

## ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE VÉTÉRINAIRE

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du  
**Diplôme de Docteur Vétérinaire**

# Diagnostic précoce de gestation chez les bovins

Présenté par :

**M. CHENOUF Soufiane**

**M. CHEMLAL Saber**

**M. DIAB Younes**

Soutenu le : **Lundi 19/06/2017**

**Devant le jury composé de :**

Président : **M. MESSAI** Chafik

Promotrice : **Mme MIMOUNE** Nora

Co-promoteur : **M. ADDAD** Salah Eddi

Examineur 1 : **Mme BAAZIZI** Ratiba

Examineur 2 : **Mme HACHEMI** Amina

Maitre de conférences à l'ENSV

Maitre de conférences à l'ENSV

Enseignant à l'ENSV

Maitre-assistant à l'ENSV

Maitre-assistant à l'ENSV

Année universitaire : 2016/2017



# REMERCIEMENTS

*Nous tenons d'abord à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre promotrice **Dr MIMOUNE N** pour avoir accepté de diriger ce projet de fin d'étude. Pour votre encadrement, votre enseignement et vos précieux conseils.*

*Nous remercions également le co-promoteur **M. ADDAD S** pour tout l'aide qui'l nous a apporté durant la réalisation de ce travail. Remerciements respectueux*

*Merci à **M. MESSAI CH** pour nous avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de mémoire. Remerciements respectueux.*

*Merci à **Mme BAAZIZI R** d'avoir accepté d'examiner notre travail et de faire partie du jury. Remerciements respectueux.*

*Merci à **Mme HACHEMI A** d'avoir accepté d'examiner notre travail et de faire partie du jury. Remerciements respectueux.*

*Nous remercions également le **Dr NEDJMI S** pour tout l'aide qui'l nous a apporté.*

*Nous remercions **Ami Ahmed**, pour sa gentillesse et sa précieuse assistance.*

*.....Encore Merci.*



# DEDICACE

*Je dédie mon travail,*

*A ceux auxquels je dois ma réussite .Aux personnes les plus chères dans ce monde.*

*A mes parents, pour leur soutien, amour et patience durant ces*

*Longues années d'études, qu'ils trouvent ici un modeste témoignage de tout*

*l'amour que j'ai pour eux,*

*A ma mère qui m'a encouragé pendant toutes mes études.*

*A mon père, qui est toujours disponible pour nous, et prêt à nous aider, je lui confirme  
mon profond respect.*

*A tous mes amis et mes collègues sans exception.*

*A mes encadreurs et aux membres du jury.*

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.*

*A toute personne qui a une place dans mon cœur, que je connais, que j'estime et que  
j'aime.*

*A vous tous,*

*Merci.*

*Soufiane*



# DEDICACE

الحمد لله قبل كل شيء، و الذي بنعمته تتم الصالحات

*Je dédie ce travail...*

*A ceux aux quels je dois ma réussite. Aux personnes les plus chères dans ce monde, à mes parents, pour leur amour, leur dévouement et leur soutien tout au long de ces longues années d'étude. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma gratitude.*

*« Mon père, ma mère, je ne vous remercierai jamais assez, que dieu vous garde »*

*A mon deuxième père et ses fils*

*A mes frères : Younes , Mohammed et Ayoub*

*A toute la famille : Chemlal et Aidel*

*Spécialement à la docteure MIMOUNE NOURA pour tous qu'elle a fait pour moi*

*A mes collègues de projet de projet de fin d'étude : younes et soufiane*

*A tous mes amis, pour les moments inoubliable passés ensemble : Chikfi mohammed (aboukhater), abdrahmen, mimich, bebeto, anter, ala , zohir, bennoui, sadam, salim, alilouet, a tous ceux que j'aime.*

*A tous mes frères de l'Ecole Nationale Vétérinaire sans exception.*

.....Walid



# DEDICACE

*Je dédie mon travail,*

*Je dédie ce modeste travail particulièrement à mes très chers parents pour leur soutien moral et leurs sacrifices le long de ma formation.*

*À ma mère qui m'a encouragé pendant toutes mes études.*

*À mon père, qui est toujours disponible pour nous, et prêt à nous aider, je lui confirme mon profond respect.*

*À tous mes amis et mes collègues sans exception.*

*À ma promotrice et aux membres du jury.*

*À tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin.*

*À toute personne qui a une place dans mon cœur, que je connais, que j'estime et que j'aime.*

*À vous tous,*

*Merci.*

*.....DIAB Younes*

## Résumé

L'étude expérimentale a été réalisée au niveau de la région de la Mitidja (Wilaya de Boumerdas et Wilaya d'Alger). Elle a consisté à diagnostiquer la gestation chez 30 vaches laitières de races Prim'Holstein et Montbéliarde par différentes méthodes : Dosage de la progestérone (P4) sérique par RIA à J23 suivi par un examen échographique (sonde linéaire de 5MHz) à J28-35, puis la palpation transrectale à J30-40 et un examen échographique final à J90 afin de confirmer la gestation. À travers cette étude, il a été montré que le diagnostic de gestation par palpation transrectale est considéré comme un moyen très simple à mettre en oeuvre, et avec une bonne exactitude totale (83.3%), par rapport au dosage de la P4 (56.67%). La pogestéronémie est par contre un bon indicateur de l'activité ovarienne et de non gestation. En revanche, le diagnostic de gestation par échographie est intéressant à mettre en oeuvre s'il est précoce (après le 35ème JAIA) car il présente plusieurs avantages : suivi de la cyclicité de la vache (follicules, corps jaune, involution utérine), un diagnostic précoce de gestation (96.67% d'exactitude totale), une visualisation du conceptus (viabilité).

**Mots-clé :** diagnostic-gestation-échographie-progestérone-palpation-bovis.

## Summary

We carried out the experimental studies at the Mitidja region (Wilaya of Boumerdas et wilaya of Alger). this study for the pregnancy diagnosis of 30 dairy cows. Each cow was diagnosed by serum progesterone determination using RIA method at D23 (day) followed by uterus ultrasonography exploration (using 5MHz linear probe) at D28-35 followed by transrectal palpation at D30-40 and finally ultrasonographic examination at D90. Through this study, it was shown that pregnancy diagnosis by transrectal palpation is considered a very simple method to implement, and with good overall accuracy (83.3%) compared to serum progesterone assay (56.67%). In contrast, pregnancy diagnosis using ultrasonography is interesting to realize early (after the 35th DAIA) as it has several advantages: monitoring the cyclicity of the cow (follicles, corpora lutea, and uterine involution), Early pregnancy diagnosis (96.67% overall accuracy), a visualization of the conceptus (viability).

**Key words :** diagnosis-pregnancy-ultrasonography-progesterone-palpation-cows.

## الملخص

لقد قمنا بالدراسة التجريبية على مستوى منطقة متيجة (ولاية بومرداس و ولاية الجزائر). هذه الدراسة لتشخيص الحمل لكل من 30 بقرة حلوب بواسطة فحص كمية البروجستيرون في المصل في اليوم 23 بعد التلقيح باستعمال طريقة كيميائية ، يليها بقرة فحص آخر بالموجات فوق الصوتية (5 ميغاهرتز) بين اليوم 28 و 35 بعد التلقيح، تليها لمس الرحم عن طريق الشرح بين اليوم 30 و اليوم 40 بعد التلقيح، وفي الأخير فحص بالأشعة فوق الصوتية في اليوم 90 بعد التلقيح. من خلال هذه الدراسة يظهر بأن تشخيص الحمل عن طريق لمس الرحم عبر فتحة الشرح عملية بسيطة جدا من حيث التنفيذ، وتتميز بدقة عالية (83.3 بالمئة) مقارنة مع فحص كمية البروجستيرون (56.67 بالمئة). وفي المقابل تشخيص الحمل عن طريق الموجات فوق الصوتية يعتبر جد مهم لإمكانية تنفيذه في وقت مبكر (بعد اليوم 35) كما يتميز بالعديد من المزايا: تتبع الدورة التناسلية عند البقر (جراب، الجسم الأصفر، ارتداد الرحم)، التشخيص المبكر للحمل بدقة (96.67 بالمئة)، رأيا مباشرة للجنين (لتشخيص الحياة).

