



# PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

**Dr. HOUSSOU Hind**

Maître de conférences A

Filière : Sciences vétérinaires

Spécialité: Biotechnologies et productions animales

Institut des sciences agronomiques et vétérinaires, Taoura

Université MCM Souk Ahras

# **PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION**

**Ouvrage pédagogique destiné aux étudiants de  
troisième année sciences agronomiques**

**« Production Animale »**

**Responsable pédagogique**

**Dr. HOUSSOU Hind**

**Grade: MCA**

**2022/2023**







L'éditeur Jouda édition  
Algérie- (Batna)

---

Première édition 1444 AH - 2023  
Dépôt légal: 12/2023  
ISBN: 978-9969-00-144-0

---

Titre de l'ouvrage: **PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION**  
Nom de l'auteur (a): Dr. HOUSSOU Hind  
Conception de la couverture: Zakaria Reggab

---

Téléphone: 00213671827876  
Courriel: [editionjouda@gmail.com](mailto:editionjouda@gmail.com)

Tous les droits d'auteur papier, électronique, visuel et sonore  
Réservé à l'auteur et ce livre n'est pas autorisé à être diffusé par  
découpage ou copie ou modification sauf avec son autorisation.  
L'auteur sera responsable de toute responsabilité morale, matérielle ou  
légale découlant de toutes les réclamations liées au matériel, au  
contenu ou aux graphiques du livre..



## SOMMAIRE

PREAMBULE	12
<b>I. PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DES MAMMIFERES D'ELEVAGE</b>	<b>15</b>
I.1/ Différenciation sexuelle embryologique	15
I.2/ Anatomie de l'appareil génital mâle	16
I.3/ Physiologie de la reproduction chez le mâle	22
I.4/ Anatomie des appareils génitaux des femelles d'élevage	24
I.5/ Physiologie du cycle oestral des femelles d'élevage	30
I.6/ Physiologie de la gestation et de la parturition	45
I.7/ Physiologie de la sécrétion lactée	61
<b>II. PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DES OISEAUX D'ELEVAGE</b>	<b>67</b>
II.1/ Anatomie des appareils génitaux mâle et femelle	67
II.2/ La différenciation sexuelle	70
II.3/ Saisons de reproduction, Parade et Accouplement	70
II.4/ Contrôle endocrinien dans la formation de l'oeuf	72
<b>III. REPRODUCTION NATURELLE</b>	<b>75</b>
III.1/ Cycles des femelles d'élevage et oestrus	75
III.2/ Temps optimal des saillies	76
III.3/ Planning de gestation	77
III.4/ Diagnostic de gestation	77
III.5/ Suivi de la gestation	87
III.6/ Pratique et intérêt du tarissement	87
III.7/ Déroulement de la parturition	88
III.8/ Les dystocies	93
III.9/ Suite de vêlage	94
III.10/ Sevrage	95

III.11/ Paramètres de reproduction (fertilité, fécondité, prolificité, productivité numérique)	96
III.12/ Causes et traitements de l'infécondité	99
<b>IV. BIOTECHNOLOGIES DE LA REPRODUCTION</b>	<b>106</b>
IV.1 Détection des chaleurs	106
IV.2 Synchronisation des chaleurs	115
IV.3 Contrôle de la semence et insémination artificielle	121
IV.4 Traitement de super ovulation	125
IV.5 Transplantation embryonnaire	129
IV.6 Clonage somatique	131
IV.7 Clonage embryonnaire	133
CONCLUSION	135

## LISTE DES FIGURES

Figure 1: récapitulatif de La différenciation sexuelle	15
Figure 2: L'appareil reproducteur du taureau	17
Figure 3: L'appareil reproducteur du bélier.	17
Figure 4: Coupe transversale du testicule.	18
Figure 5: Régulation hormonale de la production des spermatozoïdes	22
Figure 6: L'appareil reproducteur de la vache sur place.	28
Figure 7: L'appareil génital d'une vache non gravide	28
Figure 8: Le contrôle endocrinien du cycle œstral .	34
Figure 9: Schématisation de l'émergence du follicule ovulatoire.	37
Figure 10: Évolution des concentrations hormonales au cours du cycle œstral de la brebis.	38
Figure 11: Événements cellulaires, endocriens et comportementaux du cycle œstral de la vache	39
Figure 12: Mucus présent à la vulve d'aspect "transparent".	42
Figure 13: Acceptation du chevauchement	43
Figure 14: Schéma récapitulatif de toutes les interactions entre les composantes de l'œstrus de la vache	44
Figure 15: Stades du développement embryonnaire pré-implantatoire.	48
Figure 16: Le développement embryonnaire et foetal bovin	49
Figure 17: Les différents types de placenta selon la structure.	53
Figure 18: Modifications hormonales autour du vêlage	59
Figure 19: Réflexe neuroendocrinien d'entretien de la lactation	63
Figure 20: Mécanisme neuro-hormonale de l'éjection du lait	66
Figure 21: L'appareil reproducteur mâle après laparatomie	68
Figure 22: Appareil génital de la poule en ponte	70
Figure 23: Organes reproducteurs mâle (à gauche) et femelle (à droite) d'oisons d'un jour	71

Figure 24: Illustration de la notion d'anoestrus pathologique	76
Figure 25: Durée des chaleurs et place de l'IA par rapport au début des chaleurs	76
Figure 26: Illustration de la notion fécondité et fertilité.	77
Figure 27: Evolution des concentrations de progestérone et de PSPB après avortement induit à J40	83
Figure 28: Images échographiques aux âges différentes de gestation chez la vache.	87
Figure 29: Evolution de la température corporelle pendant les jours précédant la mise bas	89
Figure 30: endocrinologie de la parturition	90
Figure 31: Evolution de l'ouverture du col dans les heures qui précèdent la mise bas	91
Figure 32: Suivi des chaleurs chez la brebis	108
Figure 33: Harnais marqueur (à gauche,) et blocs marqueurs Raidex® de diverses couleurs à fixer sur le harnais (à droite)	111
Figure 34: Harnais marqueur sur un bovin de race Limousine	112
Figure 35: Photo d'une sonde vaginale Ovatec®: les deux électrodes placées à son extrémité permettent de mesurer la conductivité des sécrétions	114
Figure 36: le CIDR® (Control Internal Drug Releasing et l'applicateur	116
Figure 37: Protocole de synchronisation des chaleurs à base de progestagènes. chez la brebis	119
Figure 38: Méthode de contention à l'aide d'un cornadis et insémination artificielle par voie exocervicale chez une brebis	123
Figure 39: Lieu de dépôt de la semence dans l'IA cervicale .	123
Figure 40: Lieux d'insertion des instruments chirurgicaux: <b>1</b> = Trocart et canule recevant les instruments d'optique ; <b>2</b> = Trocart et canule recevant les instruments d'IA ; <b>3</b> = Champ opératoire ; <b>4</b> = Ligne abdominale médiane	124

Figure 41: Les différents instruments pour l'IA intra-utérine: **1**= Roue dentée ; **2** = Guide rigide court ; **3** = Berceau plastique; **4** = Guide plastique rigide ; **5** = Gaine plastique ; **6** = Aiguille hypodermique ; **7** = Fenêtre du palpateur 124

Figure 42: Protocole de superovulation sur la femelle donneuse Schéma 1. 126

Figure 43: Protocole hormonal sur la femelle receveuse Schéma 1 127

Figure 44: Protocole hormonal schéma 2 127

Figure 45: Stimulation avec FSH la plus fréquemment employée 128

Figure 46: Stimulation avec implant, eCG et FSH 129

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Age moyen de la puberté chez quelques mammifères domestiques.	16
Tableau 2: Poids moyenne des testicules en gramme chez quelques espèces.	20
Tableau 3: La longueur de l'oviducte en cm chez les mammifères domestiques	26
Tableau 4: Le nombre de follicules et des vagues folliculaires/cycle œstral chez les mammifères domestiques	36
Tableau 5: Durée moyenne des phases du cycle œstral	41
Tableau 6: Durée moyenne de gestation chez différentes espèces	57
Tableau 7: La formule de Vandeplassche pour apprécier l'âge d'un fœtus bovin	58
Tableau 8: Les signes des chaleurs observées chez la vache	106
Tableau 9: L'influence de la fréquence des observations pour la détection des chaleurs chez la vache.	107

## LISTE DES ABREVIATIONS

%	<i>Pourcent</i>
♀	<i>Femelle</i>
♂	<i>Mâle</i>
ACT	<i>Activine</i>
BBB	<i>Blanc Bleu Belge</i>
DES	<i>diéthylstilboestrol</i>
E2	<i>Œstrogènes</i>
FSH	<i>Folliculo-stimulating hormone</i>
GnRF	<i>Gonadotropin-Realising Factor</i>
GnRH	<i>Gonadotropin-Realising Hormone</i>
INH	<i>Inhibine</i>
LH	<i>Luteinizing Hormone</i>
ml	<i>Millilitre</i>
ng	<i>Nanogramme</i>
spzs	<i>Spermatozoïdes</i>
P4	<i>Progestérone</i>
PAG	<i>Protéine associé à la gestation</i>
PGF2 $\alpha$	<i>Prostaglandines F2 alpha</i>
PMSG	<i>Pregnant mare serum gondotropin</i>
PRL	<i>Prolactine</i>
PSPB	<i>Pregnancy specific protein B</i>



## **PREAMBULE**

La reproduction correspond à l'ensemble des processus permettant d'assurer la pérennité de l'espèce. La réussite de la reproduction est primordiale pour la rentabilité économique de l'élevage, elle constitue un préalable indispensable à toute production.

.Dans le cadre des animaux de rente, la reproduction est la clef de voûte de la création et de la diffusion du progrès génétique, pour pratiquer l'insémination artificielle ne doit pas passer par une étape déterminante: la détection des chaleurs.

Chez les mammifères d'élevage, les femelles réalisent au cours de leurs carrières un certain nombre de cycles de reproduction qui se succèdent à un rythme variable. L'oestrus (chaleurs) est un comportement. Par définition, c'est la période pendant laquelle une femelle de mammifère accepte l'accouplement. Ce comportement est concomitant d'événements ovariens: croissance terminale du follicule pré ovulatoire à l'intérieur conduisant à l'ovulation.

L'objectif des éleveurs reste inchangé avoir un produit par femelle et par an (vache) et trois agnelages par deux ans.

### **Les objectifs pédagogiques**

L'étudiant doit être capable de:

- Maîtrise parfaite des prérequis.
- Être compétent à expliquer, les déroulements physiologiques d'un oestrus.
- Maîtrise l'observation du comportement sexuel et les caractéristiques de la détection visuelle des chaleurs.
- Maîtrise les particularités de la physiologie sexuelle de la vie reproductrice des femelles de rente.
- Être compétent à expliquer, une mise-bas chez les différentes espèces mammifères domestiques, le prodrome, la chronologie, la durée de parturition.
- Être capable de maîtriser les biotechnologies de la reproduction

Ce document a été rédigé conformément au programme du CANEVAS licence académique « production animale ».

# I. PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DES MAMMIFERES D'ELEVAGE

## I.1/ Différenciation sexuelle embryologique

La différenciation sexuelle est un événement clé de la vie embryonnaire qui conditionnera par la suite l'existence de l'individu concerné.

Les premières voies génitales s'édifient à partir du canal de Wolff chez le mâle, des canaux de Müller chez la femelle. Au départ, la différenciation sexuelle est féminine. Celle-ci intéresse plus spécifiquement le sexe mâle et doit être attribuée à l'action des androgènes qui sont responsables de la transformation des canaux de Wolff. Le mâle a besoin de testostérone et des testicules pour synthétiser des hormones anti-müllériennes.

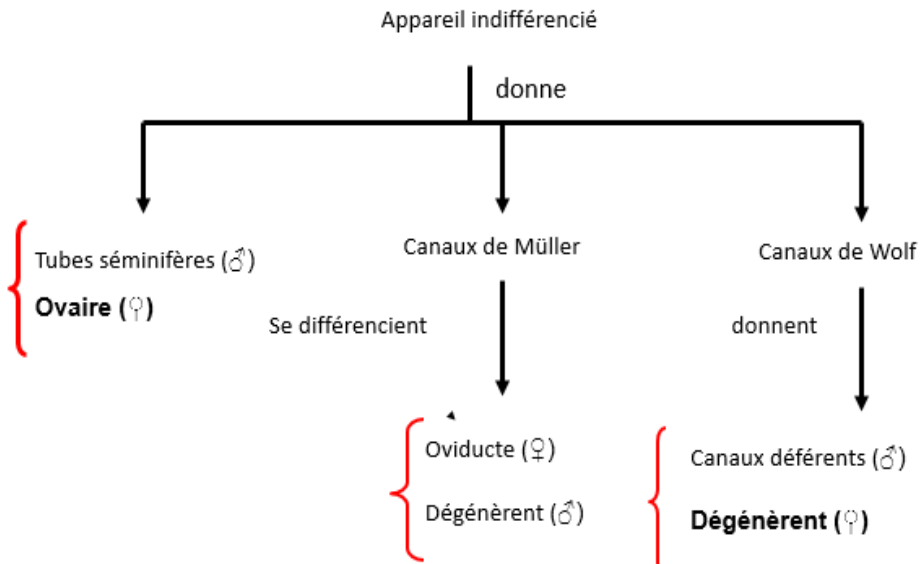


Figure 1: récapitulatif de La différenciation sexuelle (Houssou et Djaout, 2021).

### I.1.1 La puberté

La puberté est la période de la vie marquée par le début de l'activité des gonades. L'âge d'apparition de la puberté dépend non seulement de l'espèce animale, mais aussi du développement corporel de l'individu

(on considère qu'un mammifère atteint l'âge de la puberté quand son poids correspond aux 2/3 du poids corporel adulte normal), de facteurs d'environnement (conditions de stabulation, intensité d'éclairage, température...), et de la saison de naissance chez les ovins et les caprins.

**Tableau 1:** Age moyen de la puberté chez quelques mammifères domestiques. (Gayraud, 2007).

Espèce	Age puberté	Poids du corps (kg)	Poids des 2 testicules (g)	Prod/j ( $10^9$ )	Prod/j/g testicule ( $10^6$ )	Nombre de sperm/éjaculat ( $10^6$ )
Homme	12-13 ans	70	40	0.2	5	200
Taureau	9-12 mois	1200	800	7.5	12	6000
Etalon	13-24 mois	1000	340	5.3	16	7000
Bélier	112-185j	100	500	9.5	21	4000
Verrat	5-8 mois	200	720	16.2	23	15000
Rhésus	3 ans	12	70	1.1	23	400
Rat	40-50j	0.3	4	0.086	23	58
Hamster	6-8 sem	0.15	4	0.074	24	80
Lapin	6-7 mois	4	6	0.016	25	120

## I.2/ Anatomie de l'appareil génital mâle

### I.2.1/ Anatomie topographique de l'appareil génital du mâle

Les figures 2 et 3 illustrent les différentes parties de l'appareil reproducteur du mâle.

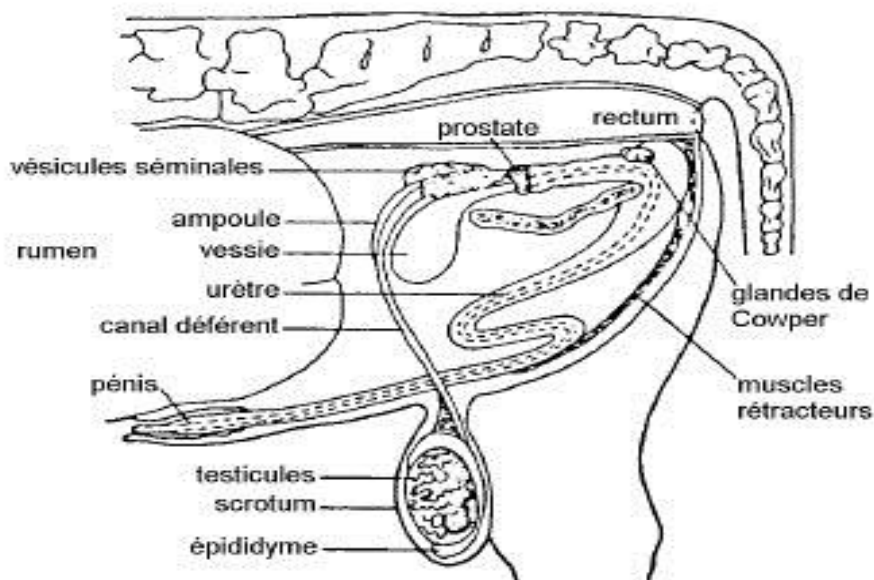


Figure 2: L'appareil reproducteur du taureau (Tom, 1990).

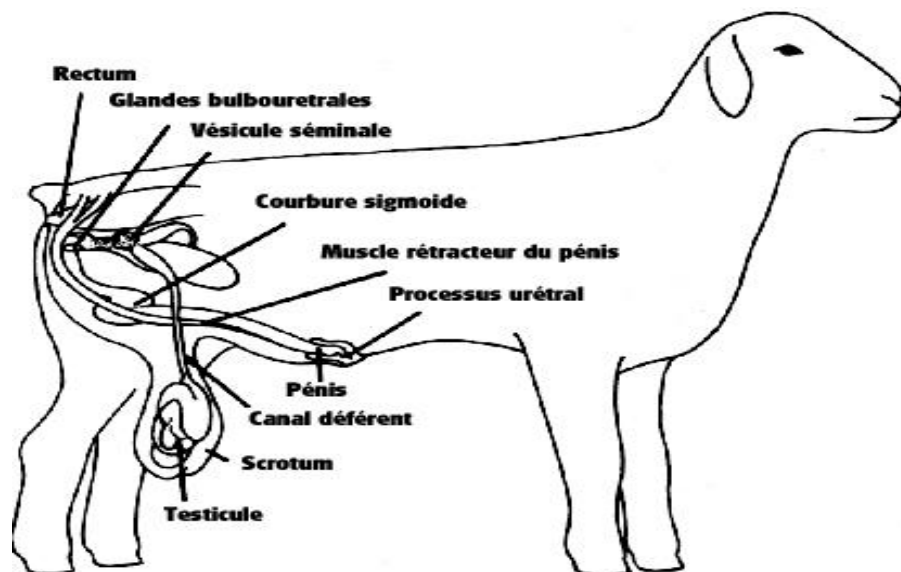


Figure 3: L'appareil reproducteur du bélier (Tom, 1990).

### I.2.2/ Les testicules

Le poids des testicules dépend de l'âge et de l'espèce, mais aussi parfois de la saison (bélier). Ils descendent dans les bourses chez tous les jeunes mammifères. Cette localisation permet le déroulement normal de la spermatogenèse en maintenant une température des testicules 4 à 7° en-dessous de celle du corps.

Ainsi, les hautes températures (étés chauds, bains chauds) peuvent provoquer une stérilité temporaire. La figure 4 illustre la coupe transversale du testicule.

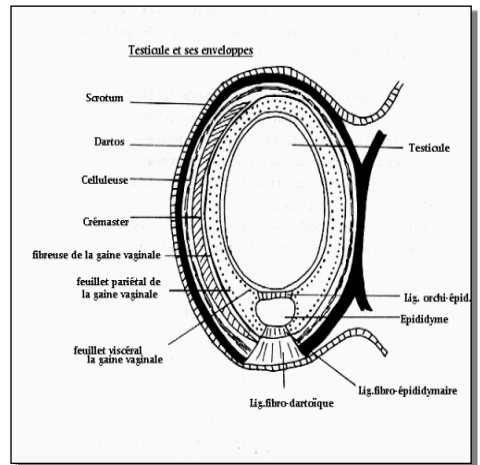
-Le **scrotum** représente l'enveloppe cutanée, unique, commune aux deux testicules ; la peau du scrotum est mince, glabre, adhérente au dartos. Toutefois, le scrotum du bélier est souvent couvert de laine.

-Le dartos, est une enveloppe, propre à chaque testicule, formée d'un mélange de fibres élastiques, de fibres conjonctives et de fibres musculaires lisses.

- le fascia spermatic, tissu conjonctif lâche responsable de la mobilité des testicules dans le sac scrotal (rotations en général limitées à moins de 180°), il est lui-même séparé en 2 couches par le crémaster (fascia spermatic externe et interne),

- la tunique vaginale, repli membraneux du péritoine abdominal passé par le canal inguinal lors de la migration testiculaire.

Chez la plupart des mammifères comme chez l'homme, les testicules sont suspendus dans le scrotum (espèces exorchides, figure 4) à l'extrémité du cordon spermatique. Le développement du scrotum n'est pas universel chez les mammifères. Un tiers des animaux



**Figure 4:** Coupe transversale du testicule. (Derivaux et Ectors, 2004).

maintiennent leurs testicules en position intraabdominale dont l'éléphant, le rhinocéros. Les oiseaux n'ont pas de scrotum. Ainsi, la nécessité d'une température testiculaire inférieure à la température corporelle n'est pas universelle et représente une adaptation évolutive de certains mammifères. Chez ces espèces, la spermatogenèse exige une température testiculaire inférieure à la température corporelle (stérilité du cryptorchide). Il existe 5 dispositifs anatomiques qui permettent de réduire la température testiculaire 1) le muscle dartos 2) et le muscle crémaster qui en se relâchant quand la température ambiante augmente éloignent les testicules du corps qui est une source de chaleur, 3) le système d'échange de chaleur à contre courant. Le sang chaud de l'artère testiculaire est refroidi par des échanges à contre-courant au niveau du plexus pampiniforme formé par les veines testiculaires 4) l'absence de tissu adipeux, et 5) des glandes sudoripares abondantes qui contribuent aux pertes de chaleur par évaporation d'eau.

#### **A/ La migration testiculaire**

La descente ou migration testiculaire se traduit chez le mâle par un déplacement, depuis la région sous-lombaire jusqu'à la région inguinale, de la gonade. Ce phénomène, tardif chez les équidés, commence dans le dernier tiers de la gestation et ne s'achève complètement que dans l'année de naissance. Le testicule du poulain nouveau-né a déjà franchi l'espace inguinal.

La cryptorchidie (ou ectopie testiculaire) qui est une anomalie de la descente testiculaire est très fréquente dans cette espèce. Chez 78% des fœtus, le testicule droit est descendu avant le gauche.

#### **B/ Les tubes séminifères**

Les tubes séminifères forment des anses qui s'ouvrent à leurs deux extrémités dans des tubes droits. Les tubes séminifères assurent la spermatogenèse, assimilable à une véritable fonction exocrine car la production d'un grand nombre de spermatozoïdes est généralement continue. A l'intérieur des tubes séminifères, les cellules de la lignée germinales sont associées aux cellules de Sertoli avec lesquelles elles constituent l'épithélium séminal. Les espaces compris entre les tubes

séminifères sont occupés par du tissu conjonctif au sein duquel sont répartis de petits amas de cellules interstitielles ou cellules de Leydig.

### **C/ Les cellules de Sertoli**

Sont de grandes cellules pyramidales qui établissent des jonctions avec les cellules adjacentes et avec les cellules germinales. Les cellules de Sertoli ont des potentialités multiples: rôle protecteur contre les réactions immunitaires secondaires à la présence de cellules germinales portant des molécules antigéniques, contrôle de la maturation et de la migration des cellules germinales, phagocytose des cellules germinales dégénérantes, synthèses stéroïdienne et protéiques (protéines spécifiques: inhibine, ABP: androgène binding protein).

### **D/ Les cellules de Leydig**

Sont des cellules polygonales soit isolées, soit groupées en amas autour des capillaires sanguins. Elles synthétisent et libèrent des androgènes à partir du cholestérol apporté sous la forme de lipoprotéines et même à partir d'acétate. 95% de la testostérone sanguine provient du testicule.

**Tableau 2:** Poids moyenne des testicules en gramme chez quelques espèces. (Derivaux et Ectors., 2004).

<b>Animal</b>	<b>Poids (grammes)</b>
Taureau	600-700
Bélier	120-180

### **E/ L'épididyme**

L'épididyme est long de 40 mètre chez le taureau, 80 mètre chez l'étalon et 60 mètre chez le bélier. Il est divisé en 3 parties: la tête, le corps et la queue (réservoir des spermatozoïdes).

a) la **tête** (*caput epididymis*) renflée, très adhérente au testicule, qui reçoit les canaux efférents, série de tubules (de 4 à 20 selon les espèces) arrivant du *rete testis*.

b) le **corps** (*corpus epididymis*) aplati

c) la **queue** (*cauda epididymis*) est en continuité avec le canal déférent. Les deux canaux déférents se connectent à l'urètre et cela en union avec le canal issu d'une vésicule séminale.

### **F/ Le canal déférent**

Il fait suite à la queue de l'épididyme, monte dans la gaine vaginale soutenu par le méso-déférentiel, pénètre dans la cavité abdominale par l'orifice de cette gaine, s'infléchit en dedans et en arrière vers l'entrée du bassin, se place au-dessus de la vessie, chez certaines espèces (cheval-taureau-lapin).

### **G/ L'urètre**

Le canal uro-génital est un conduit impair servant à l'émission de l'urine et du sperme qui s'étend de la vessie à l'extrémité du pénis.

#### **I.2.3/ Glandes annexes**

a) Les vésicules séminales

Les vésicules séminales sont 2 longues glandes allongées, de structure tubulo-alvéolaire, s'étendant dorsalement, le long du col de la vessie et dorso-latéralement aux ampoules différentielles.

Leur partie caudale est unie à la terminaison du canal déférent et à la prostate par un tissu conjonctif abondant qui les rend parfois moins accessibles par palpation transrectale.).

b) La prostate

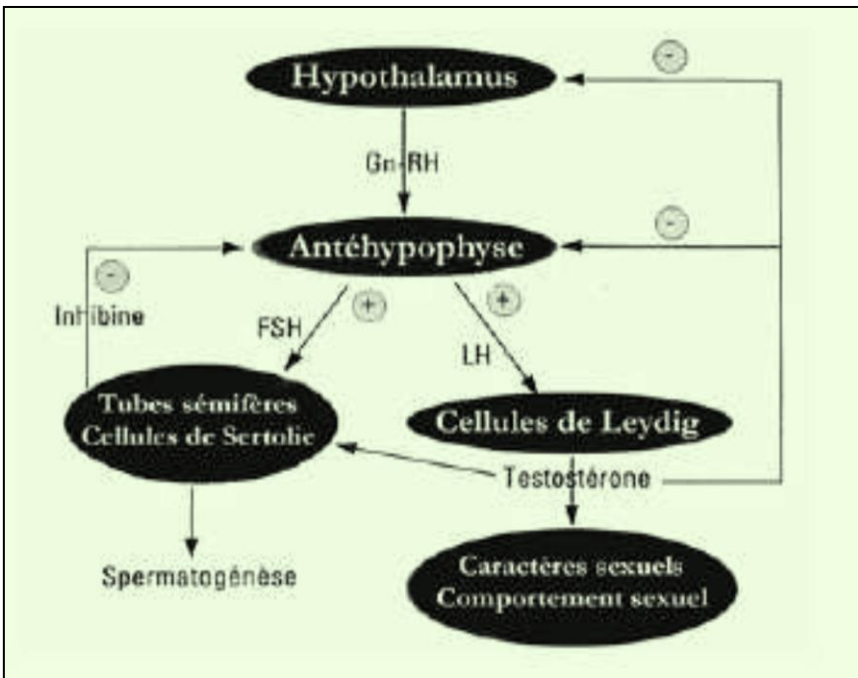
Cette glande existe chez tous les mammifères.

La prostate est un organe impair, ferme, nodulaire, de structure tubulo-alvéolaire et formée de 2 lobes reliés par un isthme de 2-3 cm de long. Chaque lobe (3-5 cm de large sur 6-10 cm de long). La prostate couvre la partie terminale des vésicules séminales et des canaux déférents et l'origine de l'urètre.

Les glandes bulbo urétrales ont également une structure tubulo-alvéolaire. Ce sont 2 glandes globuleuses, longues de 4-6 cm et large de 2-3 cm. Elles sont de consistance ferme et de texture plus dense que la prostate

### I.3/ Physiologie de la reproduction chez le mâle

La deuxième fonction testiculaire est la production de testostérone qui dépend des hormones gonadotropes hypophysaires (LH et FSH) produites par la glande hypophysaire en réponse à la libération de GnRH hypothalamique (Figure 5).



**Figure 5:** Régulation hormonale de la production des spermatozoïdes (Castonguay, 2000).

Les testicules des mammifères adultes ont deux fonctions: la production de spermatozoïdes et la production de testostérone qui dépendent des hormones gonadotropes hypophysaires (LH et FSH) produites par la glande hypophysaire en réponse à la libération de GnRH hypothalamique.

La testostérone est produite par les cellules de Leydig en réponse à LH. Il a été clairement démontré que la testostérone joue un rôle essentiel dans l'initiation de la spermatogenèse au moment de la puberté et dans le maintien de la spermatogenèse chez l'adulte. Si le rôle de FSH dans l'initiation de la spermatogenèse est admis, son implication dans le maintien de la spermatogenèse chez l'adulte est sujet à débat.

Les mécanismes d'action de la testostérone et de FSH sont peu connus. Les récepteurs à la testostérone et à FSH sont localisés au niveau des cellules de Sertoli, ce qui indique que les effets de ces hormones sont médiés par les cellules de Sertoli.

Les concentrations testiculaires en testostérone sont très élevées. La diminution expérimentale de la production de testostérone chez le rat induit une augmentation de l'apoptose des cellules germinales, ce qui suggère le rôle de facteur de la survie cellulaire de la testostérone. La FSH jouerait également un rôle anti-apoptotique.

Les approches expérimentales développées pour étudier le contrôle endocrinien de la spermatogenèse reposent sur des expériences d'hypophysectomie. L'inconvénient de cette approche est la suppression concomitante des sécrétions de FSH, LH et de testostérone et l'impossibilité d'isoler l'effet d'une hormone. Les méthodes d'immunisation contre le GnRH ou FSH ont également été développées. Ainsi, l'immunisation contre le GnRH induit une altération réversible de la spermatogenèse restaurée par l'administration de testostérone.

La testostérone et l'oestradiol inhibent la sécrétion de LH en exerçant un rétrocontrôle négatif au niveau de l'hypothalamus et de l'hypophyse et affectent peu la sécrétion de FSH. L'administration de testostérone représente ainsi un moyen de supprimer la sécrétion endogène de testostérone et la sécrétion de LH pour étudier l'effet de la testostérone en présence de FSH.

