

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES



Mémoire de fin d'étude
en vue de l'obtention du diplôme de docteur vétérinaire

THEME :

*Gestion de reproduction chez la vache
laitière*

Présenté par :

BENSEBAA FATIMA
BENTAIEB NARIMENE

Encadré par :

HALLOUZ HADJ FEGHOUL

Année universitaire : 2018 – 2019

REMERCIEMENT

Au début

Nous remercions notre Dieu pour leur aide jusqu'à cette étape de ma vie

Le grand remerciement à notre encadreur le docteur HALLOUZ HADJ FEGHOUL

Pour ses aides et ses conseils et sa gentillesse et sa disponibilité.

Nous remercions encore tous nos enseignants de :

L'école primaire

Le CEM

Le Lycée

REMERCIEMENTS CHALEUREUX :

*À tous les professeurs de l'institut des sciences vétérinaires de Tiaret. Sans oublier tous les
Travailleurs de l'institut*

Dédicaces

A mon dieu et miséricordieux

Au prophète de la paix et de la miséricorde

Je dédie ce travail

A la mémoire de la bougie de ma vie et mes yeux,

Ma très Chère maman qui aurait été fière de ma réussite.

Je souhaite que mon Dieu étende sa miséricorde sur elle.

A Mon père :

Pour tout ce qu'il a fait pour moi pour que je sois celle que je suis aujourd'hui,

Vous trouver dans ces petits mots toute ma gratitude ainsi que mon

Profond dévouement

Je vous aime beaucoup

A mon frère et mes sœurs et leurs enfants.

A tous mes TANTES et leurs enfants et la famille TAMGHARET

A toute la famille BENTAIEB

A mon soutien morale et source de joie et de bonheur mon fiancée pour

l'encouragement et l'aide qui ma toujours accordé et tout la famille BOUREZG

A mes amies proche

Je n'oublie pas mon amie et partenaire de travail BENSBAA FATIMA

A toutes les personnes qui connaissent NARIMENE de proche et de loin

Enfin A mon très cher pays «L'Algérie», j'espère pouvoir être à la hauteur pour lui rendre tous ce qu'il m'a donnés et plus. Inchallah

BENTAIEB NARIMENE

Dédicaces

*A mon dieu et miséricordieux
Au prophète de la paix et de la miséricorde.*

Du profond de mon cœur je dédie ce travail à tous ceux qui me sont chers.

A la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon bonheur « Ma Mère » aucun dédicace ne serait exprimer mon respect mon amour éternel et ma considérations pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être. Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me porter depuis mon enfance et j'espère que votre bénéfices m'accompagne toujours.

A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir à toi Mon Père « BENSEBAA ABDELHAMID ». aucune dédicace ne serait exprimer mes sentiments que dieu te préserve et te procure santé et longue vie.

A mon grand frère et sa femme.

A mon cher jumeau.

A ma chère sœur et son mari et mon amour « YOUCEF ».

Pour l'amour qu'ils me réservent, je leurs souhaite une vie pleine du bonheur et de succès.

A mon chère grand père qui je souhaite une bonne sante

A la mémoire de ma grande mère, que dieu lui garde dans son vaste paradis.

A ma chère binôme et ma copine de chambre et ma 2eme sœur « BENTAIEB NARIMENE », et à toute sa famille.

A mon soutien morale et source de joie et de bonheur mon fiancée et sa famille.

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.

BENSEBAA FATIMA

SOMMAIRE

Introduction	1
Première partie	2
Éléments de physiologie de la reproduction chez la vache laitière	3
I .LE CYCLE OESTRAL DE LAVACHE	3
A. Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache	3
1) Ovogenèse.....	3
2) Folliculogenèse.....	4
3) <i>Phase lutéale</i>	8
B. Régulation hormonale du cycle sexuel chez la vache	9
1) Aperçu du contrôle hormonal du cycle.....	9
2) Régulation de la sécrétion de la GnRH.....	11
. Facteurs internes	11
. Facteurs externes	12
3) Régulation de la croissance folliculaire	12
a) Croissance folliculaire pré-antrale.....	14
b) Recrutement.....	14
c) Sélection.....	14
d) Dominance.....	15
II;PHYSIOLOGIE REPRODUCTRICE POSTPARTUM DE LA VACHELAIETIÈRE	16
A) Péri-partum et postpartum immédiat	16
B) Reprise d'activité sexuelle après le vêlage	16
1) Rétablissement de l'activité des gonadotrophines postpartum.....	16
2) Reprise du développement folliculaire postpartum.....	17

DEUSIEME PARTIE	19
Evaluation des performances de reproduction	20
I. Notion de fertilité	20
A) Quelque paramètre de fertilité	21
B) Quelque notion de fécondité	22
a) Intervalle vêlage – insémination fécondante (IV-IF)	23
C) Taux de réussite en première insémination (TRIA1)	24
D) Planning de fécondité	25
E) De la fécondation à la mise bas	25
a) La gestation	25
b) La croissance du fœtus et des annexes.....	26
c) Le contrôle de l'état de gestation (le diagnostic de gestation)	26
Troisième partie	28
Les facteurs influençant les performances de la reproduction	29
A) Facteurs alimentaires	29
a) Les effets d'une suralimentation.....	31
b) Les effets d'une sous-alimentation	32
c) Le début de lactation	33
- Les erreurs alimentaires en début de lactation	34
B) Facteurs climatiques	36
a) Effets des fortes températures	37
- L'activité hypophyso-ovarienne.....	37
- Les résultats de la fertilité.....	38
C)- Facteurs liés à la conduite	39
a) La détection des chaleurs	39
b) Le moment de l'insémination.....	41
c) La taille du troupeau	42
D) Facteurs pathologiques	43
E) Les troubles fonctionnels de la reproduction	43
a) Les chaleurs irrégulières.....	43
b) Les kystes ovariens	44
c) Rétention placentaire	44

LISTE DES FIGURES :

Figure 1 : Diagramme ovarien représentant les étapes du développement folliculaire vers l'ovulation et le corps jaune ou l'atrésie (d'après PETERS <i>et al.</i> ,1995).....	4
Figure 2 : Chronologie du développement folliculaire (d'après FIENI <i>et al.</i> , 1995).....	5
Figure 3 : Vagues de croissance folliculaire et variations hormonales au cours du cycle œstral de la vache (d'après FIENI <i>et al.</i> 1995).....	7
Figure 4 : Interactions entre hypothalamus, hypophyse, ovaire et utérus au cours du cycle œstral (d'après MEREDITH, 1995).....	9
Figure 5 : Profils schématiques des concentrations hormonales plasmatiques au cours du cycle œstral : progestérone ; —, œstradiol ; PG, prostaglandines (d'après ,PETERS, <i>et,al.</i> ,1995)	10
Figure 6 : Rôles relatifs des gonadotrophines et des facteurs de croissance au cours du développement folliculaire (d'après,WEBB, 1999).....	13
Figure 7 : Croissances folliculaires au cours d'un cycle œstral chez la vache (d'après, ENNUYER, 2000).....	15
Figure 8 : Reprise du développement folliculaire chez la vache laitière <i>postpartum</i> (adapté d'après ENNUYER, 2000). <i>Dans 75 % des cas, l'ovulation du premier follicule dominant postpartum a lieu.....</i>	17
Figure 09 : Cycle reproducteur annuel théorique chez la vache laitière.....	20
Figure 10 : Notions de fertilité et de fécondité appliquées en élevage bovin,laitier ;(d'après,TILLARD, <i>et,al.</i> ,1999).....	22
Figure11 : évolution du poids de fœtus et des annexes au cours de l'gestation ,chez , les,bovins	26
Figure 12 : Evolution alimentaire autour de vêlage (Wolter 1997).....	..30
Figure 13 : Grille de profil de note d'état corporel et représentation des valeurs idéales pour une vache laitière multipare (Robenburg 1992) cité par laurent 2006.....	31
Figure14: Evolution des besoins autour de vêlage (Enjalbert1994).....	33
Figure15: Relation entre l'urémie et le TRIA1.(Freeuson1989).....	..34
Figure 16 : Les problèmes du début de lactation (Cauty et Perreau 2003).....	35

Figure 17 : Relation entre perte d'état corporel post-partum et performances de reproduction(Butler,et,al1989).....	36
Figure 18 : principaux mécanismes impliqués dans les effets négatifs d'un stress lié à la chaleur sur la fonction de reproduction. (Clair et al 2003).....	37
Figure 19 : Evolution de la fertilité en fonction de la température dans un troupeau de vache laitière en Florride (USA) .(Thatcher1947).....	38
Figure20 : Effet de la chaleur sur la reproduction laitière (Berman et Meltzer 1973).....	39
Figure 21 : Influence du moment de l'insémination sur le taux de réussite (Courot,et,Col,1968).....	41
Figure22 : Relation entre le moment de l'insémination et la fertilité chez la vache(Bonnes,et,al,1988).....	42

Liste des tableaux:

Tableau 01 : Objectifs standards pour la reproduction des vaches laitières (d'après VALLET <i>et al.</i> , 1984)	23
Tableau2 : Bilan énergétique en fin de gestation et fertilité. (Deletang1983).....	33
Tableau 3 : influence de la durée du moment de l'observation sur le taux de détection des chaleurs. (paccard 1987).....	40
Tableau 4 : Résultats des inséminations observés dans des troupeaux de diverses tailles. (Paccard 1987)	42
Tableau 5 : les facteurs de risque de l'infécondité du troupeau (Cauty et perreau2003).....	45

INTRODUCTION

La gestion de la reproduction des vaches laitière est un défi de tout les jours en production laitière .chaque nouvelle gestation dans un intervalle de vêlage optimal favorise une production laitière rentable

Car la fertilité de la vache dépend de nombreux facteur, les génisses sont en générale fertile que les adultes vaches. Si les suivis de la fécondité en troupeau laitier se sont largement développés, il peut être étonnant de constater que de tell systèmes d'amélioration de la rentabilité en élevage

Le postpartum constitue une période critique chez les vaches laitières hautes productrices : la croissance importante de la production laitière au cours des premières 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 l'insémination première (OPSOMER *et al*, 1996).

Nous exposerons dans une première partie les connaissances actualisées de physiologie de la reproduction chez la vache laitière, nécessaires à la compréhension des phénomènes impliqués dans le rétablissement de la cyclicité œstrale postpartum.

Enfin, nous envisagerons les facteurs influençant les performances de reproduction chez la vache laitières.

PREMIERE PARTIE:

Éléments de physiologie de la reproduction chez la vache laitière :

Chez tous les mammifères, l'appareil génital femelle présente au cours de 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.

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

I .LE CYCLE OESTRAL DE LAVACHE

La vache est une espèce polyœstrienne de type continu avec une durée moyenne de cycle de 21/22 jours chez la femelle multipare et de 20 jours chez la génisse. L'activité sexuelle débute à la puberté, quand l'animal a atteint 50 à 60 % de son poids adulte, puis elle est marquée par cette activité cyclique, caractérisée par l'apparition périodique de l'œstrus. La presque totalité des génisses laitières sont cyclées à 15 mois

L'œstrus 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 œstrus dure de 6 à 30 heures, et se caractérise par des manifestations extérieures : excitation, inquiétude, beuglements, recherche de chevauchement de ses compagnes, acceptation passive du chevauchement et écoulement de mucus.

L'ovulation a lieu 6 à 14 h après la fin de l'œstrus 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

A. Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache

1) Ovogenèse

L'ovogenèse, débutée lors du développement embryonnaire, s'est arrêtée à la prophase méiotique, laissant les ovocytes I entourés de cellules folliculeuses. Le nombre de ces follicules primordiaux, 235 000 à la naissance chez la vache (MIALOT *et al*, 2001), diminuera avec l'âge par dégénérescence. Au cours de la succession des cycles, certains ovocytes iront jusqu'à la maturation et la ponte ovulaire, tandis que la majorité dégènera

dans les follicules atrésiques.

Seulement quelques centaines d'ovocytes primordiaux achèveront ainsi la première division de la méiose pour évoluer en ovocyte II avec émission du premier globule polaire, suivie de la seconde division méiotique. C'est au stade métaphase de cette division qu'a lieu l'ovulation, et la maturation finale se déroulera lors de la fécondation, avec émission du second globule polaire.

4) Folliculogénèse

Une coupe d'ovaire de vache adulte permet de visualiser les follicules ovariens, présents depuis leur stade initial, ou follicule primordial, jusqu'au stade de follicule mûr ou dominant, libérant l'ovocyte.

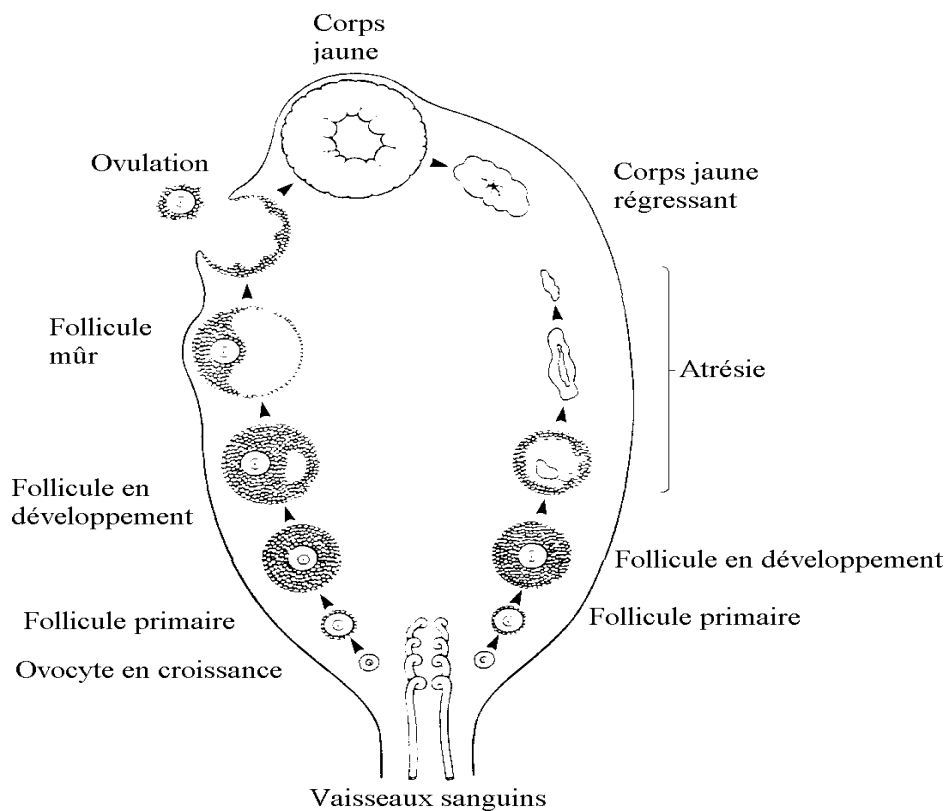


Figure 1 : Diagramme ovarien représentant les étapes du développement folliculaire vers l'ovulation et le corps jaune ou l'atrésie (d'après PETERS *et al*, 1995).

La folliculogénèse est un phénomène continu, succession des différentes étapes du développement du follicule, structure endocrine temporaire, depuis le moment où il sort de la réserve constituée lors du développement embryonnaire, jusqu'à sa rupture au moment de l'ovulation.