**الكلمات المفتاحية:** تشخيص-حمل-موجات فوق صوتية-بروجستيرون-لمس الرحم-أبقار.

# Listes des figures

**Figure 1 :** Conformation du bassin de vache en vue latérale gauche (Barone, 1986).

**Figure 2 :** Vaisseaux de l'appareil génital de la vache (Derivaux et Ectors, 1980).

**Figure 3 :** Coupe médiane du bassin d'une vache d'après (Deletang, 2003).

**Figure 4 :** Conformation intérieure de l'appareil génital d'une vache d'après (Gilbert et al., 1988).

**Figure 5 :** Cycle sexuel de La vache d'après (Wattiaux, 2004).

**Figure 6 :** Structures ovariennes à travers le cycle oestral d'après (Peters et Ball, 1987).

**Figure 7 :** Représentation schématique des différents stades de croissance (folliculogénèse) et de régression par lesquels passent les follicules ovariens (Laforest, 2005).

**Figure 8 :** Vagues de croissance folliculaires au cours du cycle oestral de la vache (Smith et al., 2010).

**Figure 9 :** Vagues folliculaires chez la vache d'après (Chastant-maillard 2004).

**Figure 10 :** Régulation hormonales du cycle sexuel chez la vache (INRAP, 1988).

**Figure 11 :** Migration et développement embryonnaire (Barone, 1990).

**Figure 12 :** Réflexion et réfraction de l'onde ultrasonore au niveau d'un dioptre (Pollet).

**Figure 13 :** Représentation schématique des modes A et B (Pollet).

**Figure 14 :** Examen du tractus génitale par la voie transrectale pour le diagnostic de gestation (Jackson et Cockcroft, 2002).

**Figure 15 :** Absence de l'asymétrie utérine (Jackson et Cockcroft, 2002).

**Figure 16:** Mise en évidence de l'asymétrie utérine ; 60ème Jour de gestation (Royall et al., 1981).

**Figure 17 :** Représentation graphique de la répartition des vaches en fonction de leur concentration de progestérone plasmatique à J23.

**Figure 18 :** Représentation graphique de la répartition des vaches en fonction des résultats de l'examen échographique à 28-35 jour AIA et à 90 jour AIA.

**Figure 19:** Représentation graphique de la répartition des vaches en fonction des résultats de la palpation transrectale à 30-40jour AIA.

**Figure 20:** Représentation graphique des différents résultats des 3 méthodes de diagnostic de gestation.

# Listes des tableaux

**Tableau 1 :** Fréquences des sondes en fonction des indications en gynécologie chez la vache (Ravary , Radigue ).

**Tableau 2 :** Détermination du stade de la gestation en fonction de la taille de la vésicule amniotique (Pieteres et Willemes, 1983).

**Tableau 3 :** Nombres de vrai positif (a), faux positif (b), vrai négatif (c), et faux négatif (d) du diagnostic de gestation par le dosage de la progestéronémie , calculés à partir des résultats de l'examen échographique à 90 jour AIA chez 30 vaches.

**Tableau 4:** Nombres de vrai positif (a), faux positif (b), vrai négatif (c), et faux négatif (d) du diagnostic de gestation par échographie transrectale réalisé entre 28-35 jour AIA, calculés à partir des résultats de l'examen échographique à 90 jour AIA chez 30 vaches.

**Tableau 5:** Nombres de vrai positif (a), faux positif (b), vrai négatif (c), et faux négatif (d) du diagnostic de gestation par palpation transrectale, calculés à partir des résultats de l'examen échographique à 90 jour AIA chez 30 vaches.

**Tableau 6:** Nombres de vrai positif (a), faux positif (b), vrai négatif (c), et faux négatif (d) du diagnostic de gestation par le dosage de la progestéronémie, échographieet palpation transrectale, calculés à partir des résultats de l'examen échographique à 90 jour AIA chez 30 vaches.

# Listes des images

**Image 1** : Région de Baghlia (Google Earth).

**Image 2** : Centre de l'ITELV (Google Earth).

**Image 3**: L'échographe utilisé dans notre étude expérimentale (SIUS CTS-800(china)).

**Image 4**: Technique du prélèvement sanguin à partir de la veine coccygienne.

**Image 5**: Centrifugation des prélèvements.

**Image 6**: Aspiration du sérum dans des ependofrs a l'aide d'un pipette.

**Image 7**: Sérum dans des ependofrs après la centrifugation.

**Image 8**: Compteur des rayons gamma (lecteur RIA).

**Image 9**: Corne utérine en cas de gestation d'un moins 30 jours.

**Image 10**: L'embryon < à 32 jours de gestation.

**Image 11**: Cotylédons à 85 jours de gestation.

**Image 12**: Colonne vertébrale à 80 jours de gestation.

**Image 13**: Follicules en croissance.

**Image 14**: Corps jaune et follicule.

**Image 15**: Cornes utérines vides.

# Liste des abréviations

**AIA** : Après insémination artificiel.

**Ag** : Antigène.

**AC** : Anticorps.

**bTP1** : Bovine Trophoblastine de type 1.

**CJ** : Corps jaune.

**CMV** : Complexe Minéralo- Vitaminiques.

**E<sub>2</sub>** : Estrogènes.

**EIA** : Immuno-enzymatiques.

**E.D.T.A** : Acide Éthylène amine Tétracétique.

**ELISA** : Enzyme Linked Immuno-Sorbent Assay.

**FSH** : FolliculoStimulant Hormon.

**GDF-9** : Growth Differentiation Factor 9.

**GnRH** : Gonadotrophine Releasing Hormon.

**Hz** : Hertz.

**ITELV** : Institut Technique d'Élevage.

**IGF-1** : Ick Growth Factor-1.

**LH** : Lutinisant Hormon.

**MHz** : Méga Hertz.

**oTP1** : Ovine Trophoblastine de type 1.

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé.

**PAG** : Pregnancy Associated Glycoprotein.

**PGF<sub>2</sub>α** : Prostaglandine.

**P<sub>4</sub>** : Progestérone.

**PAF** : Platelet Activating Factor.

**PSPB** : Pregnancy Specific Protein B.

**PSP-60** : Pregnancy Serum Protein ok 60 kilo-dalton.

**RIA** : Radio-immunologiques.

**TGF- $\alpha$**  : Transforming Growth Factor  $\alpha$ .

# Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des images	
Liste des abréviations	
Introduction.....	14

## Partie Bibliographique

### Chapitre I : Rappel anatomique

<b>I. DESCRIPTION ANATOMIQUE DU BASSIN DE LA VACHE.....</b>	<b>17</b>
I.1. Le détroit postérieur .....	17
I.2. détroit antérieur .....	17
I.3. les Artères.....	18
I.3.1. l'artère utérine .....	18
I.3.2. l'artère utero-ovarienne.....	18
I.3.3. l'artère vaginale.....	18
I.3.4. l'artère obturatrice.....	18
I.4.les nerfs.....	19
I.4.3. le nerf sciatique.....	19
I.4.2. le nerf obturateur.....	19
I.4.1. le plexus lombo-sacré.....	19
<b>II. DESCRIPTION ANATOMIQUE DE L'APPAREIL GENITAL DE</b>	
<b>LA VACHE.....</b>	<b>19</b>
II.1. Le sinus uro-génital .....	19

II.1.1. Le vestibule du vagin .....	19
II.1.2. La vulve .....	20
<b>II.2. La section tubulaire (voie génitale) .....</b>	<b>20</b>
II.2.1. L'oviducte (trompes de Fallope ou Salpinx).....	20
II.2.2. L'utérus .....	20
II.2.3. Le vagin .....	21
<b>II. 3.La section glandulaire .....</b>	<b>22</b>
II.3.1. Les ovaires .....	22

## **Chapitre II :Cycle de la vache et physiologie de gestation**

<b>I. LES HORMONES DE LA REPRODUCTION.....</b>	<b>24</b>
I.1. La Gn RH .....	24
I.2. FSH.....	24
I.3. LH .....	24
I.4. Œstrogènes .....	24
I.5. La progestérone .....	24
I.6. La Prostaglandine .....	24
I.7. Ocytocine .....	25
<b>II. CYCLE OESTRAL.....</b>	<b>25</b>
II.1. Les phases de la cycle oestral.....	25
II.1.1. Le pro-œstrus.....	25
II.1.2. L'œstrus .....	26
II.1.3. Le metœstrus.....	26
II.1.4. Le di-œstrus .....	26
II.2. Les modifications cycliques de l'ovaire .....	26