La testostérone est concentrée dans le liquide interstitiel qui baigne les cellules de Leydig et dans le liquide des tubes séminifères. Les concentrations testiculaires de testostérone sont très supérieures à

celles du sérum. Le maintien de ces concentrations pourrait être lié à la sécrétion d'une ABP (Androgen Binding Protein) par les cellules de Sertoli. Une étude expérimentale chez le rat dont la sécrétion endogène de testostérone était supprimée par l'administration de testostérone à différentes doses a montré que la production de spermatozoïdes augmentait avec la concentration testiculaire de testostérone et atteignait un plateau pour une valeur seuil de cette concentration.

#### **I.4/ Anatomie des appareils génitaux des femelles d'élevage**

##### **I.4.1/ Généralités**

Tout examen clinique comprend différents temps, l'inspection et la palpation. Pour chaque organe, à l'inspection, on examinera des modifications de couleur (muqueuses), de forme, de volume, de position. A la palpation, on notera les modifications de volume, de forme, de position, de mobilité, de consistance, de contractilité et éventuellement des zones de chaleurs. L'appareil génital (l'oviducte, l'utérus et une partie du vagin) a pour origine embryologique les canaux de Müller. Au cours du développement de l'appareil génital femelle, le canal de Wolf dégénère en raison de l'absence d'androgènes

##### **I.4.2/ Les ovaires**

La forme, la dimension, la situation des organes varient suivant les espèces, suivant l'âge de la femelle, suivant le moment du cycle, suivant que l'animal est ou n'est pas en état de gestation.

Chez la vache, les ovaires sont situés plus bas par rapport à la région lombaire et plus rapprochés de l'entrée de la cavité pelvienne que chez la jument. Il a la forme d'un haricot. Chez la vache, les ovaires sont petits, ovoïdes, en forme de haricot, de taille variable (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 de l'organe, tels que les follicules à divers degrés de développement et les corps jaunes.

La coupe de l'ovaire permet de distinguer une zone vasculaire centrale (medulla) et une zone parenchymateuse périphérique épaisse (cortex) qui contient les organites ovariens (follicules et formations dérivées)

Chez la jument ils sont situés en avant du détroit antérieur du bassin un peu en arrière des reins. Il est globuleux, mamelonné la grosseur d'un œuf de poule à un œuf de dinde et possède une forme caractéristique de rein due à la présence de la **fosse ovulatoire** sur son bord libre.

### **I.4.3/ L'oviducte**

Encore appelé trompe utérine ou salpinx ou trompe de Fallope, il constitue la partie initiale des voies génitales femelles. Le pavillon, l'ampoule et l'isthme constituent des régions de l'oviducte morphologiquement et histologiquement identifiables. Malgré des différences marquées entre les espèces, ces trois régions conservent des caractéristiques identiques chez toutes les espèces. La jonction isthme-ampoule (JIA) ne présente aucun caractère particulier, on lui attribue un rôle de barrière dans la descente des œufs.

Les trompes utérines sont deux conduits tubulaires sinueux (20 à 30 cm de long) qui relient les ovaires au sommet de la corne utérine. Ils sont fixés par un mésosalpinx ample et mobile. La jonction utéro-tubaire (JUT) présente une anatomie qui varie en fonction des espèces selon la position d'entrée de la trompe dans l'utérus.

La muqueuse tubaire est constituée d'un épithélium cylindrique simple reposant sur un chorion conjonctif richement vascularisé. Elle forme des replis de hauteur et de complexité variables selon les segments et les espèces. Ainsi, ces replis hauts et complexes dans le pavillon et l'ampoule, se raccourcissent et se simplifient dans l'isthme. Tout au long des oviductes, une couche musculaire circulaire entourant la muqueuse, s'épaissit de la jonction isthme-ampoule à la jonction utéro-tubaire. Elle est doublée d'une couche externe constituée de bandelettes longitudinales. Il reçoit l'ovocyte, s'y déroule la fécondation et les premiers stades (J1 à J4 de gestation) du développement de l'embryon.

Les oviductes assurent un triple rôle: captation de l'ovule au moment de l'ovulation, transport de l'ovule vers l'utérus et capacitation des spermatozoïdes pour être aptes à fertiliser, il est relativement long et large chez la vache. Le tableau 3 expose la longueur de l'oviducte en cm chez les mammifères domestiques.

**Tableau 3:** La longueur de l'oviducte en cm chez les mammifères domestiques. (Derivaux et Ectors., 2004).

<b>Femelle</b>	<b>Taille de l'oviducte (cm)</b>
Jument	20-30
Vache	20-25
Brebis	10-23

#### **I.4.4/ L'utérus**

L'utérus, appelé communément "matrice" est moins volumineux, moins projeté dans la cavité abdominale que chez la jument par l'extrémité antérieure des cornes, la projection de sa masse en avant de la cavité pelvienne ne dépasse pas le plan tangent aux angles externes de l'ilium des 4<sup>ème</sup> 5<sup>ème</sup> vertèbres lombaires..

Organe creux, il se compose de deux cornes, d'un corps et d'un col. Il est de type bipartitus chez les ruminants les deux cornes étant unifiées caudalement sur une petite portion ou corps utérin. Isolé, l'utérus pèse en moyenne 400 grammes (200 à 550 grammes) et représente 1/1500ème du poids vif de l'animal. La paroi de l'utérus se compose de trois tuniques une séreuse ou périmètre, une musculuse ou myomètre et une muqueuse ou endomètre.

L'utérus gravide refoule le rumen à gauche et finit par occuper la totalité du flanc droit ; l'utérus est maintenu grâce aux ligaments larges.

Le caractère essentiel de sa conformation intérieure est la présence de cotylédons sur la paroi. Ce sont des tubercules, l'utérus est rosé ou grisâtre.

L'utérus est principalement irrigué par (1) l'artère utérine qui prend naissance au début de l'artère iliaque interne et (2) par un rameau utérin de l'artère vaginale, dérivée comme l'artère honteuse interne plus postérieure de l'artère iliaque interne.

L'endomètre est gris rougeâtre et présente le plus souvent quatre rangées longitudinales de caroncules, plus saillantes si la femelle a été gestante, dépourvues de glandes, arrondies ou ovalaires légèrement déprimées en leur centre chez les vaches, dont le volume augmente de manière considérable pendant la gestation pour former avec le cotylédon foetal un placentome.

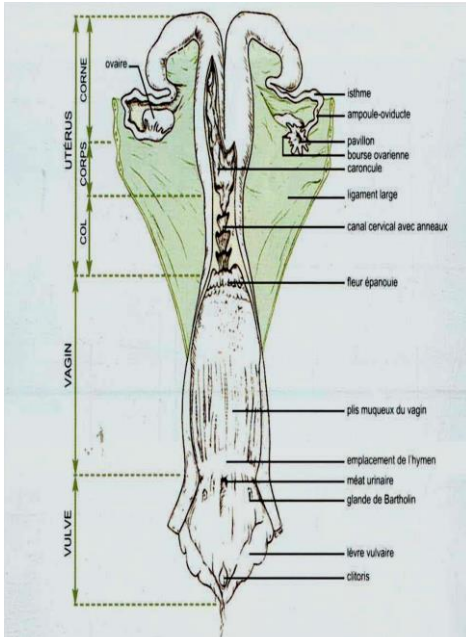
Les cornes utérines d'une longueur de 35 à 45 cm, se rétrécissent progressivement en direction des oviductes auxquelles elles se raccordent sous la forme d'une inflexion en S. Elles ont en effet un diamètre de 3 à 4 cm à leurs bases et de 5 à 6 mm à leurs extrémités. Incurvées en spirale, leurs apex sont très divergents et situés latéralement à peu près dans l'axe de la spirale. Cette disposition positionne les ovaires à hauteur du col de l'utérus. Leur bord mésométrial (petite courbure) est concave et situé ventralement chez les ruminants.

Le col utérin ou cervix est peu discernable en surface sur une pièce anatomique. Il est beaucoup plus long (10 cm) que le corps utérin. Il présente la particularité chez la vache d'être fibreux et de comporter une structure interne dite en fleurs épanouies qui en rend la cathétérisation (passage au moyen d'une sonde ou d'un pistolet d'insémination) difficile.

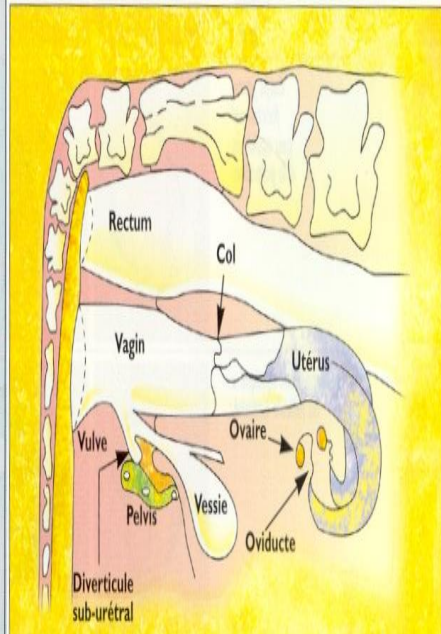
Le col est dur et rigide, mais cette rigidité s'atténue à la fin de la gestation juste à l'approche de la mise-bas. Le canal cervical étroit et long, il n'est pas rectiligne mais plus ou moins sinueux. Son ouverture dans le vagin est en générale fermée par du mucus au cours de la gestation. La tunique externe du col, composée de plusieurs couches renferme des fibres musculaires lisses dont les faisceaux sont emballée dans du collagène.

Au cours du coït, une quantité variable de sperme est déposé soit dans le vagin (Femme, vache, brebis, lapine, carnivores) soit dans l'utérus (jument, truie, ratte, souris).

L'appareil reproducteur sur place et de l'utérus non gravide de la vache sont exposés dans les figures 6 et 7.



**Figure 6:** L'appareil reproducteur de la vache sur place. (INRAP, 1989).



**Figure 7:** L'appareil génital d'une vache non gravide. (INRAP, 1989).

Chez la jument la muqueuse utérine possède une coloration jaunâtre légèrement rosée et sa surface est plus ou moins plissée et couverte d'une légère couche de mucus.

#### I.4.5/ La vulve et le vagin

La cavité vulvaire constitue le vestibule commun aux voies génitales et urinaires. Elle est moins vaste chez la vache que chez la jument. Elle est assez bien délimitée de la cavité vaginale au niveau du plancher du vagin par un repli muqueux transversal qui représente la trace de l'hymen.

Les deux lèvres se raccordent sur deux commissures, l'une dorsale séparée de l'anus par ce que l'on appelait avant le « périnée gynécologique » et l'autre ventrale plus épaisse et saillante située ventralement par rapport au bord postérieur de l'arcade ischiatique ou « mont de Vénus ». C'est au niveau de cette commissure ventrale que se trouve situé sous un repli de la muqueuse le clitoris et son muscle rétracteur. Chaque lèvre de la vulve comporte une partie cutanée externe, une partie muqueuse interne et un muscle constricteur responsable de la coaptation parfaite des lèvres vulvaires.

L'irrigation de la vulve est assurée par des branches de l'artère honteuse externe. Son innervation provient principalement des nerfs honteux.

La sécrétions des glandes de Bartholin auraient pour rôle de lubrifier les voies génitales externes et de par leurs composants attireraient les partenaires sexuels. Cette glande est absente chez la jument, la chèvre et la truie. Elle est inconstante chez la brebis. Ce système se trouve complété par des glandes vestibulaires mineures. L'irrigation du vestibule est assurée par les artères vaginale et honteuse interne. Son innervation provient du nerf honteux et du plexus pelvien.

Le méat urinaire situé à 10 ou 12 cm de la commissure inférieure de la vulve est étroit et prolongé en gouttière. Le clitoris est situé juste après la commissure inférieure de la vulve.

le vagin s'étend du col de l'utérus à la vulve ou sinus uro-génital. Il représente, avec la vulve, l'organe copulateur de la femelle et livre passage au fœtus au moment de la mise-bas, d'une longueur moyenne de 30 cm et d'une largeur qui ne dépasse pas 5 à 6 cm chez la vache, prolongeant vers l'avant le vestibule du vagin, s'insérant crânialement autour du col utérin ménageant ainsi autour du col un cul de sac circulaire plus ou moins profond selon les individus appelé le fornix du vagin ( fort développé chez la jument).

### **I.4.6/ Vaisseaux sanguins et nerfs**

Les organes génitaux sont abondamment irrigués, le développement des vaisseaux atteignant son maximum pendant la gestation. Trois artères nous intéressent particulièrement:

Artère utérine: elle prend naissance sur la partie initiale de l'artère iliaque externe et s'engage aussitôt dans le ligament large.

Artères utéro-ovariennes: elles prennent naissance près de la petite mésentérique et se partagent en deux branches ; une ovarienne et une utérine.

Artères vaginales: elles sont issues de l'iliaque interne dont elles ont le rameau le plus important. Elles se dirigent d'avant en arrière sur les faces latérales du vagin. Elles sont flexueuses, de la grosseur d'un crayon, dur et roulant sous le doigt.

Les nerfs: Le plexus lombo-sacré s'étale sur le bassin et dans la cavité pelvienne de façon très superficielle, il est donc très vulnérable au cours de l'accouchement, pouvant être contusionné entre les parties dures du fœtus et la charpente osseuse du bassin. Les nerfs les plus importants sont:

- Le nerf obturateur venu des dernières paires lombaires.
- Le nerf sciatique fourni par les 2 premières paires sacrées et l'anastomose des branches lombaires.

### **NB: le trou ovalaire**

Le trou ovalaire a une grande importance en obstétrique, parce qu'il donne passage à une artère, une veine et un nerf qui contourne un de ses bord sans aucune protection. La contusion de ses différentes productions provoque des accidents (hémorragie, paralysie...etc.).

## **I.5/ Physiologie ducycle oestral des femelles d'élevage**

### **I.5.1/ L'hypothalamus**

Des centres régulateurs importants dans les fonctions endocriniennes siègent dans l'hypothalamus et sont en étroite corrélation fonctionnelle avec l'hypophyse et le système nerveux végétatif.

L'élaboration et l'excrétion des hormones sont soumises à un contrôle précis d'origine hormonale et nerveuse qui répond à toutes les modifications du milieu intérieur par des contre-réactions bien définies (Feed-back). Le fonctionnement de l'hypophyse est dépendant du système nerveux avec lequel elle est anatomiquement reliée par la tige pituitaire à l'hypothalamus.

L'hypothalamus élabore des substances à activité hormonale jouissant de la propriété de stimuler ou d'inhiber la sécrétion des hormones hypophysaires. Ces substances portent le nom de « Releasing-factor » ou « releasing-hormone ». Parmi certaines substances à action stimulante il faut retenir le GnRH (Gonado-tropin RH).

### **I.5.2/ L'hypophyse**

Le lobe antérieur de l'hypophyse agit sur l'ovaire par l'intermédiaire des hormones gonadotropes à savoir l'hormone de stimulation folliculaire FSH, l'hormone lutéinisante LH et l'hormone lutéinotrophique ou prolactine.

Des substances ont activité gonadotropique similaire au FSH et LH se trouvent en grandes quantités chez certaines espèces au cours de la gestation. Elles sont qualifiées de gonadotropines extra-pituitaire et elles sont plus largement utilisées que le FSH et le LH naturelles parce que douées des mêmes propriétés biologiques mais d'un coût beaucoup moins élevé.

**\*Le PMSG** (prégnant mare sérum), trouve son origine au niveau de l'endomètre de l'utérus de jument gravide. Le PMSG provient du trophoblaste fœtal qui envahit les cupules endométriales vers le 36<sup>ème</sup> jour de gestation, l'activité sécrétoire maximum se situe entre le 55<sup>ème</sup> et 75<sup>ème</sup> jour de la gestation et diminue pour disparaître entre le 120<sup>ème</sup> à 150<sup>ème</sup> jour. En raison de ses propriétés foliculo-stimulantes le PMSG est la principale hormone employée pour provoquer la superovulation.

**\*Le hCG** (human chorionic gonadotrophin) est également retrouvée dans l'urine de femme enceinte et certains primates dans les

premiers temps de la grossesse. Chimiquement différente de la LH ; elle possède une activité biologique identique, elle est élaboré par le trophoblaste et apparait dans l'urine au cours des premières semaines de la conception ; et le pic atteint vers le 50<sup>ème</sup> jour de la grossesse.

**\*La prolactine:** est une hormone qui assure le maintien fonctionnel du corps jaune dans certaines espèces de laboratoire. Son intervention dans le cycle œstral chez les grandes espèces n'est pas établie.

**\*L'ocytocine:** le lobe postérieur de l'hypophyse élabore, la synthèse d'ocytocine en fin de phase lutéale joue un rôle dans la lutéolyse, stimule la contraction de l'utérus et favorise le transport des spermatozoïdes au moment de l'accouplement. Elle possède par ailleurs un effet de stimulation sur l'excrétion lactée par action directe sur les cellules myoépithéliales de la glande mammaire.

### **I.5.3/ Les hormones gonadiques**

**a) Les œstrogènes:** l'œstradiol est considéré comme la véritable folliculine d'origine ovarienne . Les œstrogènes sont élaborés en quantités importantes par d'autres organes: la surrénale et le placenta principalement chez la jument à partir du 4<sup>ème</sup> mois de gestation.

**b) La progestérone (P4):** elle provient essentiellement des cellules du corps jaune ; elle est également synthétisée dans la cortico-surrénale et dans le placenta de certaines espèces (femme, jument).

**c) La lutéolysine:** la régression du corps jaune à la fin du cycle dépend de l'action d'un facteur lutéolytique ou lutéolysine (existe chez la brebis, vache, jument) analogue à la PGF2alpha. La transformation du corps jaune périodique en corps jaune gestatif lors de la fécondation relève sans doute de la modification de la muqueuse utérine et de son activité sous l'influence d'une sécrétion embryonnaire au départ et placentaire par la suite. Ce mécanisme lutéolytique ne se trouve pas dans l'espèce humaine, ni chez certains animaux de laboratoire, ni non plus chez la chienne. Chez cette dernière, le corps jaune en cas de non gestation continue de fonctionner pendant 60 à 80 jours.

### **I.5.4/ Les propriétés biologiques**

#### **a) Les hormones gonadotropes**

L'hormone de maturation folliculaire (FSH) active la division des cellules folliculeuses et la croissance de l'épithélium germinatif. En association avec la LH elle favorise la production d'œstrogènes. L'hormone LH conditionne la maturation folliculaire, stimule l'ovulation et induit la formation du corps jaune.

#### **b) Les hormones stéroïdes**

\*œstrogènes: ils conditionnent l'instinct sexuel et les manifestations œstrales. Il provoque l'œdème, l'hyperhémie et la croissance cellulaire au niveau des divers segments de l'appareil génital femelle. Ils interviennent dans le métabolisme phosphocalcique et la croissance osseuse. Ils stimulent la croissance et le développement du système canaliculaire mammaire. Ils interviennent par le mécanisme du « Feed back » sur la régulation du système hypothalamo-hypophysaire.

\*Progesterone: elle représente le facteur indispensable à l'établissement de la gravidité. Elle stimule l'activité de l'endomètre, diminue la tonicité du myomètre et sa sensibilité à l'ocytocine, inhibe de nouvelles maturations ovariennes en bloquant la fonction hypothalamo-hypophysaire et elle stimule le développement complet de la glande mammaire.

### **I.5.5/ La relation hypothalamo-hypophysaire-ovarienne**

Sous l'action GnRH l'hypophyse élabore et libère le FSH lequel provoque la croissance, la maturation et la sécrétion des œstrogènes ; ceux-ci par effet rétroactif au niveau hypothalamo-hypophysaire freinent la sécrétion des hormones qui ont induit leur sécrétion en même temps qu'est libéré le LH-RF responsable de la phase finale de maturation folliculaire et l'ovulation.

Celle-ci est suivie de la formation du corps jaune qui élabore la progesterone responsable du silence œstral et du blocage hypophysaire. C'est de la régression du corps jaune que dépend

l'installation du nouveau cycle. La figure 4 montre le contrôle endocrinien du cycle œstral.

L'axe hypothalamo-hypophysaire est soumis à l'action constante de deux ordres de facteurs, stimuli extérieurs (Température, nourriture, facteurs psychiques, phéromones...etc.) et stimuli intérieurs d'ordre hormonal. En association avec ces deux facteurs la chute du taux plasmatique de progestérone entraîne une brusque élévation des œstrogènes qui paraissent être les agents déterminants de la libération du GnRF qui provoque simultanément la décharge de FSH et LH.

La chute du taux progestéronique sous l'action de lutéolysine enclenche un nouveau cycle (figure 8).

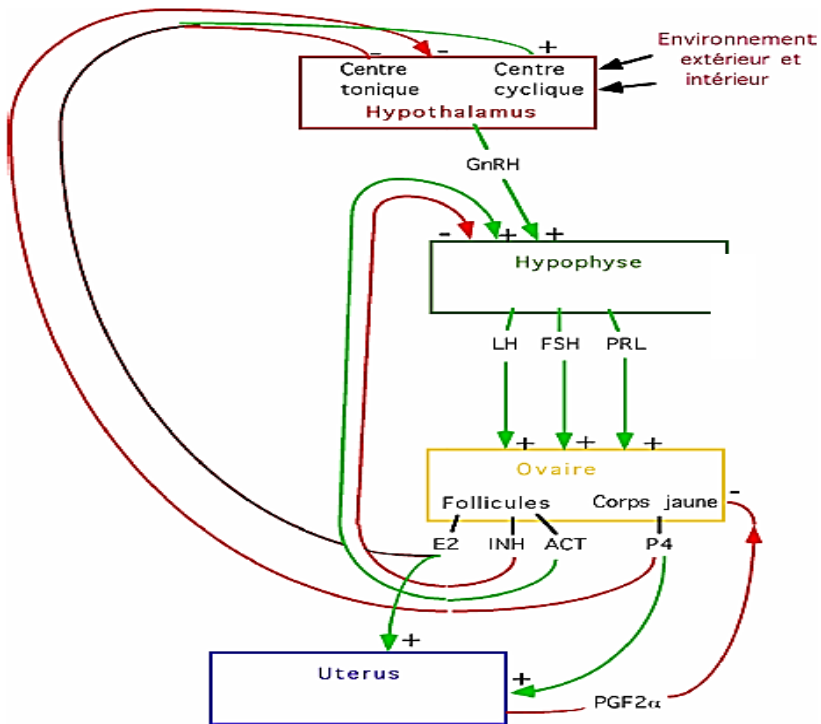


Figure 8: Le contrôle endocrinien du cycle œstral (Hanzen, 2010).

**NB:** Les phéromones sont des substances chimiques (métabolites des œstrogènes) sécrétés par des glandes (anales, sudoripares,...etc.).

Ces phéromones entraînent des stimuli sensoriels (vocalisation, toucher, odorat...etc.) qui provoquent une réponse ou un appel chez un congénère.

### **I.5.6/ La folliculogénèse**

La folliculogénèse est la succession des différentes étapes du développement du follicule, depuis le moment où il sort de la réserve constituée lors de l'ovogenèse jusqu'à l'ovulation ou cas le plus fréquent, jusqu'à l'atrésie.

La croissance folliculaire se déroule en deux étapes: une phase non gonado-dépendante et une phase gonado-dépendante pendant laquelle la croissance folliculaire est soumise à l'influence des gonadotropines (LH et FSH). La première phase consiste en un développement folliculaire alors que la deuxième est de type cyclique.

#### **1.5.6.1/ Phase non gonado-dépendante**

Elle s'étend du développement d'un follicule primordial en un follicule tertiaire recruté pour être intégré à une vague folliculaire. Cette phase dure plus de 6 mois.

Pendant cette période, les cellules de la thèque interne acquièrent des récepteurs à LH et celles de la granulosa acquièrent des récepteurs à FSH. Cette phase ne dépend pas des concentrations en LH et FSH, mais d'autres facteurs interviennent, notamment des facteurs nutritionnels, comme l'IGF-1 et l'insuline.

#### **1.5.6.2/ Phase gonado-dépendante**

Le développement folliculaire apparaît sous la forme de croissances et de régressions successives de plusieurs follicules: c'est la notion de vagues folliculaires (tableau 4).

**Tableau 4:** Le nombre de follicules et des vagues folliculaires/cycle œstral chez les mammifères domestiques (Gayraud, 2007).

<b>Espèce</b>	<b>Nombre folliculaire</b>	<b>Nombre de vagues Follicule/cycle</b>	<b>Diamètre follicules Préovulatoire (mm)</b>
Vache	3-10>5 mm	2 ou 3	10-20
Brebis	3-6>2mm	2-4	5-8

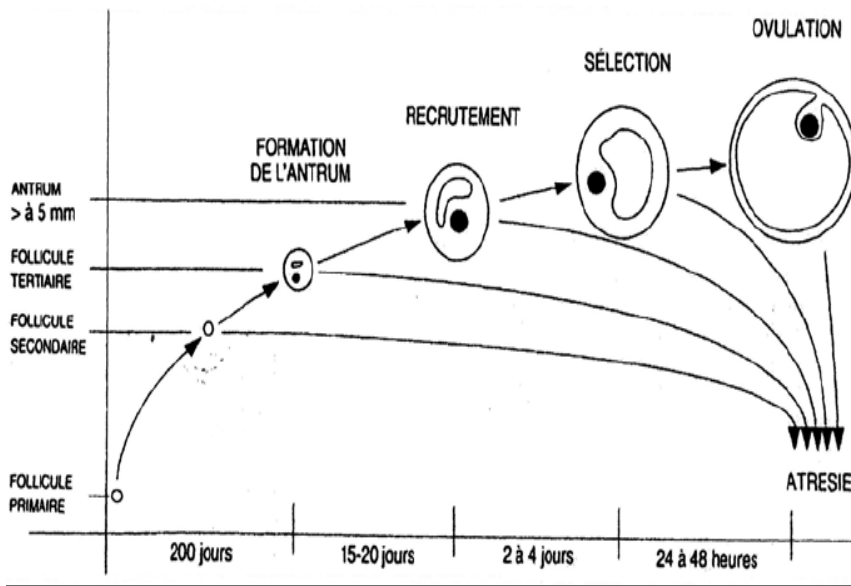
Le nombre de vagues folliculaires entraîne des variations de la durée et des caractéristiques du cycle (Tableau 4). Les cycles à deux vagues sont plus fréquemment observés, puisqu'ils concernent environ 80 % des génisses et 50 à 70 % des vaches. L'émergence des vagues est en moyenne observée à J1 et J9-10 pour les cycles à deux vagues contre J1, J8-9 et J16 pour les cycles à 3 vagues. Toutefois, d'importantes variations individuelles sont observées entre les vaches.

Les juments sont exceptionnelles de par leur capacité à avoir une croissance folliculaire considérable durant l'œstrus: le développement folliculaire s'effectue continuellement au cours du cycle œstral et le développement de follicules antraux (diamètre supérieur à 30 mm) peut même arriver au cours de la phase lutéale.

La majorité des follicules qui se développent au cours de la phase lutéale régressent avant la fin de celle-ci. Occasionnellement, un follicule antral atteint la taille préovulatoire et ovule durant le dioestrus sans aucun signe de chaleur. Ces ovulations dioestralles sont pourtant reconnues comme étant des ovulations normalement fertiles.

La détermination du moment du cycle œstral au cours duquel le follicule ovulatoire est recruté fait l'objet d'un débat. Les follicules ont tendance à croître par vagues, à raison d'une ou deux vagues par cycle. Les phases qui se succèdent lors d'une vague sont:

- le recrutement
- la sélection
- la dominance
- l'atresie ou l'ovulation suit de la formation d'un corps jaune (Figures 9 et 10).



**Figure 9:** Schématisation de l'émergence du follicule ovulatoire. (Fiéni et al., 1995)

### A. Phase de recrutement

Elle est également appelée phase FSH-dépendante. Elle consiste en l'émergence tous les 7 à 9 jours d'une vague de follicules sous l'action de la FSH.

Les œstrogènes agissent en synergie avec la FSH en stimulant la croissance folliculaire et le développement de l'antrum. De plus, à partir d'un certain seuil, ils exercent un rétrocontrôle positif sur la sécrétion de GnRH. Associée à la FSH, l'augmentation de la fréquence des décharges de LH stimule la sécrétion d'inhibine et d'œstradiol par la granulosa, entraînant ainsi une diminution de sa propre sécrétion.

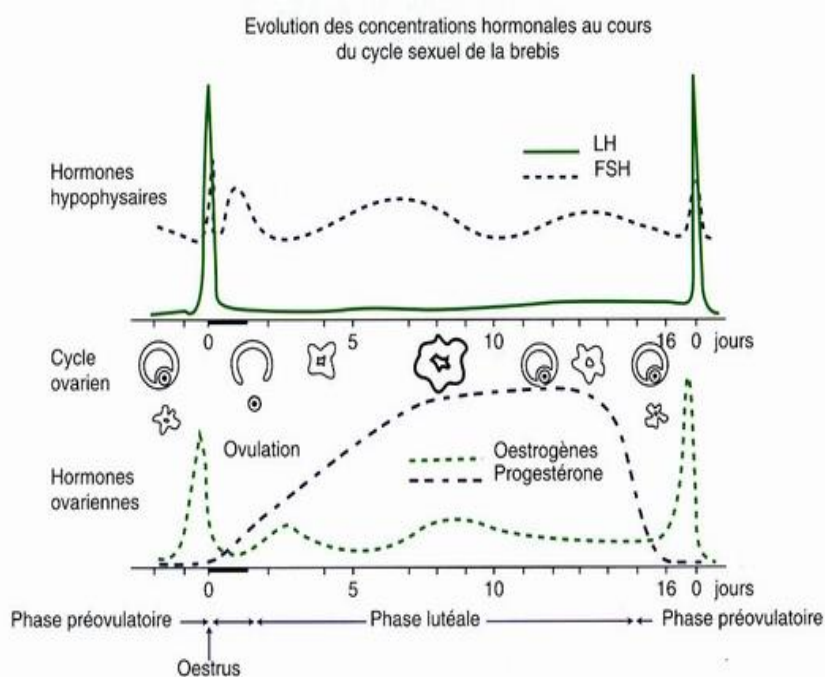
## B. Phase de sélection

La diminution de la sécrétion de FSH aboutit à la sélection du follicule dominant: celui-ci possède désormais suffisamment de récepteurs à LH pour se développer lorsque le taux de FSH diminue. Il continue alors à croître et à sécréter des grandes quantités d'œstrogènes.

