à la balance énergétique de l'animal : elles sont plus importantes chez une vache laitière en balance énergétique positive que chez une vache dont la balance est négative (BUTLER, 2000 ; LUCY, 2000).

Ces facteurs sont autant de candidats susceptibles de jouer un rôle déterminant dans l'influence du métabolisme sur la fonction de reproduction. D'une façon générale, ces facteurs agissent au niveau central, c'est à dire de l'axe hypothalamo-hypophysaire, et/ou au niveau gonadique (MONGET et al. 2004).

La leptine est une hormone produite principalement par le tissu adipeux. Un de ses rôles essentiels est d'informer l'organisme sur le niveau de ses réserves lipidiques. L'ensemble des actions connues de la leptine entraîne une diminution de l'appétit et des accroissements de la dépense énergétique, de l'activité physique, de l'activité ovarienne (elle serait notamment un signal impliqué dans le déclenchement de la puberté) et de l'anabolisme musculaire (CHILLIARD et al. 1999).

Chez la vache, comme chez les autres mammifères, la leptine agirait sur ses récepteurs spécifiques présents dans de nombreux organes, dont l'hypothalamus où elle régulerait l'activité des neurones à GnRH, l'hypophyse où elle interviendrait dans la régulation de la sécrétion de FSH et de LH, et les ovaires (CHEMINEAU et al. 1999).

Lorsque la production de leptine augmente du fait de l'accroissement de la taille des cellules adipeuses et/ou de la quantité de lipides corporels, ceci se traduit généralement par une diminution de la quantité de nutriments disponibles pour les tissus adipeux, ainsi que par des modifications hormonales qui diminuent la lipogenèse et la synthèse de leptine, et/ou augmentent la lipolyse dans ces tissus. Outre sa régulation à long terme, liée aux variations d'adiposité, la concentration plasmatique de leptine est rapidement diminuée par une réduction de la prise alimentaire, et ceci est dû, au moins en partie, à la baisse de l'insulinémie. Cette hypoleptinémie pourrait constituer le signal informant l'organisme d'un état de sous-nutrition. (CHILLIARD et al. 1999).

La leptinémie reflète le niveau de la balance énergétique durant la lactation. Elle atteint sa valeur la plus basse au moment du vêlage, et sa remontée pendant la lactation dépend de la durée et de l'intensité de la balance énergétique négative, en relation avec la reconstitution des réserves adipeuses. Les concentrations plasmatiques en leptine sont plus faibles durant la lactation chez les vaches dont le statut énergétique est négatif (LIEFERS et al. 2003).

Les vaches ayant les concentrations plasmatiques les plus hautes en leptine, présentent les intervalles les plus courts entre vêlage et premières chaleurs observées (LIEFERS et al. 2003).

En cas de déficit énergétique, il a été constaté ce qui suit :

-Une diminution de sécrétion de GnRH par l'hypothalamus (TERQUI et al. 1982).

-Une diminution de la sécrétion de LH par l'hypophyse et surtout une diminution de la pulsativité de cette sécrétion de LH. (BUTLER et SMITH, 1989), plus importante que le niveau de sécrétion ; il s'en produit alors un ralentissement de la croissance folliculaire, et donc un retard d'ovulation (LUCY et al. 1991).

-Une faible sécrétion de progestérone par le corps jaune. (VILLA-GODOY et al. 1988), donc un faible TRII (KING, 1968), en plus d'une moindre réceptivité des ovaires à la sécrétion de LH (CANFIELD et BUTLER, 1991).

Il existe une corrélation très significative entre l'IV-1<sup>ère</sup> ovulation et l'IV- pic de déficit énergétique (CANFIELD et al. 1990). Une autre étude a rapporté l'incidence marquée d'embryons à la qualité et à la viabilité diminuées chez des vaches laitières hautes productrices en début de lactation par rapport à des vaches tarées (SARTORI et al. 2002).

Le développement embryonnaire serait compromis, même tardivement pendant la lactation, par les modifications métaboliques associées à des notes d'état corporel basses (inférieures à 2,5 points) (SNIJDERS et al. 2000).

En comparant l'évolution de la balance énergétique chez des vaches, il en ressort que la différence entre les animaux à reprise précoce d'activité ovarienne et ceux à reprise tardive tient davantage à l'existence d'un pic de déficit énergétique et à son intensité qu'à l'importance globale du déficit (DE VRIES et al. 2000 ; STAPLES et al. 1990 ; ZUREK et al. 1995).

Les vaches dont la balance énergétique est négative expriment significativement moins fréquemment leurs chaleurs lors de la première ovulation post-partum. En revanche, il ne semble pas y avoir d'effet significatif du niveau de la balance énergétique sur l'expression des chaleurs lors du cycle suivant (SPICER et al. 1990).

Les excès énergétiques qui ont des répercussions sur la production sont ceux qui interviennent en fin de gestation (plus de 10 UFL/J) (ENJALBERT, 1994).

Un excès énergétique pratiqué durant la période de tarissement expose à une prise d'embonpoint de la vache (note d'état corporel supérieur à 4) (WOLTER, 1994), ceci est responsable d'une forte lipomobilisation péri et post-partum (RUEGG et al. 1992).

Cette dernière est surtout observée chez les vaches à haut potentiel de production qui s'accompagne à la fois d'une augmentation du taux d'acides gras non estérifiés (AGNE) et d'une chute de glycémie. (TAGGART, 1992).

Les deux tiers des vaches à rétention placentaire sont des vaches grasses au vêlage ; retards à l'involution utérine ; risque de cétozes par surcharge hépatique ; métrites et maladies métaboliques (MORROW, 1976 ; REID et al. 1979 ; GRUMMER, 1993).

Ces complications sont toujours contraires à une bonne fertilité ; diminution du taux de réussite en première insémination IA1 (VALLET et PACCARD, 1980 ; BADINAND, 1984).

D'une façon générale, la conduite du tarissement (durée, apports alimentaires et préparation à la lactation suivante) influence les performances de reproduction de la vache en agissant soit directement sur les différents paramètres de la fécondité et de la fertilité, soit indirectement par le biais de la reproduction (SERIEYES, 1997).

#### VI.2.1.2/ Les besoins protéiques

Lors de troubles de reproduction dans un élevage, il conviendra de rechercher les anomalies du rationnement protidique (excès d'azote dégradable en particulier) (ENJALBERT, 1994).

Un taux azoté de la ration inférieur à 13 % de matière azoté totale (normalement 15 à 17 % MAT) aboutit à un déficit énergétique, à l'infertilité et à une diminution de l'urée sanguine (inférieur à

0.20g/l) (VAGNEUR, 1996) ; il augmente aussi le risque de rétention placentaire (CURTIS et al. 1985). Il ne provoque pas l'avortement mais peut altérer la résistance du veau (VALLET, 2000).

Les excès d'azote non dégradable agissent également par le biais d'un accroissement du déficit énergétique dû à une stimulation de la production laitière. Les conséquences d'un excès d'azote dégradable sont plus marquées. Il provoque un déficit énergétique accru, en raison de la consommation d'énergie par le foie pour la transformation en urée de l'ammoniac absorbé par la muqueuse ruminale (ENJALBERT, 1998).

D'autre part, les augmentations de l'urémie et de l'ammoniémie induites par ce type de ration, ont pour conséquences :

- Une diminution du pH utérin, affectant la survie des spermatozoïdes (ELROD et al. 1993).
- Un effet cytotoxique sur ces mêmes spermatozoïdes ainsi que sur l'ovocyte, voire sur l'embryon, en limitant la capacité des oocytes à devenir blastocystes (ELROD et al. 1993).
- Une diminution de la progestéronémie (BUTLER, 1998).
- Une augmentation de la sécrétion de PGF2 $\alpha$  (BUTLER, 1998).

La conséquence la mieux précisée de ces effets sur les performances de reproduction est une diminution du taux de réussite à l'insémination, plus marquée que l'allongement de la durée de l'anoestrus *post-partum*. Les vaches nourries avec une ration à forte teneur en azote dégradable perdent davantage de poids en début de lactation, ont un TRIA1 plus faible et un IV-IF prolongé (WESTWOOD et al. 2002).

Les excès azotés (surtout l'azote très dégradable), avec une urémie supérieure à 0.35-0.40 g/l prédisposent aux avortements, à la non délivrance, et au syndrome de la vache couchée (VAGNEUR 1996). Cependant l'ammoniac diminue l'efficacité des macrophages et favorise de ce fait les métrites.

Des régimes riches en protéines, comme l'herbe très jeune, l'ensilage d'herbe ou de luzerne mal conservés et le colza fourrager, sont donnés pour stimuler et maintenir une production laitière élevée ; de ce fait, ces régimes sont associés à une réduction des performances reproductives (BUTLER, 1998 ; WESTWOOD et al. 1998), comme ils peuvent favoriser les métrites (ANDERSON, 1987).

### VI.2.1.3/Les besoins minéraux :

#### VI.2.1.3.1/ Minéraux majeurs :

##### **-Le calcium :**

Des apports calciques importants en début de lactation, associés à de la vitamine D, permettent l'accélération de l'involution utérine et de la reprise de la cyclicité ovarienne.

L'hypocalcémie semble souvent associée à la rétention placentaire, au retard d'involution utérine, et finalement aux métrites. Il est toutefois difficile de conclure sur l'influence réelle des épisodes d'hypocalcémie puerpérale sur le retard d'involution utérine et donc sur le retard à la fécondation, les vaches sujettes à cette pathologie métabolique présentant une production laitière supérieure et donc vraisemblablement un déficit énergétique plus prononcé KAMGARPOUR et al. 1999).

La carence en calcium se traduit par des troubles de la fécondité : retard d'involution utérine et d'apparition de cyclicité après le vêlage (VALLET, 2000).

En début de lactation, il y a un accroissement de l'involution utérine et la reprise des cycles ovariens lors d'apports importants de Ca, associés à la vitamine D.

Une carence ou un excès de calcium dans la ration modifie le rapport phosphocalcique et augmente le risque de fièvre de lait qu'il faut éviter (SOMMER, 1985).

#### ***-Le phosphore :***

Les carences en phosphore sont classiquement invoquées lors de troubles de la fertilité chez les vaches laitières. Lorsque le déficit phosphorique excède 50 % des besoins, on constate une augmentation de la fréquence du repeat-breeding, des kystes ovariens, et des anoestrus.

Ainsi, on estime qu'il y a dégradation de réussite à l'insémination (VAGNEUR, 1996; NICOL, 1996), lors :

-d'un excès de 20 g de phosphore.

-Ou d'une carence de 10 g

Les déséquilibres en phosphore de  $\pm 10$  g par rapport aux besoins ont toujours pour conséquence une chute du taux de fertilité (BADINAND, 1983).

Les excès en minéraux (en particulier le phosphore) au tarissement influent défavorablement sur la fertilité (DANDALEIX, 1981), dont le taux de réussite en première insémination est de :

✓ 27.5 % si l'alimentation phosphocalcique est en excès.

✓ 41.1 % si l'alimentation phosphocalcique est équilibrée.

#### ***-Le magnésium :***

Des longs vêlages, des non délivrances, et des retards d'involution utérine suite à une diminution de contractilité du myomètre, ont été liés à des carences en magnésium (BADINAND, 1983 ; VALLET, 2000).

L'apport excessif en Magnésium peut gêner l'absorption du Ca et du phosphore et prédispose ainsi à d'autres troubles métaboliques comme la fièvre du lait (PAYNE, 1983).

Des apports de 2 g/Kg de MS dans les troupeaux sujets aux vêlages difficiles, aux rétentions placentaires et aux métrites sont recommandés (SERIEYS, 1997).

#### VI.2.1.3.2/Minéraux mineurs

##### **-Le sélénium :**

Le sélénium est l'oligo-élément dont le rôle dans la reproduction chez la vache laitière a été le plus étudié (ENJALBERT, 1994).

Il est déficitaire dans la quasi-totalité des aliments de vaches laitières à l'exception des tourteaux dont il contient 0.1-0.4 mg/kg de MS (SERIEYS, 1997).

Les besoins en ce minéral, se situent entre 0.1 et 0.2 mg /kg de MS (FARDEAU, 1979 ; ENJALBERT, 1996)

Pendant la lactation, si la complémentation en cet élément est insuffisante, les vaches peuvent se trouver fortement carencés au tarissement et être particulièrement exposés aux rétentions placentaires, aux infections mammaires (SERIEYS, 1997), aux métrites, voire aux kystes folliculaires (ENJALBERT, 1994).

Sa carence peut aussi être responsable d'avortement ou de mise bas prématurée (CORAH et IVES, 1991).

L'apport de sélénium et de vitamine E a permis de diminuer le pourcentage de rétentions placentaires de 38 à 0% (JULIEN et al. 1977), et par conséquent baisser le risque de métrite *post-partum* (HARRISON et al. 1984).

##### **-Le manganèse :**

La carence en manganèse est responsable d'un retard de puberté chez les génisses, et d'une diminution de la fertilité chez les vaches (LAMAND, 1970).

Elle peut aussi diminuer l'activité ovarienne et entraîner une baisse du taux de réussite ou des avortements (ENJALBERT, 1994).

### ***-Le zinc :***

La carence en zinc peut provoquer une perturbation du cycle œstral et des rétentions placentaires (FARDEAU, 1979).

### ***-L'iode :***

L'iode, par le biais des hormones thyroïdiennes, stimule l'activité gonadotrope de l'hypophyse (ENJALBERT, 1994). De ce fait, une carence en iode se traduit par une diminution voir un arrêt de l'activité ovarienne (LAMAND, 1970 ; FARDEAU, 1979).

Elle peut même diminuer le taux de réussite des inséminations et entraîner, au plus tard, un arrêt du développement fœtal, des avortements, des mortinatalités et des rétentions placentaires (FARDEAU, 1979 ; ENJALBERT, 1994).

### ***-Le cuivre :***

Les carences en cuivre peuvent entraîner une diminution de l'appétit (LAMAND, 1970) et de l'activité ovarienne, des mortalités embryonnaires et des avortements (ENJALBERT, 1994), voir même des rétentions placentaires et des retards de l'involution utérine (BONNEL, 1985).

### ***-Le cobalt :***

Cet élément est essentiellement présent dans la vitamine B 12. Chez les ruminants, le cobalt est indispensable à la flore du rumen, sans lequel, la flore est gravement perturbée et ne peut assurer la dégradation de la cellulose (LAMAND, 1970).

Les ovaires sont non fonctionnels en cas de carence en cobalt (ENJALBERT, 1994).

### **VI.2.1.4/ Les besoins vitaminiques**

Les vitamines sont des substances apportées en petites quantités par l'alimentation mais indispensables à la croissance et au fonctionnement des organes, notamment par leur effet catalytique de nombreuses réactions enzymatiques (VALLET, 2000).

Seul le groupe liposoluble est déterminant, et la vitamine A y apparaît prépondérante (FROMAGEOT, 1978).

#### VI.2.1.4.1/La vitamine A

La carence en vitamine A est responsable des irrégularités du cycle oestral par altération de l'appareil reproducteur à savoir, dégénérescence folliculaire, défaut de ponte ovulaire ou de nidation (WOLTER, 1994).

Elle peut même diminuer le taux de fécondation et provoque des avortements, des rétentions placentaires (ENJALBERT, 1994), et des métrites (ENNYUER, 1998 b).

#### VI.2.1.4.2/La vitamine D

Elle joue un rôle dans le maintien de la teneur en Ca, grâce à l'amélioration de l'absorption intestinale du ce dernier, ainsi que du magnésium, du fer et du Zinc (WOLTER, 1994).

En cas de carence, le métabolisme phosphocalcique se trouve perturbé avec toutes ses répercussions sur les performances reproductives ; dans ce sens, une augmentation de l'intervalle vêlage – 1<sup>ère</sup> chaleur (WARD, 1971).

#### VI.2.1.4.3 La vitamine E :

La vitamine E agit de façon conjointe avec le sélénium (WOLTER, 1994). L'apport recommandé en vitamine E est de 15mg/kg de MS de ration, soit environ 180 mg par jour pendant le tarissement et 300mg /jour pendant la lactation (ENJALBERT, 1996).

L'utilisation de quantités élevées de vitamine E pendant le tarissement est justifiée par l'importance des risques post-partum, mais aussi par une chute physiologique de la concentration sérique en cette vitamine dans les jours qui précèdent le vêlage (ENJALBERT, 1996).

#### VI.2.2/L'allaitement

Le stimulus nerveux de la tétée, voire de la traite, entraîne en début de post-partum une inhibition de la sécrétion de GnRH ; ce mécanisme faisant éventuellement intervenir la libération de substances opiacées au niveau du système nerveux central. Ceci expliquerait en partie l'état d'anoestrus post-partum chez les vaches allaitantes (FIENI et al. 1995 ; MIALOT et al. 2001).

En effet, l'IV-1<sup>ères</sup> chaleur est plus long chez les vaches qui allaitent que chez celles qui n'allaitent pas (FERREIRA et TORRES, 1991 ; MEJIA, 1998).

Le non allaitement entraîne l'apparition des 1<sup>ères</sup> chaleurs, 10 à 33 jours du post-partum, alors qu'une vache bien alimentée et allaitante ne retournera en chaleurs que 98 jours post-partum (RADFORD et al. 1978).

Ceci est dû à un rétablissement de l'activité ovarienne 30 jours post-partum chez la vache traitée, alors que les vaches qui allaitent étendent cette période (LAMING et al. 1981).

La durée de cette dernière varie entre 20 et 70 jours par vache laitière et 30 – 110 jours en bétail viandeux allaitant (PIRCHNER et al. 1983 ; RICHARDSON et al. 1983).