A partir de la puberté, chaque jour, environ 80 follicules primordiaux (diamètre 30 μm) débutent leur croissance par multiplication des cellules folliculaires et développement de l'ovocyte (FIENI *et al*, 1995 ; MIALOT *et al*, 2001). Cette croissance aboutit successivement aux stades de follicule primaire, secondaire puis tertiaire, à partir duquel commence la différenciation de l'antrum. Au cours de cette croissance, les follicules acquièrent également des récepteurs les rendant potentiellement capables de répondre à une stimulation gonadotrope : récepteurs à LH (Luteinizing Hormone) pour les cellules de la thèque interne et récepteurs à FSH (Follicle Stimulating Hormone) pour les cellules de la granulosa (ENNUYER, 2000 ; FIENI *et al*, 1995).

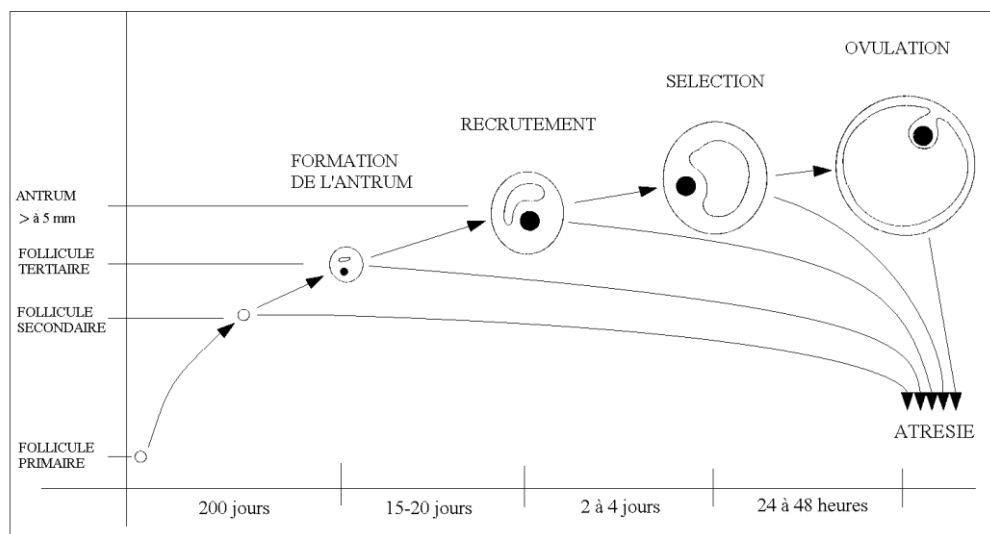


Figure 2 : Chronologie du développement folliculaire (d'après FIENI *et al*, 1995).

La maturation qui s'ensuit, et qui ne concerne que quelques centaines de follicules pour toute la période de la vie génitale, est communément décrite par les concepts de recrutement, sélection et dominance. Elle est sous l'influence des gonadotrophines puis de l'émergence d'un ou de plusieurs follicules ovulatoires.

Le recrutement est l'entrée en croissance terminale d'un groupe de follicules

gonadodépendants. La sélection est l'émergence parmi les follicules recrutés du follicule ovulatoire. La taille folliculaire au moment de la sélection correspond globalement à la taille où apparaissent les récepteurs à LH sur la granulosa (massif de cellules folliculaires). Enfin, la dominance correspond à l'amorce de la régression des autres follicules recrutés et au blocage du recrutement d'autres follicules.

Avant la phase de recrutement, le développement folliculaire est très lent puisque le stade pré cavitaire n'est atteint qu'après 200 jours (ENNUYER, 2000 ; FIENI *et al*, 1995). Au cours de cette période, l'ovocyte passe de 20 à 120 μm et s'entoure de la membrane pellucide.

Les follicules dont la taille est supérieure à 5 mm sont recrutables, c'est-à-dire qu'ils sont sensibles aux gonadotrophines.

Après recrutement, la croissance folliculaire est extrêmement rapide (environ 1,5 mm/jour), essentiellement par gonflement de l'antrum.

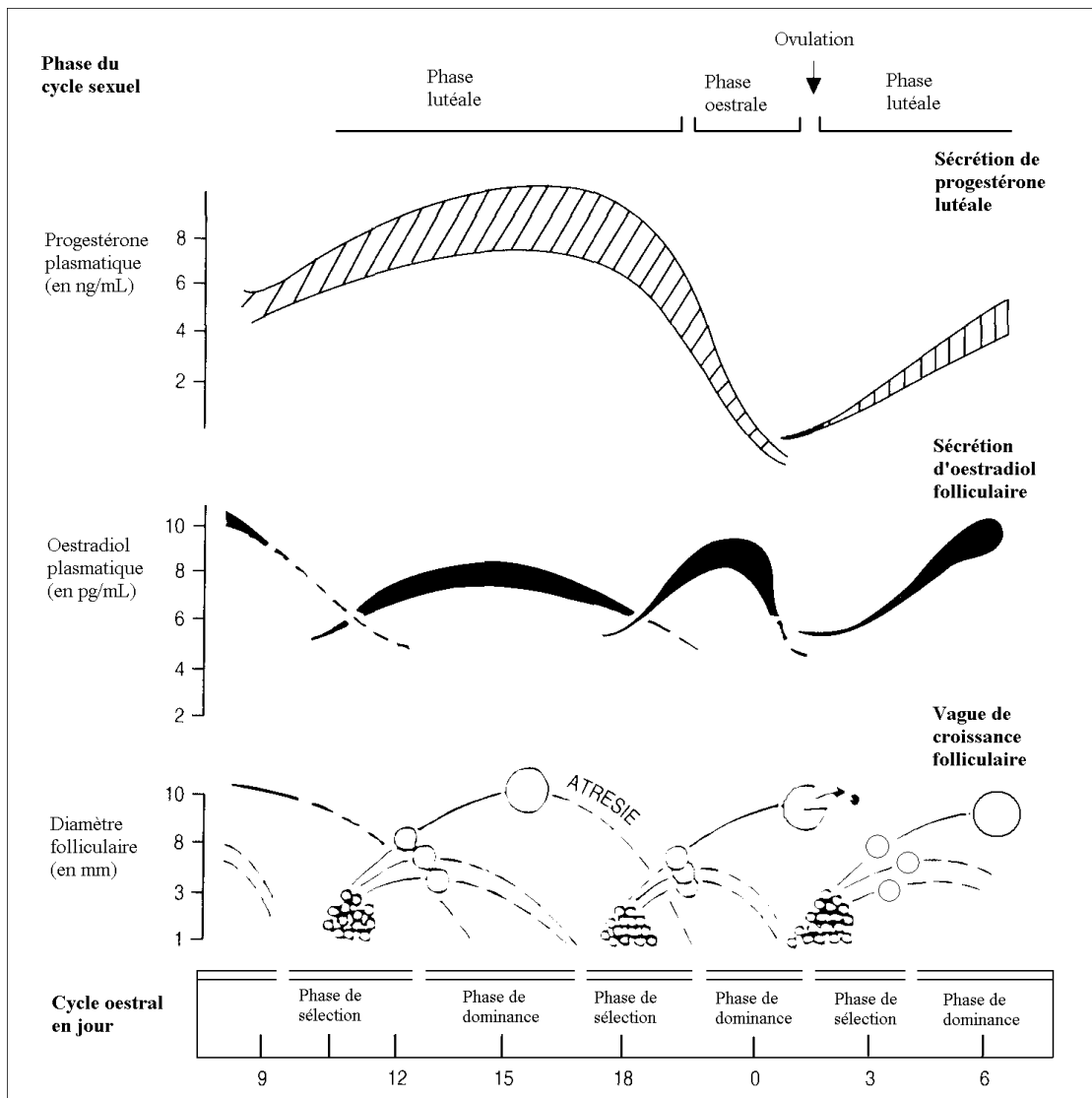


Figure 3 : Vagues de croissance folliculaire et variations hormonales au cours du cycle œstral de la vache (d'après FIENI *et al*, 1995).

Le moment de la sélection est difficile à déterminer chez la vache en raison de l'existence de vagues folliculaires qui entraînent la juxtaposition de phénomènes de régression et de recrutement. Chaque vague de croissance dure chez la vache une dizaine de jours (2 vagues par cycles) ou environ 6 jours (3 vagues par cycle).

Plus précisément, les vagues débutent à J₂, J₈ et J₁₄ pour des cycles à 3 vagues (J₀ correspondant à l'ovulation) : c'est le cas le plus fréquent chez les génisses.

Elles apparaissent à J₂ et J₁₁ pour des cycles à 2 vagues, essentiellement chez les vaches adultes (ENNUYER, 2000).

En pratique courante, il est donc impossible, étant donné l'existence de 2 types

possibles de cycle, de savoir *a priori* à quel stade de la vague se trouve la femelle, même en connaissant la date des chaleurs précédentes. Cette précision pourrait pourtant permettre de mieux adapter certains protocoles thérapeutiques ; il serait notamment intéressant de déterminer la part de la génétique dans le nombre de vagues par cycle d'un animal (CHASTANT-MAILLARD *et al*, 2005).

Pour chacune de ces vagues, qui surviennent au hasard entre les deux ovaires, un follicule grossit beaucoup plus que les autres. C'est ce follicule dominant qui sera susceptible d'ovuler si sa phase de maturité correspond à la lyse du corps jaune du cycle précédent. Ce follicule ovulatoire se caractérise par une taille maximum de 16 à 20 mm (des follicules de 8 à 10 mm peuvent toutefois ovuler), un nombre de cellules de la granulosa maximum ainsi qu'une atresie systématique des follicules de taille immédiatement inférieure.

La croissance terminale du follicule pré ovulatoire, qui se déroule pendant la phase folliculaire, est explosive, de l'ordre de 5 à 6 mm par jour (FIENI *et al*, 1995). Ce follicule ovulera si le corps jaune du cycle précédent a régressé. En général, un seul follicule ovule par cycle ; la fréquence des ovulations multiples est de 3 à 6 % chez la vache.

5) Phase lutéale

Immédiatement après l'ovulation débute la phase lutéale, tout follicule rompu étant le siège de remaniements cytologiques et biochimiques qui conduisent à la formation du corps jaune. Cet organite contient des grandes cellules issues de la granulosa et des petites provenant de la thèque interne. En fin de croissance, il atteint un diamètre minimal de 20 mm (MIALOT *et al*, 2001). Il sécrète essentiellement de la progestérone, mais aussi des oestrogènes, de la relaxine et de l'ocytocine.

L'évolution du corps jaune chez la vache se réalise en trois temps : une période de croissance de 4 à 5 jours, au cours de laquelle il est insensible aux prostaglandines ; un temps de maintien d'activité pendant 8 à 10 jours ; enfin, s'il n'y a pas eu de fécondation, une période de lutéolyse, observable macroscopiquement à partir du 17^{ème}-18^{ème} jour du cycle, aboutissant à la formation d'un reliquat ovarien, le corps blanc (FIENI *et al.*, 1995).

B. Régulation hormonale du cycle sexuel chez la vache

1) Aperçu du contrôle hormonal du cycle :

La physiologie du cycle sexuel est complexe et fait intervenir le système Nerveux central (axe hypothalamo-hypophysaire) et l'appareil génital (ovaires et utérus).

Les interactions entre ces organes au cours d'un cycle sont représentées sur la figure 4.

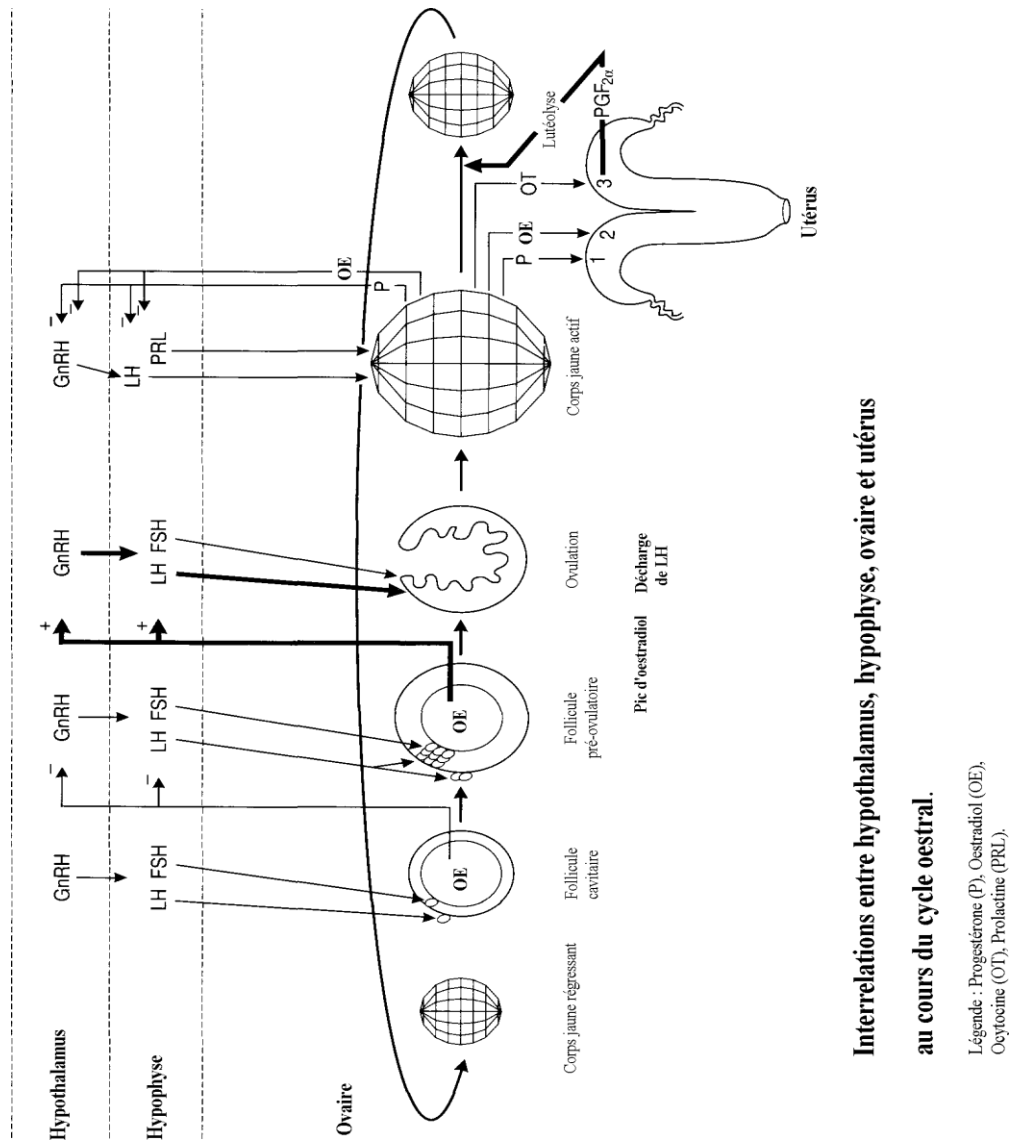


Figure 4 : Interactions entre hypothalamus, hypophyse, ovaire et utérus au cours du cycle œstral (d'après MEREDITH, 1995).