En revanche, les autres follicules ne peuvent pas continuer leur croissance à cause du déficit de FSH et ils sont par conséquent voués à l'atrésie.

## C. Phase de dominance

Il s'agit de la phase LH-dépendante. En effet, le devenir du follicule dominant dépend de la fréquence des pics de LH.



**Figure 10:** Évolution des concentrations hormonales au cours du cycle œstral de la brebis. (Boukhlik, 2007).

### 1.5.7/ L'ovulation

L'ovulation, c'est-à-dire la libération de l'ovocyte, arrive approximativement vingt-quatre à quarante-huit heures avant la fin de la période de réceptivité sexuelle.

Le corps jaune est constitué de deux types de cellules lutéales: les grandes cellules, issues de la granulosa, et les petites cellules, issues de la thèque interne. Habituellement, cette structure atteint sa taille maximale dans les deux jours qui suivent l'ovulation. Sa consistance passe de souple et spongieuse à caoutchouteuse puis dure. Chez les Ruminants, ces deux types cellulaires sont bien identifiables lors de la formation du corps jaune puis se mêlent pour former un tissu plus homogène.

Ces cellules sécrètent essentiellement de la progestérone, mais, en fin de phase lutéale, les grandes cellules lutéales synthétisent une grande quantité d'ocytocine, hormone impliquée dans la lutéolyse.

La figure 11, illustre les événements cellulaires, endocriniens et comportementaux du cycle œstral de la vache.

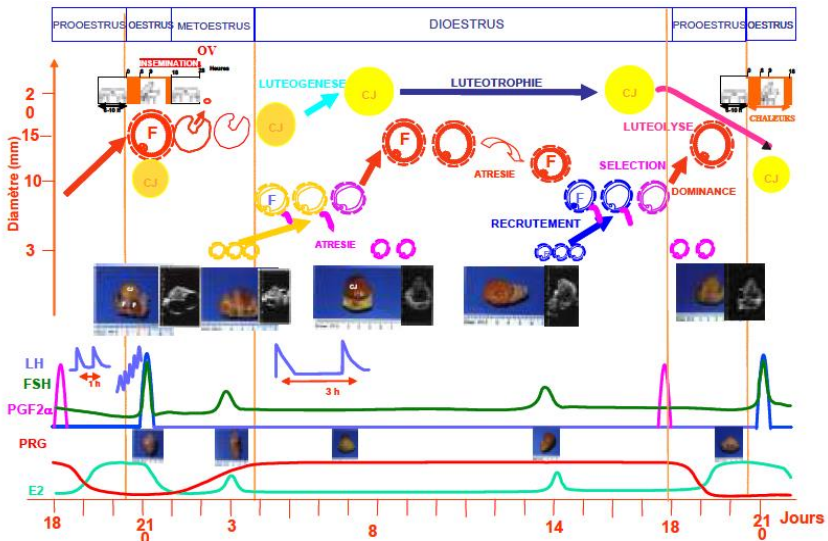


Figure 11: Evénements cellulaires, endocriniens et comportementaux du cycle œstral de la vache. (Gayrard., 2007).

L'évolution du corps jaune peut se découper en trois temps:

- Une période de croissance de 4 à 5 jours pendant laquelle il est insensible à la prostaglandine F<sub>2α</sub>;
- Une période de maintien d'activité de 8 à 10 jours;
- Enfin, s'il n'y a pas eu fécondation, une période de lutéolyse (environ à J17) d'abord brutale puis plus progressive en 24 à 48 heures.

### **I.5.8/ Le cycle œstral**

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. Plusieurs facteurs favorisant entre en jeu lors de puberté (sexe, race, alimentation, température, lumière ...etc.).

Après la puberté, commencent des modifications structurelles au niveau de l'appareil génital, se produisant toujours dans le même ordre et revenant à intervalle périodique suivant un rythme bien défini pour chaque espèce. Ces modifications sont connues sous le nom de cycle œstral ou sexuel.

Chez certaines espèces dites à cycle continue les cycles ne subissent aucune interruption et se succèdent tout le long de l'année.

Chez d'autres espèces le cycle apparaît pendant une certaine période de l'année: elles sont dites à cycle saisonnier (Jument, brebis, chèvre, carnivores). Dans tous les cycles sexuels on peut noter ces phases:

- a) La proœstrus: période de maturation folliculaire ou de préparation au rut.
- b) L'œstrus: chaleurs ou période d'acceptation du mâle.
- c) Le metœstrus: lié à la phase anabolique du corps jaune et caractérisé au niveau utérin par les modifications préparatoires à l'implantation embryonnaire.
- d) Le diœstrus: ou repos sexuel, quand il est prolongé on parle d'ancœstrus qui peut être physiologique pour les cycles saisonniers

(jument, brebis...etc.), soit pathologique (frigidité, troubles sexuels...etc.).

Chez certaines espèces l'ovulation peut être:

- Spontanée: elle se produit qu'il y est ou non un accouplement.
- Provoquée: en l'absence d'accouplement il n'y a pas d'ovulation. Le cycle est alors limité à la phase folliculaire (ex: chatte, lapine, chamelle...).

Le tableau 5 rapporte la durée moyenne des phases du cycle œstral chez différents espèces.

**Tableau 5:** Durée moyenne des phases du cycle œstral (Gayraud, 2007).

Espèces	Pro-œstrus (j)	œstrus	Metœstrus (j)	Dicœstrus (j)	Durée cycle (j)	Moment de l'ovulation/œstrus
Vache	2-3	12-18h	2	15	21	10-12h post-œstrus
Brebis	2-3	24-36 h	2	10-12	17	36-40h après début œstrus
Chèvre	3	24-40 h	16		20-21	30-36h après début œstrus
Truie	2	24-72 h	2	14	21	24-45h après début œstrus
Jument	2-5	6 (3-10)j	2	12-13	21	6ème-8ème j œstrus

### **I.5.9/ Les signes de l'œstrus**

\* Jument: la jument est placide et accepte le mâle. L'œstrus se caractérise par un pubis fléchi, un certain écartement des membres postérieurs, un état de gonflement, d'écartement et de contractions rythmiques des lèvres vulvaires découvrant le clitoris et s'accompagnant de petits jets d'urine. La vulve est congestionnée et tuméfiée. Les sécrétions vaginales sont abondantes

\*Brebis: les manifestations sexuelles sont habituellement discrètes et les chaleurs passent souvent inaperçues dans le troupeau privé de

bélier. Les lèvres vulvaires sont œdémateuses, le vagin congestionnée et couvert d'un exsudat séreux plus ou moins abondant. La présence des arborisations et feuilles de fougères au niveau de la glaire cervicale traduit un état oestrogénique.

\* vache: elle inquiète, agitée, l'appétit, la rumination et la sécrétion lactée sont diminuées. Les sécrétions vaginales sont abondantes ; elles s'écoulent entre les lèvres vulvaires souillant la commissure inférieure et les poils de la queue (figure 12). La vulve est congestionnée et tuméfiée.



**Figure 12:** Mucus présent à la vulve d'aspect "transparent" (Swissgenetics, 2020).

La vache beugle fréquemment, se déplace, suit les autres animaux du troupeau et cherche à les chevaucher (figure 13).



**Figure 13:** Acceptation du chevauchement (Opsomer et de Kruif, 2008).

La figure 14 montre un schéma récapitulatif de toutes les composantes de l'œstrus de la vache.



**Figure 14:** Schéma récapitulatif de toutes les interactions entre les composantes de l'œstrus de la vache (Leborgne et al., 2013).

### I.5.10/ Les modifications au niveau des organes génitaux

\*Jument: en période d'activité, le follicule mûr atteint 5 à 6cm, sa rupture est suivie de la formation du corps jaune après 4 à 5 jours et sa durée d'activité est de 15 à 16 jours. Ce corps jaune ne fait pas sailli à la surface de l'ovaire comme chez la vache. Le fouiller rectal permet

également de juger de la tonicité utérine. L'examen vaginal révèle l'état congestif de l'organe et le degré de sécrétion et de relâchement du col utérin. Ce relâchement va en s'intensifiant au fur et à mesure qu'approche le moment de l'ovulation.

\*Vache: au repos les ovaires sont allongés légèrement granuleux. A la maturation l'ovule présente une dimension de 1,5 à 2 cm voir 2,5 cm sous forme d'une surélévation molle et dépressible à la surface de l'ovaire. La muqueuse vaginale est hyperhémie, le col utérin tuméfié, relâché et laisse écouler une sérosité claire et abondante qui constitue la glaire cervicale au niveau de laquelle il est possible de mettre en évidence la présence d'arborisations en feuilles de fougères.

## **I.6/ Physiologie de la gestation et de la parturition**

### **I.6.1/ La fécondation**

La fécondation est la fusion du gamète mâle avec le gamète femelle. Cette fusion aboutit à la formation d'une cellule unique: le zygote (ou embryon de stade 1 cellule). La rencontre des deux gamètes s'opère à l'issue d'une insémination naturelle appelée aussi accouplement (ou coït) ou à l'issue d'une insémination artificielle (in vivo dans le tractus génital de la femelle ou in vitro en "éprouvette"). Chez la plupart des mammifères, si la rencontre n'a pas lieu dans les heures qui suivent leur libération, les gamètes dégénèrent.

Chez les bovins et les ovins, dont l'éjaculat est de faible volume et de forte concentration, le sperme est déposé dans la partie crâniale du vagin et dans le cervix tandis que dans les espèces équine et porcine le sperme se trouve projeté dans l'utérus.

La remontée de l'appareil génital par les spermatozoïdes est liée à des nombreux facteurs: mouvements propres des spermatozoïdes, propriétés macro et microrhéologiques des sécrétions œstrales, activités des cellules ciliées, présence des substances stimulantes dans le sperme, mais surtout contractions utérines et tubaires dont le déterminisme est lié à des facteurs hormonaux réglés par les divers stimuli de la saillie naturelle ou l'IA.

Au niveau du cervix la motilité spermatique est influencée par l'action de facteurs immunologiques ; le mucus cervicale renfermant des immunoglobines I.G.A. et I.G.G. susceptibles de réagir avec les antigènes portés par les spermatozoïdes et de provoquer l'agglutination et l'immobilisation de ces derniers. Par ailleurs, tout au long de la traversée, le sperme subit une action phagocytaire plus ou moins rapide et plus ou moins active suivant les segmen. La gestation crée une série de modifications morphologiques plus spécialement localisées au niveau des organes génitaux chez la parturiente.

Les principales phases de la gestation ; peut être divisée en 2 phases:

-phase embryonnaire: période comprise entre la fécondation et la fin de l'organogénèse (45ème jour chez la vache, 35ème jour chez la brebis)

-phase fœtale: période entre l'organogénèse achevée et la mise bas.ts de l'appareil génital.

Les espèces animales peuvent être divisées en deux catégories suivant le nombre d'ovules libérés et par conséquent le nombre de fœtus présents dans l'utérus: les espèces unipares et les pluripares.

Les femelles qui n'ont jamais conçu sont dites: nullipares, et qui ont plusieurs gestations: multipares..

### **I.6.2/La migration utérine et implantation**

La migration utérine est plus fréquente chez la jument que chez la vache et la brebis, dans ces deux dernières espèces l'implantation a pratiquement toujours lieu dans la corne correspondante à l'ovaire porteur du corps jaune. La migration est cependant habituelle lors de double ovulation.

L'implantation de blastocyste sur la paroi utérine est une stratégie reproductive qui assure efficacement la nutrition et la protection des embryons. Elle implique une synchronisation précise entre le stade de développement du blastocyste et la réceptivité utérine au début du processus. Le stade dit blastocyste est défini par la présence d'une cavité centrale, le blastocèle, complètement entouré par une assise

cellulaire (trophectoderme) et un groupe de cellules: masse cellulaire interne.

Les deux constituants cellulaires du jeune blastocyste sont indispensables au développement embryonnaire: le trophectoderme est responsable de l'implantation, la masse cellulaire interne est à l'origine des feuillets embryonnaires, endoderme, ectoderme et mésoderme.

L'embryon est considéré comme implanté lorsque sa position dans l'utérus est fixée et que des contacts physiques définitifs sont établis avec l'organisme maternel. Suivant les rapports qui s'établissent entre le blastocyste et l'utérus on distingue trois types d'implantation:

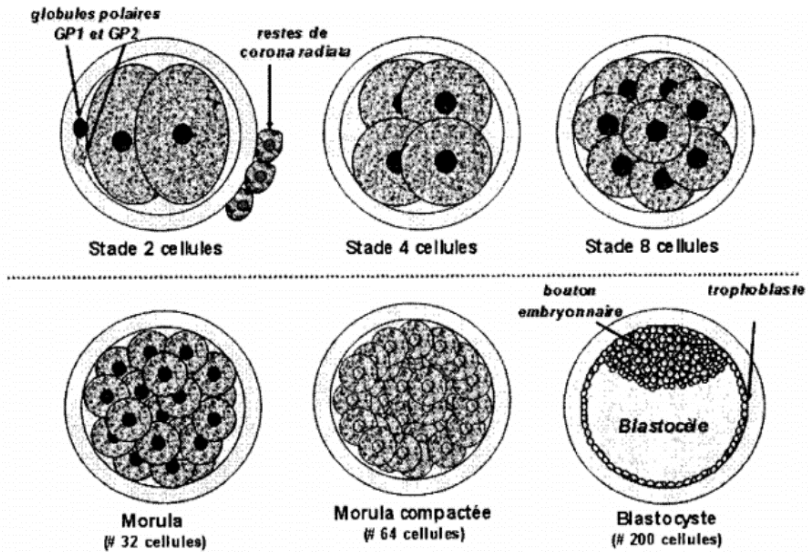
\*Centrale: (ongulés, carnivores) le blastocyste adhère sur une surface assez étendue de la muqueuse utérine.

\*Excentrique: (rongeurs) le blastocyste se fixe dans un repli de la muqueuse et il paraît enfoui dans son épaisseur.

\*Interstitielle: (homme, primates) le blastocyste érode la muqueuse par l'action lytique du syncytio-trophoblaste puis il pénètre dans son épaisseur pour s'y loger et finalement se trouver recouvert par elle. C'est de l'endroit d'implantation que va dépendre la situation du placenta.

### **1.6.3/ Les étapes de la croissance embryonnaire et fœtale**

Le zygote arrive à la jonction tubo-utérine 24-48 h après la fécondation, il est alors généralement au stade de 8 blastomères. Au quatrième jour qui suit la fécondation, il est au stade morula et environ 6 jours après la fécondation, c'est un blastocyste typique sphéroïde de 0.20 mm de diamètre. A chaque stade du développement correspond un emplacement de l'embryon qui baigne dans des sécrétions dont la composition correspond à ses besoins. Les divisions cellulaires aboutissent à la formation d'une morula (32-36 cellules) qui va être l'objet du phénomène de compaction le plus souvent observé 5 à 6 jours après la fécondation (au stade 64 cellules) . (Figure 15). La compaction aboutit à la formation d'une cavité blastocœlique et à l'expansion du blastocyste.



**Figure 15:** Stades du développement embryonnaire pré-implantatoire., (Van et al., 1992)

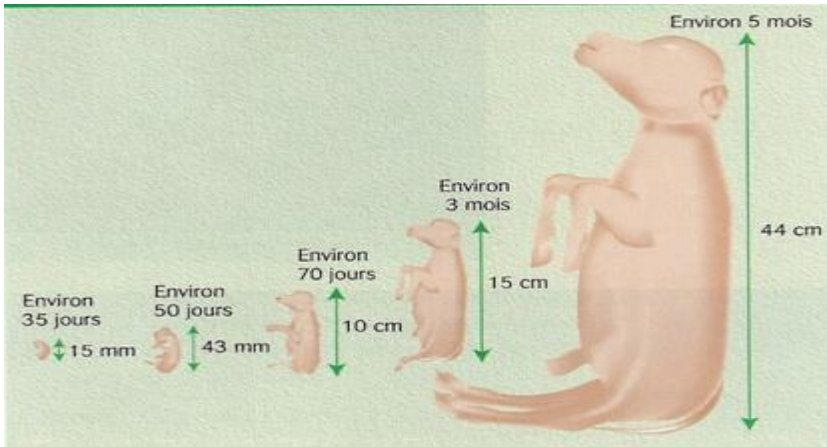
En effet, les divisions suivantes sont asynchrones et aboutissent à la formation de deux populations cellulaires: l'une de petite taille appelée bouton embryonnaire et l'autre de grande taille appelée trophoblaste

Au 9<sup>ème</sup> jour après la fécondation, la membrane vitelline disparaît, le blastocyste perd sa forme sphéroïde ; il mesure environ 0.40 mm sur 0.25 mm. Au 11<sup>ème</sup> jour, il est long de 2 à 3 mm et le disque embryonnaire est constitué.

Encore logé dans l'extrémité ovarique de la corne vers le 10<sup>ème</sup> jour, il occupe les deux tiers de la longueur de celle-ci vers le 16<sup>ème</sup> jour et sa totalité vers le 18<sup>ème</sup> jour où il atteint une quarantaine de centimètres. Au début de la 4<sup>ème</sup> semaine, il a envahi la cavité du corps utérin et quelques jours après, son extrémité atteint la jonction tubo-utérine de la corne opposée. C'est alors un très long cordon creux dont la longueur dépasse 1 mètre. Il est pourvu vers son milieu, situé à la base de la corne gravide, d'un renflement ovalaire d'une vingtaine de millimètres de longueur correspondant à l'amnios, où est logé

l'embryon. Vers 30 jours, la longueur de l'embryon atteint 11-12 mm, les yeux sont saillants et dépourvus de paupières

Vers 35 jours, la longueur directe atteint 14-15 mm, l'oeil est bordé de minces replis qui annoncent la formation des paupières. Le cou est nettement développé. Les doigts sont bien reconnaissables aux 4 membres. La période foetale commence dans les jours suivants. La figure 16 illustre le développement embryonnaire et foetal bovin.



**Figure 16:** Le développement embryonnaire et foetal bovin (Chavatte, 2006).

### **I.3.5. La reconnaissance maternelle de la gestation**

La reconnaissance de la gestation par la vache et la poursuite de la gestation soulèvent un problème majeur d'ordre physiologique qui est le maintien du corps jaune et la modification de son rôle cyclique en un rôle gestatif ; des changements morphologique et biochimique ont lieu après l'ovulation et au sein du follicule sous l'action de LH. Le corps jaune synthétise et secrète de l'ocytocine, de la relaxine et de la progestérone.

L'embryon produit de la prostaglandine de type E (PGE 2), cette dernière possède un effet lutéotrope qui en antagonisant l'effet de la PGF2 $\alpha$  permettrait la diminution de la sensibilité du corps jaune à la PGF2  $\alpha$ . Les protéines du conceptus peuvent réguler la sécrétion des protéines endométriales et la synthèse de PGF2 $\alpha$  par l'endomètre.

## **I.6.4/ Le placenta et placentation**

### **I.6.4.1/ Anatomie**

Les annexes fœtales regroupent des formations issues de l'œuf (chorion, amnios et l'allantoïde) et une formation mixte fœto-maternelle (placenta).

#### **a) Le chorion**

Annexe fœtale la plus externe, elle se présente sous la forme d'un sac clos qui épouse le contour interne de l'utérus. On y voit des villosités choriales qui plongent dans les glandes utérines. La forme du chorion varie selon les espèces:

- Bicornale chez la jument, la vache et les petits ruminants
- Sacculaires chez les espèces gémellipares (chienne, chatte, truie).

#### **b) L'amnios**

Enveloppe fœtale la plus interne, il entoure complètement le fœtus, prenant naissance autour de l'ombilic. Il est analogue chez toutes les espèces. Sa face interne secrète le liquide amniotique.

Rôle de l'amnios: intervient essentiellement par l'intermédiaire du liquide amniotique:

- Protecteur de fœtus contre les chocs externes ou les fortes contractions utérines et les mouvements brutaux du fœtus.
- De lubrification des voies génitales pendant la mise-bas.
- Dans les contractions car il renferme des prostaglandines qui déclenchent les contractions du myomètre.

#### **c) L'allantoïde**

Située entre l'amnios et le chorion. Ce sac membranaire prend naissance autour de l'ombilic et entoure plus ou moins complètement l'amnios. La disposition varie selon les espèces:

\*La vache: l'allantoïde forme un cylindre sur une des faces de l'amnios et n'adhère pas au chorion (il y'a deux poches l'allantoïde et l'amnios: c'est un allanto-amnio-placenta.

Rôle de l'allantoïde: il est sécrété par la face interne de l'allantoïde et contient des substances des déchets (urine en particulier). En fin de gestation le liquide allantoïdien prend une couleur jaune (urée), l'allantoïde étant en relation avec la vessie. Le liquide allantoïdien est éliminé avant l'expulsion du liquide amniotique chez la vache.

- Gaine au cordon ombilical.
- Lubrifiant pendant le part.
- Réceptacle pour certains déchets.

#### **d) Vésicule ombilicale**

C'est la première annexe embryonnaire à se développer et elle assure les premiers échanges entre l'embryon et l'utérus. Elle régresse rapidement et disparaît lors de l'accouchement chez les grandes espèces. Chez la lapine elle est très développée.

#### **e) Le cordon ombilical**

Il rassemble tous les « canaux » allant du fœtus à la mère. Il est formé par deux artères et deux veines ombilicales.

**Le canal de l'ouraque** relie la vessie à l'allantoïde ; son oblitération se fait spontanément à la naissance. Une fermeture incomplète de ce canal peut être à l'origine d'une cystite ou d'une omphalite. Ainsi il faut absolument désinfecter ou cautériser le nombril juste après la naissance.

#### **f) Circulation utéro-placentaire**

Les artères et les veines utérines s'enlacent autour des villosités ou des caroncules maternelles et y développent un riche réseau capillaire. Par ailleurs les artères et les veines ombilicales fœtale plongent et se distribuent dans le conjonctif muqueux de l'allanto et amnio-chorion et forment également un autre lacis capillaire au niveau des villosités choriales.

La circulation utérine et la circulation fœtale ne sont pas en contact direct mais elles sont suffisamment contiguës pour que l'oxygène et les éléments nutritifs passent du sang maternel au sang fœtal et inversement les déchets passent dans l'autre sens.

Du point de vue anatomique et suivant l'étendue de la répartition des connexions utéro-choriales on distingue diverses formes de placenta à savoir:

- Le placenta diffus: les villosités choriales sont réparties sur tout le chorion ; il se rencontre chez la jument et la truie.

- Le placenta localisé: dont les particularités varient suivant les espèces

\*Placenta localisé cotylédonaire chez la vache, brebis et chèvre

\*Placenta localisé zonaire chez la chienne

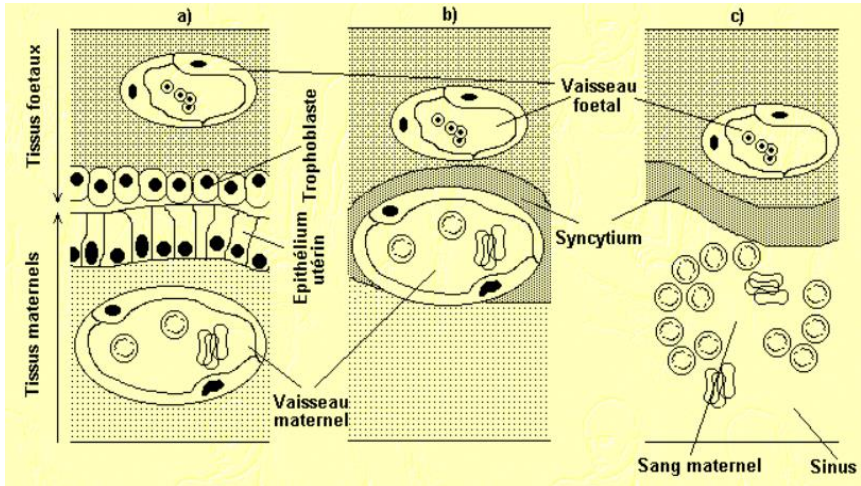
\*Placenta localisé discoïde chez la lapine et primates.

#### **I.6.4.2/ gynécologie**

a) **Les placentas indécidus ou adécidus:** caractérisés par un simple engrènement des digitations trophoblastiques fœtales avec les digitations épithéliales de l'utérus. La muqueuse utérine reste intacte après l'expulsion du placenta. (vache, jument, chèvre).

b) **Les placentas décidus:** caractérisés par la pénétration du trophoblaste dans la muqueuse utérine ; l'expulsion des membranes s'accompagne d'une destruction plus ou moins importante de la muqueuse et de pertes sanguines (primates supérieurs, rongeurs).

La figure 17 illustre les différents types de placenta selon la structure.



**Figure 17:** Les différents types de placenta selon la structure (Drion et al., 2004).

- a) Placentation épithélio-choriale    b) Placentation endothélio-choriale  
c) Placentation hémochoriale

### **I.6.3.3/ physiologie du placenta**

Pendant les premières semaines, la nutrition du zygote est assurée par les sécrétions utérines. La circulation vitelline est de très courte durée, elle est remplacée par la circulation placentaire. Le rôle nutritif du placenta se réalise grâce aux phénomènes passifs et actifs.

La question sur le transfert placentaire des vitamines est mal connue mais des études faites en la matière montrent que les vitamines hydrosolubles traversent facilement le placenta ; tandis que les vitamines liposolubles passent en quantité beaucoup plus réduite. Les études relatives aux hormones sont peu nombreuses et difficiles à interpréter du fait que la mère et le fœtus produisent des hormones souvent identiques.

Les bactéries ne franchissent pas directement le placenta mais peuvent profiter d'une infection de ce dernier (placentite). Les virus traversent eux directement le placenta et sont donc dangereux.

Le passage des anticorps dans le cas de placenta épithélio ou syndesmo-chorial ne se fait pas ; donc il y'a absence d'immunité passive. Chez ces derniers, l'immunité se réalise par voie colostrale pendant les premières heures de la vie ; dans le cas de placenta endothélio et hémochorial, quelques anticorps peuvent atteindre le fœtus.

### **I.6.3.4/ Endocrinologie du placenta**

La gestation comporte deux phases:

- L'une allant de la fécondation à l'implantation (pré-placentaire).

- L'une s'étend de l'implantation à la mise-bas (post-placentaire).

Dans toutes les espèces les ovaires sont indispensables à l'accomplissement de la première phase. Dans la deuxième phase l'ovariectomie ou la destruction du tissu lutéique (C.J.) donne des résultats variables. Ex: chez la chèvre l'ablation du corps jaune entraîne l'avortement ; chez la vache au-delà de 200 jours de

gestation, l'ablation du corps jaune n'entraîne pas l'avortement mais une mise-bas difficile avec rétention du délivre.

Dans le premier groupe le rôle de l'ovaire est fondamental dans le maintien de l'équilibre endocrinien gravidique. Dans le deuxième groupe, l'équilibre endocrinien gravidique demeure assuré sans ovaire ainsi le placenta est apparu comme l'élément actif de l'équilibre hormonal gestatif.

## **I.6.4/ La gestation**

### **I.6.4.1/ Les modifications morphologiques**

Chez les grandes espèces le développement de la corne gravide rend l'utérus asymétrique. Par contre chez les espèces pluripares les cornes deviennent monoliformes (en forme de collier) et chaque renflement correspond à un fœtus. Du fait de l'extension utérine, les ovaires deviennent plus difficilement accessibles.

L'augmentation du poids utérin et sa distension s'accompagne d'un amincissement des parois musculaires. Par suite de ces modifications le vagin s'allonge et le col finit par se situer en avant du bord antérieur du pubis.

- Le col est obturé par un mucus épais et consistant, produit par des sécrétions des glandes cervicales.

- Le vagin est pâle et il s'hyperhémie vers la fin de la gestation.

- L'ovaire est porteur du corps jaune.

- Les artères utérines et utéro-ovariennes s'allongent, s'hypertrophient et deviennent flexueuses. L'onde sanguine imprime aux vaisseaux un mouvement vibratoire: THRILL ARTERIEL.

- Dans les espèces à placenta cotylédonaire, les cotylédons s'hypertrophient dès la formation du chorion.

- Les mamelles s'hypertrophient progressivement vers la fin de gestation.

- Les tissus pelviens s'œdématisent et les ligaments sacro-sciatiques se remplissent et s'affaissent pour donner lieu à ce qu'on appelle ETAT CROQUE.

#### **I.6.4.2/ Le développement foetal**

Divers facteurs interviennent dans le développement foetal

##### **a) L'hérédité**

Elle est davantage d'influence maternelle que paternelle. Il existe une corrélation positive entre le développement du produit et celui de la mère.

##### **b) La valeur calorique de la ration**

La nutrition maternelle sera surtout surveillée au cours du dernier tiers de la gestation. L'extériorisation du potentiel génétique est d'autant meilleure que les conditions d'entretien se situent dans les limites normales.

##### **c) L'importance de la portée**

Le développement foetal est fonction de l'importance de la portée. Dans les grandes espèces le poids de chacun des nouveaux nés jumeaux est généralement inférieur à celui du nouveau-né unique

##### **d) La température ambiante**

Les hautes températures peuvent influencer défavorablement sur la croissance foetale dans certaines espèces, telle que l'ovine.

#### **I.6.4.3/ La durée de la gestation**

Elle varie non seulement, suivant l'espèce animale mais également suivant la race, l'individu, l'état de santé, le nombre de produits, le sexe...etc. il est préférable de parler de durée moyenne que de durée précise de gestation. La durée moyenne de gestation chez différentes espèces est rapportée dans le tableau 6.

**Tableau 6:** Durée moyenne de gestation chez différentes espèces (Derivaux et Ectors, 1980).

Femelle	Durée	Femelle	Durée
Jument	11 mois (329 à 345 jours)	Vache	9 mois (278 à 295 jours)
Chèvre	5 mois (140 à 159 jours)	Brebis	5 mois (140 à 159 jours)
Chienne	2 mois (58 à 63 jours)	Chatte	2 mois (56 à 65 jours)
Lapine	1 mois (30 à 32 jours)	Truie	3 mois, 3 semaines, 3 jours (102 à 128 jours)

- La suralimentation raccourcirait la durée de la gestation de 3 à 4 jours chez la jument.