La fréquence de l'allaitement a aussi son influence, puisqu'une restriction de la tétée à une fois par jour augmente la production laitière, sans retarder la reprise de l'activité ovarienne chez la vache laitière Zébu (MARGERISON et al. 1995).

Cependant, la restriction de la tétée à une fois par jour pendant les 30 premiers jours du post-partum a pour conséquence de réduire la durée du post-partum sans affecter la production laitière, ni même le poids du veau au sevrage (FITZPATRICK, 1994).

### VI.2.3/La conduite de la reproduction

#### VI.2.3.1/ Le moment de la mise à la reproduction

La fertilité augmente progressivement jusqu'au 60<sup>ème</sup> jour du post-partum, se maintient entre le 60<sup>ème</sup> et le 120<sup>ème</sup> jour puis diminue par la suite (HILLERS et al. 1984).

Le taux de conception diminue chez les vaches mises à la reproduction 50 jours après mise bas (SMITH, 1992).

#### VI.2.3.2/La détection des chaleurs

L'intérêt d'une bonne détection des chaleurs est évident pour l'IA : elle a aussi son importance en monte libre pour prévoir les dates de vêlage. Une détection manquée fait perdre 3 semaines de la vie productive d'une vache ; s'assurer d'une bonne détection des chaleurs est donc un préalable à toute tentative d'amélioration des performances de reproduction (INRAP, 1988)

Il apparaît que la détection des chaleurs peut être correctement réalisée pour près de 80% des vaches normalement cyclées depuis le vêlage (KERBRAT et al. 2000).

Cette proportion est significativement inférieure pour les autres vaches : malgré l'attention particulière portée à la détection, lorsque l'activité cyclique est irrégulière ou retardée, la détection des chaleurs de mise à la reproduction ne peut être réalisée que pour une vache sur deux (DISENHAUS, 2004).

Cette moindre détection des vaches dont la cyclicité se rétablit après 50 jours est cohérente avec l'expression de l'oestrus plus faible au cours de la première ovulation, à la fois en terme de nombre d'acceptations du chevauchement et de la durée de ces acceptations (VILLA-GODOY, 1990).

Les diverses études menées par les centres d'inséminations évaluent autour de 10 % le pourcentage de vaches pour lesquelles l'inséminateur est appelé alors qu'elles ne sont pas en période péri-ovulatoire (col fermé et/ou absence de glaire cervicale ou glaires cassantes). En cohérence avec une recherche minutieuse des chaleurs, le pourcentage de faux positifs (vaches déclarées en chaleurs lorsqu'elles étaient en phase lutéale) peut être plus élevé, de l'ordre de 14% ; ce pourcentage étant significativement plus important (30%) pour les vaches ayant présenté une cyclicité anormale avant la mise à la reproduction (DISENHAUS, 2004).

Ce dernier résultat apparaît préoccupant au regard de l'augmentation de l'incidence de ces irrégularités du cycle. La gestion de la détection des chaleurs doit également évoluer (LUCY, 2001) ; la recommandation traditionnelle de deux observations quotidiennes de 30 minutes chacune en vue de la détection de l'oestrus n'est plus suffisante : des observations plus nombreuses et plus longues sont recommandées. La fréquence de l'absence de détection ou l'expression des chaleurs aujourd'hui semble toute fois élevée même chez les femelles présentant un profil de progestérone normal (FRERRET et al. 2005).

#### VI.2.3.3/Moment de l'insémination par rapport aux chaleurs

Le moment le plus favorable à l'I.A, se situe dans la deuxième moitié des chaleurs (INRAP, 1988).

Un meilleur résultat du taux de conception est obtenu lorsque l'I.A est réalisée entre le milieu des chaleurs et six heures après leur fin (DEKRUIF, 1978).

De même, l'insémination devrait avoir lieu 6 à 8 heures après la première observation de l'oestrus, ou être systématisée après une synchronisation des chaleurs (LUCY, 2001).

La durée de l'oestrus reste difficile à déterminer. Selon sa définition classique (intervalle de temps compris entre la première et la dernière acceptation du chevauchement), sa valeur moyenne a diminué au cours des trente dernières années de 18 à 14 heures environ (VANEERDENBURG et al. 1996).

D'après les données de différents centres d'insémination, l'inséminateur serait appelé par les éleveurs laitiers pour 25 à 45% de vaches pour lesquelles l'acceptation du chevauchement n'a pas été observée (DISENHAUS, 2004).

Ainsi, jusqu'à un quart des vaches inséminées ne seraient pas en chaleur (HANZEN, 1996).

Les avantages de la maîtrise du moment de l'ovulation chez les bovins sont maintenant bien connus des éleveurs : elle permet une gestion plus efficace du troupeau par une meilleure surveillance des mises bas, par un ajustement de l'alimentation aux besoins physiologiques, et favorise le progrès génétique par la mise en place de l'insémination artificielle systématique sans détection des chaleurs (BARIL et al. 1998).

#### VI.2.3.4/Technique d'insémination

La réussite de cette biotechnologie, dépend de facteurs divers. Les variations imputées à la technique d'insémination sont liées au non respect du protocole de congélation de la semence, avant son dépôt, ainsi qu'aux modalités de conservation de la semence non conforme aux normes (SEEGERS, 1998).

#### VI.2.4 Taille du troupeau et type de stabulation:

L'accroissement de la taille du troupeau est corrélé à la diminution de la fertilité (LABEN et al.1982).

Le logement des vaches laitières du groupe à mauvaise fertilité est principalement la stabulation entravée, la stabulation libre dominante dans les groupes de vaches à bonne fertilité (BARNOUIN, 1983). Ces bonnes performances résultent d'une facilité de détection des chaleurs et d'un plus grand exercice des vaches (PACCARD, 1981).

Les désordres de reproduction causés par les infections sont fréquemment constatés chez les vaches en stabulation entravée (DEKRUIF, 1975).

La nature du sol a aussi une influence considérable sur les performances de reproduction ; les sols glissants (en lisiers) sont associés à une réduction des tentatives de chevauchement. Il en est de même pour les sols durs (en béton), comparativement aux sols recouverts de litière (BRITT, 1986).

#### VI.2.5/La politique de réforme

Le type de réforme regroupe différentes causes selon leur nature et les critères de décisions en jeu (ROCHE et al. 2001).

## VI.2.5/La politique de réforme

Le type de réforme regroupe différentes causes selon leur nature et les critères de décisions en jeu (ROCHE et al. 2001).

Il est à distinguer entre la mortalité et la réforme involontaire d'une part, et la réforme volontaire d'autre part (HARRIS, 1989 ; NUGENT et JENKINS, 1992).

A chaque type sont associés différentes causes de réforme, définies et classées a priori, respectivement : les accidents ou troubles d'ordre sanitaire pour les réformes involontaires et une insuffisance de production pour les réformes volontaires (HARRIS, 1989).

Il faut aussi distinguer entre les réformes obligatoires et celles à décider, les premières regroupant les accidents et les décisions répondant à des règles strictes ne dépendant que de l'état de l'animal, les secondes étant mobilisées, le cas échéant, pour compléter un lot de réformes dont l'effectif serait prédéfini (MOULIN et al. 2000).

Au total, le taux de réforme pour infertilité est en général peu utilisable vu l'imprécision des motifs de réforme et le flou de la notion de réforme pour infertilité, donc on utilise essentiellement le taux de réforme global pour décrire les performances de reproduction (SEEGERS et MALHER, 1996).

## **VI.3/Facteurs d'environnement :**

### VI.3.1/Le climat

Des variations quotidiennes climatiques de fortes amplitudes ont un effet beaucoup plus négatif sur la fertilité qu'un environnement thermique hostile mais constant auquel les animaux sont adaptés (GWAZDAUSKAS, 1985).

En plus, il est bien connu que les vaches sont défavorablement plus affectées par les hautes températures que les génisses (THATCHER et COLLIER, 1986).

En Floride, entre 1979 et 1980, le taux de réussite en première insémination était passé de 25 à 7%, pour des températures maximales comprises entre 29,7°C (Avril) et 33,9°C (Juillet). De même, le nombre moyen d'inséminations par conception effective et diagnostiquée entre 6 et 8 semaines était plus élevé pour la période comprise entre mai et août (4,5 à 5,3) que pour les mois de septembre à avril (2,3 à 3,5) (CAVESTANY et al. 1985).

En Iraq, il a été démontré un effet défavorable du stress thermique en saison d'été sur la fertilité des vaches Frisonnes (ALI et al. 1983).

En Afrique du sud, un faible taux de conception en 1<sup>ère</sup> insémination de 33 % a été noté quand l'index température - humidité est augmenté comparé à un taux de 74 % quand cet index est plus bas (DUPREEZ et al. 1991).

L'humidité est un facteur à prendre aussi en compte lors de l'étude des variations de la fertilité selon les conditions climatiques. Cet index mesure l'impact conjugué de la température et de l'humidité (THI). Le THI le jour de l'insémination a l'impact le plus important sur le taux de retour en chaleur à 45 jours (NR45), puis suivent ceux enregistrés 2 jours et 5 jours avant l'insémination. Enfin, un index élevé 5 jours après l'insémination revêtait également une certaine importance. Mais aucune relation n'a été notée entre la fertilité et ceux relevés à 10, 20 et 30 jours post-insémination (RAVAGNOLO et MISZTAL, 2002).

### VI.3.2/La saison

La fertilité et la fécondité présentent des variations saisonnières (HAGEMAN et al. 1991).

Le taux de conception chez les Holstein baisse de 52% en hivers et de 24 % en été (BARKER et al. 1994).

En saisons chaudes, des allongements de l'IV-I1 de 7 jours, de l'IV-IF de 12 jours et de l'IVV de 13 jours peuvent être remarqués (SILVA et al. 1992).

En Arabie Saoudite, l'industrie laitière arrive quand même à faire face aux problèmes thermiques durant les mois d 'été (GORDON et al. 1987).

### VI.4/Facteurs humains

La technicité, la disponibilité et le comportement de l'éleveur et du personnel exercent une influence (HANZEN, 1996).

Les activités extérieures à l'exploitation, ainsi que le tempérament nerveux de l'éleveur seraient des facteurs de risque de l'infécondité (VALLET et al. 1997).

CHAPITRE III

L'ANOESTRUS

PUBERTAIRE

ET DU

POST-PARTUM

## I/DEFINITION

L'anoestrus constitue un syndrome caractérisé par l'absence de manifestations œstrales. Cette définition manque néanmoins de précision et ne prend naturellement pas en compte les cas d'absence de détection des chaleurs par l'éleveur voire les états physiologiques (gestation, saison...) ou pathologiques (pyomètre, kystes ovariens...) qui le plus souvent inhibent la manifestation des chaleurs. Par ailleurs, il importe de prendre en compte, dans les espèces dites de production, une période pré pubertaire ou du post-partum au delà de laquelle compte tenu des objectifs de reproduction, l'anoestrus physiologique devient pathologique parce qu'il se prolonge de manière exagérée. Cette période d'anoestrus physiologique après l'accouchement est éminemment variable selon les espèces. Chez la plupart d'entre elles, pendant la gestation, des follicules sortent continuellement de la réserve folliculaire mais évoluent rapidement vers l'atrésie. Cet état d'anovulation se poursuit pendant une période plus ou moins longue après l'accouchement. Dans certaines espèces, cette phase sans ovulation est très réduite. C'est le cas chez la jument, la lapine, la ratte et la souris. Dans l'espèce ovine, cette phase peut se confondre avec l'anoestrus saisonnier s'il existe. Signalons enfin qu'il ne sera pas question ici d'anoestrus ménopausique, les animaux domestiques étant le plus souvent abattus avant d'avoir atteint un âge avancé (CH .HANZEN 2009).

Il y a 2 types d'anoestrus : anoestrus vrais et faux anoestrus.

### I.1/ L'anoestrus vrais

Résulte soit d'une absence de cyclicité soit un blocage du cycle.

**Absence de cyclicité :** inactivité ovarienne ; les ovaires sont au repos et lisses

**Blocage du cycle:** corps Jaune persistant ou kyste lutéinique ou corps jaune kystique; bloquent l'ovulation et la manifestation œstrale (CH .HANZEN 2009).

### I.2/ Le faux anoestrus ou suboestrus

La vache a une activité cyclique normale mais n'a pas été observée en chaleur en raison d'un comportement des chaleurs absentes, discrète, ou encore d'une observation mal conduite.

## II/CLASSIFICATION

### II.1/Anoestrus de détection

C'est l'absence de détection par l'éleveur des chaleurs d'un animal normalement cyclé. Cet

anoestrus de détection peut être confondu avec un anoestrus pathologique pubertaire ou du postpartum. Il peut également s'observer et donc contribuer à augmenter la durée de la période de reproduction c'est-à-dire celle comprise entre la première et la dernière insémination (CH .HANZEN 2009).

## II.2/Anoestrus physiologique

- Anoestrus physiologique prépubertaire : < 12 mois : génisse
- Anoestrus physiologique du postpartum : < 15 jours : vache laitière  
< 30jours :vache allaitante
- Anoestrus de gestation
- Anoestrus ménopausique

Les valeurs renseignées peuvent dépendre des paramètres considérés (concentrations hormonales en GnRH, LH/FSH, progestérone; observation d'un oestrus, palpation ou identification échographique d'un corps jaune, d'un follicule...) pour conclure à la fin d'une période d'anoestrus physiologique. Aussi dans un souci de clarification nous avons pris l'habitude de distinguer l'anoestrus physiologique de l'anoestrus fonctionnel. Le premier s'étend depuis le vêlage ou la naissance jusqu'au moment de la libération préovulatoire de LH. Le second correspond à la période pendant laquelle il peut être toléré (d'un point de vue zootechnique mais pas physiologique) de ne pas observer d'activité cyclique régulière (croissance folliculaire suivie d'ovulation et de la formation d'un corps jaune) (CH .HANZEN 2009).

## II.3/anoestrus fonctionnel

C'est l'absence d'une activité cyclique régulière entre la fin de la période normale d'anoestrus physiologique pépubertaire ou du post-partum et la fin habituelle de la période d'attente soit chez la génisse entre le 12<sup>ème</sup> et le 14<sup>ème</sup> mois suivant la naissance, chez la vache laitière de 15 à 50 jours post-partum et chez la vache allaitante de 30 à 50 jours post-partum. Le plus souvent cet anoestrus se traduit au niveau des ovaires par l'absence de structures manuellement décelables telles les follicules de diamètre supérieur à 1 cm ou des corps jaunes. Dans certains cas, on peut bien y palper des kystes ovariens (CH .HANZEN 2009).

## II.4/Anoestrus pathologique

Ces anoestrus sont dits pathologiques car ils contribuent à augmenter la durée de la période d'attente.

### II.4/anoestrus pathologique

#### II.4.1/anoestrus pathologique pubertaire

C'est le cas d'une génisse n'ayant présentée aucune activité cyclique au delà de 14 mois : (anoestrus pathologique pubertaire fonctionnel) (cette valeur peut dépendre des objectifs de reproduction). Il doit être différencié de l'anoestrus de détection, du freemartinisme, de certains cas de maladie de

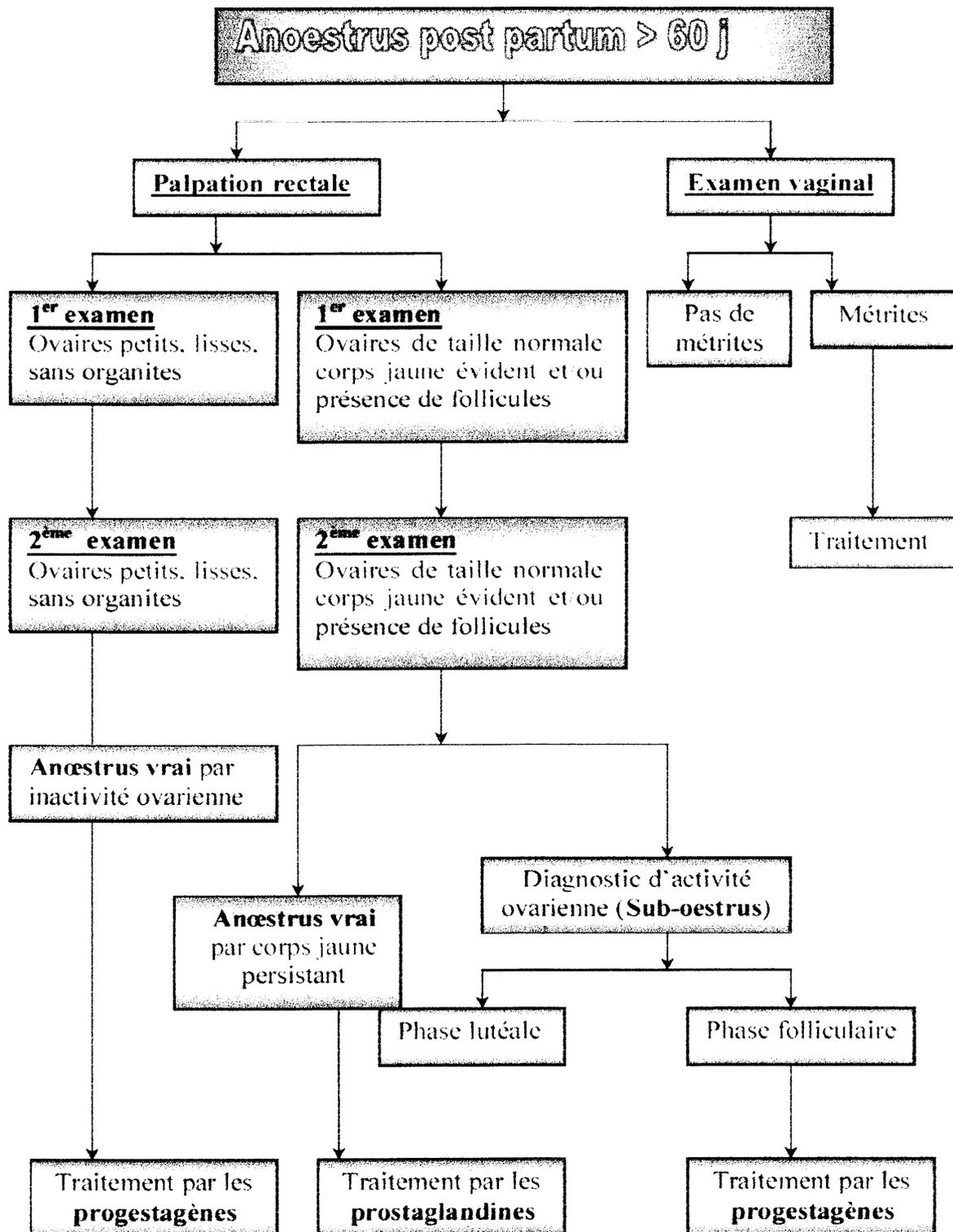
génisses blanches (ovulation ipsilatérale à une corne anormale par exemple) (CH .HANZEN 2009).