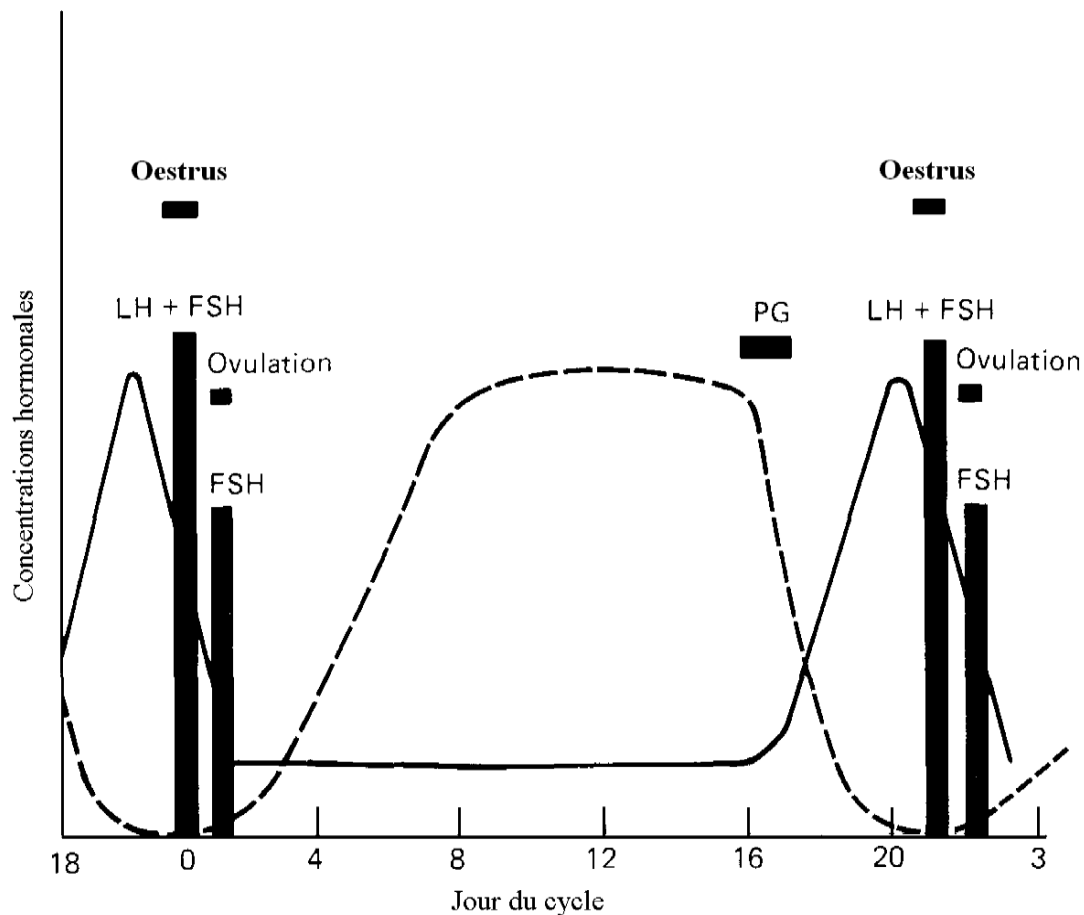


Figure 5 : Profils schématiques des concentrations hormonales plasmatiques au cours du cycle œstral : - - - -, progestérone ; —, oestradiol ; PG, prostaglandines (d’après PETERS *et al*, 1995).

Quand le corps jaune régresse à la fin du cycle (du 15^{ème} au 19^{ème} 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.

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’œstradiol. En 2 à 3 jours, la forte augmentation d’œstradiol 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’œstradiol, à

l'origine d'un rétrocontrôle négatif marqué sur l'axe hypothalamo-hypophysaire, ce qui inhibe une éventuelle sécrétion pré-ovulatoire de gonadotrophines tout en permettant l'émergence d'une nouvelle vague folliculaire.

La progestérone provoque le stockage de précurseurs d'acides gras dans l'endomètre. Après le 10^{ème} jour du cycle, à partir de ces précurseurs, l'œstradiol induit la synthèse de prostaglandines utérines PGF2 α , qui seront ensuite libérées par l'action de l'ocytocine lutéale sur ses récepteurs utérins. Leur effet lutéolytique aura pour conséquence d'un point de vue hormonal la diminution progressive de la progestéronémie (MEREDITH, 1995)

2) Régulation de la sécrétion de la 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 de l'hypothalamus, 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.

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.

La GnRH est sécrétée par l'hypothalamus de façon pulsatile, ces décharges pulsatiles étant responsables de la pulsativité des sécrétions des gonadotrophines (FIENI *et al*, 1995).

La régulation de la sécrétion de GnRH fait à la fois intervenir des facteurs internes et externes:

- **facteurs internes:**

Ce sont principalement les hormones stéroïdes ovariennes, la progestérone et l'œstradiol. La progestérone agit sur les neurones de la GnRH en abaissant la fréquence des décharges de GnRH. Lors de la phase lutéinique, où les concentrations de progestérone sont élevées, l'œstradiol agit en synergie avec la progestérone pour diminuer la sécrétion de GnRH par l'hypothalamus. Au contraire, pendant la phase folliculaire, l'œstradiol sécrété par le follicule pré-ovulatoire exerce une rétroaction positive sur la GnRH, ce qui provoque la prolongation d'une sécrétion élevée responsable des pics pré-ovulatoires de LH et de FSH.

- **facteurs externes:**

Ce sont essentiellement le statut nutritionnel de l'animal, le stimulus d'allaitement chez la vache allaitante, les phéromones du mâle ainsi que la photopériode (corrélation positive démontrée chez la vache entre fertilité et longueur du jour).

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

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.

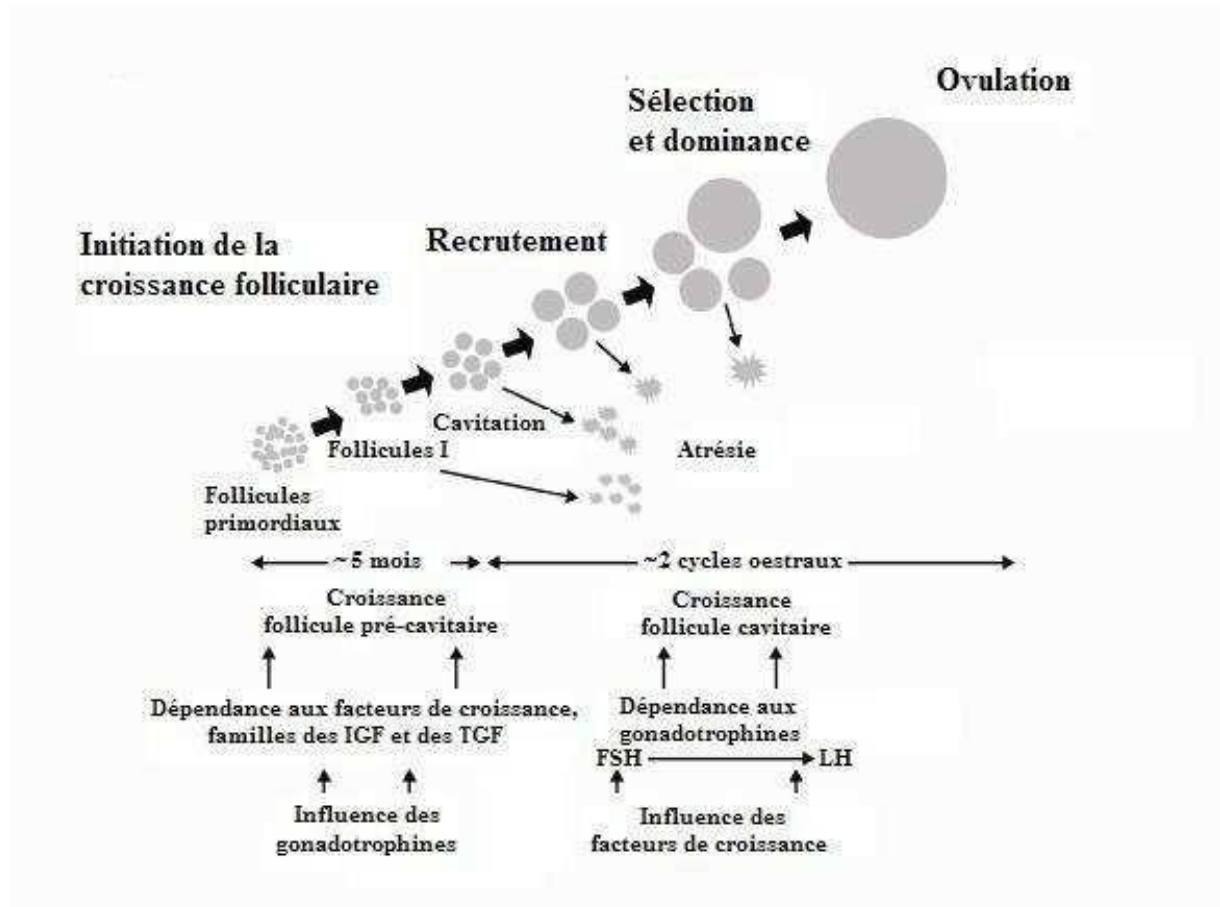


Figure 6 : Rôles relatifs des gonadotrophines et des facteurs de croissance au cours du développement folliculaire (d'après WEBB, 1999).

a) 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 (MCNATHY *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 (BoneMorphogeneticProteins), facteurs de croissance, en particulier IGF (Insulin-likeGrowthFactors), bFGF (basic FibroblastGrowth Factor), EGF (EpidermalGrowth Factor) et TGF β (TransformingGrowthFactors β), ... (MCNATTY *et al*, 1999 ; WEBB *et al*, 2004).

b) Recrutement

La formation de l'antrum 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, fournis par les cellules de la thèque, en oestrogènes ; d'autre part, l'apparition de récepteurs à LH sur les membranes cellulaires, toujours en relation avec l'IGF-I.

Les oestrogènes synthétisés grâce à l'action synergique de la FSH et de la LH stimulent la multiplication des cellules de la granulosa, induisant 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).

c) Sélection

Lors de la sélection, l'augmentation de la fréquence des pulses de LH stimule la production d'œstradiol 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 poly ovulation (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).

d) 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- β -œstradiol : ainsi, sa sécrétion par le follicule dominant maintient les autres follicules dans un état d'immaturité en inhibant l'aromatase à leur niveau. Les follicules dominants ne seraient pas affectés en raison de concentrations importantes d'œstradiol présentes dans leur liquide folliculaire, tandis que les follicules atreétiques se caractérisent par leur richesse en androgènes.

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

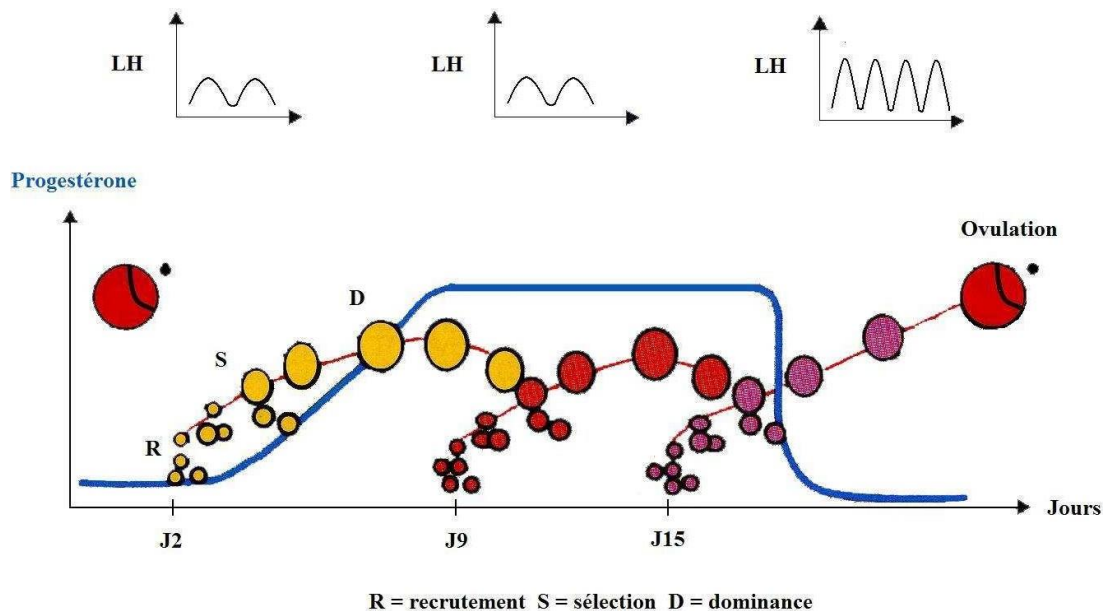


Figure 7 : Croissances folliculaires au cours d'un cycle œstral chez la vache (d'après ENNUYER, 2000).

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'œstrus. 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).

II PHYSIOLOGIE REPRODUCTRICE POSTPARTUM DE LA VACHE

LAITIÈRE

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).

Les mécanismes qui conduisent au rétablissement de l'activité sexuelle chez la vache sont aujourd'hui relativement bien connus.

A)Péri-partum et postpartum immédiat :

Avant le vêlage, les taux élevés des oestrogènes 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 $PGF_{2\alpha}$, qui augmente deux jours avant le vêlage et atteint un pic au deuxième ou troisième jour *postpartum*, ainsi que la sécrétion neurohypophysaire 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).

B) Reprise d'activité sexuelle après le vêlage :

1) Rétablissement de l'activité des gonadotrophines postpartum

La diminution des concentrations en oestrogènes et en progestérone lève l'inhibition exercée sur la sécrétion de FSH. Selon BEAM *et al.* (1997), 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^{ème} semaine *postpartum* et ceci indépendamment de leur alimentation et de leur balance énergétique.

La reprise précoce de la sécrétion de LH après le vêlage est davantage sensible au contrôle de la GnRH. La faible fréquence des décharges de LH après le vêlage provoque une faible production d'androgènes dans les cellules thécales du follicule. Ce défaut d'androgènes, qui sont les précurseurs de la synthèse d'œstradiol dans les cellules de la granulosa du follicule, induit une faible production d'œstradiol par le follicule, et donc l'atrésie.

Par conséquent, le facteur crucial déterminant le moment où se produit la première ovulation est l'obtention d'une fréquence des décharges de LH similaire à la phase folliculaire du cycle (une décharge de LH par heure). En l'absence de progestérone, qui est le principal agent inhibiteur de la fréquence des décharges de LH durant la phase lutéinique, la fréquence des décharges de LH chez la vache en *postpartum* est régulée par son alimentation, son état corporel et l'allaitement.