II.2.1. L'ovaire avant l'ovulation.....	27
II.2.1.1. Folliculogenèse.....	27
II.2.1.2. Dynamique de la croissance folliculaire .....	27
II.2.1.3. Phase non-gonado-dépendante.....	28
II.2.1.4. Phase gonado-dépendante.....	28
II. 2.1.4.1. Phase de recrutement.....	29
II.1.1.4.2. Phase de sélection.....	29
II.2.1.4.3. Phase de dominance.....	29
II.2.2. Ovulation et remaniements vasculaires.....	30
II.2.2.1. L'ovulation .....	30
II.2.3. L'ovaire après l'ovulation.....	30
II.2.3.1. Le corps jaune.....	31
II.2.3.1.1. La phase de croissance ou luteogénèse.....	31
II.2.3.1.2. La phase de maintien ou lutéotrophie.....	31
II.2.3.1.3. La phase de régression ou luteolyse.....	31
II.3. Régulation de cycle.....	32
<b>III. GESTATION.....</b>	<b>33</b>
III.1. Fécondation .....	34
III.2. La vie intrasalpingienne .....	34
III.3. L'arrivée dans l'utérus .....	34

III.3.1 Développement Dans l'Utérus .....	34
III.4. Modifications hormonales .....	35
III.5. Mécanisme du maintien de la gestation .....	35

## **Chapitre III : Principe de l'échographie**

<b>I. BASES PHYSIQUE DE L'ECHOGRAPHIE .....</b>	<b>37</b>
I.1. Les ondes ultrasonores.....	37
I.2. Formation des échos.....	37
I.2.1 Réflexion de type miroir.....	38
I.2.2 Réflexion de type multidirectionnel ou diffusion.....	38
I.2.3 Pénétration et atténuation.....	39
I.3. Application à l'image échographique.....	39
I.4. Modes et traitement des échos.....	39
I.4.1 Mode A= Amplitude.....	39
I.4.2 Mode B= Brillance.....	40
I.4.3 Mode TM=Temps Mouvement.....	40
I.4.4 Mode BD= Bidimensionnel= en temps réel.....	40
I.5. Qualité de l'image échographique.....	41
I.5.1 Pouvoir de résolution.....	41
I.5.2 Echelle de gris.....	41
I.6. Traitement de l'image et réglage.....	41
I.6.1 Gain.....	41
I.6.2 Filtres.....	42

I.6.3	Brillance.....	42
I.6.4	Contraste.....	42
I.6.5	Gel (freeze).....	42
I.7.	Les artéfacts.....	42
I.7.1	Cône d'ombre.....	42
I.7.2	Echo de renforcement postérieur.....	42
I.8.	Innocuité des ultrasons.....	43
<b>II.</b>	<b>Choix de la sonde.....</b>	<b>43</b>
II.1.	Les différents types de sondes.....	43
II.1.1.	Les sondes linéaires.....	43
II.1.2.	Les sondes sectorielles.....	44
II.1.3.	Les sondes microconvexes.....	44
II.2.	Choix de la sonde par espèce.....	44
II.3.	Choix de la fréquence.....	45
<b>III.</b>	<b>Choix de l'appareil.....</b>	<b>46</b>

## **ChapitreIV :Methodes de diagnostic de gestation**

<b>I.</b>	<b>CRITÈRE DE QUALITÉ D'UNE MÉTHODE .....</b>	<b>49</b>
I.1.	Exactitude et fiabilité .....	49
I.2.	Précocité .....	51
I.3.	Autres critères .....	51
<b>II.</b>	<b>METHODES DE DIAGNOSTIC .....</b>	<b>52</b>
II.1.	Palpation transrectale de l'utérus.....	52

II.1.1. Diagnostic de gestation entre 1 et 2 mois.....	52
II.2. Echographie (Ultrasonographie) .....	55
II.2.1. Mise en place de l'examen échographique .....	56
<b>III. METHODES DE LABORATOIRE.....</b>	<b>57</b>
III.1. Dosage de la progestérone.....	58
III.1.1. Principe du dosage de progestérone dans le sang .....	58
III.1.2. Principe du dosage de la progestérone dans le lait .....	58
III.1.2.1. La radio-immunologie.....	58
III.1.2.2. La méthode immuno-enzymatique.....	59
III.1.3. Date optimale pour réaliser le test.....	60
III.1.3.1. Dosage dans le sang .....	60

## **Partie Expérimentale**

<b>I. MATERIEL ET METHODES .....</b>	<b>62</b>
I.1. Matériel biologique.....	62
I.2. Matériel non biologique.....	63
I.3. Protocole.....	63
I.3.1. Dosage de la progestérone.....	63
I.3.2. Echographie.....	65
I.3.3. Palpation transrectale.....	66
I.4. Analyse statistique.....	66

<b>II.</b>	<b>RÉSULTATS.....</b>	<b>68</b>
	II.1. Résultats du dosage de la progestérone sérique.....	68
	II.1.1. Exactitude et fiabilité de la progesteronémie à J23.....	68
	II.2. Résultats de l'examen échographique.....	70
	II.2.1. Exactitude et fiabilité de l'examen échographique entre 28-35ème jours.....	70
	II.2.2. Autres intérêts de l'examen échographique.....	73
	II.3. Résultats de la palpation transrectale.....	75
	II.3.1. Exactitude et fiabilité de la palpation transrectale.....	75

## **DISCUSSION**

<b>I.</b>	<b>FIABILITE, EXACTITUDE ET PRECOSITE.....</b>	<b>79</b>
	I.1. Progestérone.....	79
	I.2. Échographie.....	80
	I.3. Palpation transrectale.....	81
<b>II.</b>	<b>COMMODITE.....</b>	<b>82</b>
	II.1. Dosage de la progestérone sérique à 23 jours AIA.....	82
	II.2. Echographie à partir 30 jours AIA.....	82
	II.3. Palpation transrectale entre 30-40 jours AIA.....	83
<b>III.</b>	<b>INNOCUITE.....</b>	<b>83</b>
	III.1. Dosage de la progestérone sérique à 23 jours AIA.....	83
	III.2. Echographie.....	83

III.3. Palpation transrectale entre 28-35 jours AIA.....	83
<b>IV. CONCLUSION.....</b>	<b>85</b>
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	86
PERSPECTIVES.....	87
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	88

# **Introduction**

Le diagnostic précoce de gravidité revêt une grande importance économique en reproduction animale. En effet, il permet de déceler au plus tôt les inséminations artificielles (IA) ou les saillies infructueuses, de détecter les mortalités ou même les anomalies embryonnaires, de repérer les cas d'infertilité et, le cas échéant, de veiller à minimiser les pertes de l'exploitation par le biais de réformes appropriées au sein des troupeaux (Kastelic et al., 1988 ; Pitala et al., 2003).

De nombreuses méthodes de diagnostic de gravidité ont été mises au point chez les bovins dont les principales sont les méthodes de laboratoire et les méthodes cliniques. Les méthodes de laboratoire consistent dans l'utilisation des dosages radio-immunologiques (RIA) pour la détection de différentes hormones et protéines synthétisées par le placenta et sécrétées dans la circulation sanguine maternelle et/ou dans le lait. Chez la vache, les principales molécules susceptibles de conduire à un diagnostic de gravidité est : la progestérone détectable dans le sang ou le lait, et les protéines spécifiques ou associées à la gravidité, détectables dans le sérum ou dans le plasma maternel à partir des 21<sup>ème</sup>-30<sup>ème</sup> jours de la gravidité.

En ce qui concerne les méthodes cliniques, nous citons la palpation manuelle de l'utérus, réalisée à partir de 2 mois de la gravidité, et l'échographie, aussi appelée ultrasonographie en mode-B (Ball et al., 2004).

Avec ces méthodes de diagnostic, les résultats varient d'une étude à une autre et d'un auteur à un autre. En plus, chaque méthode est recommandée à un stade de gestation et à un objectif bien déterminé. En Algérie, le problème de l'allongement de l'intervalle vêlage - vêlage met les résultats des méthodes de diagnostic de gestation appliquées en doute. Donc, quelle est la méthode la plus faisable et la plus fiable pour le diagnostic précoce de gestation ?.

Dans cette étude nous voulons atteindre le principal objectif qui est comparer les trois méthodes de diagnostic de gestation ; le dosage de la progestérone, l'échographie et la palpation transrectale tout en vérifiant leurs précocité, fiabilité et exactitude.