#### II.4.2/Anoestrus pathologique du postpartum

C'est un anoestrus pathologique fonctionnel d'une vache ne présentant aucune activité cyclique au delà de 50 jours : vache laitière et vache allaitante (ces valeurs peuvent dépendre des objectifs de reproduction). Nous devons faire attention aux cas du kyste ovarien et du pyomètre ...

De même, sur le plan thérapeutique, il semble logique de distinguer les traitements qui d'une part s'adressent plus spécifiquement aux animaux ne présentant pas une activité cyclique régulière (anoestrus physiologique ou pathologique : traitements inducteurs) de ceux qui sont plus spécifiquement applicables aux animaux cyclés que l'oestrus ait été ou non détecté (traitements de synchronisation), certains d'entre eux (progestagènes) étant à l'inverse d'autres (prostaglandines) applicables aux deux situations cliniques (CH .HANZEN 2009).

**Figure (20) : récapitulatif sur la démarche diagnostique des vaches en anoestrus (SOUAMES, 2003)**



CHAPITRE IV

DETECTION

DES

CHALEURS

## l'IMPORTANCE de la détection des chaleurs

Une bonne reproduction est l'un des aspects les plus critiques de la rentabilité d'un élevage. Beaucoup de facteurs associés à la reproduction, tels que l'intervalle de vêlage, la durée de la période de tarissement, le nombre de services (saillie) par conception, l'âge au premier vêlage, le niveau génétique et le taux de réforme, influencent aussi la rentabilité de l'élevage. Les pertes économiques dues à un pauvre niveau de reproduction ont de multiples facettes:

1) La production totale de la vache pendant sa vie dans l'élevage diminue parce que:

- Le pic de production se produit moins fréquemment (Michel Wattiaux).
- La durée de la période de tarissement est excessive.

2) Le nombre de veaux qui naissent dans l'élevage diminue, ce qui entraîne une :

- Diminution des chances de réformer les vaches pour cause de faible production.
- Diminution de la vitesse du progrès génétique.

3) Le coût direct pour la saillie et les frais vétérinaires sont élevés (Michel Wattiaux).

Il est évident que les vaches de haut potentiel de production sont désirables. Cependant, il faut noter l'effet important de la reproduction sur la production totale de la vache.

La production totale est la somme de la production de toutes les lactations et celle-ci est maximisée lorsque la vache est saillie 80 à 90 jours après le vêlage. Ceci lui permet de produire un nouveau-né et de commencer une nouvelle lactation tous les 12,5 à 12,8 mois. Les intervalles de vêlage plus longs ont, en général, un effet négatif sur la production totale de vie (Michel Wattiaux).

Dans beaucoup de fermes, l'insémination artificielle a remplacé le taureau. Toutefois, beaucoup de fermiers utilisent encore le taureau pour la saillie de certaines vaches lorsque la détection des chaleurs est difficile ou lorsqu'il est difficile d'obtenir de bons résultats avec l'insémination artificielle (Michel Wattiaux).

Dans les élevages qui utilisent exclusivement l'insémination artificielle, la détection précise des chaleurs est essentielle pour obtenir de bons résultats de reproduction. La détection des chaleurs est importante pour pouvoir:

- Saillir les génisses à l'âge de 15 mois.
- Maintenir un intervalle de vêlage de 12,5 à 12,8 mois.
- Maximiser le progrès génétique grâce à l'utilisation de taureaux sélectionnés (Michel Wattiaux).

-Insémination artificielle :

- Fertilité : choix du moment de l'AI/début de l'oestrus (CH.HENZEN 2004).
- Fécondité :

- Choix du moment de l'AI/vêlage.
- Optimisation de la période de reproduction.

- Diagnostic de gestation
- Traitements intra-utérine (**CH.HENZEN 2004**).

#### DEFINITION DES CHALEURS(OESTRUS)

Les chaleurs, ou oestrus, est une période de réceptivité sexuelle caractérisée par la monte (photo 3) qui se produit normalement chez les génisses pubescentes et les vaches non gestantes. Cette période de réceptivité dure de six à 30 heures et se répète en moyenne tous les 21 jours (Michel Wattiaux).

Cependant, un intervalle entre deux chaleurs (le cycle des chaleurs) peut varier de 18 à 24 jours. La saillie naturelle d'une vache par un taureau ne se produit que si la vache est en chaleur. La probabilité de gestation est grande lorsqu'une saillie naturelle se produit pendant les chaleurs ou lorsque la saillie artificielle est faite quelques heures après la fin les chaleurs (Michel Wattiaux).

Une vache en chaleur a un haut niveau d'œstrogène dans son sang. L'œstrogène est une hormone produite en quantité croissante vers la fin d'un cycle des chaleurs par le follicule qui grandit à la surface de l'ovaire. L'œstrogène a, entre autres, les fonctions suivantes:

- Elle assiste l'ovule dans ses dernières étapes de croissance.
- Elle prépare le tractus reproductif pour l'éventualité d'une gestation (Michel Wattiaux).
- Elle agit sur le système nerveux de la vache et déclenche le comportement typique des chaleurs.



**Photo 3 : la monte signe de chaleurs (INRAP FOUCHER) maladies des bovins 2008.**

## LES SIGNES DES CHALEURS

La détection des chaleurs chez les vaches est autant un art qu'une science et demande une observation experte des vaches du troupeau. La plupart des vaches montrent leurs signes de chaleur de manière progressive. La connaissance précise de cette gradation permet de déterminer si la vache est au début, au milieu, ou vers la fin de ses chaleurs. Certaines vaches montrent des signes extrêmes de chaleurs, d'autres ne montrent que de faibles changements de comportement à peine décelables. De plus, le système de stabulation (pâturage, stabulation libre ou stabulation entravée) et le climat peuvent influencer l'intensité d'expression des signes de chaleurs.

### II.1/Signes du début de chaleur

La vache montre des signes de nervosité et d'agitation. Au début de ses chaleurs, une vache marche ou se montre active alors que les autres vaches du troupeau restent indifférentes. Souvent, la fréquence de beuglements augmente. Si les vaches sont en pâturage, la vache qui débute ses chaleurs peut quitter le troupeau, marcher le long des barrières ou des fils de séparation, ou courir avec sa queue en l'air. Parfois, au début des chaleurs, une vache "retrousse" son nez et "retourne" ses lèvres en essayant de renifler ou de lécher la région génitale d'autres vaches. Une vache en début de chaleurs peut aussi parfois reposer sa tête sur le dos ou la croupe d'autres vaches comme si elle se préparait à la monte (Michel Wattiaux).

Pour finir, une vache en début de chaleur tente souvent de monter d'autres vaches, ce qui augmente le niveau général d'agitation du troupeau. Les vaches qui ne sont pas en chaleur n'acceptent pas la monte et essaient de s'échapper. Bien qu'une vache en début de chaleur essaye de monter d'autres vaches, elle n'accepte pas encore d'être montée. Une augmentation du flux sanguin peut provoquer un léger gonflement de la vulve qui donc devient rosée (Michel Wattiaux).

### II.2/Signes de pleines chaleurs

Durant cette période, les signes du début des chaleurs continuent, mais maintenant, la vache n'essaie plus de s'échapper lorsqu'elle est montée (chevauchée) par d'autres vaches. Ainsi, une vache qui ne s'esquive pas quand elle est chevauchée, est en "pleine chaleur". Une vache accepte la monte par un taureau durant cette période (Michel Wattiaux).

Certaines vaches peuvent essayer de s'échapper à cause du poids du taureau (ou d'autres vaches très lourdes). Cependant, une vache est en pleine chaleur lorsqu'elle ne montre aucun signe d'hostilité envers l'animal qui a tenté de la chevaucher.

Une vache est en chaleur lorsqu'elle ne s'esquive pas quand elle est montée (chevauchée) par d'autres vaches ou par un taureau.

Une vache est en chaleur lorsqu'elle ne s'esquive pas quand elle est montée (chevauchée) par d'autres vaches ou par un taureau.

Le comportement d'une vache et son interaction avec les autres vaches du troupeau change considérablement pendant les chaleurs (Michel Wattiaux).

La vache qui ne s'esquive pas lors de la monte est en "pleine chaleur".

La durée des pleines chaleurs est en moyenne de 16 heures, mais elle peut varier entre six et 24 heures en fonction de l'âge de l'animal (génisse ou vache) ainsi que d'autres facteurs. De plus, la durée des pleines chaleurs ainsi que les tentatives de monte peuvent varier fortement d'un cycle à l'autre. Les températures basses et la présence d'autres vaches en chaleur augmentent les tentatives de monte. Par contre, les hautes températures ont un effet négatif sur le nombre de tentatives de monte. Les vaches qui ont des problèmes de pattes, et celles qui vivent sur des terrains en fortes pentes ou des sols glissants, sont souvent plus prudentes à tenter la monte (Michel Wattiaux).

Un mucus qui ressemble au "blanc" d'un œuf est sécrété par le cervix et le vagin. Ce mucus peut souvent se voir parce qu'il reste souvent "collé" à la queue de la vache lorsqu'il se décharge de la vulve. Parfois les vaches en stabulation entravée ont un amas de mucus dans la rigole derrière elles. Alors que certaines vaches continuent à montrer des signes de nervosité, d'autres deviennent très calmes ce qui permet à une personne de lui mettre un harnais et la séparer du reste du troupeau facilement (Michel Wattiaux).

Le niveau d'ingestion peut être réduit lors des chaleurs. La vache en chaleur peut aussi montrer des signes de nervosité ou d'inconfort au moment de la traite qui habituellement est une opération routinière et calme. Cette agitation peut interférer avec le processus normal de la "descente du Lait" et provoquer des tentatives inhabituelles de frapper et faire tomber l'unité de traite. Chez certaines vaches, la production laitière diminue lorsqu'elles sont en chaleur, mais chez d'autres, la production reste inchangée (Michel Wattiaux).

### II.3/Signes de fin des chaleurs

Vers la fin des chaleurs, la vache n'accepte plus la monte, mais les autres signes continuent à s'extérioriser. Les poils ébouriffés au début de la queue et sur la fin du dos indiquent que la vache a accepté la monte antérieurement (Michel Wattiaux).

Le saignement après les chaleurs Parfois, une décharge sanguine peut être décelée après la chaleur. Ceci se produit en général de un à trois jours après les chaleurs indépendamment de la saillie et de l'éventuelle conception. Si les chaleurs n'ont pas été détectées, mais le saignement est observé, il est trop tard pour la saillie. Dans ce cas, le jour de saignement doit être enregistré parce qu'une autre période de chaleurs devrait se produire 18 à 20 jours plus tard.

#### -PLEINES CHALEURS

- Reste immobile lorsqu'elle est montée.
- Tous les autres signes associés avec le début et la fin des chaleurs.

#### -DEBUT ET FIN DES CHALEURS

- Meugle (Michel Wattiaux).
- Confronte d'autres vaches latéralement ou en tête à tête.
- Charge ou pousse d'autres vaches.
- Renifle la vulve ou l'urine d'autres vaches et retrousse les naseaux.
- Tourne en rond; essaye de reposer son museau sur le dos des autres vaches.

Ceci peut être suivi ou non par une tentative de monte.

- Vulve rosée et gonflée qui décharge un mucus clair.

#### -SIGNES INCIDENTELS

- Dépression de l'appétit et de la production laitière.
- Animal malpropre (défécation sur les flancs de la vache).
- Poils ébouriffés ou manquant là où queue joint la colonne vertébrale (Michel Wattiaux).

Signe majeur : acceptation du chevauchement (photo 4 et 5).



**Photo 4 : chevauchement par la tête chez une vache en oestrus (SYLVIE CHASTANT-MILLARD 2008).**



**Photo 4 : chevauchement par l'arrière chez une vache en oestrus (SYLVIE CHASTANT-MILLARD 2008).**

Signes mineurs :

- Monte active
- Beuglements
- Ecoulement muqueux
- Flehmen
- Chute de production laitière
- Mobilité plus grande
- Reflexe lombaire

## SIGNES SECONDAIRES D'OESTRUS CHEZ LA VACHE

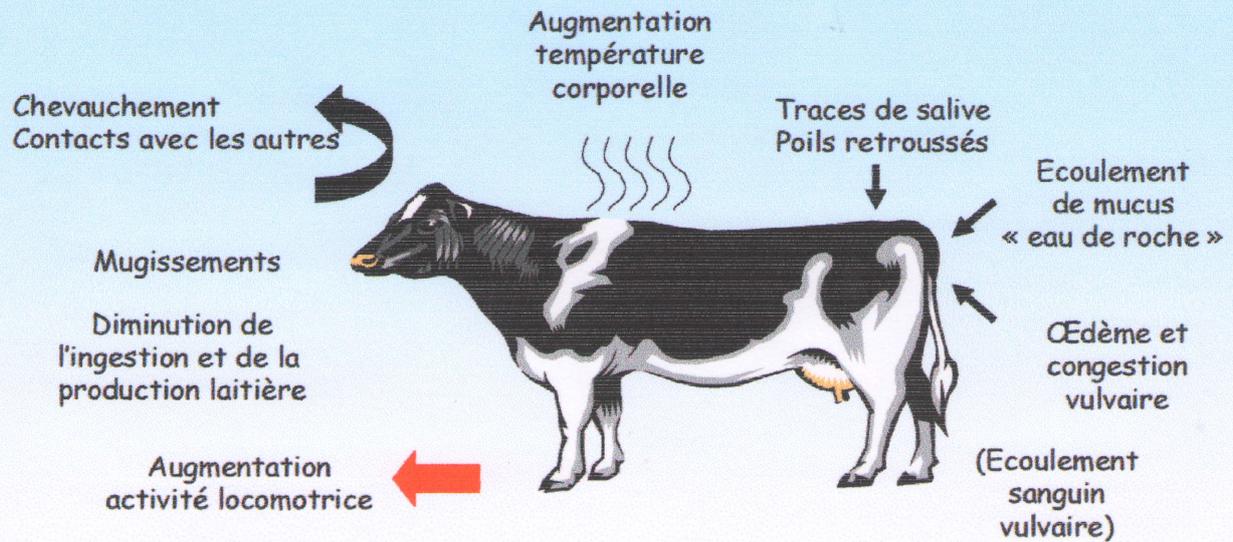


Figure 21 : signes secondaires d'oestrus chez la vache (SYLVIE CHASTANT-MILLARD 2008).



Photo 6 : monte passive acceptée de chevauchement au moment de l'oestrus (CH.HENZEN, ULg, FMV)



**Photo 7 : contacte entre deux vaches au moment de l'oestrus (CH.HENZEN, ULg, FMV)**



**Photo 8 : Ecoulement muqueux lors de l'oestrus (CH.HENZEN, ULg, FMV)**



**Photo 9 : Ecoulement sanguinolent lors de l'oestrus (CH.HENZEN, ULg, FMV)**



**Photo 10 : cogestion cervico-vaginal lors de l'oestrus (CH.HENZEN, ULg, FMV)**



**Photo 11 : le réflexe lombaire au cours de l'oestrus**

### **CRITERE D'EFFICACITE DE LA DETECTION DES CHALEURS**

**85%** Des animaux soumis à un diagnostic de gestation, quelle qu'en soit la date par rapport à l'insémination, sont confirmés gestantes.

L'intervalle moyen entre chaleurs et /ou insémination est inférieur à **30 jours**

**75%** des vaches sont observées en chaleurs dans les 60 jours après le vêlage chez les laitières, dans les 80 jours chez les allaitantes. Ce paramètre ne permet cependant pas de différencier mauvaise détection des chaleurs et anoestrus vrai.

**Moins de 15%** de tous les intervalles chaleurs et/ou insémination sont compris entre 36 et 46 jours.

**Plus de 60%** des intervalles entre chaleurs et /ou insémination ont une durée comprise entre 19 et 25 jours. il n'y a que très peu (moins de 8%) d'intervalles inférieurs à 18 jours. au-delà de 25 jours, il peut s'agir d'un retour en chaleurs décalé.

Si un dosage de progestérone est réalisé le jour de l'insémination, **plus de 9 vaches sur 10** ont une progestéronémie inférieure à 1 ng/ml. En effet, le dosage de la progestérone dans le sang ou dans le lait renseigne sur la présence d'une structure lutéale sécrétant de la progestérone (corps jaune ou kyste lutéal).