2) Reprise du développement folliculaire postpartum

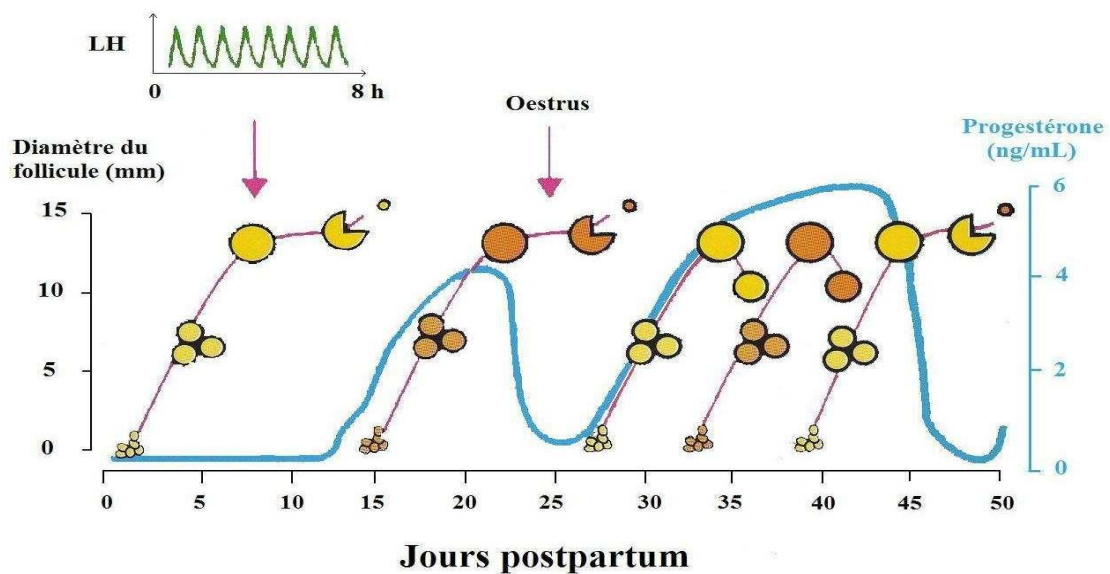


Figure 8 : Reprise du développement folliculaire chez la vache laitière postpartum (adapté d'après ENNUYER, 2000). Dans 75 % des cas, l'ovulation du premier follicule dominant postpartum a lieu.

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^{ème} et le 39^{ème} jour *postpartum* (SAVIO *et al*, 1990). 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. Il subit l'atrésie dans les 5 % restants, un second follicule

dominant se développant alors (MIALOT *et al*, 2001).

A l'automne, l'intervalle entre le vêlage et l'apparition du premier follicule dominant est court (7 jours en moyenne) ; en revanche, cet intervalle semble plus long au printemps (20 jours).

A la fin de la maturation folliculaire, lorsque la concentration en oestrogènes est suffisante, celle-ci induit le pic pré-ovulatoire de LH à l'origine de la première ovulation *postpartum* 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 α utérine (TERQUI *et al*, 1982 ; PETERS *et al*, 1995).

Le retour à une cyclicité normale semble nécessiter une imprégnation lutéale préalable de quelques jours, ce qui est confirmé lors de l'utilisation de dispositifs intravaginaux à base de progestérone.

Le retour à une activité ovarienne normale et cyclique, vers 25-35 jours *postpartum*, indique la restauration des interactions entre hypothalamus, hypophyse, ovaires et utérus, nécessaires au démarrage d'un nouveau cycle de reproduction

DEUXIEME PARTIE :

Evaluation des performances de reproduction :

I. Notion de fertilité : application en élevage bovin laitier

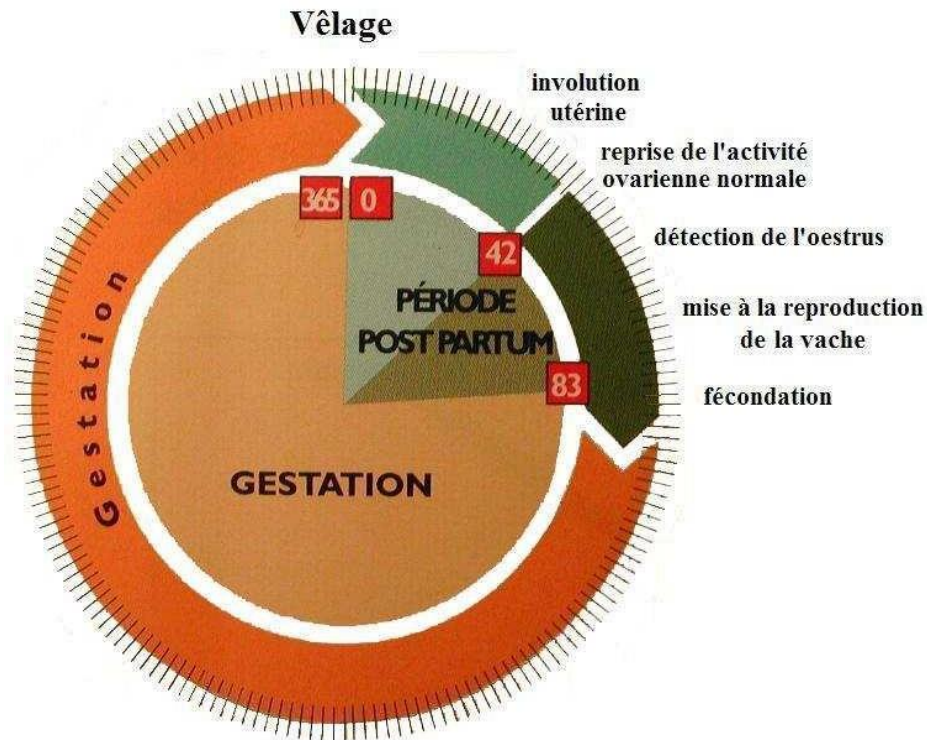


Figure 09 : Cycle reproducteur annuel théorique chez la vache laitière.

La fertilité peut se définir comme la capacité de se reproduire, ce qui correspond chez la femelle à la capacité de produire des ovocytes fécondables. Peu définir aussi ; c'est l'aptitude à la reproduction d'un individu, ou plus exactement D'un couple.

Une femelle, à un moment donné de sa vie, peut être :

- Fertile, c'est -à-dire apte à être fécondé ;
- Infertile, c'est-a-dire temporairement inapte à êtres fécondé
- stérile, c'est-à-dire définitivement inapte à être fécondée.

Il n'y a donc pas de degré dans l'infertilité .Au niveau d'un troupeau et pour un Cycle de reproduction, donc pour une période précise de mise à la reproduction

$$\text{Taux de fertilité} = \frac{\text{nombre de femelles mettant bas}}{\text{nombre de femelles mises à la reproduction}}$$

Il s'agit d'une mesure de fertilité apparente ,résultat d'une fertilité vraie et des mortalité embryonnaire et /ou avortements .

Le taux de fertilité vraie ou taux de gestation est égal à

$$Taux\ de\ gestation = \frac{\text{nombre des femelles fécondée}}{\text{nombre de femelle mises à la reproduction}}$$

Les paramètres de fertilité les plus couramment utilisés sont : le taux de réussite en première insémination artificielle (TRIA1), le nombre d'inséminations par insémination fécondante (IA/IF) et le pourcentage de vaches inséminées plus de 2 fois.

Pour les paramètres de fécondité, on retiendra essentiellement l'intervalle vêlage-vêlage (IV-V), l'intervalle vêlage-première insémination (IV-IA1) et l'intervalle vêlage-insémination fécondante (IV-IF).

Il convient de noter que cette distinction entre fécondité et fertilité, retrouvée dans la littérature vétérinaire francophone, est absente dans la littérature anglo-saxonne, les deux termes se traduisant par « fertility ».

A) Quelque paramètre de fertilité :

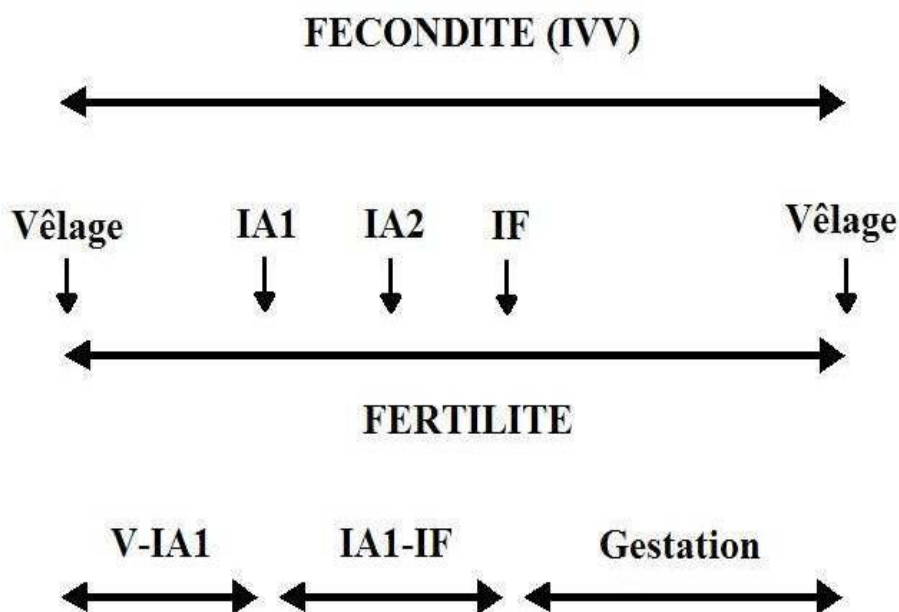
$$\text{Taux de mise bas} = \frac{\text{Nb de mise bas suite à IA1}}{\text{Nb IA1}} \times 100$$

$$\text{Taux de non-retour} = \frac{\text{Nb d'IA1 sur mois n sans retour jusqu'à la fin du mois n+2}}{\text{Nb IA1 sur moins n}} \times 100$$

$$\text{Taux de réussite} = \frac{\text{Nb d'IA1 suivies de gestation à 90 jour}}{\text{Nb d'AI1}} \times 100$$

$$\text{IA /IF} = \frac{\text{Nb d'IA pour toutes les vaches pour obtenir une IF}}{\text{Some des IF}} \times 100$$

$$\text{Proportion des vaches} \geq 2 \text{ IA} = \frac{\text{Nb de vaches} > 2 \text{ IA (fécondantes ou non)}}{\text{Nb d'IA1}} \times 100$$



Abréviations : IVV : intervalle vêlage-vêlage ; IA1,2 : première ou deuxième insémination ; IF : insémination fécondante ; V-IA1 : intervalle vêlage-première insémination ; IA1-IF : intervalle première insémination-insémination fécondante .

Figure 10 : Notions de fertilité et de fécondité appliquées en élevage bovin laitier (d'après TILLARD *et al*, 1999).

B) Quelques notions de fécondité :

intervalle $V_n - V_{n+1}$ = nombre de jours entre le vêlage n et la date estimée du vêlage $n+1$

Intervalle $V_n - I_{fn+1}$ = nombre de jours entre V_n et l'insémination fécondante suivante .

$$\text{Proportion des intervalles } V_n - I_{A1n+1} > 60 \text{ jours} = \frac{\text{nb d'intervalles } V_n - I_{A1n+1} > 60 \text{ jours}}{\text{Nb d'intervalles } V_n - I_{A1n} \text{ étudiés}}$$

$$\text{Proportion des intervalles } V_n - I_{Fn+1} > 60 \text{ jours} = \frac{\text{Nb d'intervalles } V_n - I_{Fn+1} > 60 \text{ jours}}{\text{Nb d'intervalles } V_n - I_{A1n} \text{ étudiés}}$$

Les paramètres de fertilité les plus couramment utilisés sont : le taux de réussite en première insémination artificielle (TRIA1), le nombre d'inséminations par insémination fécondante (IA/IF) et le pourcentage de vaches inséminées plus de 2 fois.

Pour les paramètres de fécondité, on retiendra essentiellement l'intervalle vêlage-vêlage (IV-V), l'intervalle vêlage-première insémination (IV-IA1) et l'intervalle vêlage-insémination fécondante (IV-IF).

Il convient de noter que cette distinction entre fécondité et fertilité, retrouvée dans la littérature vétérinaire francophone, est absente dans la littérature anglo-saxonne, les deux termes se traduisant par « fertility ».

Tableau 01 : Objectifs standards pour la reproduction des vaches laitières (d'après VALLET *et al.*, 1984).

FERTILITE	OBJECTIFS
IA nécessaires à la fécondation (IA /IF)	< 1,6
% vaches inséminées 3 fois ou plus	< 15 %
TRIA1	> 60 %
FECONDITE	
IV-IA1	70 jours
% vaches à IV-IA1 > 80 jours	< 15 %
IV-IF	90 jours
% vaches à IV-IF > 110 jours	< 15 %
IV-V	365 jours

a) Intervalle vêlage – insémination fécondante (IV-IF) :

Cet intervalle est très étroitement corrélé à l'intervalle vêlage - vêlage. Il résulte de la somme de 2 périodes pouvant révéler des problèmes fondamentalement différents : l'intervalle vêlage - première insémination (IV-IA1) et l'intervalle première insémination – insémination fécondante (IA1-IF).

L' IV-IA1 optimal varie de 65 à 80 jours et dépend de 3 paramètres principaux :

La reprise de la cyclicité *postpartum* : 85 à 95 % des vaches étant cyclées à 60 jours *postpartum* [DISENHAUS, 2004 ; ROYAL *et al.*, 2000], la mise à la reproduction des vaches sera préférable à partir de ce délai (TRIA1 optimal entre le 60^{ème} et le 90^{ème} jour *postpartum*),

- La manifestation des chaleurs : très variable, un tiers des vaches ont des chaleurs de moins de 12 heures, et la plupart ont des chaleurs essentiellement voire seulement nocturnes,
- La détection de l'œstrus : c'est un facteur-clé dans la réussite en matière de reproduction en élevage bovin laitier. Idéalement, trois observations quotidiennes sont

nécessaires, d'une demi-heure si besoin, en dehors de toute activité (alimentation, traite), ceci afin de pouvoir détecter 80 % des chaleurs.

Concernant l'IA1-IF, les vaches non fécondées en première insémination reviendront en chaleurs de façon régulière ou irrégulière. La majorité d'entre elles doit avoir un retour en chaleurs régulier (compris entre 18 et 24 jours) ; les retours entre 36 et 48 jours sont également réguliers, mais signent un défaut de détection ou un repeat-breeding (une vache ou une génisse est dite « repeat-breeder » lorsqu'elle est non gestante après deux, voire trois inséminations artificielles ou naturelles, malgré la présence d'une activité cyclique régulière et l'absence de toute cause majeure cliniquement décelable).

Les autres retours sont irréguliers et sont le témoin d'autres troubles, notamment les mortalités embryonnaires tardives.

C) Taux de réussite en première insémination (TRIA1) :

En France, il est mesuré a posteriori par le pourcentage de non-retour en chaleurs à 60 et 90 jours. Chez les anglo-saxons, il est évalué par le pourcentage de vaches allant à terme, plus « Pessimiste ».

Un TRIA1 moyen de 55 à 60 % pour un IV-IF de 80 jours peut être considéré comme satisfaisant.

Le *postpartum* apparaît comme une période critique dans la vie de production et de reproduction de la vache laitière haute productrice, au cours de laquelle la vache doit à la fois répondre à des contraintes métaboliques engendrées par une production lactée à forte croissance, mais aussi redevenir rapidement fertile par la restauration d'un équilibre hormonal entre hypothalamus, hypophyse, ovaires et utérus, indispensable à une nouvelle mise à la reproduction.