**PARTIE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

# **Chapitre I**

## **Rappels anatomiques**

## I. DESCRIPTION ANATOMIQUE DU BASSIN DE LA VACHE

Le bassin ou pelvis représente un canal osteo-ligamenteux que le fœtus doit nécessairement parcourir dans toute sa longueur au moment de l'accouchement. Il est constitué par cinq articulations ; deux sacro-iliaques, avec des mouvements très légers, et l'articulation de la symphyse pubienne, c'est une puissante amphiarthrose ischio-pubienne, souvent complètement ossifiée à un certain âge, ainsi que l'articulation lombo-sacrée, et sacro-coccygienne. La connaissance de sa structure et de sa conformation est indispensable à l'obstétricien.

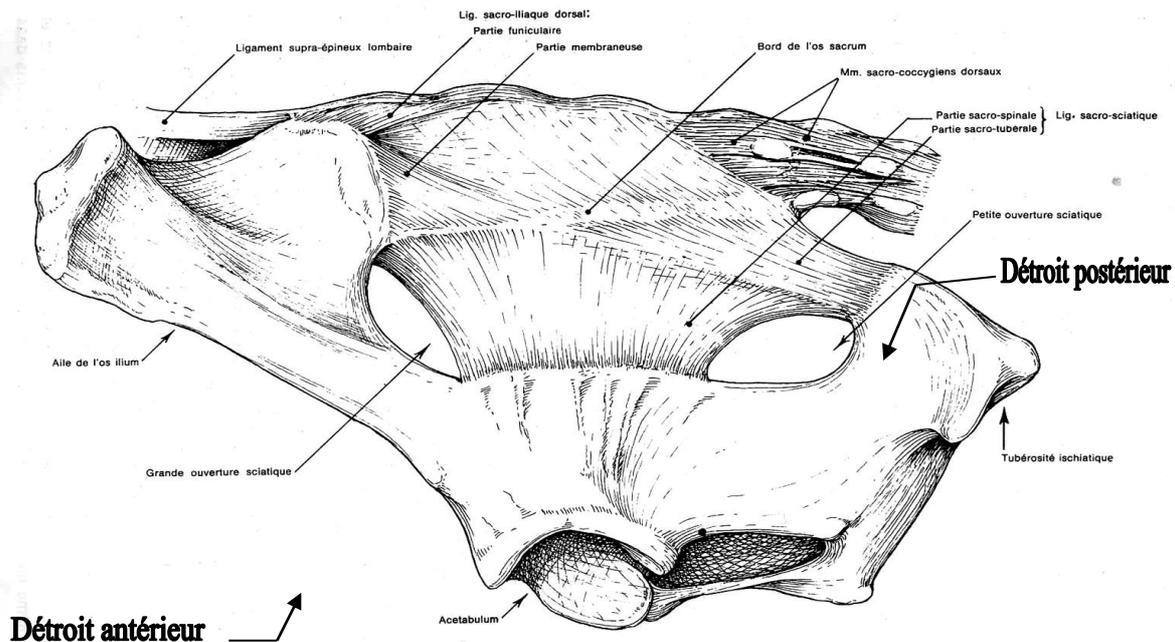


Figure 1: Conformation du bassin de vache en vue latérale gauche (Barone, 1986).

### I. 1. Le détroit postérieur

Le détroit caudal est limité dans sa partie inférieure par l'arcade ischiatique formée de l'union des deux ischiums et s'étendant d'une tubérosité ischiatique à l'autre. Sa limite supérieure est constituée par la face ventrale des extrémités caudales du sacrum. Les limites latérales sont assurées par des muscles et par les bords postérieurs des ligaments sacro-sciatiques qui se relâchent lors de la parturition (Barone, 1990) (Figure 1).

### I.2. détroit antérieur

Le détroit antérieur est limité par un cadre entièrement osseux, qui fait communiquer les cavités abdominale et pelvienne. Il est plus haut que large et présente une position oblique. On parle d'inclinaison du bassin. Il est aussi un peu rétréci à sa partie inférieure (Barone, 1986).

Il est limité en bas par le bord antérieur du pubis, en haut par les articulations sacro-iliaques et latéralement par les crêtes ilio-pectinées (Figure 1).

### **I.3. Les Artères**

Les organes génitaux sont abondamment irrigués (Figure 2), le développement des vaisseaux atteignant son maximum pendant la gestation. Les artères que nous intéressons particulièrement sont:

#### **I.3.1. L'artère utérine**

Issue de l'iliaque externe, passe entre Les deux lames de ligament large, gagne la petite courbure où elle se divise en rameaux. Les premiers se dirigent vers la région antérieure ou elles s'anastomosent avec les divisions de l'artère ovarienne. Les seconds se portent vers l'arrière à la rencontre des ramifications de l'artère vaginale. L'artère utérine est très développée au cours de gestation (Derivaux et Ectors, 1980).

#### **I.3.2. L'artère utéro-ovarienne**

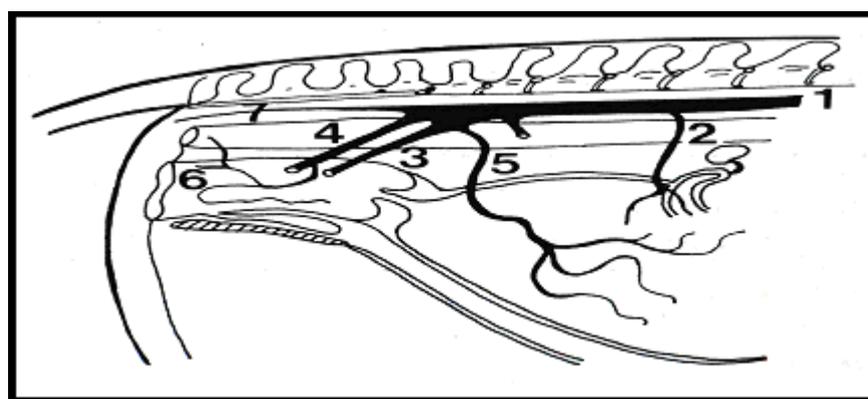
Elle prend naissance de l'aorte postérieure. Elle s'engage entre les deux lames du ligament large, et se divise près de l'ovaire en deux branches dont l'une, très flexueuse, est canalisée dans l'épaisseur de cet organe tandis que l'autre gagne la corne utérine en se dirigeant à la rencontre des branches antérieures de l'artère utérine (Derivaux et Ectors, 1980).

#### **I.3.3. L'artère vaginale**

Naît de la honteuse interne, se porte sur la parois du vagin et remonte jusqu'au corps de l'utérus pour s'anastomose, à ce niveau, avec les rameaux postérieurs de l'artère utérine (Derivaux et Ectors, 1980).

#### **I.3.4. L'artère obturatrice**

Issues des ramifications postérieures des artères utérines et des branches vaginales, elles passent ensuite par le trou ovalaire (Derivaux et Ectors, 1980).



**Figure 2 : Vaisseaux de l'appareil génital de la vache (Derivaux et Ectors, 1980)**

1. Aorte – 2. Artère utéro-ovarienne – 3. Artère iliaque externe – 4. Artère iliaque interne
5. Artère utérine – 6. Artère vaginale – 7. Artère sacrée médiane

## **I.4. Les nerfs**

### **I.4.1. 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 (Derivaux et Ectors, 1980).

### **I.4.2. Le nerf obturateur**

Venu des dernières paires lombaires, suite sous le péritoine en dedans des vaisseaux iliaques, qu'il accompagne jusqu'à l'origine de l'artère obturatrice (Derivaux et Ectors, 1980).

### **I.4.3. le nerf sciatique**

Fourni par les deux premières paires sacrées et l'anastomose des branches lombaires comprenant les branches fessières antérieure et postérieure qui constituent un petit sciatique et un grand sciatique très large qui sort du bassin par la grande échancrure sciatique (Derivaux et Ectors, 1980).

## **II. DESCRIPTION ANATOMIQUE DE L'APPAREIL GENITAL DE LA VACHE**

L'appareil génital femelle regroupe des organes qui ne sont pas simplement limités à l'élaboration des gamètes et des hormones sexuelles mais qui sont également le siège de la fécondation. Il abrite en outre le fœtus dans un segment différencié qui est l'utérus et assure sa nutrition pendant la gestation (figure 3).

L'appareil génital femelle comporte trois grandes parties (Barone, 1990) :

Le **sinus uro-génital** : comprend une partie profonde formant le vestibule du vagin et une région orificielle qui constitue la vulve.

La **section tubulaire** : constituée par les voies génitales proprement dite, elle présente trois étages bien différents par les fonctions comme par la conformation : les trompes utérines, l'utérus et le vagin.