- La gestation est généralement plus longue pour un fœtus masculin que le fœtus de sexe féminin chez les femelles unipares.

- Gémellité s'accompagne généralement d'une réduction de la durée de gestation chez les grandes espèces.

Quant aux durées anormalement longues de la gestation, l'origine peut être due généralement aux facteurs endocriniens d'une part, et aux facteurs génétiques d'autre part.

#### **I.6.4.4/ L'appréciation de l'âge fœtal**

Faute de renseignements quant à la date exacte du rapprochement sexuel la détermination de l'âge du fœtus n'est jamais qu'approximative.

VANDEPLASSCHE propose la formule suivante pour apprécier l'âge d'un fœtus de bovin:  $L = (X)(X+2)$  dans la quelle L correspond à la longueur du fœtus (sommet de l'articulation occipitale à la base de la queue) et X au nombre de mois de gestation. Ex: à 4 mois  $4 \times (4+2) = 24$  cm. Des tableaux synaptiques ont été établis par d'autres auteurs et leurs mesures rejoignent celles de la formule énoncée (tableau 7).

**Tableau 7:** La formule de Vandeplassche pour apprécier l'âge d'un fœtus bovin (Derivaux et Ectors, 1980).

MOIS	LONGUEUR	MOIS	LONGUEUR	MOIS	LONGUEUR
1	3	4	24	7	63
1,1	3,41	4,1	25,01	7,1	64,61
1,2	3,84	4,2	26,04	7,2	66,24
1,3	4,29	4,3	27,09	7,3	67,89
1,4	4,76	4,4	28,16	7,4	69,56
1,5	5,25	4,5	29,25	7,5	71,25
1,6	5,76	4,6	30,36	7,6	72,96
1,7	6,29	4,7	31,49	7,7	74,69
1,8	6,84	4,8	32,64	7,8	76,44
1,9	7,41	4,9	33,81	7,9	78,21
2	8	5	35	8	80
2,1	8,61	5,1	36,21	8,1	81,81
2,2	9,24	5,2	37,44	8,2	83,64
2,3	9,89	5,3	38,69	8,3	85,49
2,4	10,56	5,4	39,96	8,4	87,36
2,5	11,25	5,5	41,25	8,5	89,25
2,6	11,96	5,6	42,56	8,6	91,16
2,7	12,69	5,7	43,89	8,7	93,09
2,8	13,44	5,8	45,24	8,8	95,04
2,9	14,21	5,9	46,61	8,9	97,01
3	15	6	48	9	99
3,1	15,81	6,1	49,41	9,1	101,01
3,2	16,64	6,2	50,84	9,2	103,04
3,3	17,49	6,3	52,29	9,3	105,09
3,4	18,36	6,4	53,76	9,4	107,16
3,5	19,25	6,5	55,25	9,5	109,25
3,6	20,16	6,6	56,76	9,6	111,36
3,7	21,09	6,7	58,29	9,7	113,49
3,8	22,04	6,8	59,84	9,8	115,64
3,9	23,01	6,9	61,41	9,9	117,81

Le poids à la naissance du veau est de 25 à 50kg.

### I.6.5/ Physiologie de la parturition

L'ensemble des phénomènes mécaniques et physiologiques qui induisent l'expulsion du fœtus constituent la parturition. L'accouchement est dit normal, physiologique ou eutocique quand il n'y a pas d'intervention obstétricale, ni de complications pour le produit et la parturiente. La mise-bas est dite prématurée lorsqu'elle a lieu avant le terme de la gestation et que le produit soit viable.

#### 1) Signes précurseurs du part ou stade de prodrome

- La vulve se tuméfie, se relâche et laisse s'échapper un liquide visqueux, gluant, blanc jaunâtre.

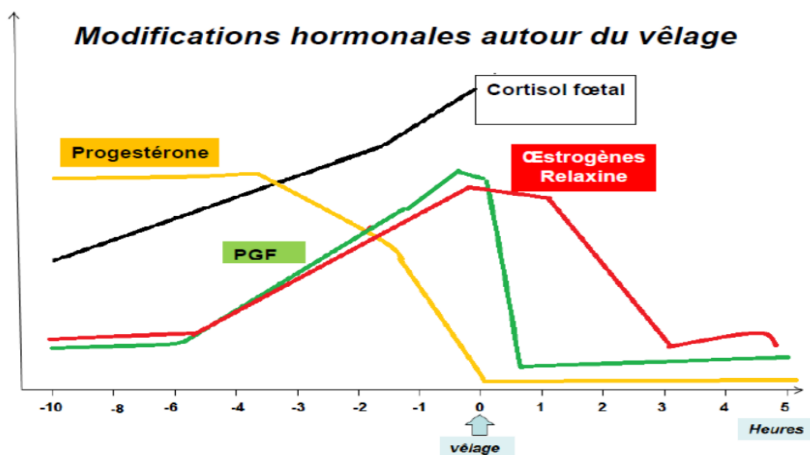
- Etat croqué est plus marqué chez la vache que chez les autres espèces.
- La femelle manifeste de l'inquiétude, de l'agitation et recherche l'isolement.
- Le début du travail rappelle les symptômes de colique (coucher, relever...etc.).
- La température avant le part est subnormal.

## 2) Endocrinologie et physiologie du part

La fonction corticotrope fœtale conditionne les modifications hormonales relevées au moment du part au niveau maternel: chute de progestérone, augmentation des œstrogènes, de prostaglandines et de l'ocytocine.

L'augmentation d'ocytocine relève à la fois des modifications hormonales décrite ci-dessus et d'une incitation nerveuse réflexe prenant sa source au niveau des organes génitaux: dilatation du col et du vagin et les mouvements du fœtaux (facteurs mécaniques).

La figure 18 expose les modifications hormonales autour du vêlage.



**Figure 18:** Modifications hormonales autour du vêlage. D'après Guérin (2015).

### **3) Accouchement proprement dit**

#### a) Contractions utérines et dilatation du col

Le fœtus représente l'élément moteur initial de son expulsion et la chute du taux de progestérone maternelle représente un élément déterminant.

En somme le déterminisme de l'accouchement dépend essentiellement de la contractibilité de la fibre utérine et l'harmonie de ces contractions dépend du système nerveux. Une fois le travail déclenché, les contractions rythmiques deviennent de plus en plus puissantes ; elles durent de 50 à 60 secondes avec intervalle de 3 à 6 minutes.

Chez les grandes espèces les contractions débutent au sommet de la corne et parcourent celle-ci jusqu'au col.

A ces contractions s'ajoutent les contractions de l'abdomen et du diaphragme.

#### b) Expulsion du fœtus

Elle commence à la rupture des enveloppes et l'expulsion des eaux et se termine par l'expulsion du veau. Souvent chez la jument l'amnios n'est pas rompu et le fœtus recouvert par celui-ci peut mourir par asphyxie ; c'est pour cette raison qu'il faut surveiller la jument lors du poulinage.

Dès que le fœtus a franchi le col et s'est engagé dans la filière pelvienne, les contractions utérines et les contractions abdominales se font de plus en plus intenses et se succèdent à un rythme de plus en plus rapproché.

La tête arrive au niveau de l'ouverture vulvaire qui se dilate progressivement, puis la franchit. Tandis que le tronc du fœtus, engagé dans la filière pelvienne, s'adapte aux dimensions de ce conduit pour progresser lentement vers la vulve.

Cette phase est très pénible et très douloureuse et exige de la mère des efforts expulsifs de plus en plus intenses.

c) Durée de l'accouchement

La durée de l'accouchement proprement dit est variable selon les espèces et les individus

\*Chez la vache, cette durée peut varier entre 30 minutes et 3 heures mais généralement plus longue chez les primipares et les sujets âgés. Le cordon ombilical se rompt lui-même dès que le fœtus a complètement franchi l'ouverture vulvaire.

\*chez la brebis l'expulsion des divers fœtus se succède à intervalle de 10 à 15 minutes, avec une durée d'expulsion inférieure à 60 minutes

d) Expulsion des membranes

Les contractions utérines qui se poursuivent même après l'expulsion fœtale ont pour effet l'expulsion du chorion. La durée d'expulsion placentaire varie d'espèce en espèce et elle en partie liée à la structure du placenta (ex: l'expulsion du placenta cotylédonaire est plus longue). Chez la vache l'expulsion de l'arrière-faix dure 12 heures ; chez la brebis de 6 heures.

## **1.7/ Physiologie de la sécrétion lactée**

La mamelle n'est pas un filtre banal qui laisserait passer dans le lait les éléments nutritifs présents dans le sang. C'est un véritable tissu glandulaire formé par les cellules des acini, dont la partie apicale se déverse dans les canaux galactophores entre deux traies. Le lait est le résultat de la fonte de la partie distale des cellules qui constituent les « acini » mammaires. Sa composition est intimement liée aux caractéristiques génétiques de l'animal producteur.

Le lait est donc un mélange complexe d'une multitude de substances de nature variée: c'est à la fois une solution vraie (ensemble de molécules de lactose, d'urée, d'ions sodium, chlorure de calcium, protéines solubles, enzymes), une solution colloïdale (ensemble de protéines ou caséines assemblés en micelles), enfin une

émulsion de matière grasses et même une suspension de micro-organismes et de macrophages.

### **I.7.1/ La galactogénèse**

La galactogénèse est l'ensemble des mécanismes glandulaires, nerveux et hormonaux qui provoquent la fabrication du lait

A l'origine de la production du lait et l'entretien de la lactation, il est déclenché par la tété ou la traite. L'influx nerveux reçu par les terminaisons sensibles de la mamelle chemine jusqu'à la moelle épinière aboutissant à l'hypothalamus puis à l'antéhypophyse. Cette dernière libère dans la circulation sanguine un complexe galactopoïtique d'hormones: la PRL la GH la TSH l'ACTH. Ces hormones assurent des modifications du métabolisme via des changements au niveau de la thyroïde, du foie du tissu adipeux et des surrénales (figure 19).

L'entretien de la lactation dépend du métabolisme général et plus particulièrement de l'alimentation mais aussi de la bonne évacuation du lait. Chez la vache la production laitière chute s'il n'y a pas de tétés toutes les 12 heures. Le pic de la prolactine survient 30 minutes après la tété

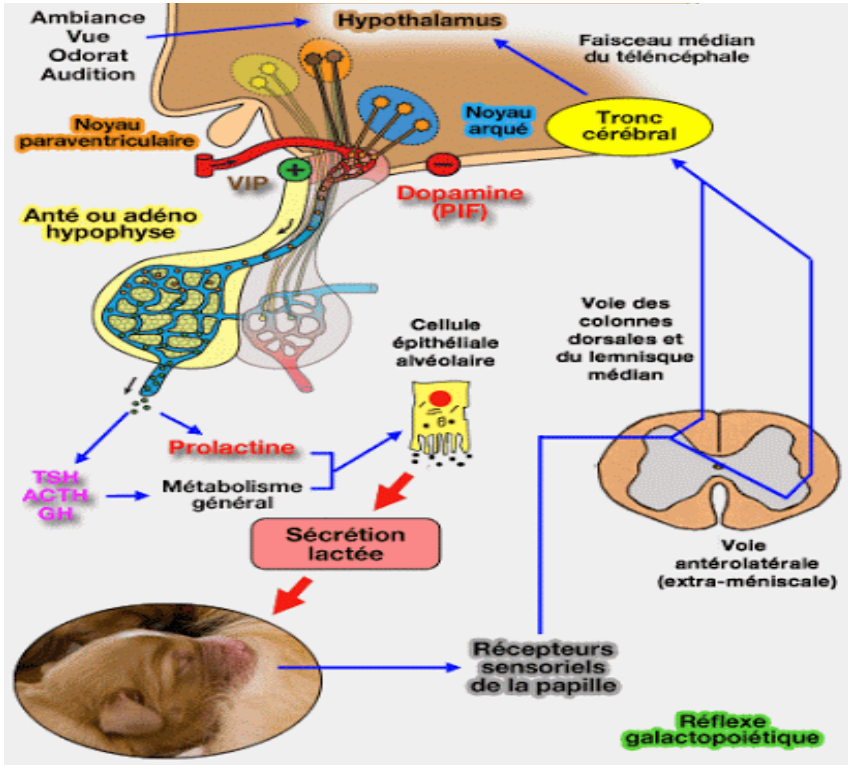


Figure 19: Réflexe neuroendocrinien d'entretien de la lactation.

### I.7.2/ Galactopèse

Ce mécanisme est un réflexe neuroendocrinien déclenché suite à la stimulation des récepteurs sensoriels (mécano, thermo et chémorécepteurs) du mamelon et du trayon. Les stimuli nerveux (massage, lavage, tétée) et les stimuli conditionnels liés aux habitudes (vue de l'éleveur, bruit de la machine à traire, goût du concentré, heure) peuvent constituer des stimuli efficaces.

#### A. Rôle du système endocrinien

Le lait produit s'accumule dans les cavités alvéolaires entre les traies. Le réflexe d'éjection du lait commence avec l'activation des nerfs, l'hypothalamus, interprète ces signaux. Un ou plusieurs des facteurs suivants peut initier le réflexe d'éjection du lait:

- ✓ Le contact physique entre le pis de la vache et le veau à la tétée ou le matériel (tissu ou papier) utilisé par le trayeur pour nettoyer les mamelles.
- ✓ La vue d'un veau.
- ✓ Le bruit de la machine à traire.

Une fois que ces stimuli se produisent, l'hypothalamus envoie un signal à l'hypophyse postérieure, qui libère l'hormone ocytocine dans le courant sanguin. Le sang transporte l'ocytocine vers le pis où elle provoque la contraction des cellules myoépithéliales qui entourent les alvéoles. Cette contraction se produit 20 à 60 secondes après la stimulation et provoque une augmentation de pression à l'intérieur du pis. Le lait est alors éjecté de la cavité alvéolaire vers les canaux lactifères et finalement la citerne de la glande.

La souffrance ou la peur peut inhiber le réflexe d'éjection du lait.

L'action de l'ocytocine ne dure que 6 à 8 minutes. Ensuite la concentration dans le sang diminue fortement. Il est donc important de commencer la traite manuelle ou mécanique pas plus tard qu'une minute après avoir commencé la préparation du pis. Un retard peut réduire la quantité de lait récolté (il est possible de provoquer une seconde décharge de l'ocytocine, elle est en général moins efficace que la première).

Le réflexe d'éjection du lait peut être inhibé dans certaines situations. Lorsque ceci se produit, le lait n'est pas éjecté des alvéoles et la quantité récoltée est fortement réduite. Un influx nerveux arrive aux glandes surrénales lorsque des événements externes provoquent le malaise, la souffrance la peur ou l'agitation. L'hormone adrénaline est alors libérée par les glandes surrénales et provoque la constriction des vaisseaux et des capillaires sanguins et inhibe la contraction des cellules myoépithéliales du pis. La diminution du flux sanguin vers le pis réduit la quantité d'ocytocine qui y arrive et l'intensité du réflexe de « descente » du lait. En général, la traite des vaches sera lente et incomplète dans les situations suivantes:

- ✓ Préparation du pis inadéquate
- ✓ L'unité de traite est attachée au pis en retard (plus d'une minute après avoir commencé la préparation du pis)
- ✓ Circonstances inhabituelles qui provoquent la souffrance (des coups donnés à l'animal) ou la peur (abolement d'un chien).
- ✓ Fonctionnement inadéquat de la machine à traire.

Une injection d'ocytocine au moment de la traite peut faciliter la descente de lait. Cependant cette pratique ne peut être utilisée que pendant quelques jours sinon la vache devient rapidement dépendante de l'injection.

#### B. Le déclenchement de la sécrétion du lait

La sécrétion lactée dans les cellules sécrétrices est un processus composé de multiples étapes biochimiques complexes (figure 20).

Une fois lancée en début de lactation, la sécrétion du lait n'arrête jamais complètement, sauf au tarissement. Entre les traites, le lait qui s'accumule dans le pis y augmente la pression et diminue la vitesse de synthèse. Il est donc recommandé que les vaches soient traites à 12 heures d'intervalles. Les vaches hautes productrices peuvent être traites les premières le matin et les dernières le soir.

L'effet inhibiteur de l'augmentation de la pression interne reste minime, et la production laitière peut ainsi augmenter de 10 à 15% lorsque les vaches sont traites une troisième fois par jour.

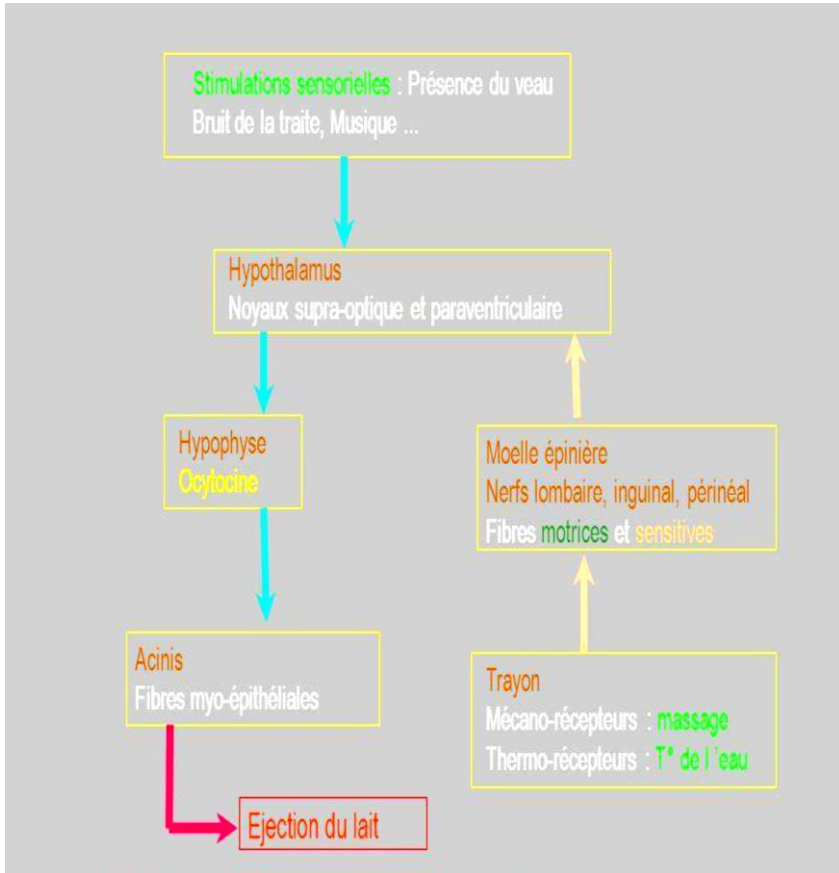


Figure 20: Mécanisme neuro-hormonale de l'éjection du lait

## **II. PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION DES OISEAUX D'ELEVAGE**

### **II.1/ Anatomie des appareils génitaux mâle et femelle**

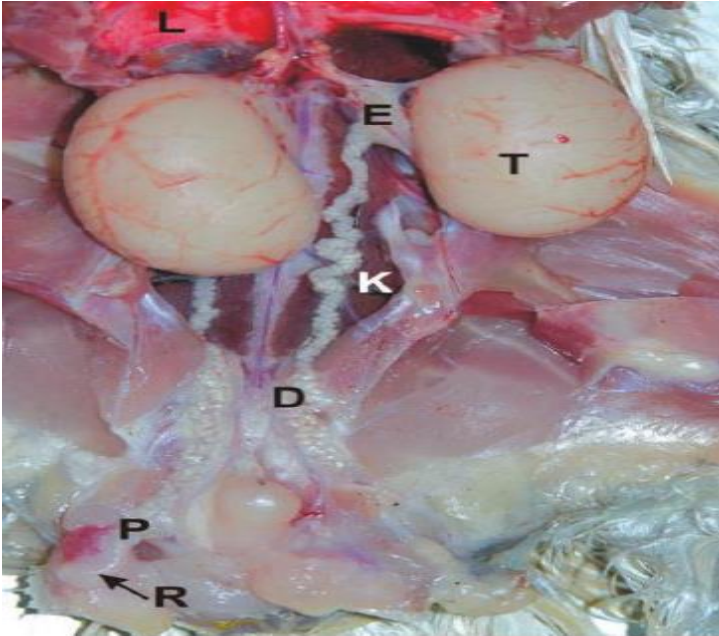
#### **II.1.1/ L'appareil génital mâle**

Les canaux déférents, longent les uretères et véhiculent les spermatozoïdes. D'une longueur apparente de 15 cm environ, de nombreux méandres font qu'ils mesurent en réalité plus de 30 cm. S'achèvent par une vésicule séminale située dans la paroi du cloaque.

L'appareil copulateur, à l'inverse du coq Gallus, le pénis des jars est très développé. Il est évaginable et se présente sous forme d'une spirale d'environ 15 cm. Un sillon spermatique parcourt le pénis sur toute sa longueur, il véhicule le sperme après émission. La figure 21 rapporte l'anatomie de l'appareil reproducteur mâle.

Les testicules:

- Ils ont la forme d'un haricot intra-abdominaux, mais peuvent changer de volume ou de position en fonction de la saison
- Les testicules sont fortement vascularisés.
- L'âge auquel les testicules deviennent fonctionnels est lié à la nature de l'éclaircissement.
- Dans la pratique, les spermatozoïdes sont rarement produits avant 32 semaines, au niveau du testicule, ils sont véhiculés dans l'épididyme.



**Figure 21:** L'appareil reproducteur mâle après laparotomie (Jamieson, 2006).

T = testicules, E = épидидyme, K = reins, D = canaux déférents, P et R: abouchements des canaux déférents au cloaque.

### II.1.2/ L'appareil génital femelle

L'appareil génital femelle est constitué de l'ensemble des organes qui assurent la production, la maturation est le transport des ovules. Il assure également le stockage des spermatozoïdes après la copulation et la fécondation des ovules, la formation et l'expulsion de l'œuf. En opposition avec la symétrie de l'appareil génital des femelles des mammifères, celui des oiseaux est dissymétrique (figure 22), en effet:

- ◆ l'ovaire et l'oviducte gauches sont fonctionnels, ceux de droit rudimentaire.
- ◆ Une variation saisonnière de l'ovaire et de l'oviducte.
- ◆ Un abouchement de l'oviducte au cloaque.

◆ Oviparité: l'ovule, la cellule reproductrice s'enveloppe de diverses membranes dans le conduit génital pour former un œuf indépendant.

◆ L'embryon se développe hors des voies génitales dans l'œuf après sans l'expulsion.

a) Ovaire

L'ovaire gauche à la forme d'une grappe située en haut dans la cavité abdominale, il renferme des ovules à différents stades de maturation, les follicules ovariens immatures sont grisâtres, ils s'accroissent progressivement de volume et se charge en substances lipoprotéiques, se sont " les jaunes " qui représentent des follicules mures.

b) Oviducte

Le tractus génital femelle des oiseaux se compose uniquement d'un oviducte. Il est:

◆ au repos sexuel, rectiligne, grisâtre et mesure 18 cm de long et 2 mm de diamètre.

◆ En activité, sinueux, blanc mastic, ses parois sont épaisses et plissés, non distendu par un œuf, il mesure alors environ 80 cm de long et 15 mm de diamètre.

Dans l'oviducte en activité, on peut reconnaître cinq segments aux limites bien marqués: le pavillon, magnum, l'isthme, l'utérus et le vagin.

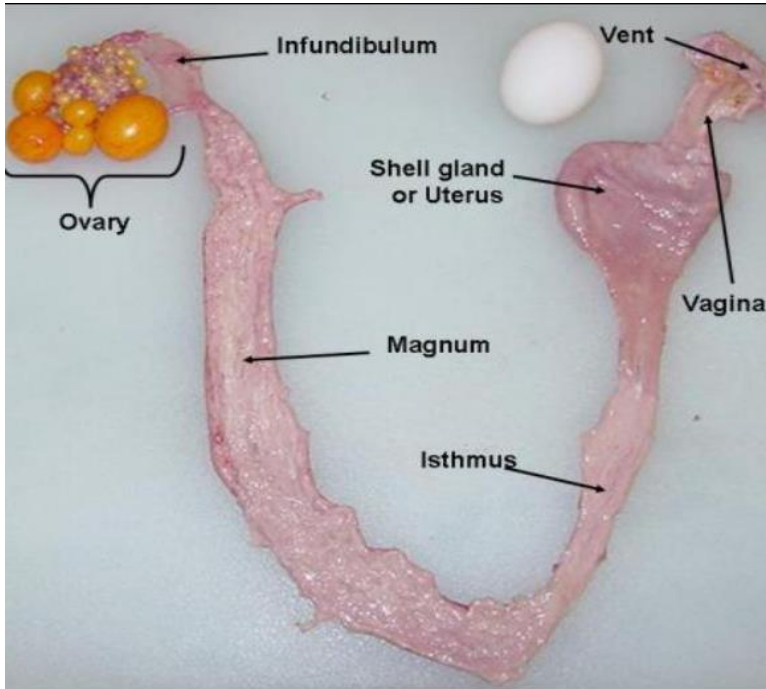


Figure 22: Appareil génital de la poule en ponte (Villate, 2001).

## II.2/ La différenciation sexuelle

-Si le sexe est mâle (ZZ), le facteur de régression mullérien est produit, les canaux de Muller régressent en conséquence, et les canaux de Wolff se transformeront en canaux déférents. Les gonades se différencieront en testicules qui produiront entre autres de la testostérone.

-Si le sexe est femelle (ZW), les protéines produites par les gènes du chromosome W, vont provoquer la différenciation des gonades en ovaires. Le facteur de régression Mullérien est inhibé par les œstrogènes produit par l'ovaire. Ce qui aura pour conséquence le développement d'oviductes à partir des canaux mullériens, ainsi que la régression des canaux de Wolff sous l'influence des œstrogènes.

## II.3/ Saisons de reproduction, Parade et Accouplement

➤ La reproduction n'est possible que si l'Oiseau a atteint la maturité sexuelle ; celle-ci survient à l'âge d'un an au moins

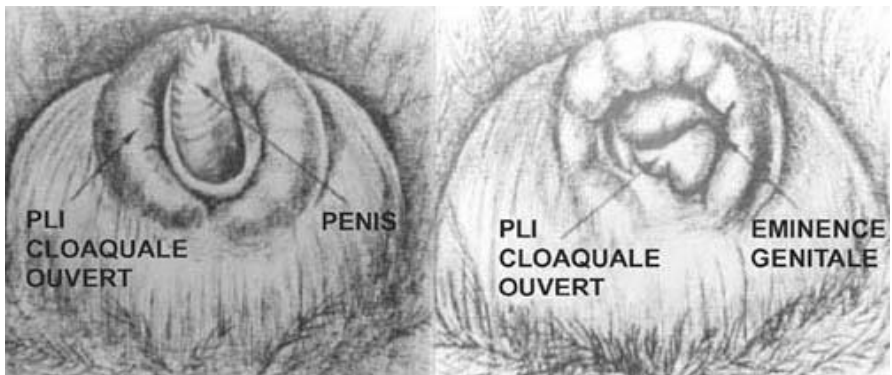
(majorité des petits Passereaux) ou au bout de plusieurs années (goéland argenté).

➤ Extérieurement, le sexe de l'Oiseau est souvent reconnaissable grâce aux caractères sexuels secondaires qui s'expriment dans la taille, la coloration, l'existence de plumes ornementales (ainsi, les femelles des Rapaces diurnes sont plus grandes que les mâles, alors que c'est l'inverse chez beaucoup d'oiseaux).

➤ Les mâles ont très généralement un plumage bien plus coloré que les femelles, mais il y a de nombreuses exceptions (chez les mouettes, les deux sexes sont identiques).

➤ Certaines espèces possèdent un pénis intraproéminent, mais ce n'est pas le cas des rapaces (figure 23).

➤



**Figure 23:** Organes reproducteurs mâle (à gauche) et femelle (à droite) d'oiseaux d'un jour (fort grossissement). Source: Ministère de l'agriculture et de l'alimentation de l'Ontario 2019

L'accouplement a lieu par juxtaposition des cloaques du mâle et de la femelle. Les femelles disposent de tubules spermatiques qui peuvent conserver les spermatozoïdes pendant une semaine à plusieurs années selon les espèces. Les femelles peuvent ainsi féconder leurs oeufs, au fur et à mesure de leur production.

La fécondation a lieu dans l'infundibulum. Même si l'œuf n'est pas fécondé, il sera pondu, sans formation d'embryon: l'œuf sera dit clair.

La fécondation est dite polyspermiq ue chez les oiseaux, à la différence des mammifères, c'est-à-dire que plusieurs spermatozoïdes fusionnent avec l'ovule et plusieurs ovules sont fécondés.

➤ Les oiseaux ne se reproduisent pas toute l'année, ils sont cyclés de manière à ce que les conditions soient optimales (nourriture par exemple) pour la naissance et la croissance de leur progéniture.

➤ La photopériode semble être un paramètre influant sur ces saisons de reproduction

➤ L'axe hypothalamo-hypophyso-gonadique et **le système neuro-endocrinien** reste l'acteur majeur dans la régulation des saisons de reproduction.

➤ Des facteurs sociaux, comme la présence concomitante des deux sexes, et environnementaux, comme une quantité disponible suffisante de nourriture.

➤ Il faut bien retenir que la reproduction a un immense coût énergétique.

➤ Les comportements de parades varient aussi entre les sexes: c'est souvent le mâle qui entreprend des chants, des mouvements de la queue et des ailes, des « danses », et des plumages spéciaux.

➤ Le comportement de la femelle est aussi modifié, mais il a été globalement moins étudié,

## **II.4/ Contrôle endocrinien dans la formation de l'oeuf**

### **II.5.1/Dimensions de l'oeuf**

Les dimensions courantes d'un œuf de poule de 60 g sont sur

- ▲ Le grand axe de 5.8cm, petit axe: 4.2cm.
- ▲ La grande circonférence: 16cm, petite circonférence: 13 cm.
- ▲ Volume: 55 cm<sup>3</sup>, surface: 70 cm<sup>2</sup>.