D) Planning de fécondité :

C'est un calendrier de conduite de la reproduction du troupeau qui doit permettre à l'élevage :

- d'observer plus efficacement son troupeau en attirant son attention sur les animaux pour lesquels des événements clés de la reproduction vont se produire très prochainement .il est donc le tableau de bord indispensable pour surveiller soigneusement et dans le minimum de temps les femelles de son troupeau

- de prévoir les actions à entreprendre en temps voulu au cours du cycle de reproduction :
Insémination, vêlage, diagnostic de gestation, etc.

- d'enregistrer éventuellement les événements successifs de la reproduction pour chaque animal .Pour atteindre ces objectifs, le planning doit mettre en évidence pour chaque vache :

- la venu (ou non venu) en chaleurs après le vêlage
- le retour en chaleurs après des chaleurs observées non suivie d'une insémination
- le retour en chaleurs après une insémination, 3 ou 6 semaines plus tard
- le diagnostic de gestation éventuel des femelles présumées gestantes
- le tarissement ;
- le vêlage

Il existe deux grands types de planning : les plannings linéaires et les plannings circulaires.

L'utilisation de logiciels peut, dans des troupeaux importants, être une solution de remplacement efficace.

E) De la fécondation à la mise bas :

a) La gestation :

Chez les bovins, la durée de gestation est voisine de 9 mois, en moyenne Egale à 280 jours .Le génotype fœtale est son principal facteur de variation Mais elle varie aussi avec la taille de la portée. Chez les bovins, les naissances Gémellaires sont rares ; elles donnent des femelles free-martin dans 90 à 95 Pour cent des cas lorsque les jumeaux sont de sexes différents.

b) La croissance du fœtus et des annexes :

La croissance des annexes et de fœtus s'accompagne d'un gain de poids considérable des parois utérines, qui pèsent une dizaine de kilos à la mise bas contre moins de 1 kg à l'état non gestant. Ainsi, le gain de poids de l'ensemble de l'utérus gravidés (fœtus annexes ± accroissement de l'utérus) est considérable au cours de la gestation : 80 à 85 Kg. Dont la moitié sont gagnés au cours des trois derniers mois.

Il s'en suit que les besoins alimentaires de gestation ne sont importants qu'au cours du dernier trimestre :

Environ 1 UFL/J au 7ème mois, 3 UFL/J au 9ème mois.

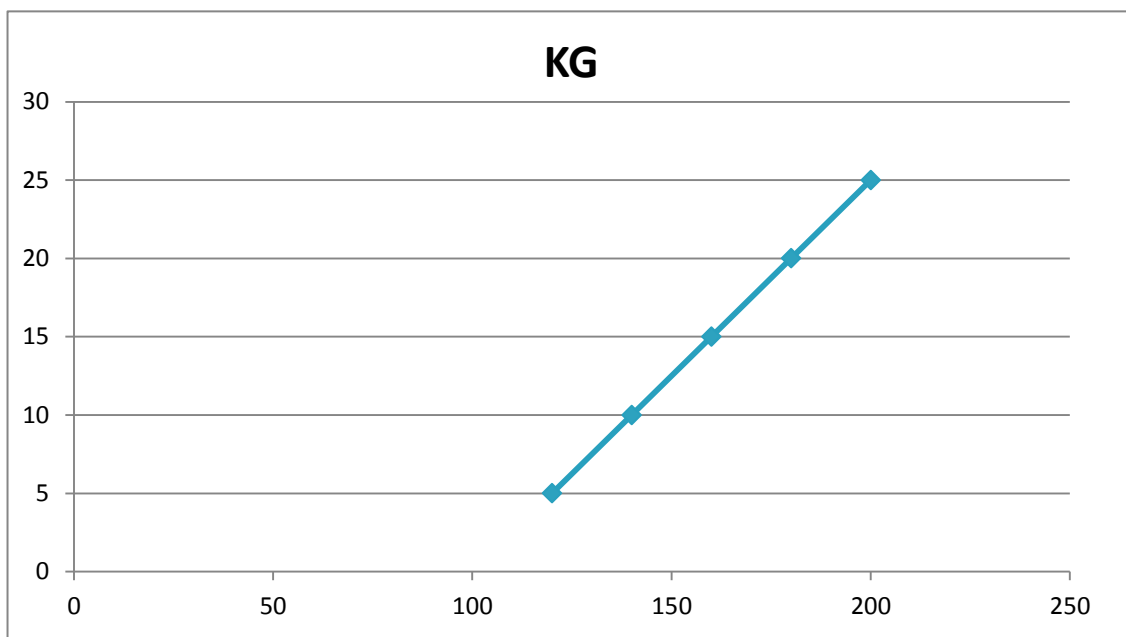


Figure 11 : évolution du poids de fœtus et des annexes au cours de la gestation chez les bovins.

c) Le contrôle de l'état de gestation : (le diagnostic de gestation).

Les intérêts du diagnostic de gestation sont multiples :

- détecter le plus précocement possible une vache vide pour la remettre à la reproduction ;
- limiter les pertes de produits et des coûts d'entretien de femelle improductives
- détecter les anomalies de tractus génitales (kystes ovariens métrites, etc) afin d'engager rapidement un traitement
- prévoir les dates de vêlage pour une bonne organisation du travail.

Chez les bovins, les méthodes de diagnostic les plus couramment employées reposent sur :

- l'observation des retours en chaleurs vers le 21eme jour après l'insémination
- l'écographie ; qui connait un véritable sucée ; à partir du 30-35eme jour
- les dosages hormonaux dans le sang ou le lait à 21-23 jours après l'insémination, pour la progestérone et 100 jours après pour la PSPB ;
- les modifications de volume ou physique de l'utérus gestant, détectés principalement lors de la palpation transrectale de l'utérus à partir de 60ème jours.

Les diagnostics de gestation constituent un outil essentiel dans la gestion de la reproduction. L'éleveur dépose ainsi de plusieurs technique requises pour optimiser la période de reproduction des élevages laitiers et allaitants .le choix de la méthode doit être dicté par les conditions pratiques de sa mises en œuvre et son incidence sur les frais d'élevages.

Troisième partie :

Les facteurs influençant les performances de la reproduction :

A) Facteurs alimentaires :

La conduite de l'alimentation de la vache laitière comporte deux phases critiques qui se succèdent avec des niveaux de besoins très opposés et qui cumulent les effets néfastes des erreurs de rationnement, le tarissement et le début de lactation selon WELTER (1997).

Durant le tarissement : Durant cette période de repos mammaire, la vache laitière devrait avoir reconstitué l'essentiel de ses réserves corporelles et la régénération des cellules créatrices du lait, pour le bon démarrage de la lactation et pour la prévention des troubles qui entourent le vêlage. Selon WELTER (1997) le tarissement est obligatoire sa durée optimale serait normalement de 8 semaines puisque en-de ça (moins relance hormonale) et au-delà (augmentation inutile des jours sans production) la moyenne économique se trouve diminuée. Le premier mois de tarissement doit être considéré comme étant réservé au repos de l'organisme de l'animal après la lactation la fin du 2ème mois de tarissement doit être une période où il faut augmenter progressivement le niveau des apports pour habituer les vaches à recevoir le régime qu'elles recevront après le vêlage.

Il est possible d'alimenter les vaches tarées à un niveau correspondant à leurs besoins d'entretien et de gestation soit environ 7UFL par jour au 8ème mois, 8UFL par jour au 9ème mois avec un rapport PDI sur UFL supérieur ou égal à 80 . Il est possible d'aller jusqu'à des apports équivalant les besoins d'entretien plus 12 Kg de lait. Cela correspond à un apport de 8 à 10,5 UFL et de 700 à 900 g de PDI, le rapport PDI/UFL devant toujours être proche de 80g de PDI par UFL. D'après WOLTER (1997) le niveau alimentaire doit être progressif, durant le 1er mois au régime minimum à base de fourrage, durant le 2ème mois introduction graduelle de concentrés (figure 5) en moyenne : .1kg/VL /j 3 semaines avant vêlage. . 2kg/VL/j 2 semaines avant vêlage.

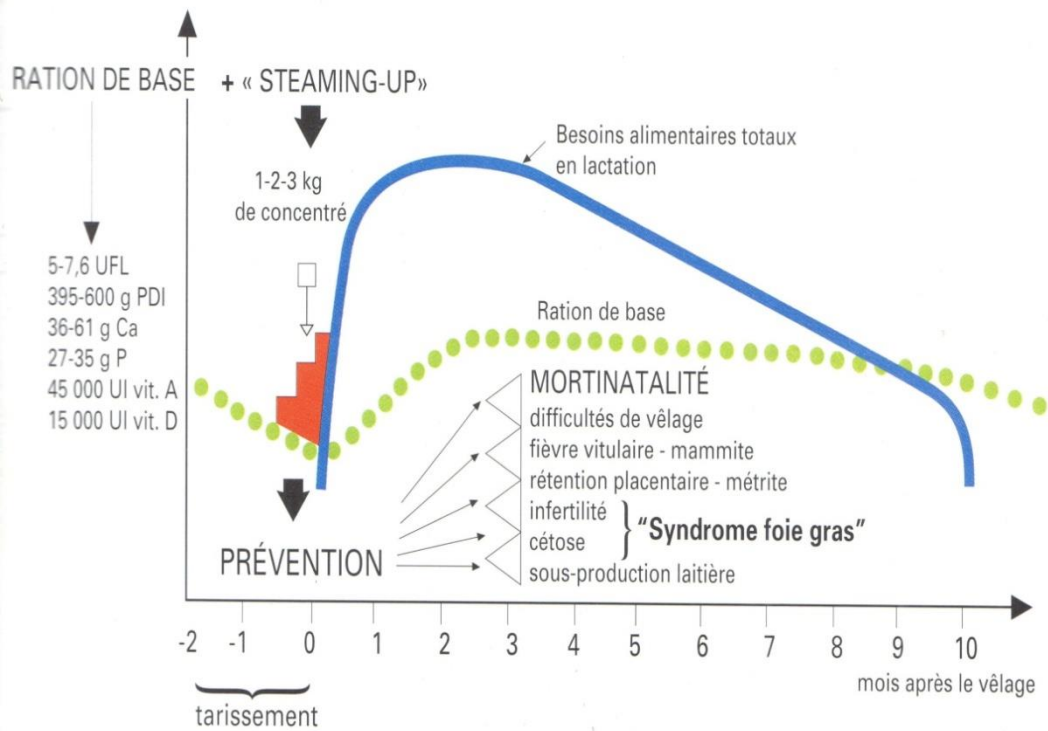


Figure 12 : Evolution alimentaire autour de vêlage (WOLTER 1997)

Au moment du tariissement, la note d'état corporel doit être comprise entre 3 et 4 c'est-à-dire comparable aux valeurs recommandées au moment du vêlage (selon ROBENBURG,1992 cité par LAURENT ,2006) (figure 6) .

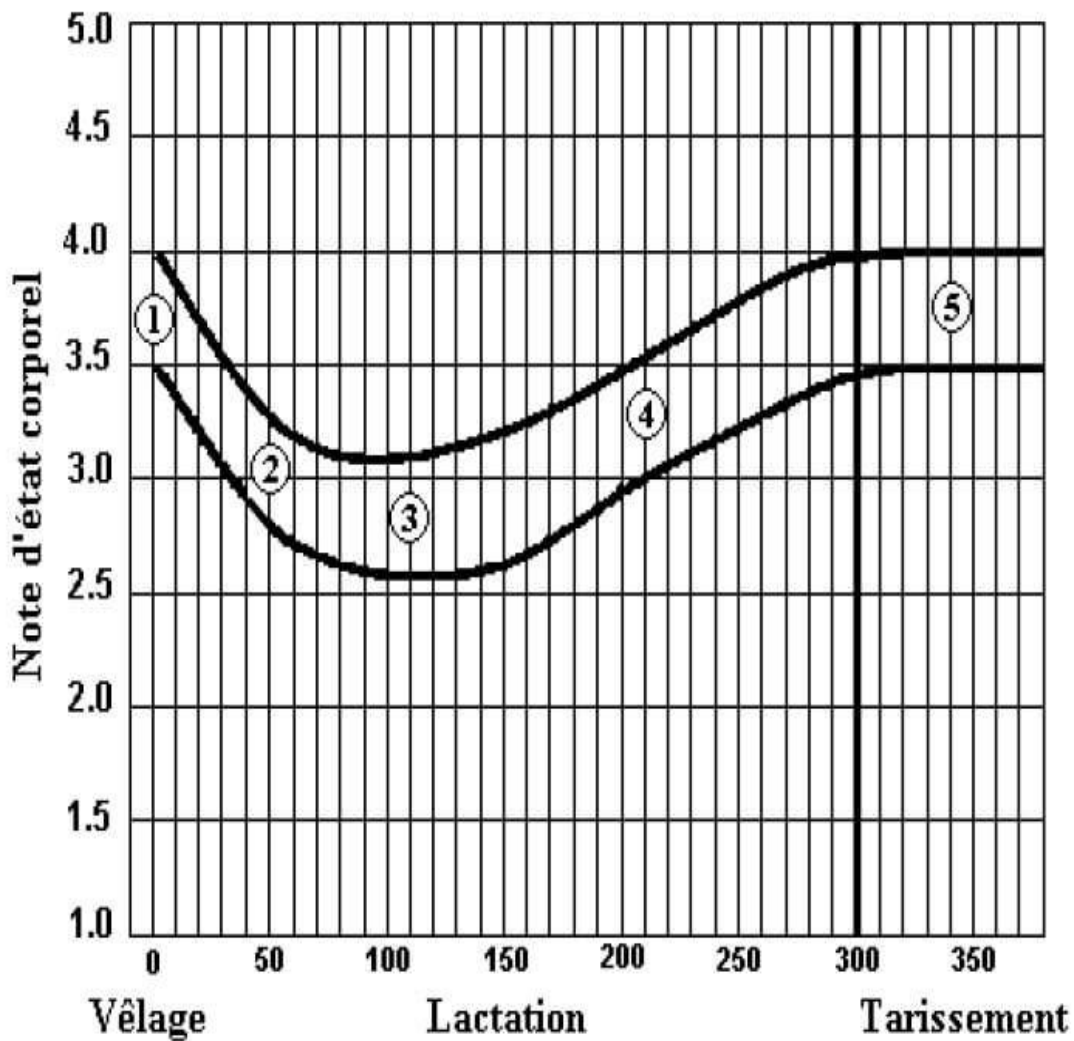


Figure 13 : Grille de profil de note d'état corporel et représentation des valeurs idéales pour une vache laitière multipare (ROBENBURG,1992) cité par (LAURENT ,2006).

a) Les effets d'une suralimentation :

Les excès énergétiques peuvent avoir des répercussions négatives sur les performances de reproductions Coulons (1989) rapporte qu'un niveau alimentaire trop élevé pendant le tarissement déprime la fertilité. Par ailleurs (BADINAND,1984) observe que les deux tiers des vaches à rétention placentaire sont des vaches trop grasses au vêlage.