Un examen des ovaires et de l'utérus par palpation transrectale ou par échographie peut également permettre de vérifier si la vache est bien en chaleurs.

**Figure 22 : critère d'efficacité de la détection des chaleurs (J.M.GOURREAU(AFSSA) et (F.BENDALI 2008).**

## Chronologie des différents signes

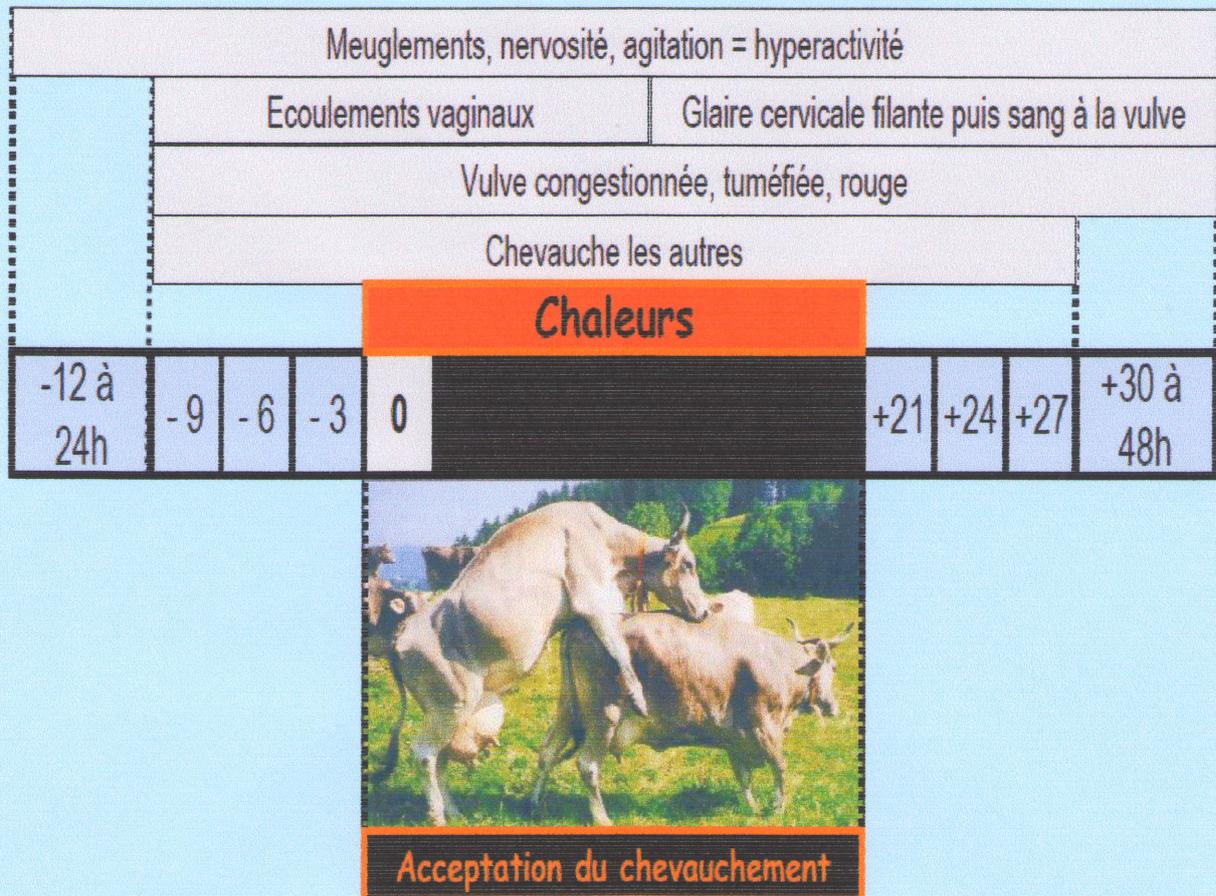


Figure 23 : Chronologie des différents signes des chaleurs chez la vache laitière (SYLVIE CHASTANT\_MAILLARD 2008).

### VI/Effets de différents facteurs sur le comportement sexuel

#### VI.1/Le mâle

L'influence exercée par le mâle sur l'activité sexuelle de la femelle a été démontrée à de multiples reprises dans les espèces bovines porcines et ovines notamment. Elle peut se manifester lors de différents états physiologiques. Ainsi, la durée de l'œstrus est moindre lorsque la femelle est en présence continue du mâle. Pareil effet ne nécessiterait pas un contact physique, ni l'intégrité du système olfactif femelle. De même, la présence du mâle entraîne l'apparition plus précoce de

l'ovulation au cours de l'œstrus. Cet effet est Médie par l'hormone hypophysaire L.H. Chez la brebis, pareil effet n'a cependant pas été observé par certains auteurs. Par ailleurs c'est autour du mâle qu'ont tendance à se constituer dans l'espèce bovine les groupes sexuellement actifs (CH.HANZEN 2004).

#### VI.2/Le climat

Une hausse de la température externe peut réduire non seulement la durée mais aussi l'intensité de l'œstrus, ce dernier se manifestant davantage par des signes secondaires que primaires. Elle peut également augmenter la fréquence de l'anoestrus et des chaleurs silencieuses. Il a été observé que des modifications endocriniennes étaient associées aux modifications thermiques externes. De fortes pluies entraînent également une diminution d'intensité de l'activité sexuelle. Ces influences justifient dans les régions concernées l'emploi de parasols voire de pulvérisateurs d'eau et de ventilateurs pour rafraîchir les vaches (CH.HANZEN 2004).

#### VI.3/Le rythme circadien

L'activité sexuelle n'est pas constante au cours de la journée. Elle se manifeste en effet avec plus d'intensité au cours de la nuit. L'activité de monte apparaît le plus souvent en début de soirée et se termine généralement en début de matinée. 70 % des activités de monte se manifestent entre 19 h et 7 h Ceci s'explique en partie par le fait que les activités qui suspendent le comportement œstral telles que l'administration d'aliments ou la traite ont nécessairement lieu pendant la journée. Par ailleurs, les animaux auront tendance à manifester leur comportement pendant les heures les plus fraîches de la journée (CH.HANZEN 2004).

#### VI.4/La stabulation (housing)

L'œstrus des animaux en stabulation entravée est sensiblement plus court que celui des animaux en stabulation libre, cette différence relevant vraisemblablement de l'absence d'interactions sexuelles de la part d'autres animaux en œstrus. Il n'a pas été démontré que la fréquence des chaleurs était plus faible en stabulation entravée que libre. De même le confinement des animaux dans un espace trop réduit peut interférer avec la détection des chaleurs. La nature du sol revêt une importance certaine. La durée des chaleurs est plus longue sur un sol boueux (13.8 h) que dur (9.4 h). Le nombre de chevauchements y est également plus élevé (7 vs 3.2). (CH.HANZEN 2004).

#### VI.5/Le troupeau

S'il est suffisamment important, les animaux en phase œstrale auront tendance à former, la nuit surtout, des groupes sexuellement plus actifs au sein desquels l'effet stimulant réciproque sur l'activité de monte se manifestera avec plus d'intensité facilitant ainsi la détection des chaleurs. Le nombre de montes actives manifestées par un animal en chaleurs se trouve multiplié par 5 lorsque le

nombre de vaches en chaleurs en même temps est multiplié par 4 ou plus (49.8 vs 11.2) . Par contre, la taille du troupeau n'influence pas la durée de l'œstrus. L'activité de monte se manifestera surtout dans des zones appropriées. Ainsi la salle d'attente de traite a tendance à inhiber le comportement de monte.

La qualité de la détection des chaleurs dépendra également du nombre d'animaux gestants présents dans le troupeau. Ce % est habituellement plus élevé dans le groupe d'animaux de plus faible production laitière. Ces facteurs sont à prendre en considération dans les troupeaux à vêlages saisonniers ou dont les vaches sont groupées par niveau de production (CH.HANZEN 2004).

#### VI.6/La puberté

Cette étape physiologique importante dans la fonction de reproduction de la femelle correspond à la phase de développement corporel pendant laquelle les gonades sécrètent des hormones en quantité suffisante pour entraîner une accélération de la croissance des organes génitaux et l'apparition des caractères sexuels secondaires (CH.HANZEN 2004).

Les modifications hormonales associées à la puberté précèdent les premières modifications comportementales apparaissant dans les cas d'un bétail laitier 279 jours après la naissance. Ces manifestations comportementales seront de plus en plus accusées avec le temps. Dans 26% des cas en effet, la première ovulation s'accompagne d'œstrus vrai. Cette fréquence est de 79% à la troisième ovulation (CH.HANZEN 2004).

#### VI.7/Le post-partum

L'allaitement du veau ou de l'agneau par sa mère entraîne l'apparition plus tardive d'un état œstral. Tout comme au moment de la puberté les premières ovulations faisant suite à l'accouchement s'accompagnent peu fréquemment d'œstrus vrai. C'est ainsi que d'observations effectuées sur un troupeau de 204 vaches laitières, il ressort que dans 79% des cas, on ne relève pas de manifestations œstrales lors de la première croissance folliculaire. Le pourcentage diminue significativement de 44% entre la première et la troisième ovulation. D'autre part, la fréquence de ces chaleurs silencieuses est en corrélation avec le niveau de production laitière. Plusieurs auteurs supposent cependant que les chaleurs dites "silencieuses" lors de la puberté et du post-partum résulteraient plutôt de leur mauvaise détection (CH.HANZEN 2004).

Le numéro de lactation ne semble pas influencer le comportement œstral.

#### VI.8/L'appareil locomoteur

Les boiteries, les lésions de la sole, une mauvaise conformation ont été rendus responsables d'un allongement de l'intervalle entre le vêlage et la première insémination. Cette observation est

d'autant plus vraie que les lésions apparaissent au cours du 2<sup>ème</sup> mois du postpartum, moment où se manifestent les premières chaleurs chez la vache laitière (CH.HANZEN 2004).

#### VI.9/Les traitements hormonaux

Plusieurs études ont démontré que le traitement des vaches au moyen de la bST pouvait se traduire par une réduction de la manifestation des signes de chaleurs cet effet ne semblant pas pouvoir être imputé à des différences dans les stéroïdes sécrétés (CH.HANZEN 2006).

#### VII/La détection de l'oestrus

##### VII.1/L'observation du comportement sexuel

Pour être efficace, cette observation nécessite plusieurs conditions préalables : chaque individu du troupeau doit être identifié. Différents systèmes permanents ou non ont été proposés à cette fin.

L'éleveur doit consigner sur un tableau d'élevage, les dates d'accouchement, des chaleurs, d'insémination ou de saillies de chacun des animaux du troupeau. Une telle méthode lui permettra de savoir au jour le jour sur quels animaux il devra porter son attention pour en détecter l'état œstral.

L'éleveur devra matin et soir consacrer 20 à 30 minutes de son temps à la détection des chaleurs. Quoique étant la plus efficace, l'observation continue est incompatible avec l'activité journalière de l'éleveur. Une double période d'observation lui permettra de détecter 88% des chaleurs. Sa tâche se trouvera facilitée par l'utilisation de révélateurs de chevauchements ou d'animaux porteurs éventuellement de licols marqueurs. L'observation des traces laissées par de tels appareils lui permettra de constater indirectement l'état œstral des animaux du troupeau (CH.HANZEN 2006).

L'observation sera autant que faire se peut être réalisé sur un sol approprié, non glissant. Le déplacement des animaux est de nature à exacerber leur comportement sexuel (CH.HANZEN 2006).

Le parage régulier des pieds est de nature à favoriser l'extériorisation de l'oestrus.

Le recours à des traitements inducteurs de chaleurs permet indirectement d'améliorer la qualité de la détection car il contribue à augmenter le nombre de vaches en chaleurs en même temps. Ces programmes d'induction ou de synchronisation des chaleurs ont été étudiés dans le chapitre 6 relatif à l'anoestrus du postpartum (CH.HANZEN 2004).

L'alimentation sera ajustée de manière à obtenir un gain quotidien moyen optimal (génisses) et éviter une perte d'état corporel excessive au cours du postpartum (vaches) (CH.HANZEN 2004).

## VII.2/L'animal détecteur

### VII.2.1/Le mâle

Le recours au mâle comme animal détecteur, supposera une intervention chirurgicale ou non, destinée à empêcher cet animal de féconder les femelles dont il doit détecter les chaleurs. Différentes méthodes peuvent être utilisées pour atteindre ce résultat (CH .HANZEN 2004).

#### VII.2.1.1/Suppression de la spermatogenèse

Elle peut être obtenue par castration chirurgicale ou immunologique. Cette seconde technique n'est cependant pas irréversible. La castration nécessitera à posteriori un apport d'androgènes permettant à l'animal de récupérer sa libido (CH .HANZEN 2004).

#### VII.2.1.2/Suppression de la migration du sperme

La vasectomie et l'épididymectomie permettent de stériliser le mâle tout en conservant son instinct sexuel. La première méthode consiste en la résection d'une partie des canaux déférents (1 à 2 cm) au niveau de leur passage dans les cordons testiculaires. La seconde vise à réséquer la queue de l'épididyme après incision du scrotum ou pôle inférieur des bourses. Une à deux mois après l'opération, il convient de vérifier l'azoospermie de l'éjaculat.

#### VII.2.1.3/Intromission pénienne rendue impossible

Diverses sont les méthodes susceptibles d'empêcher le contact entre les organes reproducteurs mâle et femelle (CH .HANZEN 2004).

#### VII.2.1.4/Fixation du pénis

La fixation du pénis peut consister en la mise en place de ligatures métalliques entre la partie dorsale anté-scrotale du pénis au travers de l'albuginée et la paroi ventrale de l'abdomen. Pareille fixation entraîne la formation d'adhérences qui rendent impossible l'extériorisation du pénis. Semblable fixation du pénis peut également être assurée en arrière du scrotum à même distance entre sa base et l'anus.

#### VII.2.1.5 Amputation du pénis

L'amputation du pénis peut être pratiquée en position haute c'est-à-dire au niveau du périnée ou en position basse en avant du scrotum (CH .HANZEN 2004).

#### VII.2.1.6 Déviation du pénis

La déviation du pénis a été expérimentée sur des taureaux, des béliers et des verrats en vue de leur utilisation comme animaux détecteurs ou comme bout en train. Elle consiste à déplacer le pénis et la muqueuse préputiale avec ou sans la partie cutanée du fourreau d'un angle de 45° en position abdominale latéroventrale inférieure. Certains animaux cependant parviennent à effectuer la saillie.

#### VII.2.1.7 Obstruction de la cavité préputiale

L'obstruction de la cavité préputiale peut être réalisée en effectuant une suture en bourse de l'extrémité de la cavité préputiale ou en plaçant à l'intérieur de cette cavité un système obturateur du genre Pen-O-Block. Il s'agit d'un cône cylindrique creux de plastic dur fixé transversalement au fourreau par l'intermédiaire d'une canule métallique. Cliniquement, la première méthode s'accompagne parfois de phimosis ou de paraphimosis. Suite à la seconde, on peut observer des

fistulisations du fourreau et des lésions de l'extrémité de la verge. Elle ne s'est révélée efficace que dans 23% des 174 mises en place effectuées (CH .HANZEN 2004).

L'intérêt des différentes méthodes visant à empêcher l'intromission pénienne dans les voies génitales femelles réside en l'absence de transmission des maladies vénériennes. Cependant, ces techniques ne sont pas dépourvues de complications post-chirurgicales et d'effets inhibiteurs sur la libido.

#### VII.2.2/ L'induction d'un comportement mâle

Pour pallier aux inconvénients des méthodes requises chez le mâle pour son emploi comme animal détecteur, il est possible d'avoir recours à des traitements hormonaux induisant un comportement mâle à des individus mâles castrés et à des femelles ovariectomisées ou non (CH .HANZEN 2004).

##### VII.2.2.1/Le mâle

La castration du mâle pratiquée avant ou après la puberté entraîne la non apparition ou la disparition selon le moment auquel elle est effectuée, du comportement de monte dans un délai variable selon les individus. La "libido" de l'individu castré peut cependant être restaurée par injection d'œstrogènes et/ou d'androgènes (CH .HANZEN 2004).

Chez les ovins, l'utilisation de testostérone (15 mg/j pendant un mois) ou de son ester le propionate (0,2 mg/kg/j. pendant 10 à 15 jours ou 105 mg/semaine pendant 2 semaines), permet d'obtenir une activité de monte qui jusqu'à un certain point, est fonction de la dose employée et se maintient pendant plusieurs semaines. A la différence du comportement agressif, la "libido" n'est pas augmentée par l'utilisation des doses plus fortes de testostérone. Chez les bovins, l'injection de 250 mg/semaine de testostérone ou de ses esters entraîne un comportement sexuel qui s'amenuise cependant au bout de 7 semaines.

L'aromatisation par l'organisme des œstrogènes en testostérone, rend possible leur utilisation chez le taureau (benzoate d'œstradiol : 10 mg/semaine pendant 16 semaines) en vue d'induire un comportement de monte (CH .HANZEN 2004).

##### VII.2.2.2/La femelle

La femelle de la plupart des mammifères présente une bipotentialité sexuelle en ce qui concerne son comportement. A l'état adulte pareille bivalence est naturelle dans de nombreuses espèces, exception faite des ovins, ou peut être induite par injection des stéroïdes à activité ostrogénique ou androgénique. Divers facteurs peuvent être responsables du type de comportement naturellement observé ou artificiellement induit (CH .HANZEN 2004).