La **section glandulaire** : constituée par les ovaires.

### **II.1. Le sinus uro-génital**

Partie commune aux appareils urinaire et génital, le sinus urogénital se compose de deux parties : le vestibule du vagin d'une part et la vulve d'autre part.

#### **II.1.1 Le vestibule du vagin**

C'est un conduit large et impair d'une longueur de 8 à 10 cm, dans le quel s'ouvre tout à la fois le vagin et l'urètre (ostium large de 2 cm). Orienté obliquement en direction dorso-crâniale, il possède comme le vagin des parois très distensibles.

Caudalement, à mi-longueur du vestibule s'ouvrent les deux orifices des glandes vestibulaires majeures ou glandes de Bartholin. Leurs sécrétions auraient pour rôle de lubrifier les voies génitales externes et de par leurs composants attireraient les partenaires sexuels. Ce système se trouve complété par des glandes vestibulaires mineures.

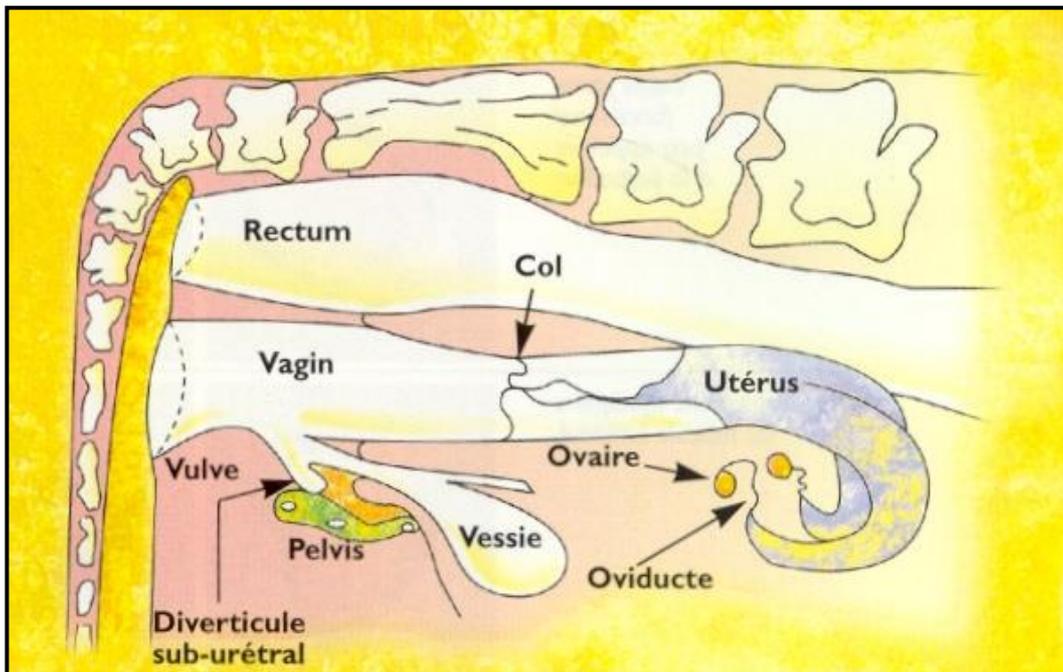


Figure 3: Coupe médiane du bassin d'une vache d'après (Deletang, 2003).

### II.1.2. La vulve

Constitue la partie externe de l'appareil génital femelle. Elle occupe la partie ventrale du périnée. Elle est constituée de deux lèvres qui délimitent la fente vulvaire. 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 (Barone, 1990) (figure 4).

### II.2. La section tubulaire (voie génitale)

#### II.2.1. L'oviducte (trompes de Fallope ou Salpinx)

Ce conduit est très mobile par rapport à l'ovaire qu'il contourne (figure 4), il comprend :

**L'infundibulum:** s'ouvre ventralement et un peu médialement à l'ovaire.

**L'ampoule:** forme des flexuosités peu nombreuses, lâches mais très amples, atteignant 2 à 3 cm.

**L'isthme:** de diamètre de 2 mm, joue un rôle de filtre physiologique dans la remontée des spermatozoïdes jusqu'à l'ampoule.

#### II.2.2. L'utérus

L'utérus est l'organe de la gestation. Il est creux, il se compose de deux cornes, d'un corps et d'un col. Il est de type bicornis; vues de l'extérieur, les deux cornes sont soudées l'une à l'autre sur 50% de leur longueur.

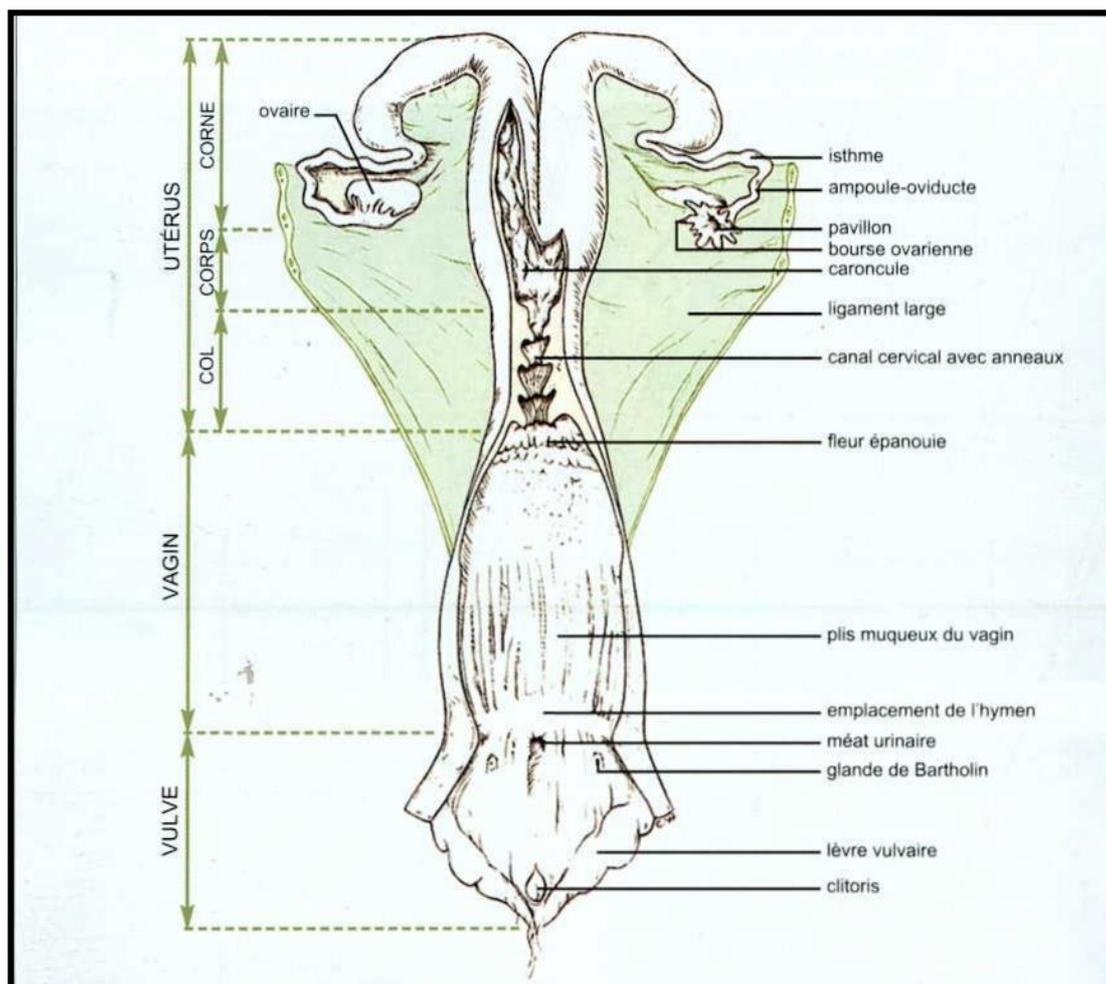
Les deux cavités utérines se réunissent à l'extrémité cervicale de chaque corne pour constituer la lumière unique d'un corps utérin, lequel s'ouvre dans le vagin par l'intermédiaire d'un cervix à un seul canal (Thibault et al., 1991) (figure 4).

Le col utérin ou cervix est peu discernable en surface. Il est beaucoup plus long que le corps utérin chez la vache (10 cm). Le corps utérin est court chez la vache (3 cm), sur ses bords latéraux se prolonge le ligament large.