(WOLTER ,1997)) indique que la gestion adéquate de l'alimentation durant cette période est aussi importante que durant la lactation .Durant la période de transition certaines erreurs de la gestion de l'alimentation provoquent certaines complications lors du vêlage, à savoir :

Syndrome de la vache grasse : En cas de suralimentation en fin de lactation et/ou durant la période de tarissement, la vache devient très grasse, et après le vêlage, elle perd beaucoup de réserve corporelle et son appétit est médiocre.

Fièvre du lait : En cas de déséquilibre entre le calcium et le phosphore de la ration distribuée avant le vêlage, et plus particulière à un excès de calcium ,la vache devient incapable de répondre à la grande demande en calcium en début de lactation .Elle est alors paralysée et peut même mourir si elle n'est pas traitée .La prévention de la fièvre de lait consiste à réduire les apports de calcium ,une quinzaine de jours avant le vêlage si les apports de l'ensemble de la ration dépassent largement les recommandations . .Déplacement de la caillette : En cas de distribution excessive d'aliments concentrés situation qui engendre un manque de fibre dans la ration .La caillette sera tordue et par la suite obstruée. .Cétose ou acétonémie : C'est un désordre métabolique qui se produit chez les vaches qui ont un excès de réserves corporelles au moment du vêlage.

b) Les effets d'une sous-alimentations :

Une sous-alimentations énergétique se traduit principalement par un allongement de l'intervalle entre vêlages la première chaleur, mais cet effet néfaste peut être corrigé par l'alimentation en début de lactation.(JOURNET (1973)) rapportent que le poids des veaux à la naissance ne diminue que de 2kg en moyenne pour un déficit énergétique de 50% au cours des trois derniers mois de gestation .Il semble pour (DELETANG (1983))que le bilan énergétique a une influence sur la fertilité ultérieure une sous-alimentation retarde la reprise de l'activité sexuelle après vêlage et diminue la fertilité (tableau2).

Tableau2 : Bilan énergétique en fin de gestation et fertilité.(Deletang1983) .

UF Totales	<8	8 à 9	9 à 10	>10
Nombres de vaches	138,00	112,00	109,00	521,00
Taux de non-retour (%)	50,00	62,50	49,50	41,60

c) Le début de lactation :

La période la plus critique pour une vache laitière se situe entre le vêlage et le pic de lactation. En effet avec le démarrage de la lactation les besoins de la vache montent en flèche (figure7) suite à l'augmentation de la production laitière qui atteint son maximum à la 3ème ou les 4èmes semaines (fin du 1er mois).

D'après (WOLTER (1997)) c'est la deuxième phase critique du rationnement de la vache laitière où il importe de bien alimenter la vache laitière c'est d'une alimentation correcte en début de lactation que résultera le bon démarrage de la production laitière et conditionnera la lactation entière.

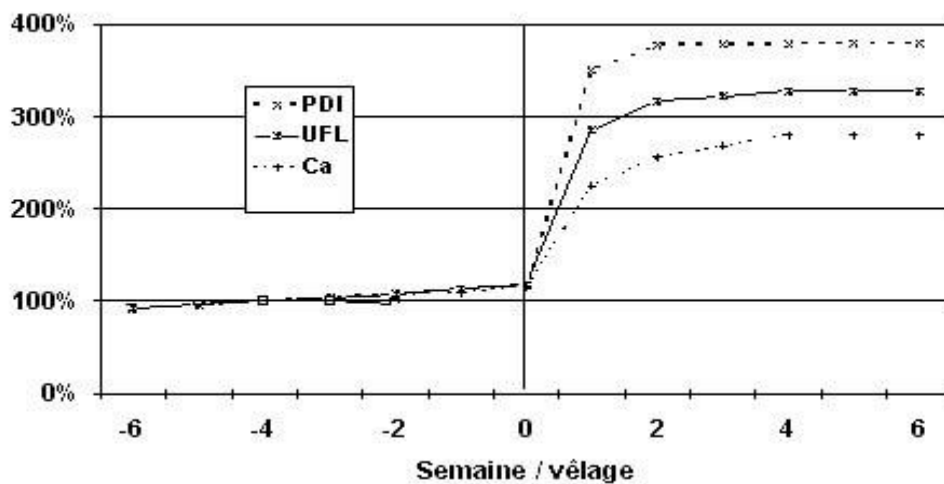


Figure14: Evolution des besoins autour de vêlage (ENJALBERT1994).

Les besoins des vaches laitières en protéines augmentent rapidement après le vêlage à cause de leur rôle dans la constitution du lait. Ces besoins peuvent être couverts en distribuant une ration riche en protéines durant les premiers mois, couplée avec une augmentation du niveau d'ingestion (JOURNETS, 1990 cité par BOUSBIA 2007)

- Les erreurs alimentaires en début de lactation :

Vouloir interdire par une introduction immédiate de grosses quantités de concentré condamne à une acidose, avec anorexie, chute de production, trouble digestif, fourbure et immunodépression . . . ect la figure 9 résume quelque problèmes au début de lactation. Les carences en azote peuvent intervenir dans des troubles de la reproduction lorsqu'elles sont fortes et prolongées entrant alors dans le cadre d'une sous-nutrition globale et un déficit en azote dégradable, elles entraînent indirectement un déficit énergétique via une moindre digestion ruminale. La conséquence la mieux précisée de l'excès d'azote sur les performances de reproduction est une diminution du taux de réussite à l'insémination comme le montre la figure 8 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 IV-IF prolongé. Selon (WESTWOOD et al (2002)).

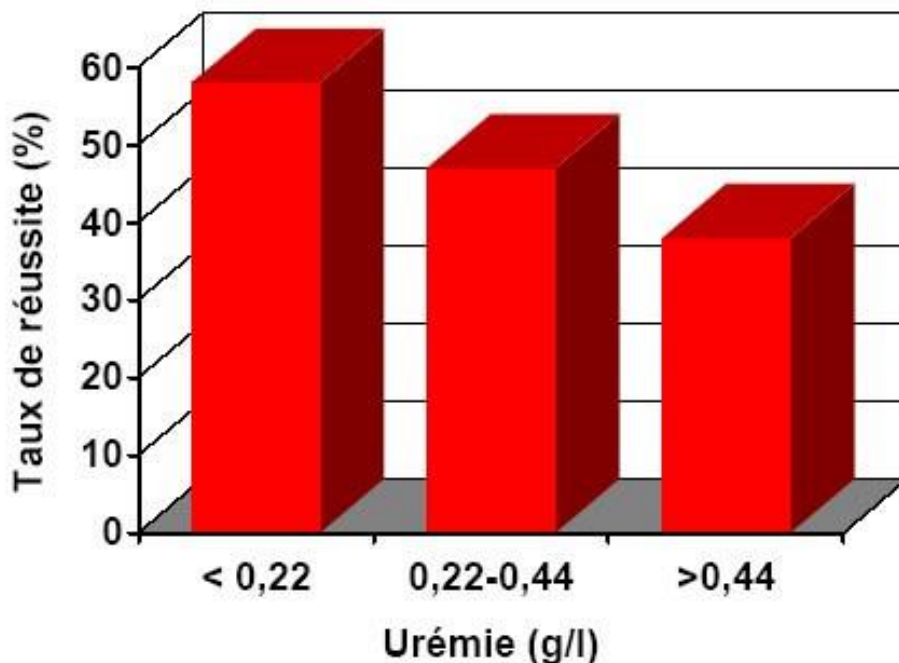


Figure 15 : Relation entre l'urémie et le TRIA1. (FREEUSON1989).

(FROIDEMENT et al, 2002) ont pu déterminer qu'une baisse du taux de gestation liée à un excès de protéines alimentaire apparait importante pour des teneurs en urée dans le lait (BUTLER et SMITH (1989) NEBEL et Mc QILLIARD cité par El HANI (1996)) ont étudié avec précision la manière dont le bilan énergétique négatif en début de lactation affecte l'activité ovarienne , ce dernier peut moduler la sensibilité ovarienne au signal de LH et influencer directement la sécrétion progestéronique .

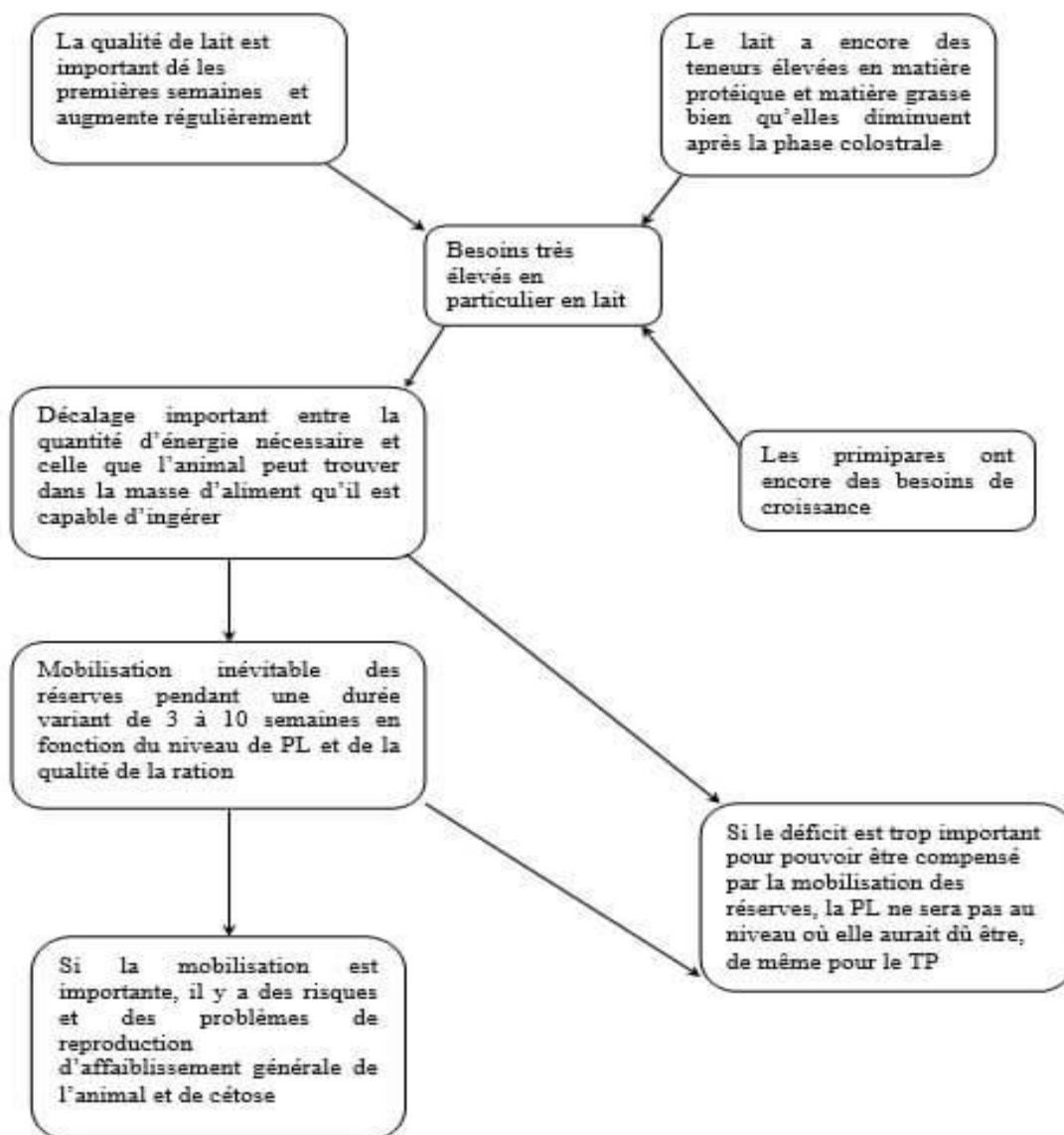


Figure 16 : Les problèmes du début de lactation (CAUTY et PERREAU 2003)

Le pic de déficit énergétique intervient en moyenne 10 à 15 jours après le vêlage. Dans plusieurs études, rapportées par (CANFIELD et al (1991) la première ovulation s'est produite 10 à 14 jours après le pic de déficit énergétique. Dans de nombreuses études le déficit énergétique a souvent été apprécié à travers l'amaigrissement des vaches en début de lactation grâce à la notation de l'état corporel (BUTLER et al (1989).

Une tendance générale vers une détérioration des performances de reproduction est observée lorsque la perte d'état corporel après vêlage s'accroît (figure10).

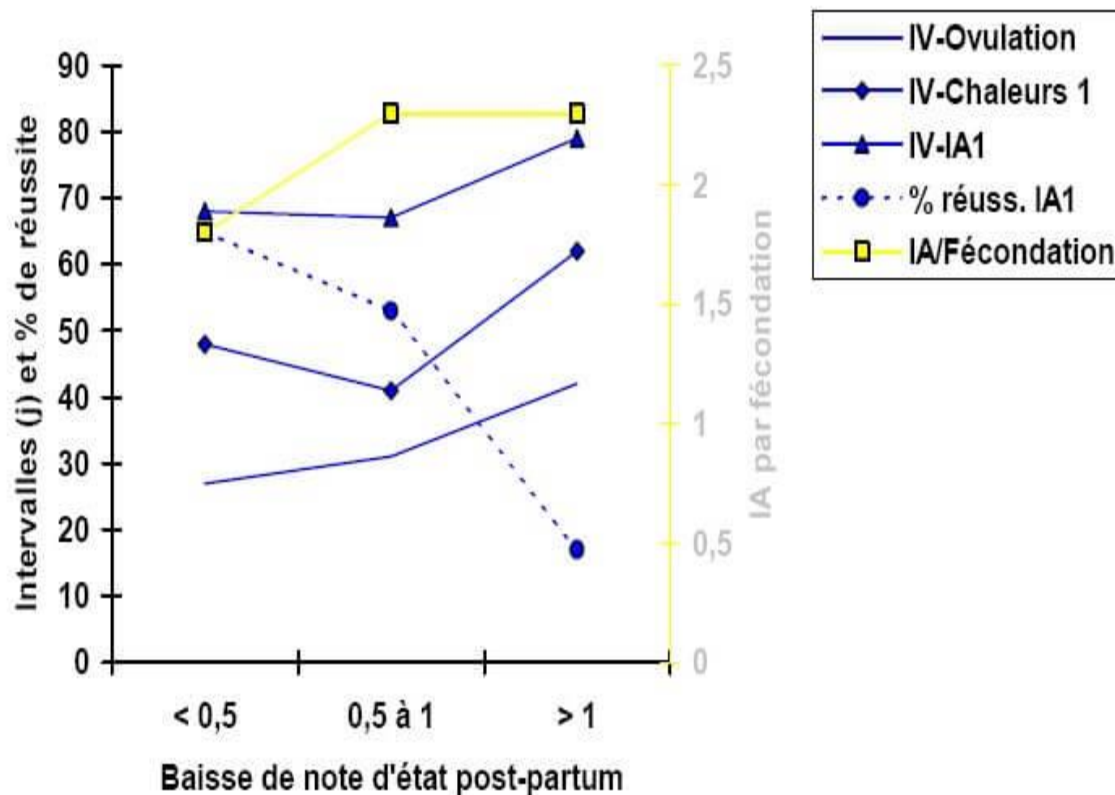


Figure 17 : Relation entre perte d'état corporel post-partum et performances de reproduction (BUTLER et al 1989).