Au cours du développement fœtal les œstrogènes et androgènes secrétés entraînent une sexualisation du système nerveux central du fœtus. Du genre de sexualisation naturellement induite par le sexe génétique ou artificiellement provoqué par injection d'androgènes à la femelle en gestation, peut dépendre le comportement sexuel observé à l'état adulte. Ainsi, si les fœtus ont été artificiellement androgénisés, l'injection d'œstrogènes ou d'androgènes une fois atteint l'âge adulte entraîne une réponse de type mâle (CH .HANZEN 2004).

La réponse comportementale est également fonction de la durée du traitement. Ainsi après ovariectomie, la brebis présente des manifestations œstrales en réponse à l'injection unique d'œstrogènes ou d'androgènes. Inversement, un comportement mâle est observé après un traitement chronique aux œstrogènes, ou aux androgènes, l'intensité et la rapidité de la réponse observée dépendant par ailleurs de la dose injectée Cette double capacité comportementale de la femelle a été mise à profit dans le cadre de la détection de l'œstrus tant dans l'espèce ovine que bovine.

Le recours à une femelle androgénisée présente plusieurs avantages : sa manipulation est plus aisée que celle d'un taureau, l'anabolisme hormonal qu'entraînent de tels traitements, peut être mis à profit pour les bêtes de réforme, le risque de contamination vénérienne est supprimé et enfin les injections à effectuer comportent moins de risques que les interventions chirurgicales pratiquées sur les mâles. Par ailleurs, la présence de femelles androgénisées au sein d'un troupeau ne semble pas augmenter la fréquence d'interactions sociales de type agressif. Il faut également tenir compte des éléments suivants. la majorité des vaches répondent à un traitement d'androgénisation, certaines pas ; une fois détecté, l'animal en chaleurs sera préférentiellement retirée du troupeau pour permettre à l'animal détecteur d'en rechercher d'autres ; ce système doit être employé complémentaiement à la détection visuelle ; un rapport d'un animal détecteur pour 30 femelles est jugé optimal.

### VII.3/ Les systèmes d'identification du comportement œstral

Ils constituent des aides précieux à la détection de l'activité sexuelle des animaux au sein d'un troupeau. Ces systèmes de détection s'appliquent aux animaux détecteurs ou à ceux dont on attend le retour éventuel en œstrus (CH .HANZEN 2004).

#### VII.3.1/ Les révélateurs de chevauchements

Ils sont surtout utilisés lorsque le troupeau ne renferme pas d'animal détecteur. Plusieurs systèmes ont été proposés pour mettre en évidence l'acceptation du chevauchement caractéristique de l'état œstral (CH .HANZEN 2004).

##### VII.3.1.1/ Application de peinture

La simple application de peinture plastique ou de vernis émaillé sur le sacrum et les premières vertèbres coccygiennes des femelles constituent un système efficace et peu onéreux. L'animal chevauchant son partenaire en état d'acceptation effacera ou dispersera ces marques colorées lors de

sa retombée sur le sol. Ce système offre l'avantage par rapport aux systèmes Kamar ou Mate Master d'être moins coûteux. Cette peinture sera appliquée sur une surface de 30 cm sur 7 cm. Idéalement et selon les conditions climatiques, les animaux seront marqués tous les 3 à 4 jours (CH .HANZEN 2004).

#### VII.3.1.2/Autres systèmes

Deux dispositifs sont actuellement commercialisés, le premier (**Kamar**) par IMV Technologies et le second (**Oestrufash**) par Sanofi Santé Animale. Ils consistent en une pochette de colorant fixé sur le dos de l'animal à proximité de la base de la queue. La pochette sous la pression d'un chevauchement se colore en rouge dans le premier cas ou en rouge phosphorescent dans le second cas. Le système **Mate-Master** est basé sur le même principe que le précédent, il permet une quantification indirecte du nombre et de la durée des chevauchements. Le liquide coloré contenu dans un réservoir, progressera de façon plus ou moins importante selon le nombre et l'intensité des chevauchements, dans les deux systèmes tubulaires prolongeant le réservoir de colorant.

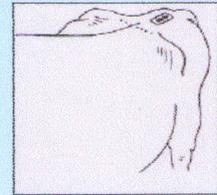
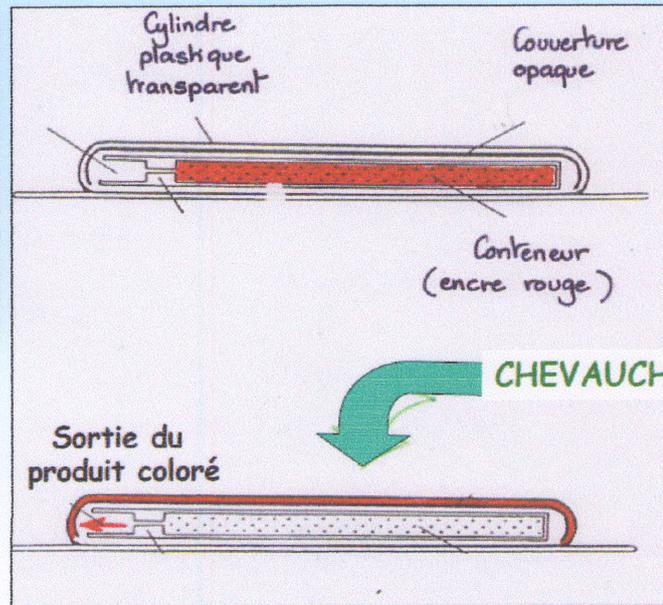
Leur emploi optimal supposera l'application des recommandations suivantes : application à partir du 30<sup>ème</sup> jour postpartum ou à la fin de la période d'attente volontaire ou après l'insémination, stockage dans un endroit sec, application sur un poil sec, appliquer le numéro de l'animal sur le système, en cas de perte l'animal pourra être observé ou recevoir un autre système, enlever dans les pâtures, certains obstacles tels que des branches, les brosses. Les faux positifs peuvent résulter d'une application trop près de la queue ou d'animaux trop petits ou d'une acceptation de chevauchement résultant de gale. Les taux de gestation peuvent selon que le système a été entièrement, partiellement ou pas du tout activé être respectivement de 67, 23 et 51 % (CH .HANZEN 2004).

Les systèmes Kamar et Oestrufash présentent un degré d'exactitude de diagnostic de l'oestrus comparable mais relativement faible et compris entre 50 et 70 %. Les deux systèmes sont incapables de faire la différence entre un chevauchement long et une pression indirecte exercée (appui contre un mur par exemple). : 10 % des animaux ainsi détectés présentaient un taux de progestéronémie trop élevée. Ils ne fournissent pas d'informations quant au moment d'apparition de la première acceptation du chevauchement. La durée de la phosphorence de l'oestrufash (12 heures) ne fournit qu'une indication indirecte peu exploitable. Des pertes comprises entre 12 et 25 % ont été rapportées à l'encontre du système Kamar (CH .HANZEN 2004).

## Détecteurs de chevauchement



**KAMAR**



Taux de détection : 56 - 94 %  
Précision : 36-80 %

Problèmes de pertes du dispositif  
Coût : 1,5 à 2,6 euros

Figure 24 : détecteurs de chevauchement (CAMAR) (SYLVIE CHASTANT\_MAILLARD 2008).

### VII.3.1.3/Les détecteurs électroniques de chevauchement

#### a. Principes de base

Deux firmes commercialisent à l'heure actuelle des détecteurs électroniques de chevauchement : DDx.Inc, aux USA pour les systèmes Heat Watch et Mount Count&trade) et IMV Technologies en France pour le système DEC). Dans tous les cas, un capteur de pression (Pressure sensing radiotelemetric system) est placé dans une pochette fixée à un support textile lui-même collé sur la croupe de l'animal, à proximité de la queue. Lorsque ce capteur enregistre une pression d'une intensité et d'une durée minimales définies par le constructeur, cette information est soit envoyée par radio-transmission (portée de 400 mètres du système) à une unité centrale (système Heat Watch) ou traitée par un programme associé au capteur de pression (DEC et Mount Count&trade). Dans le premier cas, le système transmet les informations suivantes : identification du détecteur et donc de l'animal, date, heure, minute et durée de l'activation du récepteur ; le logiciel indiquera qu'une vache est en oestrus si plus de trois chevauchements ont été enregistrés en moins de 4 heures. Dans le second cas, l'événement se traduira par une information sur l'heure du 1<sup>er</sup> chevauchement (DEC),

le nombre de flashes lumineux dépendant du temps écoulé entre le chevauchement et le moment de l'observation (un clignotement supplémentaire par période de 2 heures) ou bien (Mount Count&trade) des lumières différentes clignotent pour informer l'éleveur d'un oestrus possible (détection d'un chevauchement), d'un oestrus avec immobilisation (3 chevauchements en 4 heures), de la période où il est souhaitable de pratiquer l'insémination (CH .HANZEN 2004).

#### b. Validité des systèmes

Quantifiée au moyen d'un détecteur électronique de chevauchement, la durée de l'oestrus est comprise entre 2,6 et 26,2 heures (moyenne 14 heures) chez 50 génisses viandeuses synchronisées.

Une génisse sur cinq a présenté une durée d'oestrus inférieure à 10 heures. Chez la vache laitière, Xu rapporte une durée moyenne de l'oestrus de 8,6 h pour 89 vaches. En moyenne 11, 2 acceptations du chevauchement ont été enregistrées pendant l'oestrus d'une durée totale de 29 secondes soit une durée moyenne de 2, 5 sec par monte (CH .HANZEN 2004).

Walker chez la vache laitière enregistre une durée moyenne de l'oestrus de 9,6 heures et une déviation standard de 6,9 h. D'autres auteurs observent une durée moyenne de 7,1 h (+/- 5,4 h) pour 2055 oestrus enregistrés. Aucune influence de cette durée sur le taux de gestation n'a été constatée des vaches de race à viande (CH .HANZEN 2004).

Les résultats obtenus ne permettent pas de conclure à la plus grande efficacité du système électronique par rapport à une détection visuelle. Chez des animaux de race Holstein, le système DEC a permis de détecter 54 à 61 % des oestrus détectés par inspection visuelle.

Si l'on fait référence à des contrôles hormonaux (dosages de la progestérone), il s'avère que le système Heatwatch est aussi efficace que la détection visuelle (91.7 vs 98.4 %). Le degré d'exactitude de la détection obtenue avec le système Heat Watch dépend du nombre de chevauchements par 24 h pris en considération. L'exactitude est de 46 % si plus de 1 chevauchement sont pris en compte et de 23.8 % si plus de 4 chevauchements sont pris en compte. De même au cours du postpartum, l'intervalle entre le vêlage et la première ovulation est différent selon que celui-ci a été déterminé par un dosage de progestérone (29 jours), au moyen du système électronique Heat Watch (39 jours) ou par observation visuelle (47 jours) (CH .HANZEN 2004).

Diverses études ont confirmé que la détection des chaleurs au moyen de systèmes électroniques correspond à la chronologie des événements hormonaux observés au cours de l'oestrus. Ainsi, l'intervalle moyen entre la détection des chaleurs et l'ovulation est de 27,6 heures cad que compte tenu de la déviation standard observée (5.4 h), 95 % de la population ovule 17 à 37 h après la détection. Chez des vaches croisées AngusxHereford, ces valeurs sont respectivement de 32 +/- 4.7

h et comprises entre 21.8 et 42.8 heures. Elles ont été confirmées par d'autres études réalisées sur des génotypes viandeux. L'ovulation semble donc apparaître cinq heures plus tôt chez des races laitières que viandeuses. Il reste à déterminer si cette différence est imputable à la race ou relève d'un effet du niveau de production (CH .HANZEN 2004).

Comparant la fertilité de 1616 vaches laitières réparties dans 17 troupeaux de l'état de Virginie (USA) et dont l'oestrus avait été détecté par examen visuel ou au moyen d'un DEC, des auteurs n'observent aucune différence du taux de gestation obtenu (45.3 % et 45 %).

**HEAT WATCH**

Une vache est déclarée en chaleurs si plus de 3 chevauchements en 4 heures

Taux de détection : 50-70 %  
Erreur : 2 %

N'est plus commercialisé

Figure 25 : système HEAT WATCH (SYLVIE CHASTANT\_MAILLARD 2008).

**ESTRUS ALERT  
ESTROTECT**

Exposition progressive  
d'une couleur fluorescente

1 chevauchement      3-4 chevauchements      > 5 chevauchements

Figure26 : Système (ESTRUS ALERT ESTROTECT) (SYLVIE CHASTANT\_MAILLARD 2008).

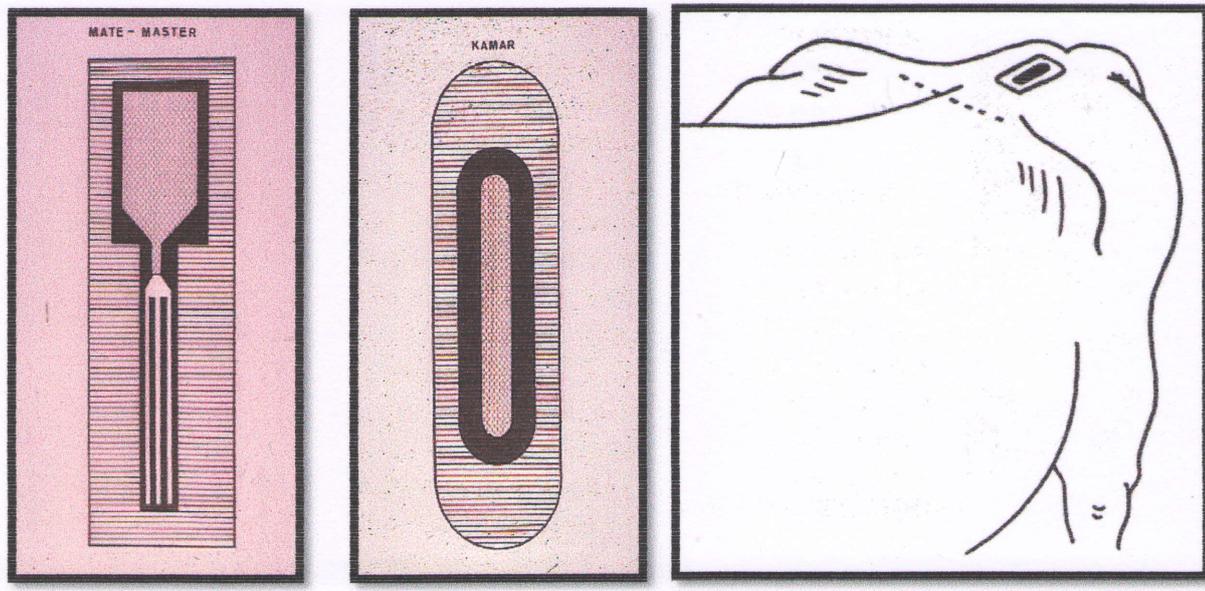


Figure 27 : système MTE-MASTER et CAMAR (CH .HENZAN 2006).

### VII.3.2/ Les licols marqueurs

Ces systèmes s'adressent aux animaux détecteurs.

-Peinture : de bons résultats ont été obtenus en enduisant chaque matin le sternum et la face interne des membres antérieurs de l'animal détecteur au moyen d'une substance colorée.



AVANT

APRES

Photo 12: Détecteur de chevauchement par peinture (SYLVIE CHASTANT\_MAILLARD 2008).

-Système Chin-Ball : le marquage peut également s'effectuer lors de la monte à l'aide d'un

réservoir encreur dont l'orifice inférieur est fermé par une bille maintenue en place par un ressort interne lorsque aucune pression n'est effectuée (Modèle Chin-Ball).

-Harnais marqueur : la fixation d'un crayon marqueur par l'intermédiaire d'un harnais au sternum de l'animal détecteur est une méthode largement utilisée en élevage ovin. La proportion des différentes substances entrant dans la composition du crayon marqueur, peut être modifiée en fonction des conditions atmosphériques (CH .HANZEN 2004).

-Système Sire-Sine : dans ce modèle, les marques sont tracées par un bloc de paraffine de couleur vive inséré dans une logette métallique et maintenu par une goupille.

Ces deux derniers systèmes sont fixés au niveau de la région sous-maxillaire de l'animal détecteur. Il convient d'accoutumer l'animal détecteur au port du licol marqueur dont le bon fonctionnement sera vérifié journalièrement (CH .HANZEN 2004).

L'emplacement des traces laissées par un colorant revêt également une importance pour l'identification des femelles en œstrus. Le schéma d'interprétation suivant est habituellement retenu: les traces laissées en arrière d'une ligne passant par les hanches ne témoignent que d'essais infructueux de chevauchements; celle par contre relevées en avant de cette ligne identifient l'état d'acceptation du chevauchement, elles sont laissées lorsque l'animal détecteur retombe sur le sol.

Des facteurs sociaux peuvent également modifier la qualité de la détection. Au sein d'un troupeau, le mâle se situe normalement au sommet de la hiérarchie sociale établie. Il peut donc s'approcher de toutes les femelles. Il arrive cependant qu'il n'en soit pas ainsi si par exemple, son poids se trouve être inférieur à celui de certaines femelles. Par ailleurs, étant donné le nombre limité de montes (3 en moyenne) effectuées par un taureau dont la dominance est bien établie, cette activité de chevauchement risque de se trouver déprimée si le nombre d'animaux dont il doit détecter les chaleurs est trop important. Vingt à trente individus par un animal détecteur est un rapport favorable à une activité normale (CH .HANZEN 2004).