### **II.5.2/ Formation de l'œuf**

Le jaune se forme progressivement dans l'ovaire tandis que le blanc et la coquille sont synthétisés respectivement dans le magnum et l'utérus. Pendant le parcours dans l'oviducte, le jaune va s'équiper du blanc et de la coquille

Depuis l'ovulation, le jaune mis 5 h pour parcourir les premières zones de l'oviducte. Quand il sort de l'isthme, l'œuf est recouvert de deux membranes, il a un aspect ridé à cause de la faible hydratation de blanc.

La cavité utérine va terminer cette hydratation pendant les (6 – 7) premières heures de séjour la teneur en eau du blanc va doubler. C'est l'œuf mou ou hardé expulsé par fois par la poule en début de cycle de ponte, à ce stade il ya (10 – 12) h après ovulation.

Le phénomène d'hydratation du blanc dans l'utérus fait apparaître les différentes couches visibles dans l'œuf achevé: le blanc épais, le blanc liquide interne et externe et les chalazes. Pendant l'hydratation du blanc, la coquille va se former dans l'utérus. Elle pèse 6 g et constituée essentiellement de carbonate de calcium et d'une cuticule organique/

Le dépôt de calcium pour la formation de la coquille est de 130 mg/h, et le sang de la poule a un taux maximum de calcium de 25 mg, donc la poule doit renouveler totalement son calcium sanguin toute les 12 min et "12 h / 24 h ", entre 20 h du soir et 8 h le matin.

La poule dort la nuit pendant la formation de la coquille, il faut donc veiller à ce qu'elle ne s'endorme pas le ventre vide et que son alimentation soit assez riche en calcium. La pigmentation de la coquille se fait essentiellement en fin de calcification, les pigments chez la poule dérivent de l'hémoglobine transformée par les cellules utérines.

La cuticule organique qui recouvre la coquille se forme après le stade de 22 h, elle contient par fois des pigments et si c'est le cas, ils sont déposés en taches comme sur l'œuf de caille

## **II.5/ Oviposition et expulsion de l'œuf**

L'œuf est expulsé par une contraction des muscles de l'abdomen coïncidant avec une dilatation de la partie terminale de l'oviducte. Il est certain que les hormones post-hypophysaires et une luminosité normale contribuent à l'acheminement de l'œuf dans le tractus génital et à son expulsion.

L'oviposition est accompagnée d'une série d'autres événements physiologiques regroupés sous l'appellation de comportement de nidation: arrêt de la consommation d'aliment et d'eau, absence de défécation, augmentation temporaire de la température, recherche d'une position particulière...etc..

La ponte se produit par série, par exemple:

- ◆ L'œuf par jour pendant 3 jours, repos un jour.
- ◆ L'œuf par jour pendant 5 jours, repos 2 jours.

### **III. REPRODUCTION NATURELLE**

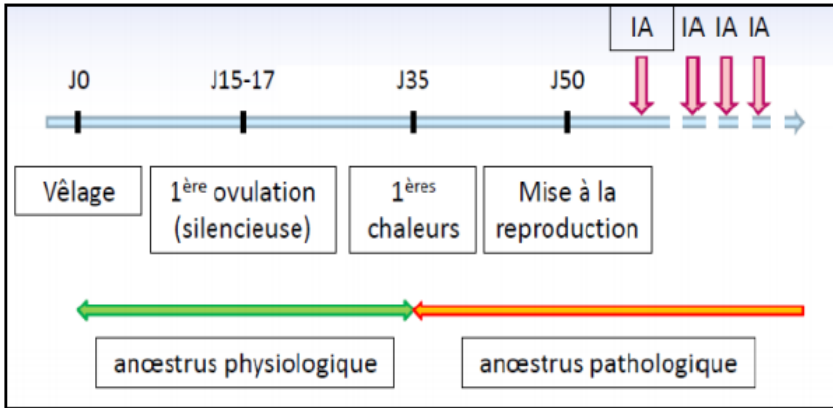
#### **III.1/ Cycles des femelles d'élevage et oestrus**

Des outils fiables peuvent aider à la détection des chaleurs, mais ne sauraient en aucun cas remplacer l'éleveur, l'outil ne venant qu'en complément. Il en existe de tout type: planning de fécondité, détecteurs de monte, podomètre (le nombre de pat est multiplié par 4 par rapport à la moyenne des jours précédents).

Il faut surveiller le troupeau à des périodes calmes et s'intéresser principalement aux acceptations de chevauchements vues ou supposées (érosions cutanées, croupe souillée...) ainsi qu'aux signes sexuels secondaires (flairage de la zone ano-génitale, menton posé sur la croupe ou le dos d'un congénère, chevauchement de congénère). On peut diviser le cycle œstral en cinq phases:

- Pro-oestrus
- Oestrus
- Metoestrus
- Dioestrus
- Anoestrus

L'anoestrus est l'absence de visualisation des manifestations de chaleurs par l'éleveur. Il peut être normal à certains stades physiologiques (par exemple avant la puberté ou lors d'une gestation) ou pathologique (par exemple lors d'atteintes ovariennes (figure 24).

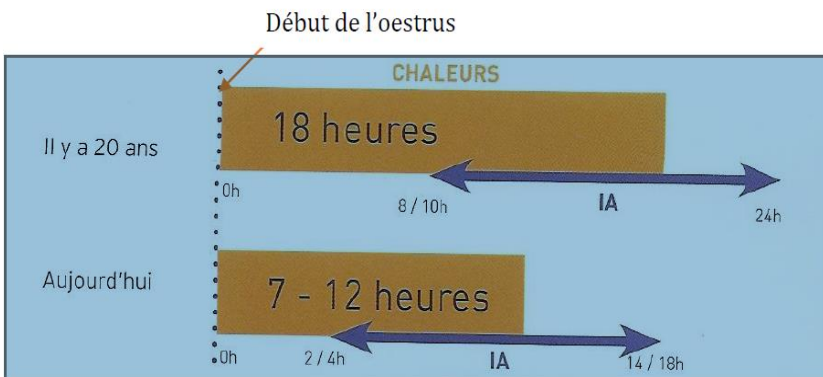


**Figure 24:** Illustration de la notion d’anoestrus pathologique

### III.2/ Temps optimal des saillies

Le meilleur moment pour obtenir une insémination fécondante reste la deuxième moitié de l’œstrus.

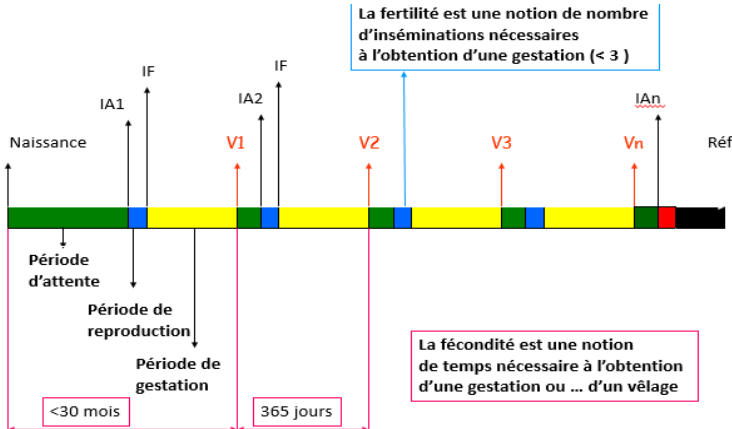
Ces dernières années, on a observé que la durée des chaleurs s’est raccourcie: elle était d’environ 18 heures il y a 20 ans et s’évalue à 7-12 heures de nos jours. Ces travaux indiquent en fait que la date de l’IA devrait être avancée par rapport aux anciennes règles: l’intervalle compris entre 2-4 et 14-16 heures après la première observation de l’acceptation du chevauchement conduit aux meilleurs résultats de fertilité. La figure 25 montre l’IA par rapport au début des chaleurs



**Figure 25:** Durée des chaleurs et place de l’IA par rapport au début des chaleurs (Fournier et al., 2014)

### III.3/ Planning de gestation

Les dates de début et de fin de saison de reproduction sont définies selon le choix et les contraintes techniques de l'éleveur. La période de mise à la reproduction peut être large ou étroite. Dans ce dernier cas, l'objectif du suivi est de grouper les vêlages et de faciliter la gestion des lots de veaux. La fécondité devra alors être maîtrisée pour éviter un étalement trop important de la saison de reproduction (figure 26).



**Figure 26:** Illustration de la notion fécondité et fertilité.

La démarche repose sur une saisie des événements de reproduction par l'éleveur au sein de l'exploitation via un planning linéaire et des fiches individuelles correspondant aux vaches présentes dans l'élevage. Le contrôleur intervient lors de visites généralement mensuelles, au cours desquelles il réalise des examens gynécologiques (suivi d'involution utérine, diagnostic de gestation, vaches en anoestrus...). A la fin de chaque campagne de reproduction, il saisit via le logiciel « Bilan informatisé de la reproduction des troupeaux bovins » les informations enregistrées par l'éleveur et édite un bilan de reproduction annuel.

### III.4/ Diagnostic de gestation

S'il est établi précocement il permet de fixer la valeur de la femelle ; s'i est positif:

- ✓ Il faut éviter de présenter la femelle au mâle.

✓ Cela nous permet d'éviter les avortements dus aux réactions de défenses de la femelle.

✓ Il faut prendre les précautions indispensables en ce qui concerne le travail et l'alimentation.

✓ Eviter la mise en œuvre de certains traitements susceptibles de provoquer l'avortement (interventions chirurgicales, hormones, corticoïdes ...etc.).

✓ Le diagnostic doit être établi avant de conclure la stérilité.

Si le traitement est négatif on peut:

✓ Remettre la femelle sans retard à la reproduction

✓ Dépister d'une manière précoce les cas d'infécondités et de les traiter à temps.

✓ Eviter la suralimentation.

### **III.4.1/ Diagnostic clinique**

#### **III.4.1.1/ Signes cliniques probables**

##### **a) Cessation des chaleurs**

Dans les espèces à cycles sexuels court et continu, la non réapparition des chaleurs après le délai normal d'un cycle est un élément indicatif de gestation. Il ne s'agit cependant là que d'une simple suspicion car les chaleurs frustrées passent souvent inaperçues et qu'un anœstrus prolongé peut être dû à un dysfonctionnement endocrinien.

##### **b) Modification de caractère**

La gestation influence le comportement des femelles ; elle les rend généralement plus douces et plus maniables.

##### **c) Développement abdominal**

La croissance du fœtus et l'hypertrophie utérine qui s'ensuit provoquent une distension de la paroi abdominale qui va en s'intensifiant au fur et mesure que la gestation progresse. La distension peut être due à un bon état d'embonpoint ou un état pathologique (météorisation, tumeurs, ascite, pyomètre...etc.).

#### **d) Développement mammaire**

L'hypertrophie de la glande mammaire et le développement des trayons constituent des facteurs intéressants à considérer chez la génisse (vers la 4, 5 mois) ; les génisses traitées aux œstrogènes ou recevant des aliments à activités oestrogéniques (trifolium) peuvent présenter le même signe (hypertrophie de la mamelle).

#### **e) Etat croqué**

On désigne ainsi l'affaissement des ligaments sacro-sciatiques survenant dans les jours qui précèdent la mise-bas. Cette modification, liée au climat hormonal de fin de gestation, peut aussi être l'expression du trouble fonctionnel hyperoestrogénique appelé NYMPHOMANIE.

### **III.4.1.2/ Signes cliniques sensibles ou certains**

#### **a) Mouvements fœtaux**

Vers le 5<sup>ème</sup> à 6<sup>ème</sup> mois chez la vache, 7<sup>ème</sup> mois chez la jument les déplacements spontanés du fœtus à l'intérieur de l'utérus sont assez prononcés pour être perceptibles à la main à travers l'épaisseur de la paroi abdominale (ils peuvent être même visibles). Chez la vache à droite et la jument à gauche ou en région abdominale inférieure juste avant la mamelle.

#### **b) Toucher externe**

Il est d'application tardive (2<sup>ème</sup> moitié de la gestation)

**\*Chez la vache:** l'explorateur applique le poing droit sur la partie inférieure de l'abdomen, juste en avant du grasset ; il imprime alors un mouvement ferme à la paroi abdominale de manière à refouler l'utérus et son contenu, puis il attend de façon à percevoir le choc en retour lié à la remise de l'organe en place. Cette méthode n'est positive qu'à partir du 6<sup>ème</sup> mois.

**\*Chez les petits ruminants:** cette méthode n'est pas intéressante, prête à confusion d'une part et d'application tardive d'autre part.

**c) Toucher interne**

Il comporte le fouiller rectal et l'exploration vaginale. Le fouiller rectal reste la méthode de choix pour le diagnostic chez la vache et la jument. Certaines précautions de contentions s'imposent chez la jument pour éviter tout incident.

**c-1) Toucher rectal:** la main et le bras gantés, les doigts étant disposés en cône, sont introduits doucement dans le rectum en effectuant un léger mouvement de vrille et en ayant soin de laisser s'effacer les ondes péristaltiques de l'intestin. Une fois le rectum vidé de son contenu on procède alors à l'examen des organes génitaux. Il est à signaler que la main doit être au préalable lubrifiée pour éviter tout traumatisme.

**\*Chez la vache non gestante**

L'utérus ne dépasse pas une ligne reliant les deux angles externes de la hanche. La main passée à plat au niveau du plancher du bassin perçoit une masse dure bien délimitée: le col. En avant de ce dernier on peut palper un cordon plus ou moins dur, longitudinal, élastique et mesurant 2 à 5cm de diamètre: le corps de l'utérus. Vers l'avant le corps se divise en deux cornes reliées entre elles par un frein musculo-séreux. Les doigts introduits à ce niveau permettent par une légère traction vers l'arrière de ramener la matrice dans le bassin puis de palper alternativement les cornes et les ovaires situés à leurs extrémités.

**NB/ Col.....**5 à 10 cm de longueur (consistance ferme)

.....6 à 8 cm de diamètre

**Corps utérin.....** 3 à 5 cm de longueur (consistance flasque)

.....2 à 5 cm de diamètre

**Cornes.....**30 à 40 cm de longueur (incurvées vers le bas)

**\*Chez la vache gestante**

-L'ovaire est porteur du corps jaune.

-**A la fin du premier mois** de gestation on peut noter une asymétrie au niveau des cornes.

-**Au deuxième mois**, le sac amniotique est tendu et le volume des liquides fœtaux varie entre 80 et 300cc. A ce stade l'asymétrie est très évidente. La perception des membranes fœtales est un élément en faveur d'un diagnostic positif au cours de ce stade. Elle est réalisée en pinçant la grande courbure de la corne utérine entre le pouce et l'index et en laissant s'échapper entre les doigts. La présence du corps jaune sur l'ovaire correspondant à la corne dilatée constitue un élément confirmatif. A cette époque de gestation, la muqueuse vaginale est visqueuse ; le col est fermé et recouvert d'un mucus épais.

-**Au troisième mois**, la distension et l'asymétrie sont nettement perceptibles. L'utérus s'est engagé plus en avant du pubis et la succussion de l'organe permet souvent de percevoir le fœtus sous forme d'un corps dur, flottant dans du liquide.

-**Au 4<sup>ème</sup> & 5<sup>ème</sup> mois**, les symptômes précédents s'intensifient, l'utérus gagne davantage la cavité abdominale et sa distension est plus marquée. L'artère utérine s'est considérablement hypertrophiée ; on perçoit à son niveau le « THRILL ARTERIEL ». L'hypertrophié cotylédonaire déjà perceptible entre 3 mois et demi et 4 mois s'est accentuée.

-**Entre le 5<sup>ème</sup> et le 7<sup>ème</sup> mois**, le diagnostic pourrait échapper au clinicien non averti ; car l'utérus gravide s'enfance davantage dans la cavité abdominale.

-**Du 7<sup>ème</sup> mois** à la fin de gestation, la croissance du fœtus va en s'intensifiant ; le fœtus remonte en avant du bassin et est perceptible par fouiller rectal. Les artères utérines deviennent flexueuses et laisse percevoir un thrill très accusé.

**NB:** Lors de gémellité l'asymétrie est absente ou peu marqué. La difficulté de diagnostic se situe donc du 2<sup>ème</sup> au 3<sup>ème</sup> mois. Les éléments de du diagnostic par la suite sont identiques à ceux signalés lors d'une gestation simple (cotylédons, thrill,...etc.).

**\*Chez la brebis**

Le diagnostic clinique est difficile. Le développement abdominal et celui de la mamelle constituent des éléments indicatifs mais tardifs d'un état de gestation.

**III.4.2/ Méthodes de diagnostic paracliniques**

La gestation s'accompagne de modifications de l'équilibre hormonal et biologique susceptibles d'être utilisées en vue du diagnostic.

**1) Chez la vache**

**a) Détermination hormonale**

**a-1) progestérone**

Le dosage s'opère par méthode immunologique soit sur le plasma, soit sur le lait écrémé, ou sur la crème. Les prélèvements s'effectueront au mieux au 23<sup>ème</sup>, 24<sup>ème</sup> jour. L'interprétation des résultats à lieu sur la base des données suivantes:

Plasma: 0,5 ng/ml ou 1 ng/ml.....négatif

2 ng/ml.....positif

1 à 2 ng/ml.....douteux

Lait: 11 ng/ml.....positif

8 ng/ml.....négatif

8 à 11 ng/ml.....douteux

Crème: > à 1 ng/10 ul.....positif

< à 1ng/ 10ul.....négatif

Les cas de doute (erreur expérimentale, mauvaise identification.).

**a-2) Œstrogènes**

L'excrétion urinaire d'œstrogènes est également augmentée dans les derniers mois de gestation. Leur mise en évidence peut s'opérer par méthode chimique ou biologique.

Le diagnostic chez la vache par mise en évidence des œstrogènes est donc une méthode d'application tardive.

### a-3) Autres facteurs hormonaux

#### \* Early Pregnancy Factor (EPF) ou Early Conception Factor (ECF)

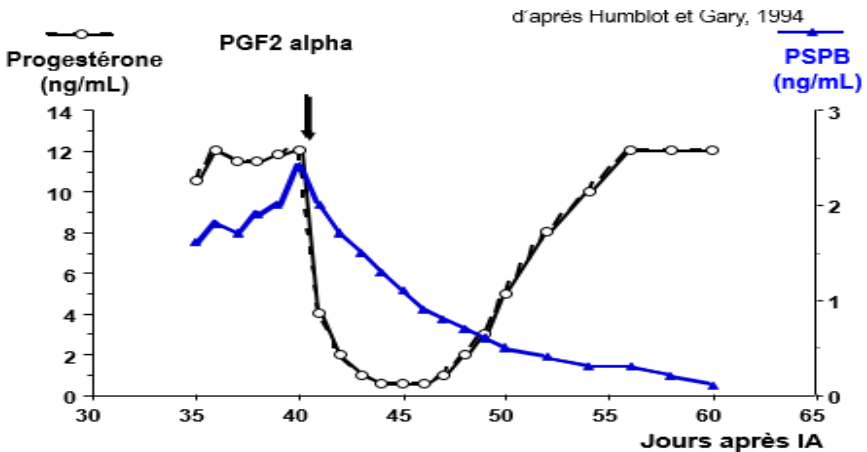
De nature glycoprotéique, apparaît quelques heures après la fécondation dans le sang de la plupart des espèces animales dont la vache

\* Pregnancy Associated Glycoprotein (PAG) / Pregnancy Specific Protein type B (PSPB). Espèces concernées: vache, chèvre, brebis.

Concentrations (vache)

- ✓ J20 à J30: augmentation
- ✓ J30 à J35: détection plasmatique
- ✓ J35 à J280: augmentation progressive

L'évolution des concentrations de progestérone et de PSPB est illustrée dans la figure 27.



**Figure 27:** Evolution des concentrations de progestérone et de PSPB après avortement induit à J40 (Humblot et Gary, 1994).

#### \* La zygote

Identifiée chez la brebis, la truie et la vache, son rôle exact reste à démontrer. Molécule de faible poids, elle induit la production par l'oviducte et l'ovaire porteur du corps jaune d'un facteur précoce de la gestation appelé EPF.

**\* La human Chorionic Gonadotrophin (hCG)**

Identifiée chez la vache, la brebis et la truie, son rôle semble relativement peu important en début de gestation.

**a-4) L'échographie**

Il faut pratiquer l'examen échographique dans un local sombre. L'appareil doit toujours être placé à gauche de l'opérateur s'il est droitier et inversement.

L'opérateur, muni d'un gant protecteur lubrifiant, vider le rectum de ces fèces. Puis l'opérateur palpe les différentes parties de l'appareil génital. Cette étape est primordiale. Dans un deuxième temps, la sonde est introduite dans le rectum. Elle doit être bien lubrifiée et parfaitement étanche.

Dans le cas d'une sonde linéaire il est conseillé de la tenir avec le pouce dans le creux de la main, les autres doigts regroupant l'appareil génital sous la sonde, la sonde doit être parfaitement plaquée contre le plancher du rectum.

**❖ L'embryon**

L'embryon peut être détecté au plus tôt vers le 20ème jour de gestation avec une sonde de 5 MHz. Il se présente à ce moment sous la forme d'une ligne plus échogène d'environ 4mm de longueur. Les premiers battements cardiaques peuvent être détectés aux environs du 21ème jour de gestation.

Entre les jours 22 et 30, l'embryon présente une configuration en C résultant de la flexion de ses parties antérieures et postérieures.

Au cours de la semaine suivante, l'allongement du cou et le redressement de la tête de l'embryon contribuent à lui donner un aspect en L.

En conclusion les méthodes de diagnostic à retenir sont la détermination du taux progestéronique en début de gestation l'échographie et le fouiller rectal.

## 2) Chez la brebis

### a) Détermination progestéronique

C'est une méthode précoce qui permet un diagnostic correct dans 90% des cas à partir du 28<sup>ème</sup> jour de gestation. Son application est possible entre le 16<sup>ème</sup> et le 21<sup>ème</sup> jour et un taux de 1,5 ng/ml est indicatif d'un état de gestation.

La concentration plasmatique en progestérone augmente pratiquement de 1 ng/ml/fœtus. Le taux plasmatique augmente après le 50<sup>ème</sup> jour de gestation et peut atteindre 7 à 8 ng/ml ; ce fait dû à une sécrétion placentaire de progestérone.

### b) Biopsie vaginale

Chez la brebis gestante l'épithélium vaginal se réduit à 3 ou 4 couches de cellules cubiques, cet aspect se modifié après 40<sup>ème</sup> jour ; les cellules basales évoluent vers le type prismatique ou polygonal alors que les cellules restent de type cubiques dans les couches supérieures.

Cette méthode est tardive et permet un diagnostic correct au 40<sup>ème</sup> jour dans 90% des cas.

### c) Radiographie

Elle représente une méthode valable mais d'intérêt relatif en raison de l'époque assez tardive où elle est applicable, du prix et des problèmes de contention.

### d) Echographie

#### \* Echographe bidimensionnelle (Mode-B)

Cette technique est utilisée à la fois pour le diagnostic de gestation, la détermination du nombre de fœtus et l'estimation de l'âge de gestation.

L'échographie est simple, rapide, non stressante et non traumatisante pour l'animal. La sonde, préalablement enduite de gel est appliquée sur la partie arrière droite de l'abdomen, sur la zone dépourvue de laine située entre la mamelle et le postérieur droit de

l'animal. Selon les opérateurs et les informations recherchées, la brebis est en position assise, debout ou sur le dos.

Chez la brebis, l'utilisation d'une sonde transrectale (7,5 MHz) permet de visualiser l'embryon dès le 19<sup>ème</sup> jour. Avec une sonde de 5 MHz, ce délai est retardé de 5 jours.

L'utilisation d'une sonde trans-abdominale (3,5 MHz) permet de détecter l'embryon entre le 25e jour et le 30e jour après la saillie.

#### **\* Le Doppler à ultrasons**

L'écho Doppler est basé sur la détection d'ultrasons émis à partir d'une source fixe et réfléchis par tout obstacle mobile tel que le cœur ou le flux sanguin. Cet examen peut se faire par voie trans-abdominale ou par voie trans-rectale.

La réalisation de diagnostics de gestation se fait par l'échographe bidimensionnelle (Mode-B). La méthode par Doppler a toutefois conservé un certain intérêt pour l'examen de la viabilité foetale en cours de gestation.

#### **e) Autres méthodes**

\*Pregnancy Associated Glycoprotein (PAG): détection dans la circulation maternelle et dans le lait entre 22-23<sup>ème</sup> jours dans le sérum et vers le 32<sup>ème</sup> jour dans le lait.

\*Palpation externe: applicable au cours de dernier tiers de gestation et le résultat est incertain.

\*Détection par voie vaginale ou rectale du frémissement de l'artère utérine: méthode délicate et comporte de sérieux danger (avortement).

\*Laparotomie et examen de l'utérus par endoscopie: méthode non économique et contraignante.

En conclusion la détermination progestéronique et l'examen échographique sont d'intérêt pratique.

### III.5/ Suivi de la gestation

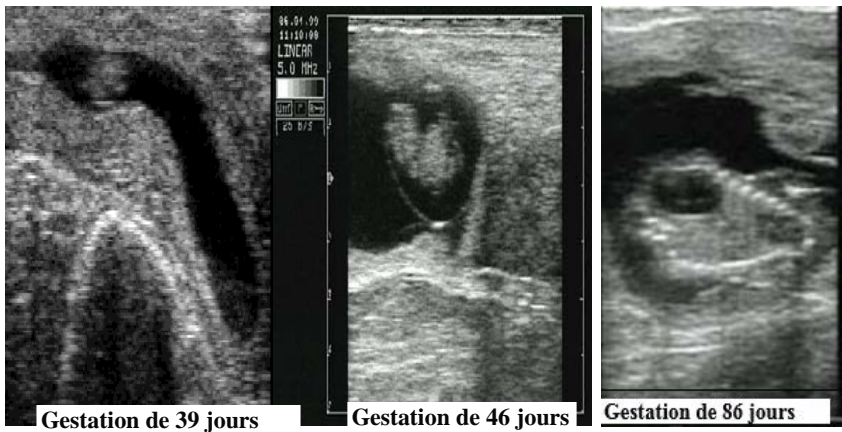
Le contrôle de gestation peut se faire à la main (dès le 40e jour de gestation environ) ou au moyen d'ultra-sons (dès le 25e jour de gestation environ). Le procédé est le même que celui décrit pour l'examen rectal.

Comme point de repère dans la vache, il y a le col de l'utérus (cervix) et le bord antérieur de l'os du bassin.

Pour estimer la date de la mise-bas avec le maximum de précision, il est préférable de prendre comme point de départ de la gestation le jour de l'ovulation.

Le suivi d'alimentation des vaches gestantes

La figure 28 montre les images échographiques aux âges différents de gestation chez la vache.



**Figure 28:** Images échographiques aux âges différents de gestation chez la vache.

### III.6/ Pratique et intérêt du tarissement

La période du tarissement est caractérisée par de grands changements dans la conduite de l'élevage (alimentation, habitat, actions sanitaires) et des changements hormonaux en relation avec la gestation.

Pour des raisons d'ordre nutritionnel, il convient de faire respecter une durée de repos à l'organisme, un allongement de période de tarissement (10-20) jours à (60 à 80) jours entraîne à la lactation suivante une augmentation de production de 10 à 15%.

Au delà de 80 jours, l'augmentation de la durée de la lactation n'est d'aucune utilité, en pratique il est conseillé de respecter une période sèche de 60 jours.

L'utilisation d'un bain de trayon au début et à la fin de la période (quinze jours avant le vêlage et 15 jours après le tarissement) où la vache est tarie peut être bénéfique dans les troupeaux où les mammites cliniques sont fréquentes

En cas d'une lactation continue jusqu'au vêlage, une production laitière en fin de gestation (même minime), double les besoins de la mère. Il en résulte donc un amaigrissement, une déminéralisation et un affaiblissement général, que la lactation qui suit (et notamment le pic de lactation) accentuera encore.

L'appareil locomoteur est particulièrement affecté.

Les animaux seront aussi plus sensibles aux mammites et à la paratuberculose.

Le veau, suite aux carences maternelles, risque d'être moins bien conformé, chétif, et immunodéprimé. Faute d'apports suffisants, le colostrum sera pauvre en vitamines, minéraux, et surtout en immunoglobulines.

### **III.7/ Déroulement de la parturition**

#### **III.7.1/ Introduction**

L'ensemble des phénomènes mécaniques et physiologiques qui induisent l'expulsion du fœtus constituent la parturition. L'accouchement est dit normal, physiologique ou eutocique quand il n'y a pas d'intervention obstétricale, ni de complications pour le produit et la parturiente.

La mise-bas est dite prématurée lorsqu'elle a lieu avant le terme de la gestation et que le produit soit viable. Par contre, on appelle dystocie, la parturition difficile, qui a subi une intervention étrangère qu'elle soit d'origine chirurgicale ou non.

### III.7.2/ Signes précurseurs du part ou stade de prodrome

La vulve se tuméfie, se relâche et laisse s'échapper un liquide visqueux, gluant, blanc jaunâtre.

Etat croqué est plus marqué chez la vache que chez les autres espèces.

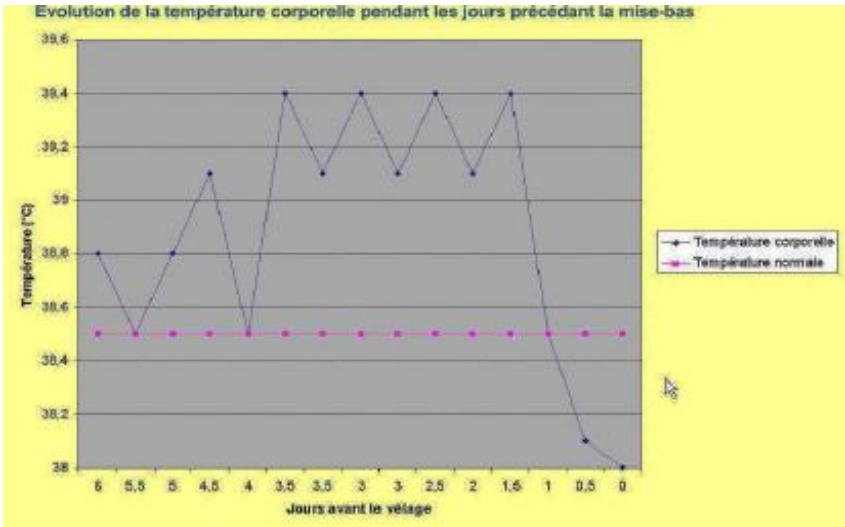
La femelle manifeste de l'inquiétude, de l'agitation et recherche l'isolement.