B) Facteurs climatiques :

Le climat est la résultante d'une série de facteurs tels que la température, l'humidité, la pluviosité ...ect. Selon (CLAIRE et al (2003)),les conséquences d'un stress lié à la chaleur sur la fonction de reproduction sont multiples et peuvent s'exprimer à plusieurs niveaux impliquant à la fois les sécrétions des hormones hypothalamo-hypophysaire , la dynamique de croissance folliculaire et le développement embryonnaire et fœtal .

Ces effets peuvent être expliqués à la fois par une augmentation de la température corporelle au moments des fortes chaleurs induisant des modifications de comportement et l'altération de l'environnement utérin ainsi que par une réduction de l'ingestion et

l'augmentation du déficit énergétique se traduisant par des effets négatifs à plus long terme sur la croissance folliculaire, la qualité des ovocytes et les résultats de reproduction. Ces mécanismes synthétisés sont illustrés par la figure 11.

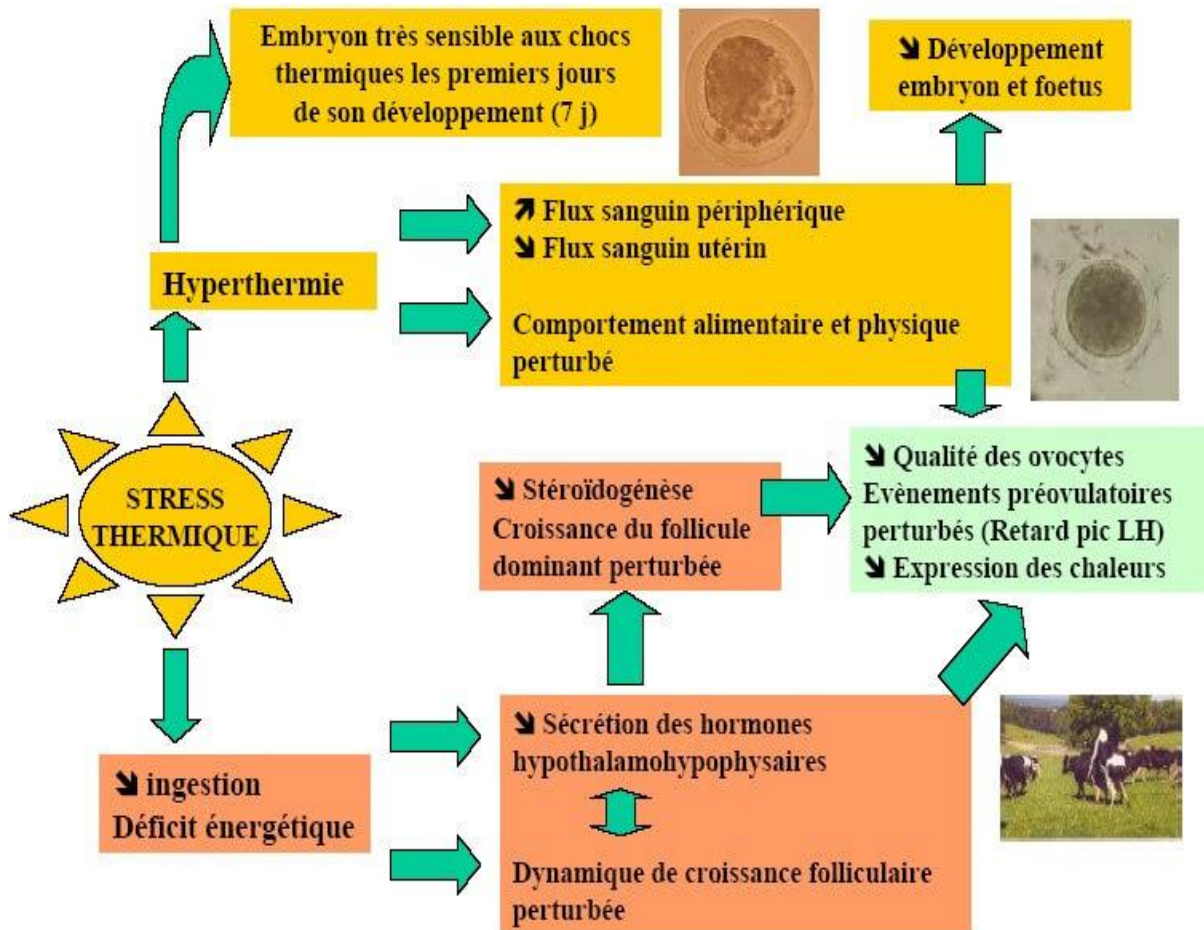


Figure 18 : principaux mécanismes impliqués dans les effets négatifs d'un stress lié à la chaleur sur la fonction de reproduction. (CLAIR et al 2003)

a) Effets des fortes températures :

- L'activité hypophyso-ovarienne :

Plusieurs auteurs (TUCKER 1993) GWAZDAUSKAS1985 BERBIGIER 1988) ont souligné l'effet des fortes températures sur l'allongement du cycle œstrale. (BOND et al (1972)) notent qu'une exposition de l'animal à une température de 32°C pendant plusieurs mois peut bloquer toute activité sexuelle il ne s'agit pas alors d'un problème de comportement (ovulation silencieuse) mais d'un anoeustrus vrai.

Les cycles sexuels ne se rétablissent qu'après cette période d'exposition. Selon WISE et al (1988) le stress thermique réduit le nombre de pulses de LH en phase folliculaire

- Les résultats de la fertilité :

BERMAN et MELTZER (1973) observent en saison chaude une très forte diminution de la fertilité. Cette dernière varie de 50% du mois d'octobre au mois de mai à moins de 20% du mois d'août au mois de septembre. TATCHER (1974) souligne l'effet des fortes températures sur la chute de la fertilité comme le montre la figure 12

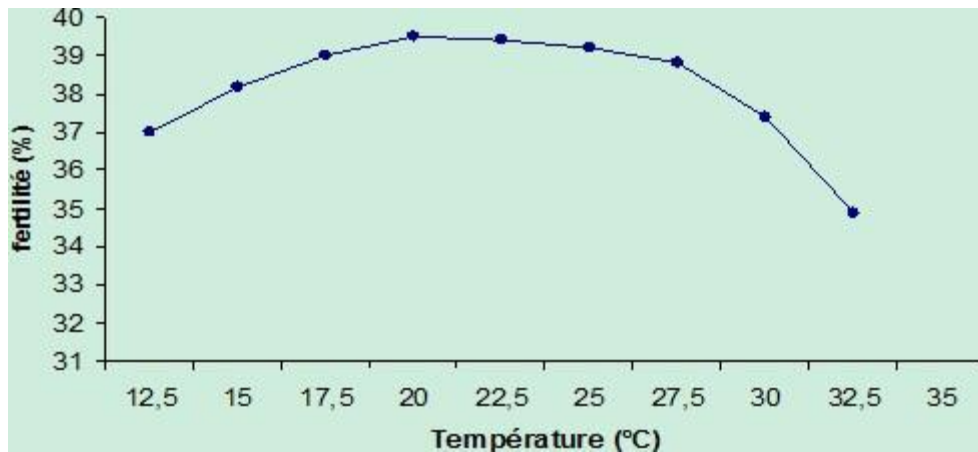


Figure 19 : Evolution de la fertilité en fonction de la température dans un troupeau de vache laitière en FLORRIDE (USA). (THATCHER1947)

BERMAN et MELTZER (1973) mentionnent que la baisse de la reproduction laitière en climat chaud due à la grande partie à la diminution de l'appétit sous la contrainte thermique. L'efficacité de la transformation des nutriments en lait diminue aussi avec la chaleur et la qualité est affectée: le lait de vache produit en milieu chaud contient moins de matière grasse. (Figure 13).

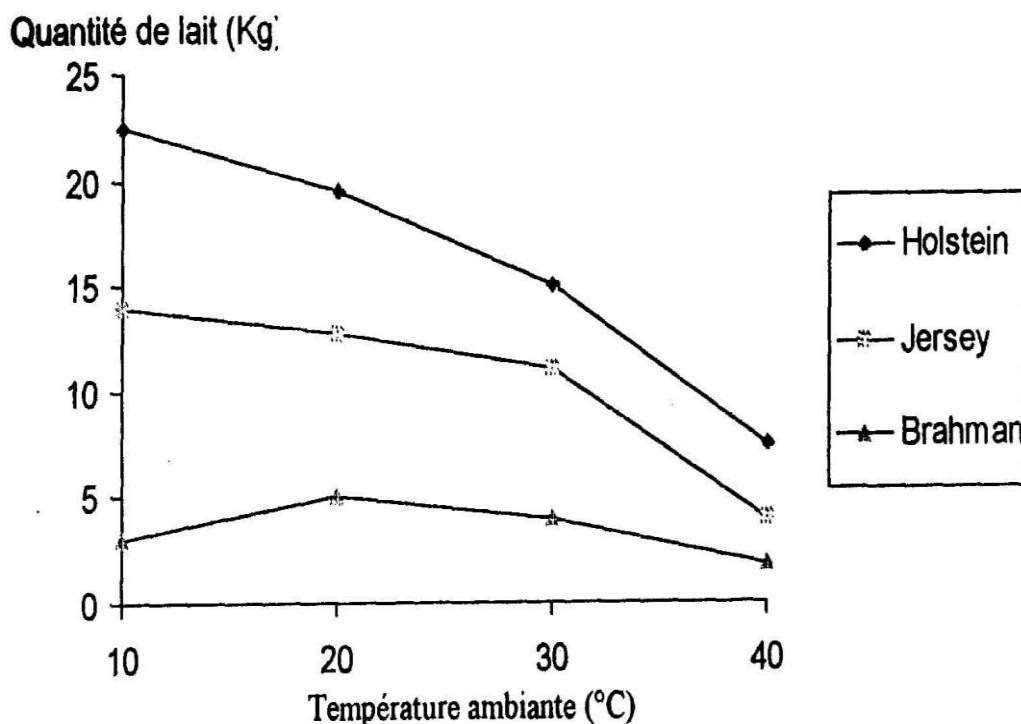


Figure20 : Effet de la chaleur sur la reproduction laitière (BERMAN et MELTZER 1973).

C)- Facteurs liés à la conduite :

Pour produire du lait la vache doit avoir vélé une conduite d'élevage maîtrisée peut avoir des impacts positifs sur les résultats de la reproduction et la maîtrise de cette dernière est un préalable indispensable à l'activité laitière. Chez une femelle bovine pubère non gestante les chaleurs apparaissent normalement les 21 jours.

a) La détection des chaleurs :

C'est un facteur clé dans la réussite de la reproduction en élevage bovin laitier il constitue un problème essentiel dans les élevages modernes et beaucoup de difficultés de reproduction étant résolues par une amélioration de la détection de l'œstrus l'intérêt d'une bonne détection des chaleurs est évident pour l'insémination artificielle elle a aussi son importance en monte libre pour prévoir les dates de vêlage.

Les chaleurs durent 18heures en moyenne avec cependant une grande variabilité selon les individus certaines chaleurs courtes ayant débuté de nuit peuvent ne durer que 8 à 9 heures .il est donc souhaitable au minimum de réaliser deux périodes d'observation tôt le matin et tard le soir cette observation doit se faire en dehors des périodes d'activité ou d'alimentation. HANZEN et al (1996) cité par YACI (2003) donnent les recommandations d'observation qui sont de trois périodes de détection de 20 minutes par jour tôt le matin en début d'après midi et tard le soir cela en dehors des périodes de traite et d'affouragement.

L'acceptation du chevauchement est le seul signe spécifique à prendre en compte pour inséminer, les autres manifestations sont l'hyperactivité, la baisse de production laitière, le meuglement, la diminution de l'appétit, la présence de glaire, prurit génital, léchage, etc. Selon THIBIER (1976) et PACCARD (1987) ces manifestations ne sont pas des signes constants. La seule manifestation permettant un repérage des chaleurs est l'acceptation de chevauchement. En effet, FOOTE (1978) n'a pu détecter que 89% des chaleurs pour une observation continue (24/24). PACCARD (1987) souligne la nécessité d'une bonne détection des chaleurs et ses relations avec les intervalles vêlage-insémination fécondante et par la diminution du taux de fertilité enregistré lorsque les vaches ne sont pas inséminées au bon moment. En résumé un temps spécifique d'observation visuelle est indispensable à une bonne détection des chaleurs. Mais pour que cette observation soit efficace elle doit répondre à des exigences de fréquences, elle doit répondre à des exigences de fréquences de durée et de moment (tableau 3).

Tableau 3 : influence de la durée du moment de l'observation sur le taux de détection des chaleurs. (PACCARD 1987).

durée d'observation			Taux de détection	
Matin	Midi	soir		
– 2 heures	30 min	2 heures	96	
– 30 min	15 min	30 min	–	
– 20 min	15 min	20 min	76	
Moment d'observation				
à 7 heures	à 14 heures		à 17 heures	78
à 7 heures	à 14 heures		à 20 heures	89

b) Le moment de l'insémination :

La date d'insémination est importante à considérer puisqu'elle constitue une option sur la date du prochain vêlage. Selon COUROT et al (1968) le choix du moment de l'insémination est important pour le taux de réussite. le moment optimal se situe dans la 2ème moitié des chaleurs(c'est-à-dire une douzaine d'heurs après leur début) ceci serait expliqué par le temps nécessaire aux spermatozoïde pour remonter le tractus génital (10-15 heures) l'ovulation ayant lieu en moyenne 30 heures après le début des chaleurs comme le montre la figure 14 Si une vache est vue en chaleurs le matin il faut inséminer en fin d'après-midi ou le matin suivant au plus tard ; si elle est vu en chaleurs en fin d'après-midi il faut inséminer le matin ou l'après-midi suivant . Le moment de l'insémination est très important il a une très grande influence sur la fertilité comme l'indique la figure 15.

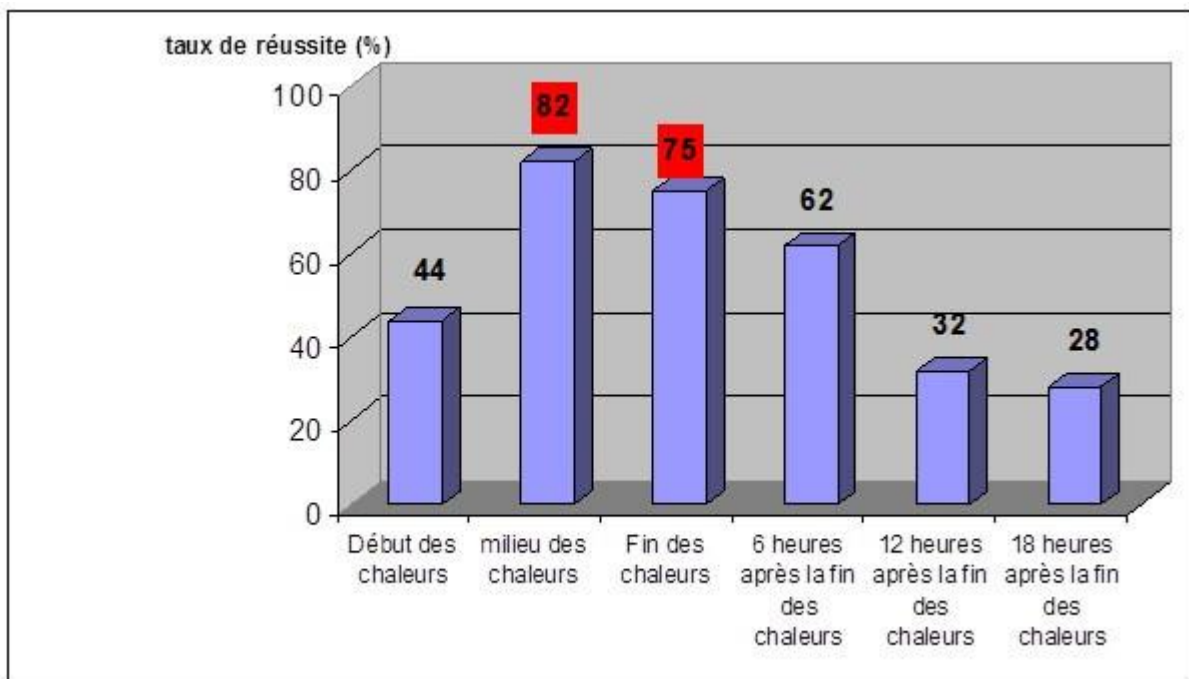


Figure 21 : Influence du moment de l'insémination sur le taux de réussite (COUROT et COL 1968).