L'étude du comportement de monte dans les espèces bovine, ovine et caprine fait apparaître des différences expliquant la localisation particulière des systèmes d'identification dans ces espèces. Chez les bovins en effet lors de la monte, le contact avec la femelle s'établit à la fois au niveau du sternum et de la mâchoire inférieure du mâle. Le bélier et le bouc par contre, tiennent leur tête dressée lors de la monte : il n'y a contact dans ces espèces qu'au niveau de la région sternale. De ce fait, seul le crayon marqueur ou l'application de peinture au niveau du sternum pourra être utilisé pour le bouc ou bélier détecteur. Chez le taureau, on pourra en plus avoir recours aux licols marqueurs (CH .HANZEN 2004).

### VII.3.3/Les méthodes annexes de détection

La plupart d'entre elles sont basées sur l'observation des modifications non comportementales accompagnant l'œstrus (CH .HANZEN 2004).

#### VII.3.3.1/Résistance électrique

la mesure de la résistance électrique du vagin et des sécrétions muqueuses vagino-cervicales a été utilisée dans plusieurs espèces domestiques en vue de déterminer le moment optimal de l'insémination. Dans les heures qui suivent le début de l'œstrus, la résistance électrique mesurée au moyen d'électrodes placées contre l'épithélium vestibulaire ou vaginal, est minimale chez la brebis, la vache et la truie. Cette mesure suppose le respect des conditions hygiéniques avant l'introduction de la sonde dans le vagin. Par ailleurs, elle implique une mesure toutes les 12 heures environ jusqu'à obtention de la valeur la plus faible. Un taux de détection des chaleurs de 91 % et un degré d'exactitude de 80 % a été déterminé chez la vache au moyen d'un système implanté dans la vulve et dont les informations étaient transmises par télémétrie (CH .HANZEN 2004).

#### VII.3.3.2/Production laitière

L'observation des variations de production laitière lors de la traite (moindre alimentation et donc moindre production ?) ne permet pas une identification fiable des animaux en chaleurs . De même certains fournisseurs de matériel de traite évoquent la possibilité d'enregistrer la conductivité du lait. Il n'existe pratiquement pas de données chiffrées concernant la validité de ce système .

#### VII.3.3.3/Podomètres

étant donné l'augmentation de l'activité physique présentée par les animaux au cours de l'œstrus , certains auteurs ont proposé la mise en place de podomètres au niveau d'un des métatarses en vue de confirmer l'état œstral en évaluant les distances parcourues. Une corrélation de 0.36 entre l'importance de cette activité et l'acceptation du chevauchement a été déterminée . Cependant, il n'existe pas à l'heure actuelle d'études circonstanciées relatives aux performances de reproduction (fertilité, fécondité) lors d'insémination réalisées après détection des chaleurs au moyen de ce système (CH .HANZEN 2004).

#### VII.3.3.4/Chiens

le recours à des chiens préalablement entraînés à reconnaître l'odeur spécifique du mucus vaginal ou de l'urine associée à l'état œstral chez la vache, a également été envisagée dans le cadre de la détection de l'œstrus (CH .HANZEN 2004).

#### VII.3.3.5/Température corporelle

On a observé que la température corporelle chute quelques jours avant les chaleurs puis qu'un pic (augmentation de 0.3 à 1°C) était enregistré au début de la période d'acceptation du chevauchement . L'identification de ce pic suppose bien entendu un enregistrement régulier de la température. Des

ystèmes implantés dans le vagin ont été proposés. Le système Cow Temp placé à vie dans le réseau est en cours de validation . Chez des vaches allaitantes, un pic de température a été observé lors de 90 % des oestrus suivis mais 53 % d'entre eux seulement avaient été diagnostiqués par observation visuelle . Certains systèmes ont été implantés dans l'oreille sans grands résultats .

Au moment de l'oestrus, une augmentation de 0.2 à 0.4°C de la température du lait a été observée dans 35 à 75 % des cas (Maatje et Rossing Livestock Production Science 1976,3,85-89 ; Fordham et al. Res. Vet.Sci., 1988,44,366-374 ; % (Schluensen et al. J.Agric.Eng.Res, 1987,38,263-279) . Pour un taux de détection de 50%, le degré d'exactitude a été seulement de 55 % (Schluensen et al. J.Agric.Eng.Res, 1987,38,263-279) .

#### VII.3.3.6/Palpation du tractus génital

des fouillers rectaux effectués à intervalle régulier constituent une méthode d'appoint non négligeable dans la détection ou la prédiction de l'oestrus (CH .HANZEN 2004).

#### VII.3.3.7/Phéromones

pour détecter l'oestrus chez la truie, l'efficacité de différents produits odorants de synthèse semblables au dérivé de la testostérone isolé des glandes salivaires du verrat a été démontrée. Ces produits facilitent l'apparition du réflexe d'immobilisation présenté habituellement par la truie lorsqu'une pression est exercée sur le dos .

VII.3.3.8/L'enregistrement vidéo a également été proposé. La méthode est coûteuse et suppose la lecture des enregistrements tous les soirs (CH .HANZEN 2004).

### **VII/La quantification de la détection des chaleurs**

Cette évaluation constitue un élément clé de l'interprétation des paramètres de reproduction. En effet, la détection des chaleurs par l'éleveur conditionne non seulement l'intervalle entre le vêlage et la première insémination mais également la fertilité. Il apparaît donc essentiel de pouvoir déterminer l'aspect non seulement qualitatif c'est-à-dire la précision (accuracy) de la détection de l'oestrus c'est-à-dire le pourcentage de vaches réellement en chaleurs parmi celles supposées l'être mais également l'aspect quantitatif c'est-à-dire l'intensité, la fréquence de cette détection (efficiency) à savoir le pourcentage d'oestrus détectés au cours d'une période donnée. Ainsi, diverses études ont démontré que 5 à 30 % des animaux inséminés ne sont pas réellement en chaleurs lors de leur insémination. De même, on peut considérer que l'allongement d'un jour de l'intervalle entre le vêlage et la première insémination (période d'attente) se traduit par un allongement équivalent de l'intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante (CH .HANZEN 2004).

### VIII.1/Le dosage de la progestérone

Qu'il soit réalisé dans le lait ou dans le sang, le dosage de la progestérone permet de confirmer certains états spécifiques tels que l'observation d'une chaleur sur une vache déjà confirmée gestante, ou dont l'intervalle entre chaleurs est anormal ou encore dont le statut d'oestrus a été diagnostiqué sur seule base des signes secondaires (CH .HANZEN 2004).

5 à 30 % des inséminations étant effectuées sur des animaux qui ne sont pas réellement en chaleurs, un dosage de la progestérone réalisé au cours de 15 à 20 périodes d'oestrus offre la possibilité de confirmer le degré d'exactitude de la détection des chaleurs (accuracy). Si plus de 5 % des résultats témoignent d'une concentration trop élevée en progestérone, c'est que la qualité de la détection des chaleurs est en cause. Une faible concentration témoigne d'un état d'anoestrus, de prooestrus, d'oestrus ou de début de metœstrus. Elle ne permet en aucun cas d'identifier le moment optimal de l'insémination (CH .HANZEN 2004).

### VIII.2/Les paramètres zootechniques

Leur calcul et interprétation implique une notation parfaite de données telles que les dates de vêlages, de chaleurs, d'inséminations ; de diagnostics de gestation. Leur valeur dépend tout à la fois du degré d'exactitude du diagnostic (accuracy) mais aussi et surtout de la fréquence de la détection (efficiency). Le choix de l'un ou de l'autre dépendra et notamment des données disponibles pour leur quantification. Leur calcul présuppose qu'aient été éliminés les intervalles dont la longueur a pu être modifiée par des traitements hormonaux (CH .HANZEN 2004).

Les troupeaux dans lesquels la détection des chaleurs n'est pas optimale (manque d'exactitude) se caractérise par une augmentation du pourcentage d'intervalle entre chaleurs compris entre 3 et 17 jours (> 10 %), du pourcentage d'intervalles entre chaleurs compris entre 25 et 35 jours (> 10 à 15 %), par une augmentation du nombre de vaches inséminées sur chaleurs naturelles plus de deux fois en trois jours (> 5 %), par une non concordance entre le stade de gestation et la date d'insémination renseignée, par des longueurs de gestation plus courte ou plus longue de 3 voire 6 semaines à la durée normale. Les troupeaux qui présentent un % élevé de chaleurs non détectées se caractérisent plus par un faible % de chaleurs détectées avant la première insémination (sous réserve qu'il n'y ait pas d'anoestrus pathologique : voir chapitre 6), par un allongement de l'intervalle entre le vêlage et la première insémination, par un intervalle entre inséminations supérieur à 30 jours, par une augmentation du % d'intervalles entre chaleurs compris entre 38 et 45 ou entre 55 et 65 jours (> 15 %) (CH .HANZEN 2004).

Des index plus spécifiques peuvent également être utilisés.

1. Le calcul de la valeur moyenne des intervalles entre chaleurs ou insémination constitue un premier exemple. Elle doit normalement être comprise entre 24 et 26 jours, une analyse du problème étant requise si la valeur moyenne est supérieure à 30 jours index de Wood : la division de la longueur moyenne du cycle par la valeur moyenne de l'intervalle entre chaleurs ou inséminations en constitue un second. Ce rapport doit être égal ou supérieur à 75, une intervention étant souhaitable si une valeur inférieure à 70 est observée. Le calcul du % de vaches déclarées gestantes lors d'un diagnostic de gestation constitue une seconde méthode d'évaluation de l'intensité de la détection des chaleurs. Une valeur supérieure à 80 % doit être attendue. Ce paramètre ne permet pas dans les troupeaux confrontés à un problème d'infertilité de faire le diagnostic différentiel entre une mauvaise détection et l'infertilité (CH .HANZEN 2004).

2. Intervalle vêlage – 1<sup>ère</sup> insémination : Normalement, la valeur observée doit être inférieure à la période d'attente volontaire décidée par l'éleveur plus 20 à 28 jours. Un écart de +/- 9 jours laisse entrevoir un problème de détection. - L'estimation du pourcentage d'animaux détectés en chaleurs au cours des deux premiers mois suivant le vêlage permet d'obtenir une première indication relative à la fréquence de la détection des chaleurs. Mais une valeur anormale c'est-à-dire inférieure à 75 % ne permet pas d'effectuer un diagnostic différentiel entre un problème de détection et un problème d'anoestrus fonctionnel (CH .HANZEN 2004).

3. Une autre méthode consiste à analyser la distribution des pourcentages des intervalles entre chaleurs et/ou inséminations observées pendant la période du bilan et répartis dans les cinq classes suivantes (1) 2 à 17 jours, (2) 18 à 24 jours, (3) 25 à 35 jours, (4) 36 à 48 jours, (5) > 48 jours. Une clé de répartition normale est < 15 %, > 55 %, < 15 %, < 10 % et < 5 % respectivement pour les intervalles 1 à 5. Dans l'interprétation de la répartition, il ne faut pas ignorer que les kystes ovariens ou les endométrites sont susceptibles d'induire un retour plus rapide en chaleurs et de contribuer à augmenter le % d'intervalles de la classe 1, que la mortalité embryonnaire tardive se traduit par des retours longs (classe 3), qu'une chaleur détectée 36 à 48 jours après la précédente laisse sous-entendre la non-détection d'une chaleur 18 à 24 jours plus tôt et qu'enfin l'utilisation des prostaglandines ou de progestagènes modifient l'intervalle entre les chaleurs (CH .HANZEN 2004).

4. Le calcul du rapport entre le nombre d'intervalles de la classe 18 - 24 jours et celui de la classe 36 - 48 constitue une autre méthode. Il doit normalement être égal ou supérieur à 4.

5. Un autre index de chaleurs se base sur le rapport entre le nombre de chaleurs réellement observées pendant une période d'observation et celles potentiellement observables. Cet index appelé HDR (Heat Détection Rate) est recommandé par l'AABP (American Association of Bovine Practitioner) pour évaluer la qualité de la détection des chaleurs (CH .HANZEN 2004).

## CONCLUSION

La détection des chaleurs (oestrus) représente un des facteurs essentiels d'obtention d'une fécondité et d'une fertilité normale. Elle conditionne en effet l'obtention d'un intervalle normal entre la naissance ou le vêlage et la première insémination.

Elle influence directement la fertilité puisque normalement l'insémination artificielle doit être réalisée une douzaine d'heures après le début de l'oestrus. Enfin, l'absence de détection du retour en chaleurs de l'animal constitue une des méthodes précoces de diagnostic de gestation. Multiples sont les facteurs qui conditionnent l'extériorisation normale des symptômes de l'oestrus. Divers sont également les moyens qui directement ou indirectement améliorent la qualité de la détection des chaleurs. Il en est de zootechniques et d'autres pharmacologiques. Ces L'importance économique de la détection des chaleurs n'est plus à démontrer. Une mauvaise détection contribue en effet à augmenter le délai nécessaire à l'obtention d'une gestation. Elle augmente indirectement les frais liés à l'insémination artificielle. Ainsi constate-t-on une utilisation de plus en plus intensive à la saillie naturelle même dans les troupeaux laitiers, pourtant connus pour recourir davantage à l'insémination artificielle.

L'observation doit se faire au moins 2fois par jour, le matin tôt (avant la distribution des aliments et avant la traite chez les vaches laitières), et le soir tard (après la tombée du jour), à raison de 15minutes par observation. Le numéro de la vache détectée en chaleurs est immédiatement noté sur un carnet puis sur le planning de reproduction, pour le situer par rapport au vêlage ou aux mises à la reproduction.

Il est important de noter les dates d'œstrus dès les premières chaleurs après le vêlage, même s'il est encore trop tôt pour inséminer : ces dates précoces serviront ensuite de référence pour les chaleurs ultérieures jusqu'à la période d'insémination .le planning, linéaire ou rotatif, sur lequel tous les événements de la reproduction sont inscrits au jour le jour, est un auxiliaire intéressant : il permet de savoir chaque jour quelles sont les vaches susceptibles de venir en chaleurs.

L'ovulation a lieu 27heurs après le début des chaleurs. Néanmoins, l'insémination doit avoir lieu aussitôt que possible après la détection des chaleurs afin que l'ovocyte puisse être fécondé aussi tôt que possible après l'ovulation.

Les premières chaleurs apparaissant après le vêlage sont souvent de faible intensité. De même le déficit énergétique (fréquent post-partum), une forte production laitière, une faible luminosité dans l'étable, un faible exercice ou toute cause de douleur(en particulier les boiteries) peuvent s'accompagner d'une plus faible expression des chaleurs.

Pour exercer une surveillance des chaleurs dans de bonnes conditions, il importe de se trouver dans une étable lumineuse, dans le calme. L'observation des chaleurs est une activité à part entière, qui doit être réalisée en dehors des périodes de traite, d'affouragement ou de traitement des animaux.

Il existe actuellement plusieurs types de traitement de synchronisation des chaleurs chez les bovins. Chaque traitement a ses caractéristiques, et son coût. Une bonne connaissance des mécanismes d'action de ces traitements permet d'en comprendre les points forts et les limites. Ils ne sont pas destinés aux mêmes types d'animaux ni aux mêmes élevages.

Dans les troupeaux où la détection des chaleurs est bonne et où les animaux à synchroniser sont cyclés, on privilégiera l'utilisation des PGF2 $\alpha$ , le traitement le moins coûteux.

Dans les troupeaux de vaches laitières, l'association GnRH et PGF2 $\alpha$  permettra de pallier en partie une détection des chaleurs déficiente si les vaches sont cyclées, mais le coût est élevé.

Mais, si une partie des femelles est en anoestrus, le traitement le plus adapté est celui à base de progestagènes et à moindre degré les celui à base de GnRH.

Ainsi, une analyse des problèmes du troupeau, un examen gynécologique des animaux à synchroniser, une bonne détection des chaleurs, et une bonne conduite alimentaire, s'imposent si l'on veut utiliser au mieux ces traitements.