Le début du travail rappelle les symptômes de colique (coucher, relever...etc.). L'apparition de sueurs profuses chez la jument indique un part prochain (3 à 4 heures avant le part).

Chez la jument le colostrum se coagule à l'extrémité des tétines et y forme des filaments plus ou moins longs: « chandelles ». La jument est inquiète, s'isole des animaux et de l'homme, présente des signes de colique et sa croupe s'affaisse.

Chez la chienne, la chatte et la lapine on note des manifestations du comportement ; en effet ces dernières rassemblent des éléments (chiffon, paille...etc.) pour constituer leur nid.

La température corporelle s'élève au cours des trois derniers jours de la gestation et diminue le jour du vêlage (figure 29).



**Figure 29:** Evolution de la température corporelle pendant les jours précédant la mise bas (Institut de l'élevage, 2015).

### II.7.3/ Endocrinologie et physiologie de la parturition

La fonction corticotrope foetale conditionne les modifications hormonales relevées au moment du part au niveau maternel: chute de progestérone, augmentation des œstrogènes, de prostaglandines et de l'ocytocine.

L'augmentation d'ocytocine relève à la fois des modifications hormonales décrite ci-dessus et d'une incitation nerveuse réflexe prenant sa source au niveau des organes génitaux: dilatation du col et du vagin et les mouvements du fœtaux (facteurs mécaniques).

Composants de la sécrétion mammaire, souvent utilisée chez la jument, en effet la composition du pré-colostrum se modifie dans les derniers jours de gestation. La figure 30 illustre l'endocrinologie de la parturition.

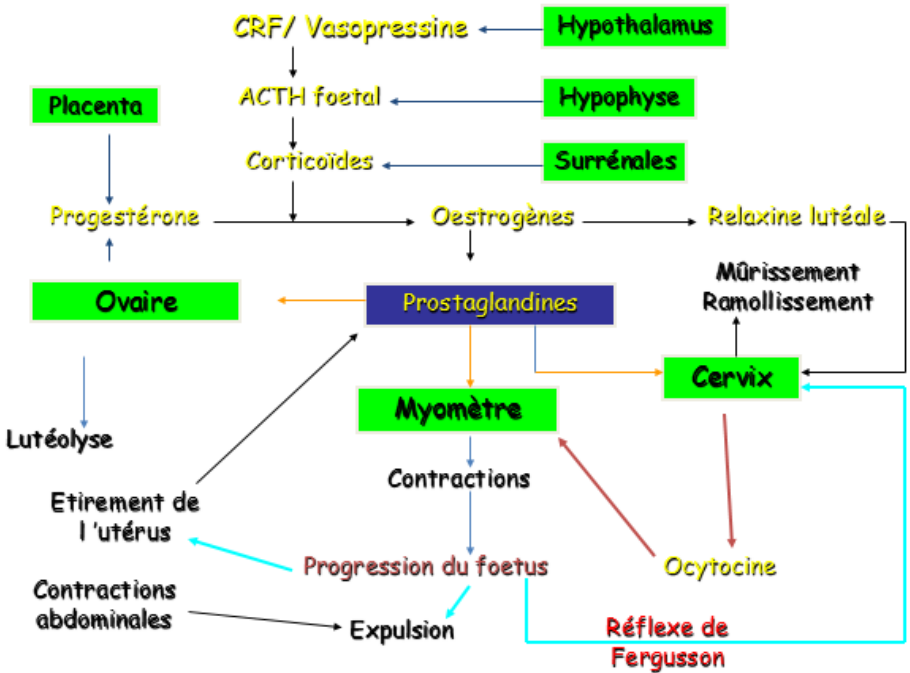


Figure 30: endocrinologie de la parturition (Hanzen, 2010).

### III.7.4/ Accouchement proprement dit

#### e) Contractions utérines et dilatation du col

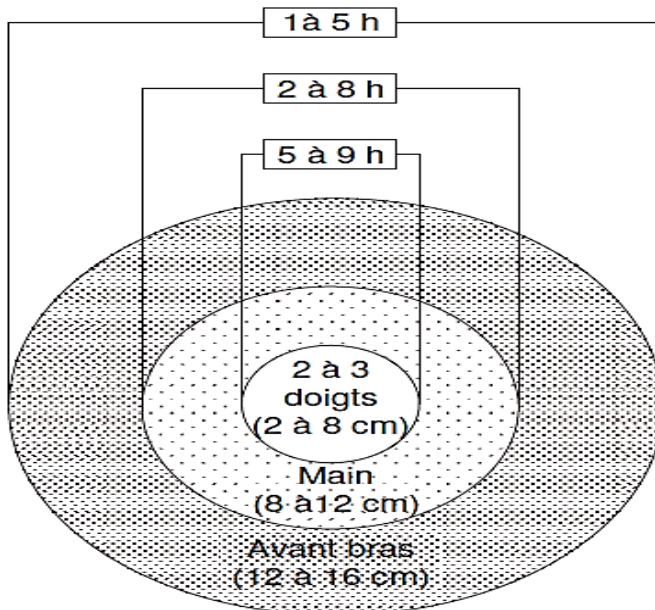
Le fœtus représente l'élément moteur initial de son expulsion et la chute du taux de progestérone maternelle représente un élément déterminant.

En somme le déterminisme de l'accouchement dépend essentiellement de la contractibilité de la fibre utérine et l'harmonie de ces contractions dépend du système nerveux. Une fois le travail déclenché, les contractions rythmiques deviennent de plus en plus puissantes ; elles durent de 50 à 60 secondes avec intervalle de 3 à 6 minutes.

Chez les grandes espèces les contractions débutent au sommet de la corne et parcourent celle-ci jusqu'au col. A ces contractions s'ajoutent les contractions de l'abdomen et du diaphragme.

La présentation antérieure (99% chez le poulain, 95% chez le veau et 50% chez la truie et la chienne).

La figure 31 montre l'évolution de l'ouverture du col dans les heures qui précèdent la mise bas.



**Figure 31:** Evolution de l'ouverture du col dans les heures qui précèdent la mise bas (Hanzen, 2010).

### **f) Expulsion du fœtus**

Elle commence à la rupture des enveloppes et l'expulsion des eaux et se termine par l'expulsion du veau. Souvent chez la jument l'amnios n'est pas rompu et le fœtus recouvert par celui-ci peut mourir par asphyxie ; c'est pour cette raison qu'il faut surveiller la jument lors du poulinage.

Dès que le fœtus a franchi le col et s'est engagé dans la filière pelvienne, les contractions utérines et les contractions abdominales se font de plus en plus intenses et se succèdent à un rythme de plus en plus rapproché.

La tête arrive au niveau de l'ouverture vulvaire qui se dilate progressivement, puis la franchit. Tandis que le tronc du fœtus, engagé dans la filière pelvienne, s'adapte aux dimensions de ce conduit pour progresser lentement vers la vulve. Cette phase est très pénible et très douloureuse et exige de la mère des efforts expulsifs de plus en plus intenses.

### **g) Durée de l'accouchement**

La durée de l'accouchement proprement dit est variable selon les espèces et les individus

\*Chez la jument la durée est d'environ 5 à 15 minutes.

\*Chez la vache, cette durée peut varier entre 30 minutes et 3 heures mais généralement plus longue chez les primipares et les sujets âgés. Le cordon ombilical se rompt lui-même dès que le fœtus a complètement franchi l'ouverture vulvaire.

\*Chez la brebis l'expulsion des divers fœtus se succède à intervalle de 10 à 15 minutes, avec une durée d'expulsion inférieure à 60 minutes.

\*Chez la chienne et la chatte l'expulsion des fœtus se fait en une heure et se produit à intervalle de 10 à 30 minutes et peut atteindre une heure chez les primipares. Ce qui conduit généralement à une durée d'accouchement pouvant varier de 3 à 6 heures à partir de l'expulsion des premières eaux fœtales. Les fœtus sont souvent expulsés recouverts de l'amnios, la mère aide ces produits à les débarrasser de leurs enveloppes.

## **h) Expulsion des membranes**

Les contractions utérines qui se poursuivent même après l'expulsion fœtale ont pour effet l'expulsion du chorion, la constriction vasculaire et l'ischémie partielle, ce qui a pour effet la dissociation des villosités.

La durée d'expulsion placentaire varie d'espèce en espèce et elle en partie liée à la structure du placenta (ex: l'expulsion du placenta cotylédonaire est plus longue). Chez la jument l'expulsion de l'arrière-faix dure 30mn à 3 heures, chez la vache 12 heures ; par contre chez les carnivores l'expulsion de chaque délivre suit celle du fœtus.

La rétention du délivre au-delà des limites de temps suscités doit être considérée comme anormale et nécessite une intervention en vue de prévenir toutes complications.

### **III.8/ Les dystocies**

L'accouchement dystocique (dys: difficulté et tokos: accouchement) est un accouchement qui entraîne des difficultés voire une impossibilité d'accouchement par voie basse. On distingue 2 sortes de dystocies ;maternelles et foetales.

#### **II.8.1/ Dystocies d'origine maternelles**

Maladies générales de la mère

\_Carences alimentaires n vitamines et minéraux.

\_Carence en calcium et phosphore sont responsables d'ostéomalacie.

\_Fracture des membres.

\_Infections générales: douleur abdominale intense limite les efforts expulsifs.

\_Hernie de l'utérus fait suite à la rupture des tendons pré-pubiens qui rend les efforts expulsifs inefficaces.

L'absence ou faiblesse des efforts expulsifs par une inertie primitive ou secondaire.

Diminution d'un ou des diamètres de la filière pelvienne qui empêche la progression normale du fœtus.

La torsion utérine.

#### **II.8.2/ Dystocies d'origine fœtales**

Emphysème fœtal: caractérisé par un œdème généralisé, une décomposition gazeuse et de la crépitation dont on connaît la gravité tant pour la parturiente que pour le vétérinaire accoucheur.

L'emphysème est une complication fréquente survenant après le 4<sup>ème</sup> mois de la gestation. L'affection peut survenir lors d'insuffisance de dilatation du col, lors de dystocies et que le fœtus vient à mourir, allongeant ainsi le part. Les phénomènes emphysémateux débutent 24 heures après la mort du fœtus.

Hydropisie des membranes fœtales: L'accumulation anormale est excessive du liquide amniotique (hydramnios) ou de liquide allantoïdien (hydro-allantoïde) représente un trouble de la gestation souvent observé chez la vache, la jument, la brebis. L'affection survient entre le 5<sup>ème</sup> et le 6<sup>ème</sup> mois chez la vache.

Mal présentation et mal position du fœtus.

Les fœtus pathologiques

- 1-1) Hydrocéphalie (veau).
- 1-2) Géantisme fœtal.
- 1-3) Gémillités.
- 1-4) Menqtruosités.

### **III.9/ Suite de vêlage**

#### **a) Soins à donner à la mère**

\*Les grands animaux seront maintenus dans un local à bonne température et sur une bonne litière au repos et au calme comme il est avantageux de les frictionner.

\*Laver soigneusement le train postérieur avec de l'eau chaude et savonneuse pour éviter les infections génitales.

\*Effectuer l'exploration utérine dans le but de rechercher d'éventuelles lésions

\*Surveiller et constater l'absence d'efforts expulsifs (déchirure de l'utérus). Si les efforts expulsifs persistent, on doit une deuxième exploration sinon ils seront calmés par une anesthésie épidurale ou un analgésique.

### **b) Le nouveau-né**

En principe, le veau ou le poulain se lève rapidement et la mère s'en occupe bien. Néanmoins on doit:

\*Surveiller la respiration, elle doit s'installer dès l'expulsion d'une façon régulière et bien rythmé (30mouvements/mn).

\*Il faut vérifier l'existence des réflexes dans les 5 minutes premières, le nouveau-né recherche la position du décubitus sternal avec relevé de la tête.

\*Il faut sécher le nouveau-né avec un linge au besoin de le frictionner avec de la paille, cette friction a l'avantage d'activer la circulation superficielle et même parfois de déclencher et d'accélérer les premiers mouvements respiratoires.

\*Vérifier que l'animal ne présente pas de malformations apparentes.

\*Présenter après avoir saupoudré par le son pour l'apprendre à lécher.

\*Conseiller la tétée précoce afin qu'il profite du colostrum (immunité maternelle), le veau doit téter 3 fois dans les 12 premières heures pour absorber les Ac, IGg...etc.

\*Parfois il y'a impossibilité de tétée, on a recours à l'allaitement artificiel.

### **III.10/ Sevrage**

Le veau dépend exclusivement de l'alimentation liquide de la naissance jusqu'à deux semaines d'âge pour couvrir ses besoins de croissancen le sevrage des animaux de rente et en particulier des veaux est radical. Après la séparation complète d'avec la mère, les veaux ont des niveaux de cortisol anormalement élevés et leur rythme circadien d'activité est temporairement perturbé, révélant alors un véritable état de stress.

La technique de sevrage des veaux en deux étapes (two stages weaning) qui consiste à poser un antisuceur aux naseaux des veaux pendant les quatre à sept jours qui précèdent la séparation physique des animaux, telle que classiquement pratiquée. L'antisuceur est indolore et réutilisable, empêche le veau d'attraper les trayons et de

téter tout en lui permettant de rester en contact avec sa mère, de pâturer, de manger et de s'abreuver.

La distribution des fourrages pourra se faire au moment où le rumen sera fonctionnel, soit vers l'âge de 6 à 7 semaines si le sevrage s'effectue vers l'âge de 4 à 5 semaines.

Les veaux consomment jusqu'au sevrage 7 à 9 mois, ils restent avec leurs mères pendant toute la saison de pâturage et ils sont appelés: BROUTARDS.

### III.11/ Paramètres de reproduction (fertilité, fécondité, prolificité, productivité numérique)

#### A/ Fécondité

Au sens propre, capacité d'une femelle de mener à terme sa gestation, mettant bas un ou des produits vivants et viables (dans un délai donné). La fécondité est habituellement exprimée par l'âge au premier vêlage l'intervalle entre vêlages, et/ou par l'intervalle entre le vêlage et l'insémination fécondante.

#### \*Critères expriment la fécondité

-**intervalle moyen entre deux vêlages successifs (IV-V)**, représente le nombre de jours séparant le vêlage n-1 et le vêlage n. Il est considéré comme le critère le plus fiable pour mesurer la fécondité dans un élevage laitier. Chez l'espèce bovine, l'intervalle qui sépare deux vêlages est composé de trois périodes):

$IV-V = J.R.M + J.P + G$  J.R.M = Jours de repos minimal: nombre de jours post-partum pendant lesquels la vache n'est pas inséminée même si elle vient en chaleurs (entre 40 et 45 jours). J.P = jours perdus: nombre de jours entre la première insémination fécondante. G = durée de gestation qui est à peu près constante, autour de 280 jours.

Il présente le double inconvénient de ne pouvoir être connu que tardivement, et de ne pas prendre en compte les réformes consécutives à l'infertilité.

- **intervalle moyen entre le vêlage et les premières chaleurs (IV-C1)**, exprimé en jours. D'une façon générale, c'est le paramètre

le moins fiable du fait de l'absence d'enregistrement systématique de la part des éleveurs.

- **l'intervalle moyen vêlage - première insémination (IV-IA1)** exprimé en jours, est la durée moyenne entre la première insémination réalisée au cours de la période du bilan et le vêlage précédent .

- **l'intervalle moyen vêlage - insémination fécondante (IV-IAF)** exprimé en jours. Cet intervalle explique 90% des variations de l'IV-V. Il peut donc être considéré comme un bon critère d'estimation de la fécondité C'est le nombre de jours qui sépare l'insémination fécondante du vêlage précédent, cet intervalle est utilisé pour caractériser la fécondité d'un individu ou d'un troupeau.

- l'IV-IAF permet de définir le pourcentage de vaches ayant un **IV-IAF supérieur à 110 jours ou 120 jours (%IV-IAF>110 jours ou 120 jours)**

L'intervalle vêlage - vêlage est rarement pris en compte en raison de ses limites: il n'est connu que tardivement et il ne prend pas en compte les réformes consécutives aux troubles de la fertilité. De même, IV-C1 et %IV-C1>60 sont des paramètres peu fiables rarement pris en compte en raison de l'absence d'enregistrement systématique des premières chaleurs par les éleveurs.

### **B/ Fertilité**

L'IFT (index de fertilité totale) est une mesure globale du taux de conception pour les vaches saillies dans le troupeau. Il est exprimé par le rapport entre le nombre de saillies ou inséminations (numérateur) de la période test (2 à 14 mois passés) et les saillies qui ont résulté en une gestation confirmée (dénominateur). Idéalement, le calcul comprend les vaches dans le troupeau qui ont été saillies durant la période test et les vaches qui ont été éliminées postérieurement.

L'IFA (index de fertilité apparente), se mesure par le rapport entre le nombre de saillies sur les vaches gestantes et le nombre de vaches gestantes au cours de la période test.

La gestation peut être désignée soit par l'examen du vétérinaire ou par le non retour des chaleurs après 65 jours.

### \*Critères expriment la fertilité

- **Le taux de gestation**, c'est-à-dire le pourcentage de vaches gravides sur toutes les vaches mises à la reproduction, ou le taux de mise bas. Les auteurs anglosaxons et québécois ont dans le cadre de l'évaluation de traitements inducteurs des chaleurs davantage recours à trois paramètres qu'ils définissent de la manière suivante: Le taux d'insémination (breeding rate) exprime le rapport entre le nombre d'animaux inséminés par rapport au nombre d'animaux traités. Le taux de conception (conception rate) exprime le rapport entre le nombre d'animaux gestants et le nombre d'animaux inséminés.

Le taux de gestation (pregnancy rate) exprime le rapport entre le nombre d'animaux gestants et le nombre d'animaux traités. Une diminution de la fertilité du troupeau se traduit habituellement par une augmentation du nombre d'animaux qualifiés de repeat-breeders (RB) c'est-à-dire inséminés plus de deux fois. La littérature renseigne des pourcentages d'animaux repeat breeders compris entre 10 et 24 %

- **Le taux de réussite à la première insémination exprimé en % de vaches gravides après une insémination (TRIA1)** sur les vaches mises à la reproduction, 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.

-Taux des femelles ayant nécessité plus que trois inséminations: d'une façon générale, le %3IA correspond au pourcentage de vaches qui nécessitent 3 inséminations ou plus pour être gravides (%3IA).

-**IC**: l'indice coïtal ou d'insémination est défini par le nombre d'inséminations nécessaires pour l'obtention d'une gestation.

### C/ Evaluation de la détection des chaleurs

Divers paramètres de quantification de la détection des chaleurs ont été proposés, mais celui le plus utilisé est:

**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. De manière arbitraire et dans le but d'obtenir une valeur moyenne ditreprésentative nous écartons volontairement les valeurs > ou = à 55 jours et celles inférieures à 5 jours

### **D/Taux de prolificité (%)**

$(\text{Nbre nouveaux nés morts et vivants})/(\text{Nbre defemelles ayant mis bas}) \times 100$

Note: La prolificité est un terme d'élevage qui correspond à la descendance engendrée par une mère en un an. Cette notion étant primordiale à la rentabilité des troupeaux.

### **III.12/ Causes et traitements de l'infécondité**

Les facteurs responsables d'infertilité ou d'infécondité ont été répartis en trois catégories, l'une rassemblant les facteurs individuels inhérents davantage à l'animal, l'autre regroupant plus les facteurs collectifs propres au troupeau et relevant de son environnement ou de l'éleveur et finalement des facteurs infectieux. Cette évaluation est importante car les performances de reproduction dépendent bien entendu de facteurs zootechniques (nutrition, détection des chaleurs) mais aussi pathologiques. Dans ce contexte, la fréquence des pathologies du postpartum ou de gestation qu'elles soient de nature métabolique, infectieuse ou hormonale revêt une importance certaine.

#### **a. Facteurs individuels**

##### **\* L'âge**

L'anoestrus pubertaire, des observations opposées ont été rapportées à l'encontre des variations des paramètres de fécondité et de fertilité en fonction de l'âge. Les génisses laitières sont habituellement plus fertiles que les vaches.

Les symptômes de l'anoestrus fonctionnel chez la génisse sont tous à la fois de nature:

- Comportementale: l'animal ne manifeste pas de chaleurs,

- génitale: à la palpation, l'utérus est atone, les ovaires sont granuleux voire petits et lisses et ne présentent peu ou pas de signe de croissance folliculaire ou d'activité lutéale.

L'anamnèse et l'examen clinique de l'animal différencient donc aisément l'anoestrus fonctionnel de l'anoestrus pathologique.

Les facteurs qui peuvent modifier le moment d'apparition de la puberté sont multiples.

### **\*La génétique (pathologie congénitale)**

Les aberrations génétiques et chromosomiques Conditionné par un gène autosomal récessif en association avec les gènes responsables de la décoloration du pelage.

**Une forme d'hypoplasie ovarienne** a été décrite dans le bétail Highland suédois. Une semblable manifestation a été rapportée dans la race Bleu Blanc Belge.

**La maladie des génisses blanches ou la White Heiffer Disease** Encore appelée par les anglo-saxons White Heiffer Disease (WHD). Cette pathologie peut concerner diverses portions des conduits de Müller, c'est-à-dire l'oviducte, l'utérus et le vagin. Cette pathologie a été particulièrement étudiée dans le bétail Shorthorn

Ces anomalies serait de nature à permettre l'établissement d'un meilleur pronostic de l'avenir reproducteur d'un animal et par la même de préciser son intérêt économique futur.

**Le free Martinisme:** Cette pathologie est pratiquement spécifique de l'espèce bovine. Son appellation dériverait du dialecte écossais. Le terme " free " signifie stérile et le terme " martin " se rapporte au fait que la fête de la St Martin correspondait à la période où les animaux stériles étaient abattus.

### **\*La production laitière**

L'accroissement de la production laitière se traduit habituellement par une augmentation des intervalles entre le vêlage et la première chaleur, la première insémination, l'insémination fécondante et par une réduction de la fertilité.

## **b. Facteurs de troupeau**

### **\*La politique d'insémination au cours du post-partum**

L'obtention d'une fertilité et d'une fécondité optimales dépend du choix et de la réalisation par l'éleveur d'une première insémination au meilleur moment du post-partum. En effet, on observe que la fertilité augmente progressivement jusqu'au 60ème jour du postpartum, se maintient entre le 60ème et le 120ème jour puis diminue par la suite.

### **\* La détection des chaleurs**

Elle constitue un des facteurs les plus importants de fécondité mais également de fertilité puisqu'en dépendent non seulement l'intervalle entre le vêlage et la première insémination, les intervalles entre inséminations et le choix du moment de l'insémination par rapport au début des chaleurs.

### **\* La nutrition**

L'impact des facteurs alimentaires sur la reproduction ainsi que le mécanisme de leurs effets ont fait l'objet de descriptions exhaustives . Le poids plus que l'âge détermine l'apparition de la puberté chez la femelle bovine.

La pratique du flushing alimentaire est depuis longtemps recommandée pour induire des ovulations multiples dans l'espèce ovine. Ses effets sur la fertilité de la vache ne sont pas unanimement reconnus.

La fréquence de la mortalité embryonnaire augmente avec la perte de poids de l'animal. Cet effet serait imputable à une séquence hormonale inadéquate avant, pendant et après l'oestrus conduisant à une préparation du milieu utérin non synchrone de celle de l'embryon.

### **\* La saison**

L'analyse des variations saisonnières des performances de reproduction doit être interprétée à la lumière des influences réciproques, au demeurant difficilement quantifiables et donc le plus souvent confondues. selon les études réalisées, la fertilité et la fécondité présentent ou non des variations saisonnières. Celles-ci n'ont

pas été observées dans la réponse à un traitement de superovulation ou dans le taux de réussite de transferts d'embryons.

De manière plus spécifique, il apparaît que dans les régions tempérées, la fertilité est maximale au printemps et minimale pendant l'hiver, que le pourcentage d'animaux repeat-breeders est plus élevé chez les vaches qui accouchent en automne et que la durée de l'anoestrus du post-partum est plus courte chez les vaches laitières accouchant en automne.

L'effet de la température sur les performances de reproduction se traduirait par une diminution des signes de chaleurs, par la diminution de la progestéronémie significativement plus basse selon certains auteurs en été qu'en hiver.

### **c. Facteurs infectieux**

**-Les vulvites, vestibulites et vaginites** sont souvent concomitantes, ils sont désignées parfois sous le seul terme de vaginite qui englobe, abusivement, les inflammations de tout le segment postérieur du col aux lèvres vulvaires.

#### **-Les cervicites**

L'affection apparaît surtout chez les génisses, en particulier après saillie naturelle, auquel cas des lésions identiques sont visibles sur le pénis du taureau. De nombreux agents pathogènes ont été mis en évidence: Streptocoques, Actinomyces pyogenes, Coliformes, Mycoplasmes, Ureoplasma, Hemophilus, Virus. Avec certains d'entre eux, il est possible de reproduire l'affection mais aucun ne semble spécifique.

#### **-Les métrites**

L'inflammation de l'utérus se caractérise cliniquement par un écoulement pathologique à l'orifice postérieur du col et par de l'infertilité. A l'examen histologique, on observe des cellules inflammatoires dans l'épaisseur de l'utérus et sa lumière, avec une destruction plus ou moins étendue de l'épithélium et des glandes de l'endomètre. Une métrite peut évoluer sous forme aiguë ou chronique.

L'endométrite est une inflammation limitée à la muqueuse utérine, l'endomètre.

La métrite proprement dite concerne à la fois l'endomètre et le myomètre

Traitement: antibiothérapie générale et locale selon l'agent infectieux en cause.

### **-Les lésions inflammatoires du salpinx, du pavillon et de la bourse ovarique**

Il s'agit principalement des adhérences entre les ovaires et la bourse ovarique et les oviductes, ou bien des obstructions tubaires, ou encore des hydrosalpinx. L'incidence de ces derniers étant moindre.

### **-Repeat Breeding**

Le repeat breeding ou l'infertilité à chaleurs normales reste un phénomène important vis-à-vis des autres pathologies de reproduction pouvant influencer la fécondité et la fertilité. C'est un syndrome qui cause des pertes économiques importantes par la réduction du taux de gestation et par la cause de réforme supplémentaire qu'il peut constituer.

Une femelle repeat breeder est définie comme une vache n'ayant pas été fécondée malgré 3 (ou plus) inséminations ou saillies, alors que les chaleurs sont détectées régulièrement. Les vaches repeat breeders doivent donc faire l'objet d'une attention particulière concernant les endométrites cliniques, mais surtout subcliniques, car l'inclusion de ces femelles dans les programmes de reproduction est vouée à l'échec. Le diagnostic d'endométrite chez ces femelles est d'autant plus important si elles sont choisies pour recevoir des embryons afin d'augmenter le potentiel génétique de l'élevage.

## **d. Traitements**

### **d.1. Moyens de lutte au niveau du troupeau**

Ils concernent l'intensification de la qualité de la détection des chaleurs, le respect de normes alimentaires adaptées au niveau et au statut de production des animaux, l'application de plans de prévention

sanitaire et antiparasitaire adaptés à la situation et au statut de l'exploitation, voire le changement d'inséminateur. Ces principes généraux de base seront idéalement intégrés à un programme de gestion d'élevage. Basé sur des examens réguliers et précoces des animaux, il offre la possibilité au praticien de détecter et donc de traiter rapidement les animaux à problèmes et de renforcer l'observation des animaux par l'éleveur.

## **d.2. Moyens de lutte individuels**

### **d.2.1. Les traitements non-hormonaux**

Les endométrites éventuellement manifestées par les repeat-breeders seront traitées par une injection intra-utérine d'antibiotiques au début de la phase œstrale ou mieux le lendemain de la saillie ou de l'insémination. Cette seconde méthode offre l'avantage de pouvoir confirmer l'ovulation des animaux.

Une association de 1 million d'unités de pénicilline et d'un g de streptomycine a été recommandée. Les cas les plus graves seront réformés.

### **d.2.2. Les traitements hormonaux**

L'implication possible de l'insuffisance lutéale dans la mortalité embryonnaire a conduit plusieurs auteurs à évaluer l'effet d'un apport exogène direct de progestérone (CIDR, PRID) ou endogène indirect via l'administration d'une hormone gonadotrope (HCG) ou d'une gonadolibérine (GnRH).

## **E/ Calcul de la fréquence des pathologies et des réformes**

Cette évaluation est importante car les performances de reproduction dépendent bien entendu de facteurs zootechniques (nutrition, détection des chaleurs) mais aussi pathologiques. Dans ce contexte, la fréquence des pathologies du postpartum ou de gestation qu'elles soient de nature métabolique, infectieuse ou hormonale revêt une importance certaine.

Il importe cependant que ces pathologies soient définies et notées aussi précisément que possible, que leur identification ait au besoin fait appel à des méthodes connues pour leur degré d'exactitude et que la détermination de leur fréquence résulte d'une parfaite sélection des animaux concernés. Quelques exemples peuvent être avancés. Le plus souvent les pathologies puerpérales (rétention placentaire, fièvre vitulaire, acétonémie, déplacement de la caillette, acidose...) font référence au nombre de vêlages observés pendant la période d'évaluation.

Le pourcentage total de réforme est calculé en divisant le nombre d'animaux réformés par le nombre total d'animaux réformés et non réformés comptabilisés à la fin de la période d'évaluation. Le pourcentage de réforme pour infertilité est évalué en multipliant par 100 le rapport entre le nombre d'animaux réformés et inséminés au moins deux fois mais non confirmés gestants (numérateur) par le nombre total d'animaux réformés (dénominateur). Il est usuel de considérer comme normal un taux de réforme annuel compris entre 20 et 30 %, celui pour cause d'infertilité devant être compris inférieur à 10 %.

## IV. BIOTECHNOLOGIES DE LA REPRODUCTION

### IV.1 Détection des chaleurs

#### A. Définition et intérêts

La détection des chaleurs revêt une grande importance dans programme d'I.A. surtout lors de l'utilisation de semence provenant de taureaux de haute valeur génétique. De plus, la manifestation effective des chaleurs et leur détection conditionnent de loin les délais de mise à la reproduction.