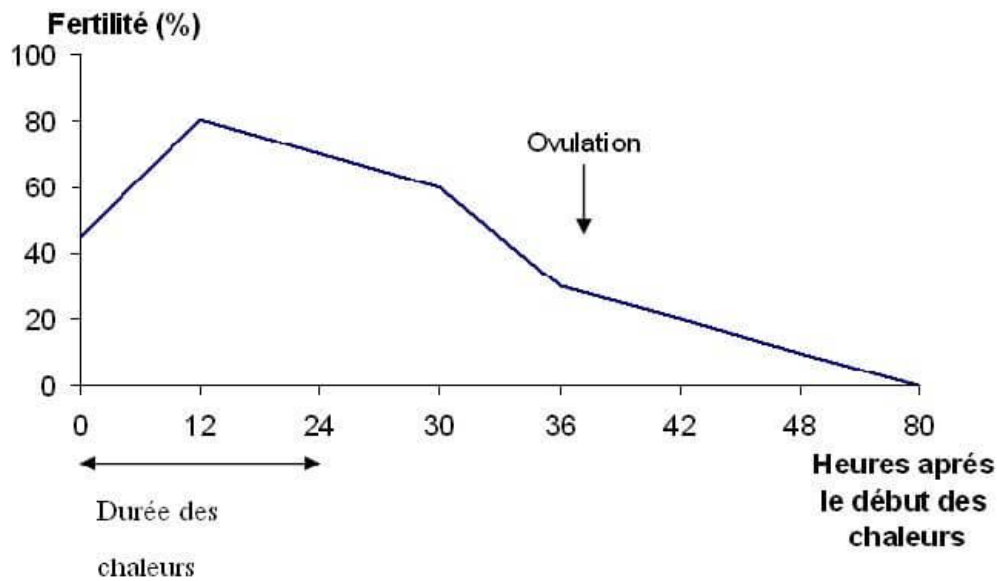


Figure 22 : Relation entre le moment de l’insémination et la fertilité chez la vache (BONNES et al 1988).

c) La taille du troupeau :

Les performances de reproduction sont peu affectées par la taille du troupeau. En effet PACCARD (1987) observe que seul le taux de réussite des inséminations est légèrement plus bas dans les troupeaux ayant les plus effectifs (plus de 60 vaches laitières) comme le montre le tableau 4.

Tableau 4 : Résultats des inséminations observées dans des troupeaux de diverses tailles (PACCARD 1987).

Nombre de vaches présentes								
		10-15	15-20	20-30	30-40	40-50	50-60	> 60
IVIF moyen (j)	101.0	96.6	98.7	99.4	99.6	99.1	100.1	101.3
% de IVIF >110j	27.5	26.0	27.7	28.5	29.0	28.5	29.3	30.2
TR 1^{ère}IA	49.9	50.4	51.5	50.7	49.4	50.0	49.1	48.4
% des 3IA	16.8	17.8	17.6	19.4	20.0	19.4	20.4	20.9

IV 1^{ère} IA moyen (j)	76.4	74.3	75.3	74.5	74.3	74.6	74.9	75.9
% IV 1^{ère} IA >90j	22.8	20.5	22.2	21.1	21.6	21.6	21.7	22.5

D) Facteurs pathologiques:

Compte tenu de leurs conséquences biologique les maladies d'élevage représentent une composante importante des performances (diminution de la fertilité et de la production ...) et économiques (cout des soins vétérinaires, réforme précoce ...). Presque 40% de ces pathologies surviennent pendant le premier mois suivant le vêlage il ya une différence très nette dans les fréquences des pathologies entre le premiers mois de lactation et les autres mois.

E) Les troubles fonctionnels de la reproduction :

a) Les chaleurs irrégulières :

Les cycles irréguliers longs correspondant à un allongement anormal des cycles sexuels (plus de 24 jours) que l'on peut confondre avec l'anoestrus. Les cycles irréguliers courts correspondent à un raccourcissement des cycles sexuels (moins de 16 jour) ou hyperœstrus qui abouti très fréquemment à la nymphomanie. Ce symptôme selon THIBIERET al (1985) est la conséquence d'un excès de sécrétion d'œstrogène. HUMBLLOT et THIBIER (1977) cité par EL HANI (1996) indiquent que les cycles courts sont plus fréquents et se présentent normalement au cours du début du post-partum par contre l'apparition ensuite de cycles courts (inférieurs à 10 jours) représente un phénomène pathologique.

Chaleurs régulières et «repeat-breeding » THIBIER et al (1976) attribuent cette infertilité à un dysfonctionnement de l'ovulation qu'arrive tôt ou tard par rapport au comportement œstral. Pour HEWET (1968) cité par BENABDELAZIZ (1989) le taux de vaches repeat-breeding augmente progressivement avec la taille du troupeau il a été aussi constaté que ce taux était faible chez les bovins jeunes mais il peut atteindre plus de 13 % chez les bovins adultes. Ces cas de repeat-breeding peuvent être la conséquence d'un mauvais choix du moment d'insémination. BOUJENANE (1983) cité par BENABDELAZIZ (1989) rapporte que le nombre de saillies par fécondation augmente de la 2ème à la 7ème mise bas pour les vaches allaitantes mais diminue pour les vaches traites.

b) Les kystes ovariens:

Il s'agit de corps jaune ou même de follicules n'ayant pas ovulé qui persistent dans l'organisme plus longtemps que lors d'un cycle normal. Selon la durée de leur persistance ces structures peuvent provoquer des intervalles entre chaleurs anormalement élevées ce qui laisse penser que la vache est gestante. D'après BEAUDEAU (1994) ces processus sont appelés : kystes ovariens. Cependant les vaches présentant des kystes ovariens sont soit nymphomanes soit en anoestrus soit elle présentent des chaleurs silencieuses. La palpation transrectale peut cependant permettre de détecter des follicules anormalement gros qui dépassent de plusieurs centimètres la surface de l'ovaire.

c) Rétention placentaire :

ou non délivrance Lors d'un vêlage normal le placenta est évacué deux à trois heures après la naissance du veau dans un certain nombre de cas la motricité de l'utérus est insuffisante pour expulser le placenta qui reste alors en place. Cette non-délivrance est risqué pour la vache car elle peut provoquer des infections utérines ou métrites. Il peut être alors nécessaire de retirer manuellement le placenta et d'introduire préventivement des antibiotiques à l'intérieur de l'utérus les causes principales de la non délivrances sont :

- ❖ Suralimentation au tarissement
- ❖ Carence en vitamine E
- ❖ Tous les facteurs tendent affaiblir la vache

Les autres troubles de la reproduction sont résumées dans la tableau 5

Tableau 5 : les facteurs de risque de l'infécondité du troupeau (CAUTY et PERREAU2003).

Infécondité du troupeau	Facteurs de risque
Faible réussite à l'IA TRIA1 < 50%	<ul style="list-style-type: none">- Mise à la reproduction très précoce après vêlage.- Déficit azoté entre J 0 -J60.- Infections utérines non spécifiques.- Mise à la reproduction trop précoce des génisses.

<p>Plus 20% de vaches à 3 IA et plus</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Infections utérines. - Déficit en énergie, azote ou minéraux dans les trois premiers mois après le vêlage. - Conduit de l'IA défectueuse
<p>Fécondation tardive (anoestrus) plus 25% de vaches non vues en chaleurs 60 jours après vêlage. plus 33% de vaches non inséminées 90 jours après vêlage plus 20% de vaches non pleines à 110 jours</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Etat corporel au vêlage insuffisant ou excessif. - Déficit azoté important en début de lactation - Infections utérines spécifiques (si beaucoup de non-délivrances, avortements et mortalité embryonnaire) - Infections utérines non spécifiques. - Kystes lutéiniques
<p>Retours décalés plus 17% de vaches avec un intervalle entre IA de plus de 23 jours plus 10% de vaches avec un intervalle entre à 18 jours.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mauvaise détection des chaleurs. - Excès azotés, stress, facteurs toxiques (mortalité embryonnaire). - Troubles nutritionnels et métaboliques. - Etat corporel au vêlage insuffisant ou excessif. - Infections uterine

Conclusion

La gestion de la reproduction des vaches laitières est un défi de tous les jours en production laitière ; chaque nouvelle gestation dans un intervalle de vêlage optimal.

Le postpartum apparaît comme une période critique dans la vie de production et de reproduction de la vache laitière haute productrice, au cours de laquelle la vache doit à la fois répondre à des contraintes métaboliques engendrées par une production lactée à forte croissance, mais aussi redevenir rapidement fertile par la restauration d'un équilibre hormonal entre hypothalamus, hypophyse, ovaires et utérus, indispensable à une nouvelle mise à la reproduction.

La fertilité est la capacité biologique à se reproduire, elle se distingue de la fécondité

Car, la fécondité exprime la capacité des espèces animales de se reproduire et d'assurer la perpétuation de l'espèce . c'est le contraire de la stérilité

Les performances reproductives sont le facteur de la réussite économique d'un élevage ,car est influencé par des facteurs alimentaires, climatique, pathologique et aussi des troubles fonctionnels de la reproduction

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

- 1 AUSTIN EJ, MIHM M, EVANS ACO, KNIGHT PG, IRELAND JLH, IRELAND JJ, ROCHE JF - 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.
- 2 BAO B, GARVERICK HA - Expression of steroidogenic enzyme and gonadotropin receptor genes in bovine follicles during ovarian follicular waves : a review - J Anim. Sci, 1998 ; 76 : 1903-1921.
- 3 CHASTANT-MAILLARD S, FOURNIER R, REMMY D - Actualités sur le cycle de la vache - Point Vet, 2005 ; numéro spécial (36) : 10-15.
- 4 ENNUYER M - Les vagues folliculaires chez la vache. Applications pratiques à la maîtrise de la reproduction - Point Vet, 2000 ; 31 (209) : 377-383.
ENNUYER, 2000 ; FIENI et al., 1995.
- 5 FIENI F, TAINTURIER D, BRUYAS JF, BATTU I - Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache – Bull GTV, 1995 ; 4 : 35-49.
- 6 FIENI F, TAINTURIER D, BRUYAS JF, BATTU I - Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache – Bull GTV, 1995 ; 4 : 35-49.
- 7 FLORENCE BATELLIER, ELISABETH BLESBOIS, JEAN-PIERRE BRILLARD GRIMARD B, DISENHAUS C - Les anomalies de reprise de la cyclicité après vêlage - Point Vet, 2005 ; numéro spécial (36) : 16-21.
- 8 HAMILTON SH, GARVERICK HA, KEISLER DH, XU ZZ, LOOS K, YOUNGQUIST RS - Characterization of follicle/cyst dynamics and associated endocrine profiles in dairy cows - Biol Reprod, 1995 ; 53 : 890-898.
- 9 MARINA GOROVON, FRENCOIS HERAULT, GUY PERRIER, MARIE-CLAUDE et ROUGIER – SADERNE ; REPRODUCTION DES ANIMAUX D'ELVAGE : p187 , p188 , p194 , p 195 , p 196 , p 198 , p199.
- 10 MCNATTY KP, HEATH DA, LUNDY T, FIDLER AE, QUIRKE L, O'CONNELL A, SMITH P, GROOME N, TISDALL DJ - Control of early ovarian follicular development - J Reprod Fertil Suppl, 1999 ; 54 : 3-16.
- 11 MEREDITH MJ - Animal breeding and infertility - UK : Blackwell Science, 1995, 508 p.
MIALOT JP, CONSTANT F, CHASTANT-MAILLARD S, PONTER AA, GRIMARD B – La croissance folliculaire ovarienne chez les bovins : nouveautés et applications - Journées Européennes de la Société Française de Buiatrie, Paris, Novembre 2001 : 163-168.
- 12 MIALOT JP, CONSTANT F, CHASTANT-MAILLARD S, PONTER AA, GRIMARD B – La croissance folliculaire ovarienne chez les bovins : nouveautés et applications - Journées

Européennes de la Société Française de Buiatrie, Paris, Novembre 2001 : 163-168.

13 MONGET P, FABRE S, MULSANT P, LECERF F, ELSEEN JM, MAZERBOURG S, PETERS AR, BALL PJH - Reproduction in cattle, second edition – UK : Blackwell Science, 1995, 234 p.

14 PETERS AR, BALL PJH - Reproduction in cattle, second edition – UK : Blackwell Science, 1995, 234 p.

15 PISSELET C, MONNIAUX D - Regulation of ovarian folliculogenesis by IGF and BMP system in domestic mammals - Domest Anim Endocrinol, 2002 ; 23 (1-2) : 139-154.

16 ROYAL MD, DARWASH AO, FLINT APF, WEBB R, WOOLLIAMS JA, LAMMING GE - Declining fertility in dairy cattle : changes in traditional and endocrine parameters of fertility - Anim Sci, 2000 ; 70 : 487-501.

17 SITE AGRONOMIE INFO- <http://agronomie.info/fr/facteurs-influancant>-chez-vaches-2/amp/

18 SAVIO JD, BOLAND MP ROCHE JF - Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in postpartum dairy cows - J Reprod Fert, 1990 ; 88 : 581-591.

19 TERQUI M. et al. - Influence of management and nutrition of postpartum endocrine function and ovarian activity in cows - In : Factors influencing fertility in the postpartum cow, J. Karg and E. Schallenberger Ed, Current topics in veterinary medicine and animal science. Vol. 20, Martinus Nijhoff Publ., The Hague, Netherlands, 1982 : 384-408.

20 WEAVER LD - Effects of nutrition on reproduction in dairy cows - Vet Clin Of North Amer : Food Anim Pract, 1987 ; 3 : 513-521.

21 WEBB R, CAMPBELL BK, GARVERICK HA, GONG JG, GUTIERREZ CG, ARMSTRONG DG - Molecular mechanisms regulating follicular recruitment and selection - J Reprod Fert Suppl, 1999 ; 54 : 33-48.