# Références Bibliographiques

1. **AKESBI N. (1997).** La question des prix et des subventions au Maroc face aux mutations de la politique agricole. Options méditerranéennes. Série B.n° 11. Prix et subventions: effets sur les agriculteurs familiales méditerranéennes. P. 81-117.
2. **ALBRIGHT J.L.(1995).** Flooring in dairy cattle facilities. In: Animal behaviour and the design of livestock and poultry systems. Travaux d'un congrès du 19 au 21 Avril. NRAES-84. NRAES, ITHACA NY.168-182p
3. **ALI J.B; JAWAD N.M.A; PANT H.C. (1983).** Effects of summer heat stress on the fertility of Friesian cows in Iraq. World Review of Animal Production. 19(3): 75-80.
4. **ALLAOUA SOFIA-AMEL. (2004).** Alimentation, reproduction et profil métabolique chez la vache laitière. Thèse. Magister. Faculté des Sciences Agronomiques et Vétérinaires. Université de BLIDA.
5. **AUSTIN EJ, MIHM M, EVANS ACO, KNIGHT PG, IRELAND JLH, IRELAND JJ, ROCHEJF, (2001),** Alterations in intrafollicular regulatory factors and apoptosis during selection of the follicles in the first follicular wave of the bovine estrous cycle - Biol Reprod, 2001 ; 64 : 839-848 B.T.I.A. 32: 2-3
6. **BADINAND F ; BEDOUET J ; COSSON J.L ; HANZEN C.H ; VALLET A. (2000).** Lexique des termes de physiologie et performances de reproduction chez les bovins. Université de Liège. Fichier informatique html. URL <http://www.fmv.ulg.ac.be/oga/formation/lexiq/lexique.html>
7. **BADINAND F. (1983).** Relations : fertilité niveau de production-alimentation. Bull.Tech. C.R.Z.V.Thérix, INRA, (S3) :73-83.
8. **BADINAND F. (1984).** L'utérus de la vache au cours du puerperum: physiologie et pathologie de ferme. R. jarrige. Ed. paris. 31-47p
9. **BAO B; GARVERICK H.A. (1998).** Expression of steroidogenic enzyme and gonadotropin receptor genes in bovine follicles during ovarian follicular waves: a review. J Anim. Sci.76 : 1903-1921
10. **BAREILLE S; BAREILLE N. (1995).** La cétose des ruminants. Point Vet. 27 (Maladiemétabolique des ruminants): 727-738.
11. **BARIL G, COGNIE Y, FREITAS VJF, MAUREL MC, MERMILLOD P. (1998).** Maîtrise du moment de l'ovulation et aptitude au développement de l'embryon chez les ruminants. Renc. Rech. Ruminants. 5: 57-62.
12. **BARKER R; RISO C; DONOVAN G.A. (1994).** Low population pregnancy rate resulting from low conception rate in a dairy herd with adequate estrus detection intensity. Compendium on continuing education for the practising veterinarian. 16: 801-806, 815.
13. **BARNOUIN J; PACCARD P; FAYET J.C; BROCHART M; BOUVIER A. (1983).** Enquête fertilité. Anim. Rec. Vét. 14(3): 253-264.
14. **BARR H.L. (1975).** Influence of oestrus days open in dairy herd. J. Dairy. Sci. 58: 246-247.
15. **BAZIN S. (1984).** Grille de notation de l'état d'engraissement des vaches Pies-Noires. Paris (France): ITEB. Rned. 31p.
16. **BEAM S.W ; BUTLER W.R and al. (1997).** Energy balance and ovarian follicle developemnt prior to the first ovulation post-partum in dairy cows receiving three levels of dietary fat. Biol. Reprod. 56 :133-142.
17. **BEDOUET J; SEEGER S H. (1998).** Actions de maîtrise des performances de reproduction et suivi de troupeau laitier: objectifs et mise en œuvre pratique. Journées nationales de GTV mai 98. Tours. France.
18. **BENCHARIF D ; TAINTURIER D. (2002).** Non délivrance, retard d'involution utérine et PGF2alpha dans l'action vétérinaire n° : 1619 du 29 Novembre. 9-10,19-21.
19. **BISSON. (1983).** Dossier Alimentation: la conduite des vaches taries. Productioplaitière

moderne. 113: 59.

20. **BLAIS C; LEFEBVRE D; BRISSON J; GOSSLEIN B; LEQUIN D; ADAM S. (2005).** Pieds et membres. L'alimentation: démystifier son rôle. Symposium sur les bovins laitiers. De bons pieds vers l'avenir. 25 octobre 2005. Hôtel des Seigneurs. Saint Hyacinthe. CRRAQ 2005.
21. **BOICHARD D, BARBAT A, BRIEND M, (2002),** Bilan phénotypique de la fertilité chez les bovins laitiers– AERA; Reproduction, génétique et fertilité, Paris, 6 Décembre 2002, 5-9
22. **BONNEL A. (1985).** Ration déséquilibrée, fertilité menacée. Rev. Elev. Bov. 154 :29-32.
23. **BONNES G; DESCLAUDE J; DROGOU C; GADOUD R; JUSSIAU R; LELOC'H A; MONTMEAS L; ROBIN G. (1988).** Reproduction des mammifères d'élevage. Collection INRAP. Ed. foucher. Paris. 239p.
24. **BOUZEBDA Z; BOUZEBDA-AFRI-F; GUELLETI M.A. (2003).** Evaluation des paramètres de reproduction dans les régions d'ELTARF et ANNABA. Renc. Rech. Ruminants. 10 p. 143.
25. **BRISSON J ; LEFEBVRE .D ; GOSSELIN B ; PETIT H ; EVANS E. (2003).** Nutrition, alimentation et reproduction. Symposium sur les bovins laitiers. CRAAQ.
26. **BRITT J.H. (1986).** Early post-partum breeding in dairy cows. J. Dairy. Sci. 58:266-279.
27. **BUTLER W.R; SMITH R.D.(1989).** Interrelationships between energy balance and post-partum reproductive function in dairy cattle. J. Dairy. Sci. 72: 767-783.
28. **BUTLER W.R. (2000) .** nutritional effects on resumption of ovarian cyclicity and conception rate in post-partum dairy cows. Anim. Sci
29. **BUTLER WR. (1998).** Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle - J Dairy Sci. 81: 2533-2539.
30. **BUTLER WR. (2005).** Relationships of negative energy balance with fertility. Adv Dairy Tech.17: 35-46.
31. **CALDWELL V. (2003).** La reproduction sans censure: la vision d'un vétérinaire de champ. Symposium sur les bovins laitiers. CRAAQ. 2003.
32. **CANFIELD R.W; BUTLER W.R. (1991).** Energy balance, first ovulation and the effects of malaxone on LH secretion in early post-partum dairy cows. J. dairy. Sci. 69: 740-746.
33. **CANFIELD RW, SNIFFEN CJ, BUTLER WR. (1990).** Effect of excess degradable protein on postpartum reproduction and energy balance in dairy cattle - J Dairy Sci. 73: 2342-2349.
34. **CHASSAGNE M ; BARNOUIN J ; FAYE B. (1996).** Epidémiologie descriptive de la rétention placentaire en système intensif laitier en Bretagne. Vet. Res. 27 : 497-501 et 491-496.
35. **CHASSAGNE M; BARNOUIN J; CHCORNAC J.P. (1998).** Biological predictors of early clinical mastitis occurrence and reoccurrence in Holsteins cows under field conditions in France. Prev. Vet. Med. 35: 29-38.
36. **CHEMINEAU P; BLANC M; CARATY A; BRUNEAU G; MONGET P. (1999).** Sous-nutrition, reproduction et système nerveux central chez les mammifères : rôle de la leptine. INRA Prod. Anim. 12 (3) : 217-223.
37. **CHESNAIS J; VANDOORMAAL B; BRYSON A. (2004).** La sélection génétique pour la résistance aux maladies : situation actuelle et perspectives d'avenir. Symposium sur les bovins laitiers. CRAAQ. 21 Octobre. 2004.
38. **CHEVALLIER A ; CHAMPION H. (1996).** Etude de la fécondité des vaches laitières en Sarthe et Loir-Cher. Elevage et insémination. 272 : 8-21.
39. **CHILLIARD Y; BOCQUIER F; DELAVAUD C; FAULCONNIER Y; BONNET M; GUERREMILLO M; MARTIN P; FERLAY A. (1999).** La leptine chez le ruminant. Facteurs de variation physiologiques et nutritionnels - INRA Prod Anim. 12 (3) : 225-237.
40. **COLE, W. J., K. S. MADSEN, R. L. HINTZ, and R. J. COLLIER. (1991).** Effect of recombinantly derived bovine somatotropin on reproductive performance of dairy cattle. Theriogenology 38:573.
41. **COLEMAN D.A; THAY NEWV; DAILEY R.A. (1985).** Factors affecting reproductive performance of dairy cows. J. Dairy. Sci. 68: 1793-1803.

42. **COLLIER R.J; BEEDE D.K; THATCHER W.W; ISRAEL L.A; WILCOX C.J. (1982a).** Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. *J. dairy. Sci.* 65: 2213-2227.
43. **COLLIER R.J; DOELGERS G; HEAD H.H; THATCHER W.W; WILCOX C.J. (1982b).** Effects of heat stress during pregnancy on maternal hormone concentrations, calf birth weight and postpartum milk yield of Holstein cow. *j. anim. sci.* 54: 309-319.
44. **CORAH L.R; IVES S. (1991).** The effects of essential trace minerals on reproductive in beef cattle. *Vet. Clinics of north anim. Food. An. Pract.* 7:41-57.
45. **COULON J.B; PEROCHON L; LESCOURET F. (1995).** Modelling the effect of the stage of pregnancy on dairy cows milk yield. *Anim. Sci.* 60: 401-408.
46. **CRAPLET C ; THIBIER M. (1973).** La vache laitière. Ed. VIGOT Frères, 3ème trimestre. ISBN 2.7114.0636.9.
47. **CURTIS C.R; ERB H.N; SNIFFEN C.J (1985).** Path analysis of dry period nutrition, post-partum metabolic and reproductive disorders, and mastitis in Holstein cows. *J Dairy.Sci.* 68: 2347-2360.
48. **DANDALEIX M. (1981).** Etude d'un plan de lutte contre l'infécondité des vaches laitières : Etiologie de l'infécondité et mise au point d'une méthode d'interventions dans les élevages à problèmes du département du Puy De Dôme. Mémoire d'études. ENSAA Dijon.
49. **DARWASH A.O; LAMING G.E; WILLIAMS J.A. (1997).** Estimation of genetic variation in the interval from calving to post-partum ovulation of dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 80: 1227-1234.
50. **DE VRIES M.J; VEERKAMP R.F. (2000).** Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility - *J Dairy Sci*, 2000; 83: 62-69.
51. **DEKRUIF A. (1975).** Fertilitéit en subfertilitéit bij het vronwelijk rund. Thesis, utrecht.
52. **DEKRUIF A. (1978).** Factors influencing the fertility of a cattle population. *J. Reprod. Fert.* 54 : 507-518.
53. **DERIVAUX J ; ECTORS F. (1980).** Physiopathologie de la gestation et obstétrique vétérinaire. Les éditions du point vétérinaire. ISBN 2 - 86326-009-3.
54. **DERIVAUX J ; ECTORS F. (1986).** Reproduction chez les animaux domestiques. 3ème édition revue. Louvain-La- Neuve: Cabay. 1141p.
55. **DERIVAUX J ; BECKERS J.F ; ECTORS F. (1984).** L'anoestrus du post-partum. *Viaams diergeneeskundig Tudschrift. Jg .53-Nr.3 :215-229.*
56. **DISENHAUS C. (2004).** Mise à la reproduction chez la vache laitière : actualités sur la cyclicité post-partum et l'oestrus - 2ème Journée d'Actualités en Reproduction des Ruminants. ENVA. Septembre 2004 : 55-64.
57. **DISENHAUS C; GRIMARD B; TROU G; DELABY L. (2005).** De la vache au système : s'adapter aux différents objectifs de reproduction en élevage laitier. *Renc. Rech. Ruminants.*12: 125-136.
58. **DISENHAUS C; KERBRAT S; PHILIPOT J.M. (2002).** La production laitière des 03 semaines est négativement associée avec la normalité de la cyclicité chez la vache laitière. *Renc. Rech. Ruminants.* 9: 147-150.
59. **DJIANE J; DURAND P. (1977).** Prolactin-Progesterone antagonism in self regulation of prolactin receptors in the mammary gland. *Nature* 266: 641-643.
60. **DOHOO I.R; MARTINS W; MEEK A.H; SANDALS W.C.D. (1983).** Disease, production and culling in Holstein-Friesian cows.1.the data. *Prev.Vet. Med.*1:321-334.
61. **DOHOO I.R; MARTIN S.W; McMILLAN I; KENNEDY B.W. (1984).** Disease, production and culling in Holstein-Friesian cows. 2. Age, season and sire effects. *Prev. Vet. Med.* 2: 655-670.
62. **DRAME E.D; HANZEN C; HOUTAIN J.Y; LAURENT Y; FALL A. (1999).** Profil de l'état

corporel au cours du post partum chez la vache laitière. *Ann. Méd. Vét.* 143: 265-270.

63. **DUPREEZ J.H ; TERBLANCHE S.J ; GIESECKE W.H ; MAREE C ; WELDING M.C. (1991)** effect of heat stress on conception in dairy herd model under south africa conditions. *Theriogenology*. 35:1039-1049.
64. **EDDY R.G; DAVIES O; DAVIES C. (1991)**. An economic assessmont of twin births in British dairy herds. *Vet. Rec.* 129:526-529.
65. **EDMONSON A.J, LEAN I.J, WEAVER L.D, FARVER T, WEBSTER G. (1989)**. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows - *J Dairy. Sci.* 1989; 72 (1): 68-78.
66. **ELROD C.C; VANAMBURG M; BUTLER W.R. (1993)**. Altération of PH in reponse to increased dietary protein in cattle are unique to the uterus. *J. Anim. Sci.* 71:702-706.
67. **ENJALBERT F. (1994)**. Relations : alimentation-reproduction chez la vache laitière. *Le point vétérinaire*. 25 :984-991.
68. **ENJALBERT F. (1996)**. Nutrition et immunité chez les bovins. *Pathologie et nutrition. Journée nationale des G.T.V.* 22, 23 et 24 Mai. 271-281.
69. **ENJALBERT F. (1998)**. Alimentation et reproduction chez les bovins. *Journées nationales de GTV mai 98. Tours. France.*
70. **ENJALBERT F. (2003)**. Les contraintes nutritionnelles autour du vêlage – *Point. Vet.* 34 (236) :40-44.
71. **ENNUYER M. (1998) a.** Intérêt et contraintes du suivi informatisé en troupeau bovin laitier. *Conférence (12). Journées nationales de GTV mai 98. Tours. France.*
72. **ENNUYER M. (1998) b.** Le kit fécondité : un planning, une méthodologie. *G.T.V.1998. 2.B.PP.5-15.*
73. **ENNUYER M. (2000)**. Les vagues folliculaires chez la vache. *Applications pratiques à la maîtrise de la reproduction – Point. Vet.* 31 (209) : 377-383.
74. **ESPINASSE R, DISENHAUS C, PHILIPOT J.M. (1998)**. Délai de mise à la reproduction, niveau de production et fertilité chez la vache laitière - *Renc Rech Ruminants.* 5 : 79-82.
75. **ETHERINGTON W.E; WEAVER L.D; RAWSON C.L. (1991)**. Dairy herd reproductive performance. Part1. *compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 13: 1353-1360.
76. **FARDEAU J.P. (1979)**. Les compléments minéraux chez la vache laitière. *Thèse. Doctorat. Vet. Ecole nationale vétérinaire de Toulouse.* 72. p.
77. **FAYE B ; BARNOUIN J. (1988)**. Les boiteries chez la vache laitière. Synthèse des résultats de l'enquête éco-pathologique continue. *INRA.Prod.Anim,* 1(4) : 227-234.
78. **FERGUSON. (1993)**. Serum urea nitrogen and conception rate : the usefulness of test information. *J. Dairy. Sci.* 76: 37-42.
79. **FERREIRA A.M; TORES C.A. (1991)**. Effect of restricted suckling on ovarian in body weight and post-partum ovarian activity in Holstein x Zebu heifers. *Arquivo Brasileiro de Medicina veterinariae zootecnia.* 43: 495-505.
80. **FIENI F, TAINTURIER D, BRUAS J.F, BATTU I. (1995)**. Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache. *Bulletin des GTV (4B).* 512: 35-49.
81. **FIGLIOLI J.L; ECHAMPARD L; LAVE R; LASSAUSSE A; SANGUARD F. (2002)**. Caller la période de mise bas du troupeau laitier en automne pour mieux valoriser l'herbe pâturée. *Renc. Rech. Ruminants.* (9):117.
82. **FITZPATRICK L.A.** advances in the understanding of post-partum anoestrus in *Bos indicus* cows. *International atomic energy agency (IAEA). Report.* PP 19-35.
83. **FOOTE R.H. (1981)**. Factors affecting gestation length in dairy cattle. *Theriogenology.* 15:553-559.
84. **FORSYTH I.A. (1989)**. Growth factors in mammary gland function. *J. Reprod. Fert.* 85:759-770.
85. **FOURICHON C; SEEGER S; MALHER X. (2000)**. In the dairy cow: a méta- analysis *theriogenology,* 53(9): 1729-1759.