D'une longueur de 35 à 45 cm, les cornes utérines se rétrécissent progressivement en direction des oviductes auxquels 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. Les deux cornes sont unies à leur base par deux ligaments intercornuaux l'un ventral et l'autre dorsal plus court que le précédent (Barone, 1990).

### II.2.3. Le vagin

Conduit membraneux impair et médian, très dilatable d'une longueur moyenne de 30 cm, 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 (Barone, 1990) (figure 4).



**Figure 4 : Conformation intérieure de l'appareil génital d'une vache d'après (Gilbert et al., 1988).**

## **II.3.La section glandulaire**

### **II.3.1. Les ovaires**

En plus de la fonction d'élaboration des hormones par les ovaires, ces derniers assurent la production d'un ou plusieurs ovules par cycle œstral.

Les ovaires sont situés à environ 30 cm de l'ouverture vaginale. Ils sont facilement palpables par voie rectale en avant sur le côté de chaque corne utérine, logés dans le repli du méso-salpinx qui forme la bourse ovarique.

L'ovaire subit au cours de la première moitié de la gestation une migration qui l'amène au voisinage du pubis.

Il a une forme aplatie, ovoïde en forme d'amande. Il comporte un bord libre et un bord sur lequel se fixe le mésovarium, zone du hile recevant une importante vascularisation.

L'ovaire renferme plusieurs types d'organites physiologiques : les follicules et les corps jaunes. Présentant chacun leurs caractéristiques anatomiques et hormonales. Ces structures coexistent tout au long du cycle et interagissent dans sa régulation (Barone, 1990).

**Chapitre II**

**Cycle de la vache et  
physiologie de gestation**

## **I. LES HORMONES DE LA REPRODUCTION**

### **I.1. La Gn RH (Gonadotrophine Releasing Hormone)**

La GnRH est l'initiateur et le régulateur fondamental de la fonction reproductrice chez les mammifères.

C'est un peptide synthétisé et libéré par les neurones de l'hypothalamus. La GnRH est transportée par le système porte hypophysaire vers le lobe antérieur de l'hypophyse. Une fois arrivée au niveau hypophysaire, la GnRH provoque la sécrétion et libération des gonadotrophines : hormone folliculostimulante (FSH) et l'hormone lutéinisante (LH) (Thibault, 1994).

### **I.2. FSH (FolliculoStimilaiting Hormon)**

L'hormone folliculostimulante est une glycoprotéine synthétisée par l'antéhypophyse (INRA, 1988), elle :

- Contrôle le développement de l'ovaire et la croissance folliculaire.
- Stimule la multiplication des cellules de granulosa et la formation de l'antrum.
- Stimule la synthèse des œstrogènes par les follicules.
- Prépare l'action de LH par la synthèse de récepteur de cette dernière.

### **I.3. LH (lutinising Hormon)**

L'hormone lutéinisante est une glycoprotéine sécrétée par l'antéhypophyse, elle :

- contrôle la maturation finale des follicules avec FSH.
- provoque l'ovulation.
- induit la formation des corps jaunes et la synthèse de progestérone (INRA, 1988).

### **I.4. Œstrogènes (E<sub>2</sub>)**

Etymologiquement, eostrogène signifie « qui engendre l'œstrus » ; sécrétées essentiellement par les follicules de l'ovaire, ont pour rôle primordial de provoquer l'œstrus ou chaleur, comportement spécifique de la femelle qui s'immobilise au chevauchement.

Sur la production de GnRH, LH, FSH, les œstrogènes à faible dose exercent un rétrocontrôle négatif et à forte dose provoque un rétrocontrôle positif (INRAP, 1988).

### **I.5. La progestérone (P<sub>4</sub>)**

Elle représente le facteur indispensable à l'établissement de la gravité, elle :

- stimule l'activité sécrétoire de l'endomètre.
- diminue la tonicité du myomètre et sa sensibilité à l'ocytocine.
- inhibe de nouvelles maturations ovulaires en bloquant la fonction hypothalamo-hypophysaire (Derivaux, 1980).

### **I.6. La Prostaglandine (PGF<sub>2α</sub>)**

Les Prostaglandines sont un ensemble de molécules de nature lipidique, elles doivent leur nom au fait qu'elles ont été isolées pour la première fois dans la prostate.

La plus importante d'entre elles pour la reproduction est  $PGF_{2\alpha}$  (INRA,1988). Elles déclenchent la régression du corps jaune ou luteolyse. Les prostaglandines, sont alors essentiellement d'origine utérine.

Elles déclenchent et entretiennent les contractions du myomètre au moment de la mise bas (INRA, 188).

### I.7. Ocytocine

C'est une hormone protidique synthétisée par l'hypothalamus et stockée dans la posthypophyse. Elle provoque la contraction du myomètre et des muscles lisses au moment de la mise bas et des cellules myoépithéliales de la mamelle lors d'éjection de lait (INRAP, 1988).

## II.CYCLE OESTRAL

La vache est une espèce poly oestrienne à cycle oestral continu dont la durée est de 20 à 21 jours, il est généralement plus court chez la génisse que chez les pluripares (Derivaux, et Ectors, 1980). On distingue quatre phases (Wattiaux, 2004) (figure 5).

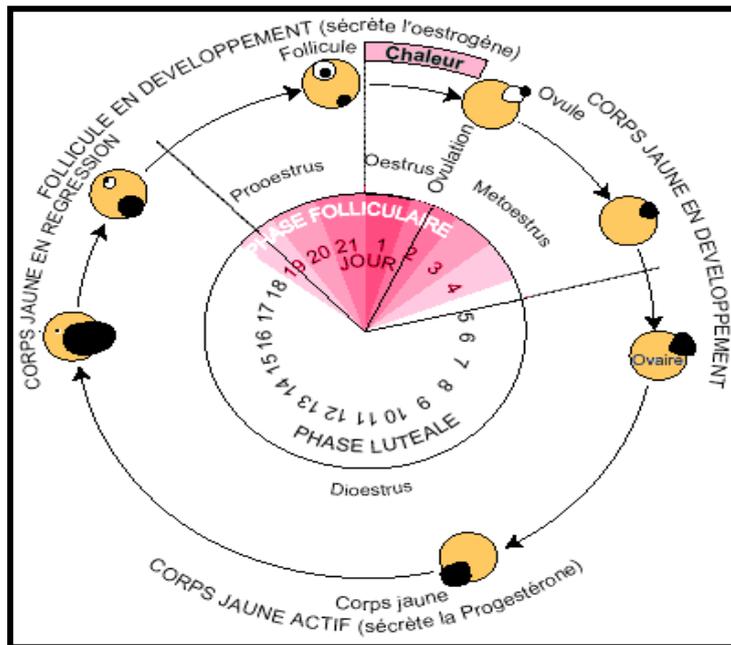


Figure 5 : Cycle sexuel de La vache d'après (Wattiaux, 2004).

### II.1. Les phases de la cycle oestral

#### II.1.1. Le pro-œstrus

Synchrone du déclin d'activité du corps jaune; il débute vers le 17<sup>ème</sup> jour du cycle sexuel et il est nettement précis au 19<sup>ème</sup> jour avec le début de l'ascension du taux plasmatique des oestrogènes dû au développement d'un ou plusieurs follicules ovariens (Fontaine et Cador, 1995). Au cours des cette phase, l'épithélium de l'endomètre s'épaissit, se vascularisé et se garnit d'abondantes glandes tubulaires, relâchement du col utérin, production du mucus par les cellules

cervicales , vaginales et les glandes de l'utérus. Le mucus est habituellement fin et clair (Soltner, 1993).

### **II.1.2. L'oestrus : « chaleurs »**

Correspond à la maturation du follicule et la sécrétion maximale d'oestrogènes. Période où la vache accepte le chevauchement. Dure en moyenne 12 à 22 heures. L'ovulation qui est spontanée survient environ 14 heures après la fin des chaleurs, il existe à cet égard d'assez grandes variantes et les génisses ont tendance à ovuler plus prématurément que les vaches adultes (Derivaux et Ectors, 1980).

Au moment de l'oestrus , le congestionnement de l'utérus se poursuit, surtout au niveau des cotylédons. Le col s'ouvre davantage (2cm environ), et le mucus cervical liquéfié apparaît à l'extérieur de la vulve de la vache en longs filaments (Soltner, 1993).