#### B. Signes, principes et méthodes de détection

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

Les méthodes de détection reposent sur plusieurs modification physiologiques et au niveau du comportement de l'animal qui se produisent au moment de l'œstrus. Ces modifications sont la conséquence des variations du taux d'hormones circulantes, particulièrement de la montée des œstrogènes sécrétées par le follicule pré-ovulatoire. Le tableau 8 montre les principaux signes à rechercher:

**Tableau 8:** Les signes des chaleurs observées chez la vache (Hanzen, 2006).

Début des chaleurs (6-10 h)	Chaleurs proprement dites (16-18 h)	Fin des chaleurs.
Renifle les autres vaches. Chevauche ses compagnes. La vulve est moite rouge et légèrement gonflée.	Se laisse monter. Beugle et nerveuse. Diminution de la production Laitière. Monte les autres. Vulve rouge. Décharge du mucus clair. Pupille dilate.	Ne laisse plus monter. Flaire encore les autres. Décharge du mucus Toujours clair.

L'efficacité de cette méthode est fonction de certaines caractéristiques (tableaux 9 et 10):

- **Le lieu d'observation** /La stabulation libre offre des conditions optimales pour la détection des chaleurs.

- **Le moment d'observation** /Il a été rapporté que le maximum d'entrées en chaleurs ayant lieu vers 6 heures du matin et il y a donc intérêt surveiller le troupeau une ou deux fois plus tard au cours de la journée.

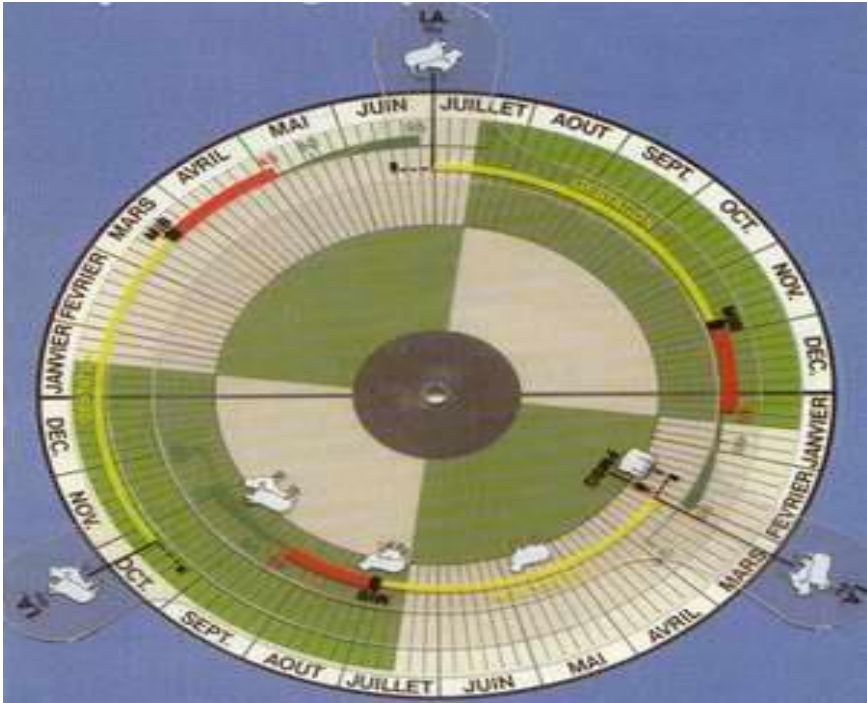
- **La fréquence d'observation** /Le nombre et le moment d'observation des chaleurs influencent énormément le pourcentage des femelles détectées en œstrus. En outre, pour un même nombre d'observations par jour, le temps consacré à la détection des chaleurs affecte aussi ce pourcentage.

**Tableau 9:** L'influence de la fréquence des observations pour la détection des chaleurs chez la vache. (Leborgne et al., 2013).

Nombre d'observations	Heures de détection								% de vaches laitières détectées
2		8h			16h				54%
2	6h					18h			69%
3		8h			14h			20h	73%
3	6h				14h			22h	84%
4	6h			12h		16h		20h	86%
5	6h		10h		14h		18h	22h	91%

Fréquence d'observations	Nombre de minutes d'observations		
	5	10	20
1 fois par jour	26 %	52 %	63 %
2 fois par jour	36 %	72 %	86 %
3 fois par jour	39 %	79 %	95 %
4 fois par jour	49 %	82 %	98 %

Les chaleurs chez la brebis s'accompagnent par des comportements assez particuliers desquels, nous pouvons citer, entre autres, la femelle est sensible à l'odeur du mâle, présente une immobilisation posturale indispensable à l'accouplement, elle agite aussi la queue en gardant la tête tournée vers le mâle en émettant des bêlements. Un modèle de suivi des chaleurs chez la brebis est rapporté dans la figure 32.



**Figure 32:** Suivi des chaleurs chez la brebis( Hanzen, 2006).

## 2. L'animal détecteur

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.

### a) 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. La présence du mâle au sein du troupeau augmente également l'expression des chaleurs des femelles. Différentes méthodes peuvent être utilisées pour atteindre ce résultat.

- ✓ Suppression de la spermatogénèse
- ✓ Suppression de la migration du sperme
- ✓ Fixation du pénis
- ✓ Amputation du pénis
- ✓ Déviation du pénis
- ✓ Obstruction de la cavité préputiale.

### **b) La femelle**

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.

### **3. Les dispositifs mécaniques et électroniques**

Nombreux dispositifs spécialisés dans la détection des chaleurs ont été développés pour venir en aide aux éleveurs. Nous allons présenter dans cette partie l'ensemble de ces outils actuellement disponibles ou en cours de développement.

Le principe des dispositifs mécaniques de détection des signes de l'œstrus est que ceux-ci doivent permettre d'identifier l'animal concerné en laissant un témoin visible, y compris après la fin du signe. Différents systèmes ont été développés pour assurer un marquage visible et durable, avec des sensibilités et des spécificités plus ou moins correctes.

### a) Les licols marqueurs

Les colliers marqueurs, ou harnais marqueurs, sont utiles dans le marquage des bovins en chaleurs autres que celui porteur du dispositif.

Ce dernier, appelé « animal sentinelle », se voit attribuer un collier (figure 33) muni d'un marqueur gras, constitué soit d'une craie à visser, soit d'un bloc marqueur (figure 34). Lorsque l'animal sentinelle descend des animaux qui acceptent le chevauchement, le marqueur gras laisse un trait coloré sur leurs croupes

Ainsi, les femelles qui acceptent le chevauchement sont facilement repérables pendant un certain temps, le marqueur gras s'effaçant avec le temps. Ce dernier doit être choisi correctement pour être bien visible. Le réservoir d'encre dure environ une semaine

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

*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 lorsqu'aucune pression n'est effectuée (Modèle Chin-Ball).

Vignettes semi-quantitatives à usage unique (OEstruflash® et Estroprotect®)

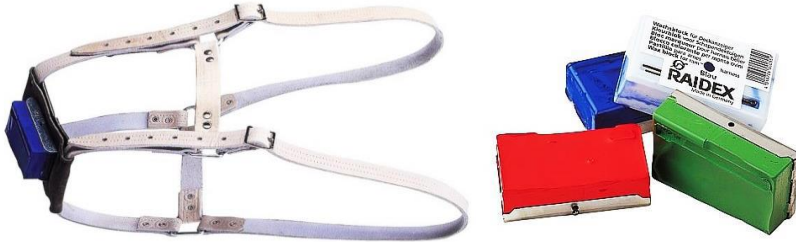
*Harnais marqueur:* la fixation d'un crayon marqueur par l'intermédiaire d'un harnais au sternum de l'animal détecteur est une méthode largement utilisée en élevage ovin. La proportion des différentes substances entrant dans la composition du crayon marqueur, peut être modifiée en fonction des conditions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

*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.

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.



**Figure 33:** Harnais marqueur (à gauche,) et blocs marqueurs Raidex® de diverses couleurs à fixer sur le harnais (à droite) (Houssou et Djaout, 2021).



**Figure 34:** Harnais marqueur sur un bovin de race Limousine (Houssou et Djaout, 2021).

Les colliers marqueurs sur des taureaux permettent une détection de l'œstrus continue et relativement efficace. Les taureaux sentinelles stimulent l'œstrus, et la vache en œstrus est identifiée correctement, permettant de gagner du temps lors de l'observation visuelle.

#### **b) Le podomètre et accéléromètre**

Le podomètre est un dispositif électronique attaché à la patte ou au collier de la vache permettant de mesurer individuellement le nombre de pas par unité de temps il est clair que la vache en chaleur est plus active. En stabulation libre, l'activité augmente de 4000%.

L'accéléromètre est un dispositif électronique attaché au cou du bovin, qui enregistre les mouvements de l'encolure dans les trois dimensions de l'espace.

#### **c) Echographies ovariennes par voie transrectale**

Les échographies ovariennes par voie transrectale permettent de visualiser directement les ovaires, et ainsi de prédire l'œstrus

lorsqu'un follicule dominant est observé. Elles pourraient être aussi efficaces qu'un traitement hormonal.

#### **d) BOVINOSE, capteur de phéromones**

Le Bovinose est donc un système de capteur de phéromones sexuelles « nez électronique » permettrait, via une olfaction artificielle, de détecter les odeurs associées à l'œstrus chez les vaches. Il est constitué d'un tableau de différents capteurs chimiques, qui sont mis en place pour analyser les composants chimiques, ici les phéromones sexuelles, de manière électronique, et d'indiquer après classification si la vache est en œstrus ou non.

#### **e) Les puces électroniques**

Des puces électroniques pour détecter les femelles en chaleurs. Le principe est simple: le mâle est pourvu d'un lecteur spécial qui détecte, à chaque chevauchement, la puce électronique de la femelle et enregistre son numéro d'identification. Ce détecteur électronique devrait permettre d'optimiser la réussite de l'insémination artificielle.

Les puces électroniques aussi appelées « transpondeurs RFID » permettent une Identification par Fréquence Radio. Il s'agit d'un microcircuit placé sur les femelles, contenant des données d'identification et capable de transmettre un signal radio lorsqu'il est stimulé par un lecteur. Ce signal radio est alors capté à distance par l'appareil de lecture.

Les transpondeurs, conçus pour être injectés sous la peau, ont été collés sur la croupe des brebis. Le support qui semble le mieux adapté est le bolus ruminal. Il s'agit d'un cylindre de céramique contenant le transpondeur, qui est introduit par la bouche et reste séquestré dans les pré-estomacs. Compte tenu de la localisation de ces bolus, il est envisageable de parvenir à lire leur contenu grâce à une antenne adaptée qui sera placée entre, ou sur, les pattes avant du mâle..

**f) Mesure des variations de la température autour de l'œstrus**

La température corporelle chez la vache diminue légèrement environ deux jours avant l'œstrus puis augmente de 0,3 à 3,2°C au moment du pic de LH.

**i) Dosage de la progestérone dans le lait**

La concentration en progestérone dans le lait diminue jusqu'à devenir inférieure à 5 ng/mL approximativement 80 heures avant l'ovulation, puis inférieure à 2 ng/ml environ 71 heures avant l'ovulation.

**g) Vidéosurveillance et analyse automatique d'images**

**h) Mesure de la conductivité des sécrétions vaginales et cervicales**

L'augmentation de la conductivité du mucus cervical et vaginal au moment de l'œstrus peut être mesurée pour détecter les chaleurs des vaches, à l'aide d'une sonde appropriée (figure 35).



**Figure 35:** Photo d'une sonde vaginale Ovatec®: les deux électrodes placées à son extrémité permettent de mesurer la conductivité des sécrétions (Houssou et Djaout, 2021).

## IV.2 Synchronisation des chaleurs

### a. Définition

La reproduction des animaux domestiques permet d'assurer le renouvellement des générations dans un but économique déterminé: la production de viande, de lait ou de laine selon les espèces ou les races et, dans certains cas particuliers, la fourniture des animaux de haute valeur individuelle comme les chevaux de course.

### b. Les molécules utilisées

**La GnRH** (Gonadotropin Releasing Hormone) agit directement sur l'hypophyse pour induire une libération transitoire de LH et de FSH pendant 2 ou 3 heures. La réponse à son administration dépend du stade de la vague folliculaire au moment du traitement:

**La prostaglandines F2 alpha:** est naturellement synthétisée par l'utérus dans deux situations: à la fin du cycle œstral et à l'approche de la mise-bas.

**Les progestagènes** (progestérone naturellement synthétisée par CJ) sont des molécules de synthèse.

**L'eCG** (equine Chorionic Gonadotropin) était autrefois appelée PMSG (Pregnant Mare Serum Gonadotropin). Elle est issue du sérum de jument gravide et elle possède une action à la fois LH et FSH.

### c. Description du dispositif

**\*Les implants:** En pratique, des implants de Mélovine® sont utilisés. (Seulement chez la brebis) Il s'agit d'implants de trois millimètres ; déposés à la base de l'oreille de la brebis les femelles recevant celle-ci quotidiennement ou portant un implant sous-cutané permettant une libération constante, de la mélatonine

**\*Les injections:** Sous cutané ou intra musculaire (toutes les espèces).

**\*Les éponges vaginales:** La mise en place de l'éponge se fait grâce à un petit spéculum vaginal muni d'un mandrin interne pour pousser l'éponge au fond de la cavité vaginale. (Chez la brebis Seulement). L'efficacité de la méthode de l'éponge varie d'une ferme à

l'autre et d'une saison à l'autre. Il y a des risques d'infection vaginale ou de blessures si l'opérateur n'est pas délicat et si le matériel utilisé n'est pas assaini convenablement. La méthode de l'éponge n'est pas recommandée pour les brebis primipares (agnelles), surtout en raison du risque de blessures.

**\*La spirale vaginale:** Les spirales commercialisées:

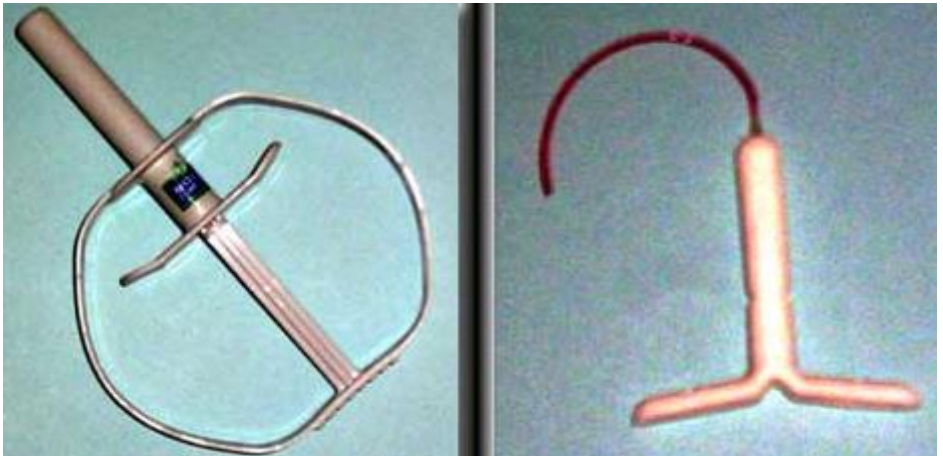
–Le PRID® (Progesterone Releasing Intravaginal Device).

–Le PRIOESTROL® (toujours utilisé chez la jument) qui contient en plus une capsule de gélatine collée à la spirale qui renfermait 10 mg de benzoate d'œstradiol.

–L'implant Crestar® (3 mg de norgestomet)

–Les indications de ces spirales sont la synchronisation des chaleurs et l'induction de l'oestrus en cas d'anoestrus chez les bovins et les équins.

–le CIDR® (Control Internal Drug Releasing). Il est constitué d'un corps de silicone contenant 1,38 g de progestérone moulé sur un support en nylon en forme de T. Les branches du T s'ouvrent dans le vagin lorsqu'il est libéré de son applicateur (figure 36).



**Figure 36:** le CIDR® (Control Internal Drug Releasing) et l'applicateur

#### **d. Les méthodes utilisées**

##### **- Le protocole à prostaglandines F2 $\alpha$**

###### **\*Chez la vache**

La PGF2 $\alpha$  administrée (injection unique), l'intervalle entre l'injection et les chaleurs est variable et dépend du stade de croissance du follicule au moment du traitement.

Les protocoles de synchronisation a 2 injections à 11-14 jours d'intervalle, toutes les femelles étant alors en phase de diœstrus au moment de la deuxième injection. La plupart des animaux expriment des chaleurs entre 48 et 96 h après l'arrêt du traitement.

###### **\* Chez les petits ruminants**

Chez les petits ruminants, la prostaglandine n'induit la lutéolyse qu'entre le 5ème et le 14ème jour du cycle. L'œstrus apparaissant chez la brebis dans un délai de 38 heures en moyenne. Ce délai est de 48 à 66 heures chez la chèvre Alpine cyclée, l'ovulation survenant 93 +/- 8 heures après l'injection de la prostaglandine.

Chez la brebis, en cas de double injection, un intervalle de 11 jours semble devoir être préféré.

##### **- Le protocole GnRH-PGF2 $\alpha$ -GnRH (Ovosynch.)**

###### **\*Chez la vache**

L'idée de synchroniser la folliculogénèse a amené à utiliser le GnRH. avant l'administration de PGF2 $\alpha$ , ce protocole est utilisé dans le cas de subœstrus.

Le protocole classique, est le suivant: Injection de GnRH à **J0**, PGF2 $\alpha$  **7 jours** plus tard, GnRH **48 h** après l'injection de PGF2 $\alpha$ .

Le protocole GPG est efficace chez les vaches cyclées mais où la détection des chaleurs est déféctueuse par rapport à l'utilisation des PGF2 $\alpha$  seules. De plus, chez les vaches que chez les génisses

### **-Les associations œstrogènes/ progestagènes/ PGF2 $\alpha$**

#### **\*Chez la vache**

Une injection de PGF2 $\alpha$  au moment du retrait ou, mieux, 48 h avant le retrait du dispositif peut améliorer la synchronisation des chaleurs et la fertilité des vaches cyclées avant traitement. Dans les troupeaux où certaines vaches sont en anoestrus, les traitements combinants œstrogènes -progestagènes et PGF2 $\alpha$  donneront les meilleurs résultats.

#### **\* Chez les petits ruminants**

Chez les brebis cyclées, l'induction et /ou la synchronisation de l'œstrus peut être obtenue par un traitement combinant progestagènes et prostaglandine avec ou sans PMSG. Des protocoles font usage d'implants de progestagènes mis en place pendant 11 jours. Ils sont accompagnés d'une injection de 400 à 500 UI de PMSG et PGF2 $\alpha$  24 h ou 48 h avant le retrait de l'implant

### **-Les associations œstrogènes/ progestagènes/ PMSG**

#### **\*Chez la vache**

L'association œstrogènes-progestagènes-PMSG est susceptible d'induire l'ovulation chez les animaux non cyclés.

Deux dispositifs diffusant des progestagènes. L'implant Crestar® et la spirale vaginale PRID®. L'association œstrogène + progestagène agit à la fois sur la croissance folliculaire et sur la durée de vie du corps jaune. Les dispositifs sont mis en place pendant 9 à 12 jours. Le traitement est complété par l'administration d'un œstrogène en début de traitement (Jour 0).

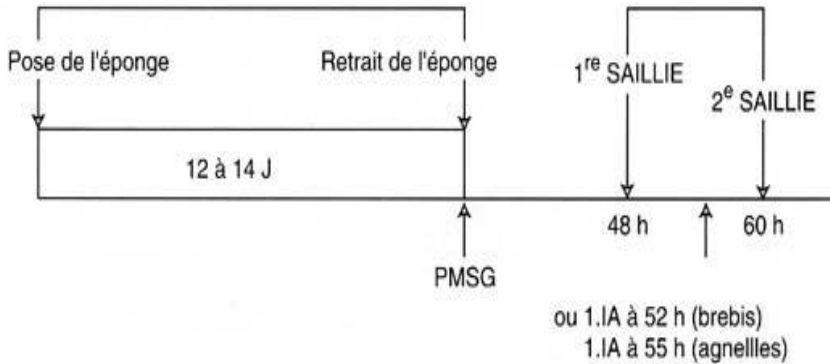
Une injection d'eCG (Equine Chorionic Gonadotropin, anciennement PMSG) est conseillée au moment du retrait du dispositif, chez les vaches sont en anoestrus (400 à 600 UI selon l'âge, le type génétique et la saison)..

Il est alors possible d'inséminer en aveugle une fois 56 h après retrait ou deux fois 48 et 72 h après retrait. Chez les génisses, on conseille de les inséminer fois 48 h après retrait.

### \* Chez les petits ruminants

Chez la brebis, des éponges vaginales imprégnées de progestagènes sont laissées en place pendant 12 à 14 jours. 14 jours pendant la saison sexuelle et 12 jours en dehors de la saison sexuelle (figure 37).

Chez les caprins la durée du traitement ne varie pas selon la saison mais selon les produits utilisés. Leur emploi peut être envisagé chez des femelles cyclées et non-cyclées (anoestrus saisonnier) en association ou non avec la PMSG et la PGF2alpha.



**Figure 37:** Protocole de synchronisation des chaleurs à base de progestagènes. chez la brebis (Boukhlik, 2007).

### -Traitements de mélatonine

#### \* Chez les petits ruminants

Un implant de mélatonine permet d'avancer la saison sexuelle chez des femelles très saisonnées ou d'obtenir une activité sexuelle à contre saison. Ce traitement est envisageable chez les races très saisonnées. Le retrait de l'implant n'est pas indispensable car ce dernier est biodégradable. La durée du traitement nécessaire à l'obtention d'une activité ovulatoire chez les brebis est comprise entre 36 et 90 jours.

Les implants de mélatonine peuvent être associés à d'autres traitements zootechniques ou hormonaux

**e) Les méthodes non hormonales ou biologiques: «effet mâle»**

L'effet mâle est une technique naturelle d'application facile permettant une synchronisation des chaleurs à contre saison. Cette technique peut être utilisée chez les chèvres.

Lorsque des béliers, préalablement séparés des femelles depuis au moins 1 mois, sont introduits dans un lot de brebis en anoestrus saisonnier, la plupart des femelles ovulent au cours des 2 à 3 jours qui suivent (ovulation induite). Cependant, cette ovulation n'est pas accompagnée d'œstrus (ovulation dite « silencieuse »). Cette première ovulation peut être suivie 17 jours plus tard d'une seconde ovulation associée à l'œstrus. Parfois, la première ovulation est suivie d'un cycle ovarien de courte durée (« cycle court » de 6 jours) avec une seconde ovulation silencieuse. On peut retenir que les femelles qui ont une activité ovarienne induite par l'effet mâle seront saillies au cours de la seconde quinzaine (17j à 25j) qui suit l'introduction des béliers.

**f) Les autres méthodes**

**\*Les associations: Fuhsing / traitement hormonal/ effet mâle**

Le Fuhsing consiste à augmenter temporairement le niveau énergétique de la ration, de façon à compenser les effets d'un niveau alimentaire insuffisant ou d'un mauvais état corporel. pratique, l'apport de 300 g de concentré supplémentaire par brebis et par jour, quatre semaines avant et trois semaines après la lutte. Le Fuhsing doit être associé au traitement hormonal ou biologique.

**\* Action de la photopériode**

Chez les animaux saisonniers, la photopériode est le signal environnemental pour harmoniser la reproduction des ovins et ce, tant chez les mâles que chez les femelles.

Chez la brebis, un traitement d'environ trois mois de jours longs (JL), stimule l'activité ovulatoire des brebis 40 à 50 jours après

l'exposition aux jours courts (JC). Actuellement, le traitement de JC a été remplacé par un traitement de mélatonine (MEL).

### **IV.3 Contrôle de la semence et insémination artificielle**

#### **IV.3.1/ Traitement et préparation de la semence**

Deux étapes de préparation de la semence (le contrôle du sperme et la dilution):

L'examen du sperme et le contrôle les variables suivantes:

- Volume: varie selon l'espèce, l'individu, la race, l'âge, la saison, le nombre et la méthode de récolte.
- Mobilité massale
- Concentration en spermatozoïdes

Seuls seront conservés les éjaculats ayant (quel que soit l'espèce):

- Une note de mobilité supérieure à 3.5 (sur une échelle de 0 à 5)
- Une concentration en spermatozoïdes d'au moins 2 milliards par ml.

La dilution permet:

- D'augmenter le volume du sperme frais, et ainsi d'obtenir plusieurs doses de sperme dilué afin qu'un plus grand nombre de femelles puissent être inséminées à partir d'un seul éjaculat.
- D'assurer une meilleure conservation en plaçant les spermatozoïdes dans un milieu plus favorable à leur survie que le sperme lui-même.
- D'assurer une grande diffusion de la semence.

#### **VI. 3. 2/ La contrastation séminale**

Il existe deux méthodes de conservation

La conservation par réfrigération: consiste à faire baisser progressivement la température de la semence de + 30°C à + 15°C, et cela afin d'éviter les effets néfastes du choc thermique.

La conservation par congélation: d'abord refroidi à 4°C pendant 2 heures, puis réparti en paillettes de 0,5 ml ou 0,25 ml selon l'espèce qui subiront une congélation dans l'azote liquide à - 196 °C.

Le conditionnement dans des paillettes de 0,5 ml (taureau ou étalon) et de 0,25 ml (bélier) doit contenir de (200 à 400) millions de spermatozoïdes selon l'espèce.

### **VI. 3. 3/ Le dépôt de la semence ou l'insémination artificielle proprement dite**

#### **VI. 3. 3. 1/ La voie cervicale**

Son utilisation ne peut être faite qu'après une synchronisation des chaleurs. Classiquement dans l'espèce bovine, l'insémination artificielle est réalisée 12 heures environ après le début des chaleurs.

Chez l'espèce bovine Le matériel se compose d'un pistolet d'insémination d'une longueur de 40 à 45 cm et d'un diamètre de 5 à 6mm comportant un corps externe et un mandrin interne. Il se complète d'une gaine en matière plastique externe fixée au pistolet d'insémination au moyen d'une petite rondelle. La paillette contenant la semence est retirée du récipient de transport (container / Biostat – 196°C) et est immédiatement immergée dans une bouteille thermos (boîte à décongélation) contenant de l'eau à 34°C / 36°C.

La voie rectale est classiquement utilisée parce que plus rapide et plus hygiénique mais aussi parce qu'elle offre la possibilité d'un examen préalable du tractus génital visant à confirmer l'état œstral de l'animal (présence de follicule, tonicité des cornes...).

Les auteurs ne sont pas unanimes pour reconnaître le bénéfice d'une insémination dans une voire les deux cornes utérines. Quel que soit l'endroit anatomique d'insémination, il en résulte un reflux de sperme vers la cavité vaginale, celui-ci étant moindre si l'insémination a été réalisée au niveau du corps ou des cornes utérines que si elle a été faite au niveau du col.

Classiquement, le dépôt de la semence se fait au niveau du corps utérin.



**Figure 38:** Méthode de contention à l'aide d'un cornadis et insémination artificielle par voie exocervicale chez une brebis (Boukhliq, 2002).

**Figure 39:** Lieu de dépôt de la semence dans l'IA cervicale (Youngquist, 1997)

Chez l'espèce ovine, l'animal est soulevé par les pattes arrière par un aide. L'inséminateur introduit un spéculum dans le vagin d'environ 8-10 cm afin de bien visualiser le col de l'utérus grâce à une petite lampe. Ensuite le pistolet d'insémination est doucement amené au travers du col en essayant de ne pas le franchir trop brutalement. Cette semence sera déposée à l'entrée du col de l'utérus (figures 38 et 39).

### VI. 3. 3. 2/ La voie intra-utérine ou laparoscopique

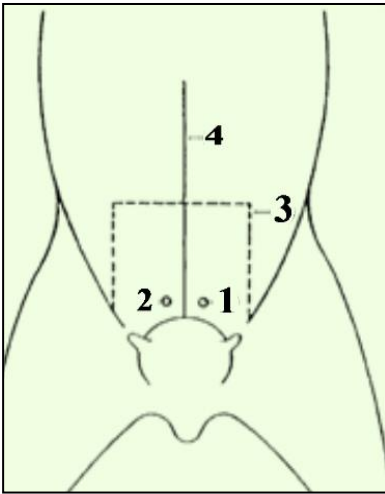
L'endoscopie, terme général désignant cette technologie est appelée laparoscopie, lorsqu'elle s'adresse à l'exploration de la cavité abdominale préalablement distendue par un pneumopéritoine artificiel (insufflation d'air ou de CO<sub>2</sub>)

La technique endoscopique d'insémination intra-utérine est la plus efficace. Elle permet d'utiliser tous les types de semence et en quantité bien moindre.

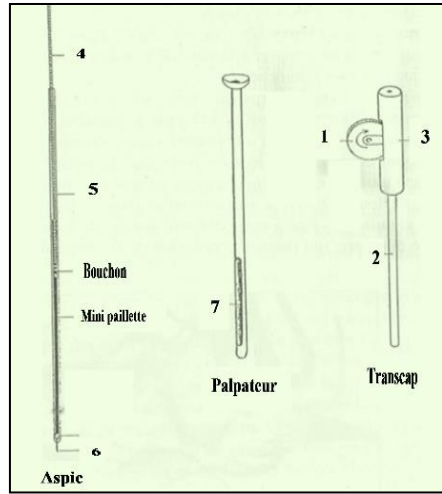
Cette technique nécessite l'utilisation d'un matériel spécifique et coûteux (Figures 40 et 41) ; elle est lourde à mettre en œuvre:

2 incisions abdominales sont effectuées 5 à 7 cm crânialement à la mamelle et 3 à 4 cm latéralement à la ligne blanche. La femelle est

placée tête en bas (avec un angle de 40-45°) et 2 trocarts sont introduits dans les incisions afin de pouvoir utiliser le l'endoscope et un pistolet d'insémination. La semence est ensuite déposée lentement dans la corne utérine du même côté que le ou les corps jaunes observés en essayant toujours de ponctionner la paroi utérine à angle droit.



**Figure 40:** Lieux d'insertion des instruments chirurgicaux: **1** = Trocart et canule recevant les instruments d'optique ; **2** = Trocart et canule recevant les instruments d'IA ; **3** = Champ opératoire ; **4** = Ligne abdominale médiane (Baril et al. 1993).