86. **FOURICHON C; SEEGERS H; BAREILLE N ; BEAUDEAU F. (2002).** L'impact économique des troubles de santé sous différentes logiques d'intensification de la production laitière en pays de la Loire. *Renc. Rech. Ruminants.* (9):50.
87. **FRASER MO., POHL CR., PLANT TM. (1989).** The hypogonadotropic state of the prepubertal male rhesus monkey (*Macaca mulatta*) is not associated with a decrease in hypothalamic gonadotropin releasing hormone content. *Biol. Reprod.*, 40,972-980.
88. **FRERET S; CHARBONNIER G; CONGNARD V; JEANGUYOT N; DUBOIS P, LEVERT J; HUMBLLOT P; PONSART C. (2005).** Expression et détection des chaleurs, reprise de la cyclicité et perte d'état corporel après vêlage en élevage laitier - *Renc Rech Ruminants*, 2005 (sous presse)
89. **FROMAGEOT D. (1978).** Abord zootechnique de l'infertilité chez les bovins laitiers. *Rec. Méd. Vét.* 154(3) :207-213.
90. **GARDNER C.E. (1992).** Graphic monitoring of dairy herd performance. *Compend. Cont. Educ.* 14: 397-402.
91. **GARDNER R.W; SCHUH J.D; VARGUS L.B. (1977).** Accelerated growth and early breeding of Holstein heifers. *J. Dairy. Sci.* 60:1941.
92. **GORDON I; BOLAND M.P; McGOVERN H; LYNN G. (1987).** Effect of season on superovulatory responses and embryo quality in Holstein cattle in Saudi Arabia. *Theriogenology.* 27, 2B1.
93. **GORDON I. (1996).** Controlled reproduction in cattle and buffaloes: controlled reproduction in farm animal's series vol 1. *Cab. International.* ISBN (4 volume set) 0851991181.
94. **GREEN L.E; HEDGES V.J; SCHUKKEN Y.H; BLOWEY R.W; PACKINGTON A.J. (2002).** The impact of clinical lameness on the milk yield of dairy cows. *J. Dairy. Sci.* 85: 2250-2256.
95. **GRIMARD B; HUMBLLOT P; PONTERA A ; et al. (1995).** Influence of post-partum energy restriction on energy status, plasma LH and estradiol secretion and follicular development in suckled beef cows. *J. Reprod. Fertil.* 104:173-179.
96. **GROHN Y.J; RAJALA-SCHULTZ P.J. (2000).** Epidemiology of reproductive performance in dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 60-61:605-614.
97. **GROHN Y.T; EICHER W; HERTIL J.A. (1995).** The association between previous 305 days dairy cows. *J. dairy. Sci.* 78: 1693-1702.
98. **GRUMMER R.R. (1993).** Etiology of lipid- related metabolic disorders in periparturient dairy cows. *J. dairy. Sci.* 76: 3882-3896.
99. **GWAZDAUSKAS F.C. (1985).** Effects of climate on reproduction in cattle. *J. Dairy Sci.* 68, 1568-1578
100. **HAGEMAN W.H; SHOOK G.E ; TYLER W.J. (1991).** Reproductive performance in genetic lines selected for high or average milk yield. *J. dairy. Sci.* 74: 4366-4376.
101. **HAMILTON S.H; GARVERICK H.A; KEISLER D.H; XU Z.Z; LOOS K; YOUNGQUIST R.S. (1995).** Characterization of follicle/cyst dynamics and associated endocrine profiles in dairy cows. *Biol. Reprod.* 53: 890-898.
102. **HANSEN LB. (2000).** Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint - *J Dairy Sci.* 83 : 1145-1150
103. **HANZEN C ; HOUTAIN J.Y ; LAURENT Y et al. (1996).** Influence des facteurs individuels et de troupeau sur les performances de reproduction bovine. *Anim. Méd. Vét.* 140: 195-210.
104. **HANZEN CH. (1996).** Endocrine regulation of post-partum ovarian activity in cattle: a review. *Rep. Nutr. Develop.* 26: 1212-1239.
105. **HARRIS B.L. (1989).** New Zealand dairy cow renewal reasons and survival rate. *NZJ. Agric. Res.* 32: 355-358.
106. **HANZEN CH. (1994).** Etude des facteurs de risque de l'infertilité et des pathologies puerpérales et du post-partum chez la vache laitière et la vache viandeuse. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade d'agrégé de l'enseignement supérieur.

107. **HARRISON R.O; FORD S.P; YOUNG J.W; CONLEY A.J; FREEMAN AE. (1990).** Increased milk production versus reproductive and energy status of high-producing dairy cows - J Dairy Sci, 1990 ;73 : 2749-2758
108. **HARRISSON J.H; HANCOCK D.D; YOUNG J.W; CONRAD H.R. (1984).** Vitamin E and Selenium of reproduction of the dairy cow. J. dairy. Sci. 67: 123-132.
109. **HAYES J.F; CUER I; MONARDES H.G.(1992).** Estimates of repeatability of reproductive measures in Canadian holstein. J. Dairy. Sci. 75: 1701-1706.
110. **HERNANDEZ J; SHEARER J.K; WEBB D.W. (2002).** Effect of lameness on milk yield in dairy cows. Journal of the american veterinary medical association. 220: 640-644.
111. **HIGHTSHONE, R. B., COCHRAN R. C. CORAH L. R; KIRACOFE G. H; HARMON D.L; PERRY R. C. (1991).** Effects of calcium soaps of fatty acids on postpartum reproductive function in beef cows. J. Anim. Sci. 89:4097.
112. **HILLERS K.K; SENGER P.L; DARLINGTON R.L ; FLEMMING W.N. (1984).** Effect of production, season, age of cows, dry and days in milk on conception to first service in large commercial dairy herd. J. dairy. Sci. 67:861-867.
113. **HODEL F; MOLL J; KUNZI N. (1995).** Factors affecting fertility in cattle. Schweizer Fleckvieh. 4: 14-24.
114. **INRA. (1984).** Pratique de l'alimentation des bovins : nouvelles recommandations alimentaires de l'INRA. 2<sup>ème</sup> édition. 160p.
115. **INRAP. (1981).** Alimentation des bovins. Edition I. 440p.
116. **INRAP. (1988).** Reproduction des mammifères d'élevage. Les éditions Foucher. Paris. France. ISBN 2-216-00-666-1.
117. **JOUBERT D.M. (1963).** Puberty in female farm animals. Animals Breed. Abstr, 31:295.
118. **JULIEN W.E; CONRAD H.R. (1977).** Selenium and vitamin E and incidence of retained placenta in parturient dairy cows. J. dairy. Sci. 59: 1954-1959.
119. **KAMGARPOUR R, DANIEL R.G.W, FENWICK D.G, MCGUIGAN K, MURPHY G. (1999).** *Postpartum* subclinical hypocalcemia and effects on ovarian function and uterine involution in a dairy herd - The Veterinary Journal. 158 : 59-67
120. **KELTO D.F; PETERSON C.S ; LESLIE K.E ; HANZEN D. (2001).** Associations between clinical mastitis and pregnancy on Ontario dairy farms. 2nd international symposium on mastitis and milk quality. Vancouver, Bc, Canada. Sep 13-15.
121. **KERBRAT S; DISENHAUS C. (2000).** Profils d'activité lutéale et performances de reproduction du vêlage à la première insémination – Renc Rech Ruminants. 7 : 227-230.
122. **KING J.O.L. (1968).** The relationship between conception rate and changes in body weight, yield and solid non fat content of milk in dairy cows. Vet. Rec. 89:492-494.
123. **KLASSEN D.J; CUER I; HAYES J.F. (1990).** Estimation of repeatability of calving case in canadian Holstein. J. Dairy. Sci. 73:205-212.
124. **KLINGBORG J.J. (1987).** Normal reproductive parameters in large california style dairies. Vet. Clin. North americ. Food. Anim. Pract. 3: 483-499.
125. **LABEN R.L; SHAKES R; BERGER P.J; FREEMAN A.E. (1982).** Factors affecting milk yield and reproductive performance. J. Dairy. Sci. 65:1004-1015.
126. **LALLEMAND J.C. (1980).** Elevage des génisses en groupement de producteurs. Thèse pour le doctorat vétérinaire d'alfort. Edition Copedith. 70p.
127. **LAMAND D.R. (1970).** The effects of P.M.S.G on ovarian function of beef heifers as influenced by progestins, plane of nutrition and fasting. Aust. J. Dairy. Agri. 21. I. 153-161.
128. **LAMING G.E; WATHES D.C; PETERS A.R. (1981).** Endocrine patterns of the post-partum cow. J. Reprod. Fert. Suppl.30:155-170.
129. **LARSON B.L; SMITH V.R. (1974).** Lactation: A comprehensive treatise. Academic. Press. New York et Londres. Vol I et II.

130. **LEFEBVRE D; LACROIX R; CHARLEBOIS J. (2004).** Suivi de la croissance. De nouvelles courbes pour les génisses d'aujourd'hui. Le producteur de lait québécois. Avril 2004 (source PATLQ).
131. **LESCOURET F; COULON J.B. (1994).** Modelling the impact of mastitis on milk production by dairy cows. *J. dairy. Sci.* 77: 2289-2301.
132. **LEWIS G.S; THATCHER W.W ; BLISS E.L ; DROST M ; COLLIER R.J.(1984).** Effects of heat stress during pregnancy on postpartum reproductive changes in Holstein cow. *J. Anim. Sci.* 58 :174-186.
133. **LIEFERS SC; VEERKAMP R.F; TE PAS MFW, DELAVAUD C; CHILLIARD Y; VAN DERLENDE T. (2003).** Leptin concentrations in relation to energy balance, milk yield, intake, live weight and estrus in dairy cows - *J Dairy Sci.* 86 : 799-807
134. **LOEFFLER S.H ; DE VRINS M.J ; SCHUKKEN Y.H. (1999).** The effects of time of disease occurrence, milk yield, and body condition on fertility of dairy cows. *J. dairy. Sci.* Dec, 82(12) :2589-2604.
135. **LOPEZ-GATIUS F; GARCIA-ISPIERTO I; SANTOLARIA P; YANIZ J; NOGAREDA C; LOPEZ-BEJAR M. (2006).** Screening for high-fertility in high-producing dairy cows – *Theriogenology.* 65(8) : 1678-1689
136. **LOPEZ-GATIUS F; SANTOLARIA P; YANIZ J; FENECH M; LOPEZ-BEJAR M. (2002).** Risk factors for *postpartum* ovarian cysts and their spontaneous recovery or persistence in lactating dairy cows –*Theriogenology,* 2002 ; 58 (8) : 1623-1632
137. **LUCY M.C; THATCHER W.W; MACMILLAN K.L; (1990).** Ultrasonic identification of follicular populations and return to estrus in early post partum dairy cows given intravaginal progesterone for 15 days. *Theriogenology.* 34: 325-340.
138. **LUCY MC. (2000).** Regulation of ovarian follicular growth by somatotropin and insulin-like growth factors in cattle. *J Dairy Sci.* 83 : 1635-1647
139. **LUCY MC. (2001).** Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *J Dairy Sci.* 84(6): 1277-1293
140. **LUCY, M. C., STAPLES C. R; MICHEL F. M; and THATCHER W. W. (1991)** . Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows. *J. Dairy Sci.* 74:473.
141. **MADANI T; FAR Z. (2002).** Performances de races bovines laitières améliorées en région semi aride algérienne. *Renc. Rech. Ruminants*
142. **MADANI T; MOUFFOK C; FRIQUI M. (2004).** Effet du niveau de concentré dans la ration sur la rentabilité de la production laitière en situation semi aride algérienne. *Renc. Rech. Ruminants.* 11: 244.
143. **MARGERISON J.K; PRESTON T.R ; PHILIPS C.J.C. (1995).** Effect of restricted suckling once daily in Bos Taurus x Bos Indicus dairy cattle on milk production and reproduction in proceedings of the British society of Anim. Sci (winter meeting), paper 27.
144. **MAZUR A; RAULT A.Y; CHILLIARD Y; RAYSSIGUIER Y. (1992).** Lipoprotein metabolism in fatty liver dairy cows. *Diabète et métabolisme.* 18: 145-149.
145. **McDOUGALL S. (2006).** Reproduction performance and management of dairy cattle. *J. Reprod and development.* Vol 52.n°1.
146. **MCNATTY K.P; HEATH D.A; LUNDY T; FIDLER A.E; QUIRKE L; O'CONNELL A; SMITH P; GROOME N; TISDALL DJ. (1999).** Control of early ovarian follicular development - *J Reprod Fertil. Suppl,* 1999 ; 54 : 3-16
147. **MEISSONNIER E., 1994.**Tarissement modulé, conséquences sur la production, la reproduction et la santé des vaches laitières.*Point Vet.,* 26, 69-76.
148. **MEJIA E.C; PRESTON T.R ; FAJERSSON P. (1989).** Effects of restricted suckling versus artificial rearing on milk production, calf performance, and reproductive efficiency of dual purpose Mpwapwa cattle in semi-aride climate. *Livest. Resear : for Rural. Develop.*10.

149. **MELVIN T; HUTCHISON J.L; NORNMAN H.D. (2005).** Minimum days dry to maximise milk yield in subsequeute lactation. Anim. Res. 54:
150. **MIALOT J.P ; PONSART C ; PONTER A.A ; GRIMARD B. (1998).** l'anoestrus post-partum chez les bovins : thérapeutique raisonnée. GTV.27.28.29.Mai 1998.
151. **MIALOT J.P; BADINAND F. (1985).** L'anoestrus chez les bovins. In: mieux connaître, comprendre et maîtriser la fécondité bovine. Soc. Fr. Buiatrice ed. Maisons Al Fort. 217-233.
152. **MIALOT J.P; CONSTANT F; CHASTANT-MAILLARD S; PONTER AA; GRIMARD B. (2001).** La croissance folliculaire ovarienne chez les bovins : nouveautés et applications - Journées Européennes de la Société Française de Buiatrie, Paris, Novembre 2001 : 163-168
153. **MONGET P, FROMENT P, MOREAU C, GRIMARD B, DUPONT J. (2004).** Les interactions métabolisme-reproduction chez les bovins : influence de la balance énergétique sur la fonction ovarienne - 2ème Journée d'Actualités en Reproduction des Ruminants, ENVA, septembre 2004 : 49-54
154. **MONGET P; FABRE S; MULSANT P; LECERF F; ELSER JM; MAZERBOURG S; PISSELET C; MONNIAUX D. (2002).** Regulation of ovarian folliculogenesis by IGF and BMP system in domestic mammals - Domest Anim Endocrinol. 23 (1-2) : 139-154.
155. **MONNIAUX, D. et al. (1993).** Contrôle de la maturation terminale des follicules au cours de la phase folliculaire chez les mammifères domestiques. Contracept. Fertil. Sex. 21. 5: 403-407. Dans : Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache.
156. **MOORE D.A. (1999).** Endotoxemia and its effects on reproductive performance. North american coliform mastitis symposium proceedings. April 20-21. Denker, Colorado, USA.
157. **MORROW D.A ; HILMAN D.H ; DADE A.W ; KITCHEN J.K. (1976).** Clinical investigation of the dairy herd with the fat cow syndrome. JAVMA. 174: 161-167.
158. **MORSE D; DELORENZO M.A; WILCOX C.J; NATZKE R.P; BRAY D.R. (1987).** Occurrence and reoccurrence of clinicam mastitis. J. dairy. Sci. 70: 2168-2175.
159. **MOUFFOK C; MADANI T. (2005).** Effets de la saison de vélage sur la production laitière de la race Montbéliarde sous conditions semi arides algériennes. Renc. Rech. Ruminants. 12: 205.
160. **MOULIN C.H ; DEDIEU B ; POSSELAIGNES C. (2000).** Renouvellement, réforme et gestion des affectifs du troupeau : exemples en élevage ovin. Rencontre. Recherches. Ruminants.7 :141.
161. **NICOL J.M. (1996).** Infertilité en élevage laitier: les mécanismes, les causes, les solutions. G.T.V.3B 525: 53-73.
162. **NICOLAS C; FRIGGENS; ANDERSON J.B; LARSEN T; AAES O; DEWHURST R.J. (2004).** Priming the dairy cow for lactation: a review of dry cow feeding strategies. Anim. Res. 53: 453-473.
163. **NUGENT R.A ; JENKINS T.G. (1992).** Effects of alternative lamb production systems, maternal line, and culling strategy on flock age-structure. J. anim. Sci. 70 : 2285-2295.
164. **OPSOMER G; MIJTEN P; CORYN M; DEKRUIF A. (1996).** Postpartum anoestrus in dairy cows: a review- Vét Quat. 18: 68-75.
165. **OYEDIPE E.O ; OSORI D.L.K ; AKEREJOLA O ; SAROS D. (1982).** Effect of level of nutrition on onset of puberty and conception rates of Zebu heifers. Thériogenology, 18:525.
166. **PACCARD P. (1981).** Milieu et reproduction chez la femelle bovine. In : Milieu, pathologie et prévention chez les ruminants. Inra Versailles, pp : 147-163.
167. **PACCARD P. (1986).** La reproduction des troupeaux bovins laitiers. Analyse des bilans. Elevage et insémination. 212 : 3-14.
168. **PALMQUIST, D. L; and T. C. JENKINS. (1980).** Fat in lactation rations: Review. J. Dairy Sci. 63:l. PERRY, G.A, Smith M.F.,
169. **PARAGON B.M. (1991).** Qualité alimentaire et fécondité chez la génisse et la vache adulte : Importance et place des nutriments non énergétiques. Bull. G.T.V 4B.pp :39-52.
170. **PAYNE J.M. (1983).** Maladies métaboliques des ruminants domestiques. Editions du point vétérinaire. Maisons Alfort. 190p.

171. **PETERS A.R; BALL PJH. (1995).** Reproduction in cattle, second edition – UK: Blackwell Science. 234 p.
172. **PHILPSON J. ((1976).** Studies on calving difficulty, stillbirth and associated factors in Swedish productivity in the subsequent lactation. Acta. Agric. Scand, 26,230.
173. **PICCARD-HAGGEN N; BERGONNIER D; BERTHELOT X. (1996).** Maîtrise du cycle oestral chez la vache laitière. Point. Vét. 28: 89-97.
174. **PIRCHNER F; ZWIAU E.R.D; BUTLER I; CLAUS R; KARG H. (1983).** Environmental and genetic influences on post partum milk progesterone profiles of cows. Tierzuchtg. Zuchtgsbiol.100: 304-315.
175. **POMIES D; MARTIN B; REMOND B; BRUNSCHWIG G; PRADEL P; Lavigne R. (2003).** La trite une fois par jour pendant sept semaines de vache laitière prime Holstein et Montbéliarde en milieu de lactation. Renc. Rech. Ruminants. 10: 81-84.
176. **RADFORD H.M; NANCARROW C.D; MATTNER P.E. (1978).** Ovarian function in suckling and non suckling beef cows post-partum. J. Reprod. Fert. 54: 49-56.
177. **RAVAGNOLO; MISZTAL. (2002).** Effect of heat stress on nonreturn rate in Holsteins: fixed-model analyses. J Dairy Sci. 85:3101-3106.
178. **REID J.T; TYRELL H.F; MOE P.W. (1966).** Energy and protein requirements of milk production. J. dairy. Sci. 49: 215.