### **II.1.3. Le metœstrus**

Débuté par l'ovulation et se caractérise par la formation du corps jaune et la sécrétion croissante de la progestérone, hormone qui prépare la gestation, cette phase dure en moyenne 3-4 jours.

L'action de la progestérone accentue les modifications utérines dues à l'oestradiol : la muqueuse de l'endomètre se développe au maximum.

Quand le col se ferme, le mucus cervical s'épaissit et ne coule plus. A mesure que la progestérone prédomine sur les œstrogènes, les contractions de l'utérus se calment et disparaissent à la fin de la période, condition nécessaire pour une éventuelle nidation de l'embryon (Soltner, 1993).

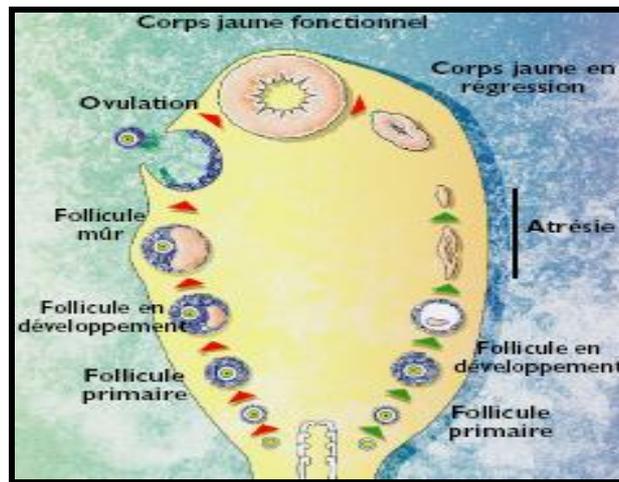
### **II.1.4. Le di-œstrus**

Correspond à la période d'activité du corps jaune (synthèse de la progestérone) (Soltner, 1999). Dont la durée, réglée par l'activité lutéale, est de 10 à 11 jours (6<sup>ème</sup> au 17<sup>ème</sup> jour) (Derivaux et Ectors, 1980), et environ 13 jours d'après Wattiaux 2004.

La chute du taux de progestérone entraîne la régression de l'endomètre, mais sans rupture. Cette chute de la sécrétion de progestérone par le corps jaune est accentuée en fin du cycle par une décharge de PGF2 $\alpha$  sécrétée par l'utérus. Le col se ferme hermétiquement par un bouchon de mucus cervical épais, qui, en cas de gestation, prend la consistance du caoutchouc (Soltner, 1993).

## **II.2. Les modifications cycliques de l'ovaire**

L'observation microscopique d'une coupe longitudinale de l'ovaire montre un remaniement cyclique des organisations cellulaires de la zone corticale, rythmé sur un évènement essentiel : l'ovulation. (Figure 6).



**Figure 6 : Structures ovariennes à travers le cycle oestral d'après (Peters et Ball, 1987).**

### **II.2.1. L'ovaire avant l'ovulation**

À la naissance, dans la zone corticale des ovaires, on peut observer un stock des follicules primordiaux.

À partir de la puberté, cette réserve des follicules (et donc d'ovocytes) est mobilisée. Des follicules à différents stades sont visibles sur des coupes d'ovaires.

#### **II.2.1.1. Folliculogénèse**

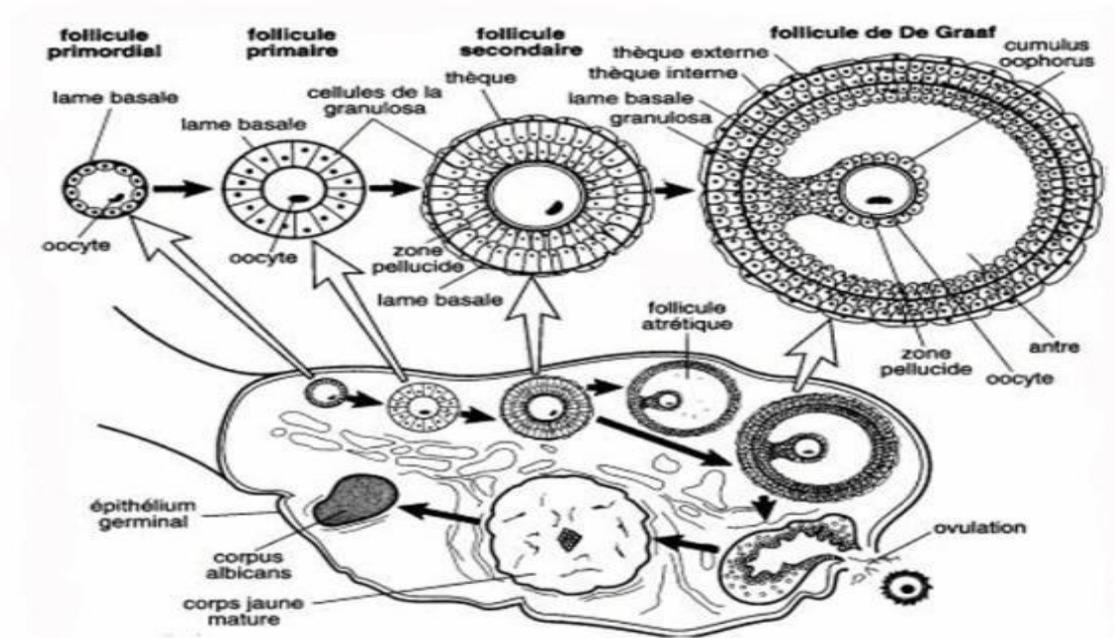
Désigne l'ensemble des phénomènes régissant le développement du follicule depuis sa sortie de la réserve ovarienne, constituée durant la vie embryonnaire durant l'ovogénèse, jusqu'à l'ovulation ou, dans la plupart des cas (99,9%), l'atrésie (Monniaux et al., 2009).

Trois éléments peuvent caractériser la croissance folliculaire, sa durée, évaluée à cinq mois chez la vache, le faible nombre de follicules parvenant jusqu'à l'ovulation et le parfait parallélisme entre la croissance folliculaire et l'acquisition de la compétence ovocytaire (Greenwald, 1972).

#### **II.2.1.2. Dynamique de la croissance folliculaire**

Depuis le stade 3 couches de cellules folliculaires (60  $\mu$ ), jusqu'au stade préovulatoire, s'écoulent pas moins de 5 mois, alors qu'il n'a besoin, pour atteindre ce dernier stade à partir du moment de la formation de sa cavité antrale, que de 43 jours. La croissance ovocytaire, durant ce temps n'évolue que très peu (Monniaux *et al.*, 1999 ; Mc Gee, Hsueh, 2000).

Du point de vue fonctionnel, la dynamique folliculaire peut être divisée en deux phases successives, une première dite basale, indépendante des hormones gonadotropes et une seconde, terminale, étroitement tributaire des variations de sécrétions de ces dernières.



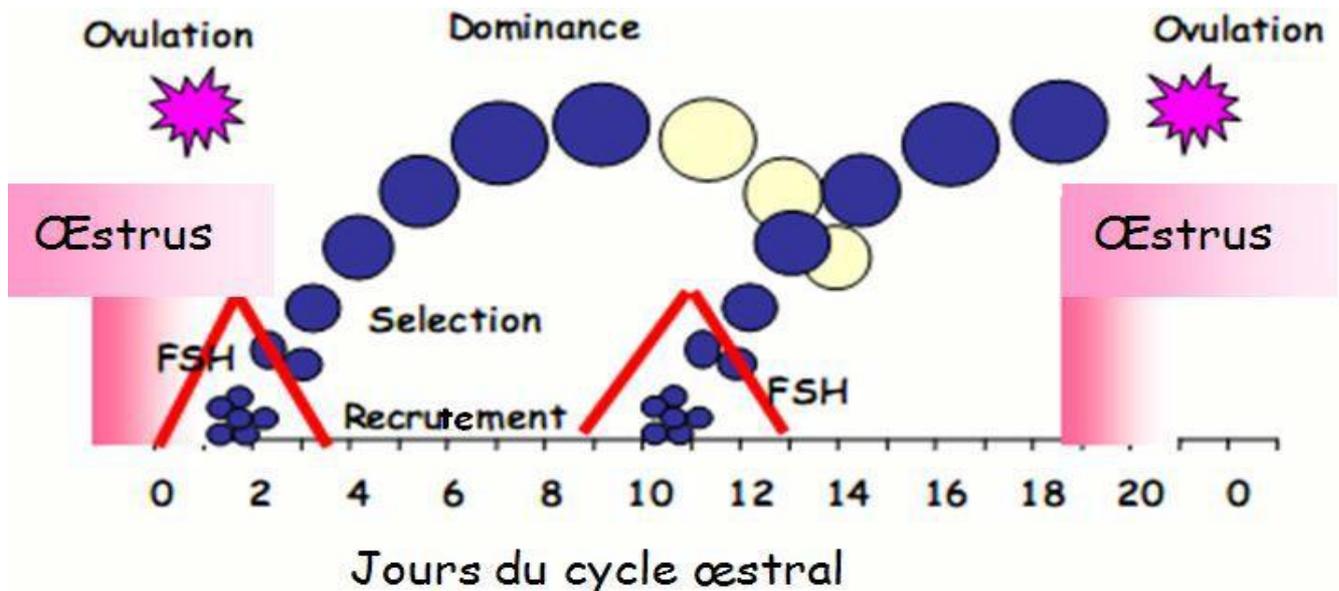
**Figure 7 : Représentation schématique des différents stades de croissance (folliculogénèse) et de régression par lesquels passent les follicules ovariens (Laforest, 2005).**