**Figure 41:** Les différents instruments pour l'IA intra-utérine: **1**= Roue dentée ; **2** = Guide rigide court ; **3** = Berceau plastique; **4** = Guide plastique rigide ; **5** = Gaine plastique ; **6** = Aiguille hypodermique ; **7** = Fenêtre du palpateur (Baril et al., 1993).

#### IV.4 Traitement de super ovulation

Le praticien doit maîtriser le cycle de l'animal avant de mettre en place un protocole de superovulation (SO). Tout d'abord, des chaleurs de référence doivent être observées pour confirmer que la future donneuse est cyclée.

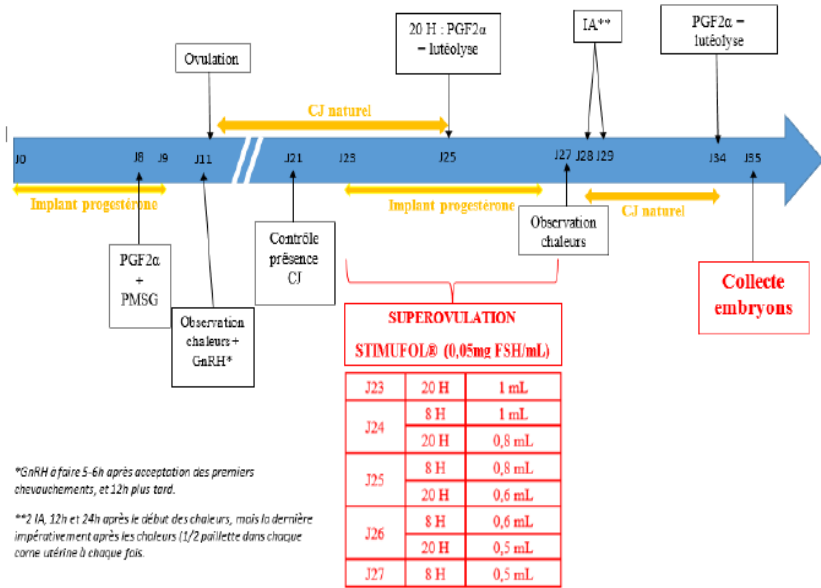
##### Schéma 1

En cas du traitement au moyen du progestagènes, selon ce schéma, l'implant ou la spirale peuvent être mis en place quelque soit le moment du cycle. L'implant est laissé en place pendant 9 à 10 jours et la spirale pendant 10 à 12 jours.

Une injection de PGF2 $\alpha$  est réalisée la veille du retrait du PRID en même temps qu'une administration d'eCG afin de stimuler la maturation du follicule dominant.

Deux jours après le retrait du PRID®, une injection d de la GnRH est réalisée 5-6 heures après l'acceptation des premiers chevauchements et 12 heures plus tard afin de faire ovuler l'animal. Ainsi, un corps jaune naturel se met en place, et les vétérinaires vérifient sa présence dix jours après l'injection de GnRH Ainsi, les chaleurs observées constituent les chaleurs de référence de la femelle donneuse

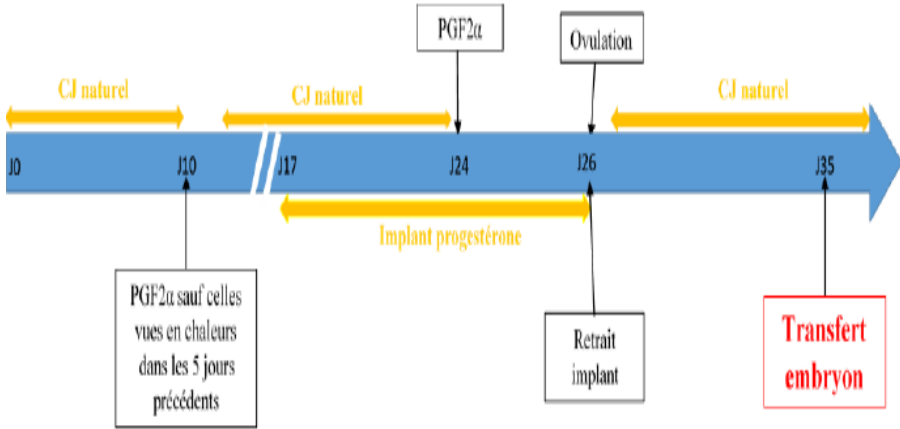
Douze jours après l'injection de GnRH sur les donneuses, un nouveau PRID® mis en place le matin, avant que le traitement de superovulation ne débute le soir. Ce traitement est réalisé avec 8 injections de FSH (0,05 mg/mL de FSH + LH). Les huit injections de FSH® sont réalisées à 12 heures d'intervalle, donc en 5 jours, à doses décroissantes. La veille de la dernière injection de FSH sur la donneuse, les dispositifs PRID® sont retirés chez la donneuse et les receveuses. (figure 42).



**Figure 42:** Protocole de superovulation sur la femelle donneuse Schéma 1.

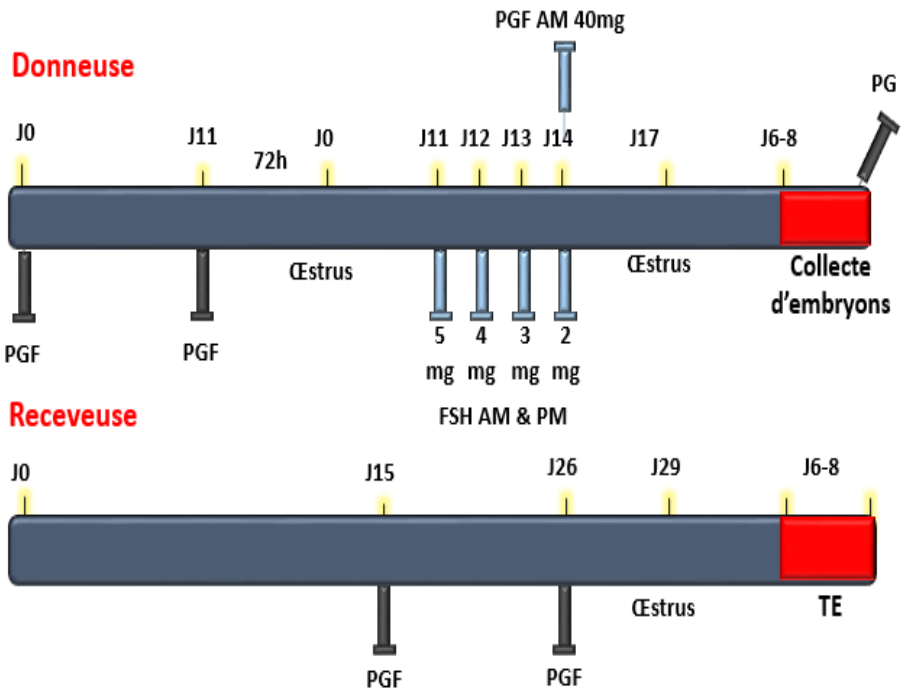
Pendant ce temps-là, les receveuses sont toujours sous l'effet du PRID®. Ainsi, donneuse et receveuses sont toutes sous imprégnation progestéronique et donc synchronisées.

Deux IA sur la donneuse se feront 12 heures et 24 heures (une demie paillette dans chaque corne à chaque fois), après la fin des chaleurs. Puis sept jours plus tard, la collecte d'embryons pourra avoir lieu. Il est possible de les transférer aux receveuses jugées aptes, ou bien de les congeler pour un transfert ultérieur (figure 43).



**Figure 43:** Protocole hormonal sur la femelle receveuse Schéma 1  
**Schéma 2**

Se base sur l'utilisation deux injections répétée de PGF2α, et des injections de FSH (figure 44)



**Figure 44:** Protocole hormonal schéma 2

**\*Chez la brebis**

✿ La stimulation de la croissance folliculaire pour l'induction de la superovulation (des donneuses) ou de l'ovulation (des receveuses) survient le plus souvent en fin de traitement progestatif

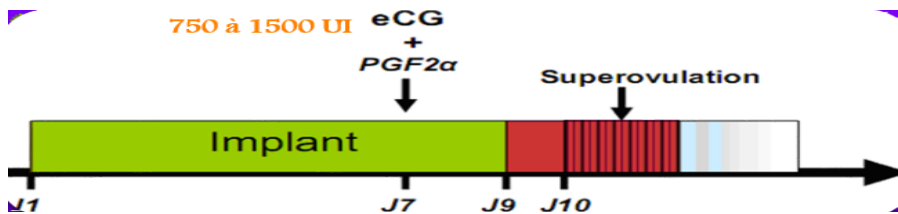
✿ La PMSG a une longue  $\frac{1}{2}$ vie, ses niveaux élevés encore en circulation au delà de l'œstrus provoquent:

- Une activité folliculaire anormale à ce stade, qui perturbe l'environnement hormonal pendant la fécondation, les premières phases de développement des œufs.

- Faible production d'embryons de bonne qualité

- L'apparition d'anticorps anti-PMSG

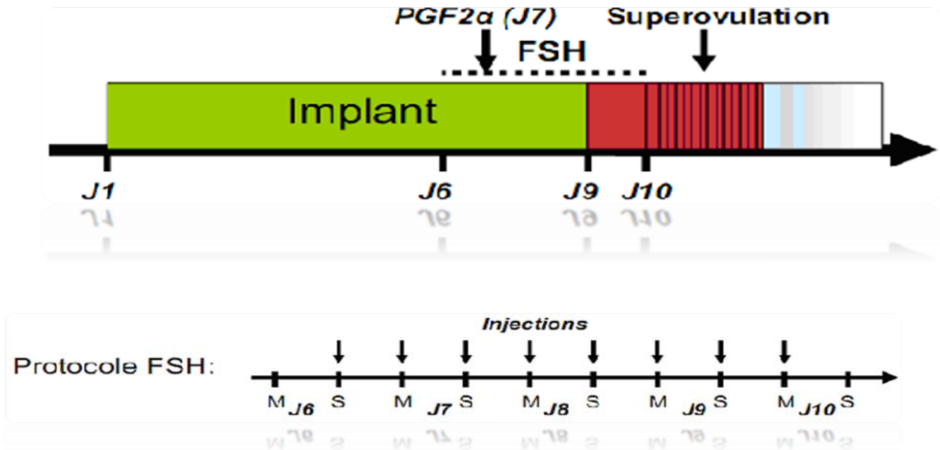
***Elle est donc de moins en moins utilisée pour l'induction de la superovulation.***



**Figure 45:** Stimulation avec FSH la plus fréquemment employée (Houssou et Djaout, 2021).

- La durée de stimulation doit avoisiner celle de la croissance folliculaire terminale (3 jr)

- L'activité FSH doit nettement prédominer sur celle de la LH en début de traitement



**Figure 46:** Stimulation avec implant, eCG et FSH (Houssou et Djaout, 2021).

## IV.5 Transplantation embryonnaire

### A. Matériels et techniques

Sonde de récolte: deux types sont disponibles

- La première à 3 voies (sonde de Cassou)
- La seconde sonde est à 2 voies (sonde de Han ; modèle allemand).

Seringues

- De 20 ml pour gonfler le ballonnet
- De 50 ml pour injecter le liquide de récolte.

Liquides de récolte

- 1 litre environ (250 à 500 ml par corne utérine)
- PBS (Phosphate Buffered Saline)
- Bovine Serum Albumine (BSA) à 0.4 %
- PBS additionné de sérum de veau foetal (FCS) à 2%.

Ces liquides seront placés dans un flacon stérile et maintenu à 37 °C.

La sonde permet à l'aide d'une seringue d'aspirer de la solution PBS puis de l'injecter dans la tubulure qui va à l'utérus. La sonde introduite par la vulve, pour traverser le col utérin et arriver dans une corne utérine. Lorsque la sonde est en place, un ballonnet est gonflé afin de stabiliser le système

Après le lavage de la corne utérine. Le liquide est envoyé dans l'utérus grâce à la sonde, sonde qui permet de récupérer ce liquide dans l'utérus. Lorsque le liquide de collecte est récupéré, ce dernier passe par un filtre sur lequel sont récupérés les embryons.

Les vaches qui présentent une très bonne réponse au traitement de SO semblent avoir des taux de récupération d'embryons augmentés après un double lavage, ce qui n'est pas le cas après un simple lavage.

Chez les petits ruminants, les embryons sont le plus souvent récoltés par laparotomie abdominale (collecte chirurgicale) ou sous contrôle endoscopique.

Il existe des systèmes de classification standards décrivant le stade de développement embryonnaire et la qualité de l'embryon.

Il est important sélectionner l'embryon, car la qualité joue un rôle dans la réussite du transfert: Le stade Morula J6 du développement.

## **B. La conservation**

Pour pallier le manque de receveuses synchronisées avec la donneuse:

L'embryon est placé dans une paillette qui sera identifiée avant d'être plongée dans le conteneur d'azote liquide.

Il est possible de congeler des embryons au stade blastocyste en les stockant dans l'azote liquide à -196°C.

Pour être congelés, les embryons doivent être déshydratés par immersion dans des milieux contenant des cryoprotecteurs qui remplacent les molécules d'eau dans les cellules embryonnaires.

Le stade blastocyste de 7 jours a environ trois fois plus de chances de survivre à une congélation et une décongélation que des embryons de 8-9 jours, sans tenir compte du stade de développement.

Le conditionnement de l'embryon dans une paillette:

Respecter le ratio volume/surface: Prendre en compte la conductibilité de la paillette en plastique à paroi fine (0,25-0,5 mL)

Les inscriptions de la paillette doivent être facilement lisibles (identification)

Lors de la mise en paillette de l'embryon, il faut:

- Aspirer un peu du milieu dans lequel se trouve l'embryon,
- Aspirer une bulle d'air,
- Aspirer l'embryon,
- Aspirer une bulle d'air,
- Aspirer à nouveau un peu du milieu dans lequel se trouve l'embryon.

#### **IV.5.2/ La mise en place**

Le transfert d'embryon ne peut se faire que chez une receveuse dont le cycle est synchrone avec celui de la donneuse. Aussi, la préparation de cette dernière doit comprendre un traitement de synchronisation

Le transfert de l'embryon se fait à l'aide de ce que l'on appelle une sonde, comme pour une insémination artificielle ou par voie chirurgicale.

Les transferts d'embryons furent réalisés au niveau de la corne ipsilatérale à l'ovaire porteur du corps jaune.

Outre la présence d'un corps jaune de bonne qualité chez une receveuse, d'autres paramètres peuvent entrer en compte afin de choisir la potentielle meilleure receveuse pour augmenter les chances d'obtenir une gestation

#### **IV.6 Clonage somatique**

Il permet de produire des copies de cellules somatiques en les cultivant en laboratoire. Le bagage génétique des cellules ainsi produites est identique à celui de la cellule de départ. Cette technique

est extrêmement utile aussi bien pour la recherche que pour la médecine.

Elle consiste à recréer un individu entier, rigoureusement identique à un autre, par manipulation de certaines cellules de cet autre, est bien antérieur à la naissance de Dolly. Et pourtant, ce clonage reproductif est, lui aussi, resté jusqu'alors sans retentissement important dans le grand public. Il a pour but de produire des organismes complets (animaux, plantes...) génétiquement identiques

Le transfert de noyaux somatiques issus de génotypes sauvages rares peut également être envisagé, mais dans ce cas la difficulté consiste à disposer d'ovules receveurs en grand nombre. Les ovocytes de la même espèce seront par définition très rares voire inaccessibles puisque l'espèce en question est menacée.

La première espèce à avoir bénéficié de cette technique est le gaur, un buffle sauvage menacé survivant en Asie du Sud. En 2001, une compagnie américaine obtient un clone, Noah, après avoir transféré le noyau d'une cellule non-sexuelle de gaur dans un ovocyte de vache. Le jeune gaur n'a malheureusement survécu que quelques jours, mais d'autres expériences ont été menées depuis et ont notamment abouti avec un chat sauvage africain et un mouflon.

Des essais sont actuellement en cours pour réaliser des transferts de noyaux interspécifiques, par exemple des transferts de cellules de bouquetin du désert (*Ovis canadensis mexicana*) dans des ovocytes de brebis domestique.

De même des cellules de granulosa prélevées post mortem sur un mouflon ont été transférées dans des cytoplastes ovins et ont abouti à la naissance d'un mouflon cloné. Un daim a été cloné pour la première fois au Texas Des fibroblastes issus d'antilopes des montagnes Bongo (*Tragelaphus eurycerus isaaci*) utilisés en transfert de noyaux dans des ovocytes de bovin peuvent donner des blastocystes in vitro.

De nombreuses difficultés subsistent pour obtenir des développements à terme in vivo après transfert de noyaux interspécifique.

Le retour des animaux disparus: le clonage d'animaux disparus semble être un projet nettement plus ambitieux et aléatoire. En effet, le matériel disponible n'est plus la cellule vivante, mais des fragments d'ADN prélevés sur des animaux conservés dans des musées ou découverts dans la nature (mammouth de Sibérie par exemple). L'un de ces projets concerne le thylacine, connue également sous le nom de loup marsupial, ou loup de Tasmanie. Il appartient à la famille des marsupiaux comme le kangourou et le koala. Cet animal a fait l'objet d'une chasse sans merci au XIX<sup>ème</sup> siècle et disparaît définitivement en 1937.

Les scientifiques espèrent parvenir à reconstituer un clone à partir de l'ADN prélevé sur un embryon de loup marsupial et conservé depuis 1866, et faire ainsi renaître l'espèce

#### **IV.7 Clonage embryonnaire**

Ce clonage est appelé également Clonage horizontal. La technique, appelée aussi bissection d'embryon, peut être utilisée de façon quasi routière chez les animaux d'élevage.

Cette technique mime l'événement à l'origine de la naissance, chez de nombreuses espèces de mammifères, de jumeaux monozygotes dits jumeaux « vrais ». ceux-ci sont issus de la division fortuite et rare (quelques naissances pour mille) de l'embryon au cours des premiers jours de son développement, probablement par clivage du blastocyste durant sa sortie de la zone pellucide comme cela a été montré chez les bovins. On utilise cette technique pour la reproduction en chaîne. Cette méthode en fertilisation in vitro sert à augmenter les chances de réussite de fécondation en créant plus d'embryons à inséminer.

Les avantages du clonage sont:

- Connaître avec plus de précision, plus rapidement et à moindre coût la valeur génétique du reproducteur. Par exemple en race laitière, la précision avec laquelle pourrait être estimée la valeur génétique d'un clone de 5 femelles serait la même que celle estimée par les lactations de 25 filles d'un même taureau, mais en utilisant 5 fois moins d'animaux,

- Multiplier les meilleurs animaux pour augmenter la diffusion du progrès génétique. Cette application doit bien entendu être encadrée pour empêcher une utilisation excessive de certains génotypes,

- Offrir une garantie en cas d'accident d'un jeune reproducteur mâle mis au testage,

Multiplier des taureaux à index élevé et les introduire pour la monte naturelle dans des systèmes extensifs de production de viande comme le propose un groupe australien. Une telle approche permettrait de compenser la difficulté de pénétration de l'IA en élevage viande

## CONCLUSION

La reproduction est l'une des fonctions les plus vulnérables et qui est régit par plusieurs facteurs notamment la saison sexuelle, l'alimentation, la conduite d'élevage et bien d'autres facteurs dont le contrôle de la physiologie de la reproduction est nécessaire pour assurer une meilleure performance

La période de reproduction, la quantification de pathologies plus spécifiques telles que les infections utérines ou les kystes ovariens susceptibles d'apparaître également pendant cette période permettra d'en vérifier l'impact négatif potentiel sur la fertilité mais également l'efficacité des thérapeutiques mises en place pendant la période d'attente. La multiplicité des facteurs responsables d'infertilité mais aussi le manque de moyens cliniques pour faire le diagnostic différentiel des causes potentielles (absence de fécondation vs mortalité embryonnaire précoce) rend le diagnostic étiologique et donc l'interprétation difficile. Une attention plus spécifique sera réservée aux points suivants: politique de première insémination après le vêlage, politique d'insémination par rapport au moment de la détection, technique d'insémination, conditions de conservation du sperme, fertilité des taureaux, impact des pathologies telles que les infections utérines

Les biotechnologies de la reproduction ont permis à ce jour la naissance d'animaux viables chez plus d'une dizaine d'espèces de mammifères ; développées chez les mammifères domestiques à partir des années 80, d'abord dans l'espèce bovine où la reproduction des animaux était, depuis déjà trente ans, largement organisée autour de l'insémination artificielle. Chez cette espèce, l'embryon a d'abord été produit exclusivement in vivo après stimulation hormonale des femelles donneuses. Ce mode de production a permis le développement de la technologie du transfert d'embryons associée à leur congélation.

La reproduction d'espèces domestiques par clonage remonte à plus de 20 ans. Les premières techniques reposent sur la bissection

d'embryons puis sur l'usage de cellules embryonnaires pour générer des animaux clonés par transfert de noyau. Avec l'apparition du clonage somatique, qui permet la préservation et l'obtention de descendants de génotypes de haute valeur, l'intérêt pour cette technologie s'est considérablement accru.

## BIBLIOGRAPHIE

1. **INSTITUT DE L'ELEVAGE 2015.** Expression et détection des chaleurs en élevage allaitant, collection synthèse, 28p.
2. **ARTHUR G.H., NOAKES D.E., PEARSON H., PARKINSON T.J. 1996.** Veterinary Reproduction and Obstetrics. 7th ed. London, WB Saunders, 726 p.
3. **BARONE R. 1990.** Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4, Splanchnologie II. pp. 923.
4. **BARONE R. 2001.** Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 3: Splanchnologie. Fascicule II: Appareil urogénital. Fœtus et ses annexes. Péritoine et topographie abdominale, pp. 951.
5. **DERIVAUX J., ECTORS F. 1980.** Physiopathologie de la gestation et obstétrique vétérinaire. Editions du Point Vétérinaire, 275 p.
6. **DRION P.V., BECKERS J.F., DERIVAUX B., ECTORS F. 2004.** cours de la physiologie de la reproduction de la reproduction animale, Chapitres I, II et III.
7. **GAYRARD.V. 2007.** Physiologie de la reproduction des mammifères, 198 p.
8. **GILBERT RO ET SCHWARK S. 1992.** Pharmacologic considerations in the management of peripartum conditions in the cow. Vet.Clinics of North Am., 8, 29-56.
9. **HAFEZ, B., AND E.S.E. HAFEZ. 2000.** Reproduction in Farm Animals. 7th ed. Baltimore, Lippincott, Williams & Wilkins.
10. **HANZEN C. 2006.** Propédeutique de l'appareil génital de la vache, chapitre1 1er doctorat
11. **HANZEN C. 2009.** « Les pathologies de la gestation chez les ruminants », Cours. Faculté de Médecine Vétérinaire Service de Thériogénologie des animaux de production.
12. **HANZEN C. 2009.** Approche épidémiologiques de la reproduction bovine. La gestion de la reproduction.
13. **HOUSSOU H., 2021.** Cours de pathologie de la reproduction I. Université de SouAhras. 150 p.

**14. HOUSSOU H., DJAOUT A. 2021.** Maitrise de la reproduction et biotechnologies. Editions européennes universitaires. 84 p.

**15. JACKSON PGG. 2004.** Handbook of Veterinary Obstetrics. 2nd ed. Edinburgh: WB Saunders, 261 p.

**16. LEBORGNE M.C., TANGUY J-M., FOISSEAU J-M., SELIN I., VERGONZANNE G., WIMMER E., ET MONTMÉAS L. 2013.** Reproduction des animaux d'élevage. Troisième Edition.

**17. MARIANNE R., VALERIE H., JEAN-LOUP B. 2006.** Le diagnostic de gestation et le suivi par échographie ; Centre d'Insémination et de Sélection Ovines (CISO) filière ovine caprine n 16.

**18. OPSOMER G., DE KRUIF A. 2008.** La détection des chaleurs: quels sont les problèmes rencontrés chez les vaches laitières hautes productrices ? Le Nouveau Practicien vétérinaire. No 8, pp 29-34.

**19. TAVERNIER H. 1954.** Guide de pratique obstétricale chez les grandes femelles domestiques. 2nd ed. Paris, Vigot Frères, éditeurs, 375 p.

**20. WATTIAUX A., 2006.** Reproduction et Sélection Génétique Chapitre 11: Reproduction et nutrition.

### WEBOGRAPHIE

1. **HANZEN C. 2010.** Thériogénologie des animaux de production. In Enseignement ; Note de cours ; Glossaire. Fichier informatique [html. http://www.therioruminant.ulg.ac.be/glossaire.html](http://www.therioruminant.ulg.ac.be/glossaire.html) (consulté le 20 décembre 2010).

2. **INRAP FOUCHER. 1989.** Approche globale de l'exploitation agricole. [http://pmb.ac-noumea.nc/pouembout/opac\\_css/index.php?lvl=publisher\\_see&id=59](http://pmb.ac-noumea.nc/pouembout/opac_css/index.php?lvl=publisher_see&id=59)

3. **SWISSGENETICS 2020.** Détection des chaleurs sur les animaux: [https://swissgenetics.com/fr/genetique/fertilite/detection-des-chaleurs-sur-les-animaux.](https://swissgenetics.com/fr/genetique/fertilite/detection-des-chaleurs-sur-les-animaux)

## OUVRAGES A CONSEILLER DE LES CONSULTER

1. **AURICH C. 2011.** Reproductive cycles of horses. *Animal Reproduction Science*, 124, 220–228.

2. **AYAD A, SOUSA N.M, SULON J, IGUER-OUADA M, BECKERS J.F. 2007.** Comparison of five radioimmunoassay systems for PAG measurement: ability to detect early pregnancy in cows. *Reprod. Dom. Anim.*

4. **BADTRAM, G.A., J.D. GAINES, C.B. THOMAS, AND W.T.K. BOSU. 1991.** Factors influencing the accuracy of early pregnancy detection in cattle by real-time ultrasound scanning of the uterus. *Theriogenology* 35:1153.

5. **BALL P.J.H., PETERS A.R. 2004.** *Reproduction in Cattle. Third Edition, Blackwell Publishing, pp 250.*

6. **BEAL, W.E., R.C. PERRY, AND L.R. CORAH. 1992.** The use of ultrasound in monitoring reproductive physiology of beef cattle. *J. Anim. Sci.* 70:924.

7. **BONNES G., DESCLAUDE J., DROGOUL C., GADOUD R., JUSSI AUX R., et al. 2005.** *Reproduction des animaux d'élevage. Edugari Editions, pp 408.*

8. **BOUKHLIK. R 2007.** Cours de reproduction ovine. Ecole vétérinaire Hassan II Maroc Jammes H. et Djiane J. Le développement de la glande mammaire et son contrôle hormonal dans l'espèce bovine. *INRA. Productions Animales*, 1988, 1, 299-310.

9. **CHASTANT-MAILLARD S. 2006.** *Guide pratique de la reproduction bovine, édition 2006/2007.*

10. **CHAVATTE-PALMER P, DE SOUSA N, LAIGRE P, CAMOUS S, PONTER A.A, BECKERS J.F. ET HEYMAN Y. 2006.** Ultrasound fetal measurements and pregnancy associated glycoprotein secretion in early pregnancy in cattle recipients carrying somatic clones. *Theriogenology*, 66: 829-840.

11. **CHAVATTE-PALMER P. 2006.** Développement foetal chez les bovins: diagnostic de gestation et suivi du foetus, *Le point vétérinaire, Numéro special 37: 12-17.*

12. **CHEMINEAU P, COGNIE Y., HEYMAN Y. 1996**, Maîtrise de la reproduction des mammifères d'élevage. INRA Prod. Anim., hors série, 5-15.

13. **DERIVAUX B., ECTORS F. 2004**. cours de cinquième année la pathologie de la reproduction.

14. **EL AMIRI B. KAREN A. , COGNIE Y. , SOUSA N.M., HORNICK J.L., SZENCI O., BECKERS J.F. 2003**. Diagnostic et suivi de gestation chez la brebis réalités et perspectives. INRA Prod. Anim., 16 (2), 79-90.

15. **EL AMIRI B., REMY B., SOUSA N.M., JORIS B., OTTIERS N.G., PERENYI Z., MBOKO H.B., BECKERS J.F., 2003**. Isolation and partial characterization of three pregnancy-associated glycoproteins from the ewe placenta. Mol. Reprod. Dev., 64, 199-206.

16. **FAROULT B.** Les mammites subcliniques et les mammites cliniques aiguës. Maladies des bovins 3eme editions France Agricole 2000, 64-75.

17. **FAYE B., DORR N., LESCOURET F., BARNOUIN J., CHASSAGNE M., 1994**. Les infections intramammaires chez la vache laitière dans l'enquête écopathologique Bretagne. INRA Prod. Anim. 7(1): 55-65.

18. **FRANDSON RD., WILKE WL., FAILS AD. 2009**. Anatomy and Physiology of Farm Animals. Senventh Edition. Wiley Blckwell, pp 536.

19. **GUIN B. 2002**. L'extraction forcée contrôlée chez la vache. Point Vét., 33(223), 38-40

20. **HANZEN C et LEFBVREE R. 2012**. anoestrus et le kyste ovarien. In Vade-Mecum de la gestion de la reproduction des bovins laitiers. Med'Com, Paris.

21. **MIALOT J.P, LEVY I., GRIMARD B., 1991**. L'échographie dans la gestion de la reproduction chez les bovins. Rec. Méd. Vét., 167, 21-31.

22. **PINEDA, M.H.** Veterinary Endocrinology and Reproduction. 2001. 5th ed. Ames, Iowa State University Press.

23. **SOUSA N. M, AYAD A, BECKERS J.F, GAJEWSKI Z, 2006.** Pregnancy-associated glycoproteins (PAG) as a pregnancy markers in the ruminants. *J. Physiol. Pharmacol.*, 57(supp 8): 158-171.

24. **THIMONIER J. 2000.** Détermination de l'état physiologique des femelles par analyse des niveaux de progestérone *INRA Prod. Anim*, 13 (3), 177-183.

# **PHYSIOLOGIE DE LA REPRODUCTION**

**Dr. HOUSSOU Hind**

Maître de conférences A

Filière : Sciences vétérinaires

Spécialité: Biotechnologies et productions animales

Institut des sciences agronomiques et vétérinaires, Taoura

Université MCM Souk Ahras

تأليف هندا حوسو  
cover by @reg\_sakaria

**Jouda**  
@jouda\_karim

ISBN: 978-9969-00-144-0



9 789969 001440