### **II.2.1.3. Phase non-gonado-dépendante**

Pendant cette phase, 50 à 80 follicules primordiaux quittent la réserve pour former des follicules primaires, secondaires puis tertiaires. Certains parmi eux subissent une atresie à différents stades (Thibault, 2001). Cette phase, qui dure approximativement 6 mois, est régie par un complexe endocrinien, notamment, des facteurs de croissance somatiques et locaux qui contrôlent la croissance basale du follicule jusqu'au stade antral (Bendell, 1990 ; Roche *et al.*, 1998). Le GDF-9 (Growth differentiation factor 9) qui initie la croissance folliculaire jusqu'au stade de follicule secondaire, est le principal facteur somatique, tandis que les facteurs de croissance ovariens sont essentiellement représentés par le TGF- $\alpha$  (Transforming growth factor  $\alpha$ ) produit par la granulosa des follicules en début de croissance (Elvin, *et al.*, 1993).

### **II.2.1.4. Phase gonado-dépendante**

Durant cette phase, les follicules tertiaires ayant un diamètre  $\geq 4$  mm entrent en croissance cyclique par groupe dite vague folliculaire (Hanzen, 2000). Chez la vache, le cycle oestral comporte 2 à 3 vagues folliculaires dont chacune est caractérisée par une dynamique de croissance se déroulant en trois étapes :



**Figure 8: Vagues de croissance folliculaires au cours du cycle oestral de la vache (Smith et al., 2010).**

#### **II. 2.1.4.1. Phase de recrutement**

Induite par un mécanisme aléatoire, suite à l'augmentation transitoire du taux de FSH (Roche et Boland, 1991), la phase de recrutement se définit comme l'entrée en croissance terminale d'une cohorte de follicules tertiaires de diamètre  $\geq 4$  mm (Hanzen *et al.*, 2000). Généralement, 5 à 20 follicules (Forde *et al.*, 2010) ayant des récepteurs pour la FSH et dépassé le cap de l'atrésie (Fortune, 1994). Cette phase nécessite une augmentation de la concentration de la FSH (Roche *et al.*, 1998) ainsi que d'une intervention des facteurs de croissance et des substances polypeptidiques telles que l'inhibine et l'activine (Drion *et al.*, 2000).

#### **II.1.1.4.2. Phase de sélection (Déviation)**

Les sécrétions de l'oestradiol et de l'inhibine, par les follicules recrutés, exercent un rétrocontrôle négatif sur l'axe hypothalamo-hypophysaire en diminuant la sécrétion de la FSH (Taya *et al.*, 1996). Le mécanisme de la sélection d'un ou des follicules recrutés, suite à la diminution de la concentration de la FSH, n'est pas encore tout à fait élucidé mais des récepteurs bien développés de la FSH ont été observés chez les follicules sélectionnés, ces récepteurs auraient un rôle dans le mécanisme de sélection (Drion *et al.*, 2000). Les follicules non sélectionnés subissent une dégénérescence communément appelée « atrésie » (Bazot *et al.*, 2004).

#### **II.2.1.4.3. Phase de dominance**

Cette étape est caractérisée par un développement d'un ou des follicules sélectionnés en un ou des gros follicules dits follicules dits préovulatoires ou de De Graaf (20 mm de diamètre) apte à ovuler (Drion *et al.*, 1996). Bien que la faible concentration en FSH persiste, un ou des follicules sélectionnés deviennent dominants en continuant leur croissance car ils ont acquis un mécanisme d'autostimulation par la sécrétion folliculaire de l'IGF-1 (lick growth factor-1) qui stimule à son

tour (paracrine) la synthèse des oestrogènes (Spicer, 2004) et l'acquisition des récepteurs de LH (Roche *et al.*, 1998). Le ou les follicules dominants provoquent la régression des follicules en croissance et bloquent le recrutement des autres (Drion *et al.*, 1996).

### **II.2.2. Ovulation et remaniements vasculaires**

L'ovulation est le résultat d'un accroissement des taux d'hormones gonadotropes en fin de phase folliculaire, les mécanismes qui régissent cette décharge sont complexes (Afri- Bouzebda, 1985), le follicule dominant ayant, durant sa phase d'évolution terminale, acquit la possibilité de répondre à ces pics (Allant jusqu'à 100 fois le taux de LH circulante) (Callesen *et al.*, 1986), il voit ses structures subir de profonds remaniements aboutissant à l'expulsion d'un ovocyte mature et la formation d'un corps jaune.

L'élément clé du déclenchement de l'ovulation est le pic de LH, ce dernier est induit, chez les bovins, par une oestradiolémie supérieur à 12 pg/ml et pendant au moins 12 heures, ce taux provoque une inversion du mécanisme de rétrocontrôle négatif de l'oestradiol sur l'hypothalamus. (Drion *et al.*, 1996).

Divers phénomènes vasomoteurs sont, entre autres, à l'origine du processus de l'ovulation. Juste après le pic des hormones gonadotropes, nous assistons à une hyper vascularisation de l'ovaire (Okuda, 1983), différents facteurs vasodilatateurs sont mis à contribution, à savoir, l'histamine (Murdoch *et al.*, 1990), la bradykinine (Gao *et al.*, 1992), l'angiotensine II (Itskovitz *et al.*, 1987), le PAF (Platelet Activating Factor), ainsi que les produits dérivés de l'acide arachidonique telles les prostaglandines I<sub>2</sub> et E<sub>2</sub> (Armstrong *et al.*, 1975), les leucotriènes et les lipoxines (Leung *et al.*, 1992), une augmentation de la perméabilité vasculaire est aussi notée, avec apparition des plusieurs fenestrations capillaires, à l'origine de la fuite des cellules sanguines.

#### **II.2.2.1. L'ovulation**

L'ovulation est la libération d'un ou plusieurs gamètes femelles, au stade ovocyte II, aptes à être fécondés, après ruptures d'un ou plusieurs follicules préovulatoires (Ozil et Lanceau, 1988).

La connaissance du moment de l'ovulation est importante pour déterminer le moment optimum de l'accouplement ou de l'insémination artificielle les chaleurs étant la seule manifestation extérieure du cycle sexuel, il est commode de situer l'ovulation par rapport aux chaleurs (Ozil et Lanceau, 1988).

### **II.2.3. L'ovaire après l'ovulation**

Après l'ovulation, on observe des transformations morphologiques et fonctionnelles du follicule, qui conduisent à l'apparition du corps jaune (ou des corps jaunes si plusieurs follicules ont éclaté) (Gilbert *et al.*, 2005).

### **II.2.3.1. Le corps jaune**

Cet organite correspond à une transformation morphologique et fonctionnelle du follicule après libération de l'ovocyte. On distingue trois phases dans l'évolution du corps jaune (Ozil et Lanceau, 1988).

#### **II.2.3.1.1. La phase de croissance ou luteogénèse**

Les cellules de la granulosa et de la thèque interne se mêlent et forment un tissu homogène.

Peu avant l'ovulation, les vaisseaux sanguins présents dans la thèque interne pénètrent dans la granulosa. Il y a formation d'un caillot à l'emplacement de la cavité folliculaire. Le reste du tissu est abondamment irrigué. Le corps jaune devient fonctionnel, chez la vache, 1 à 2 jours après l'ovulation.

#### **II.2.3.1.2. La phase de maintien ou lutéotrophie**

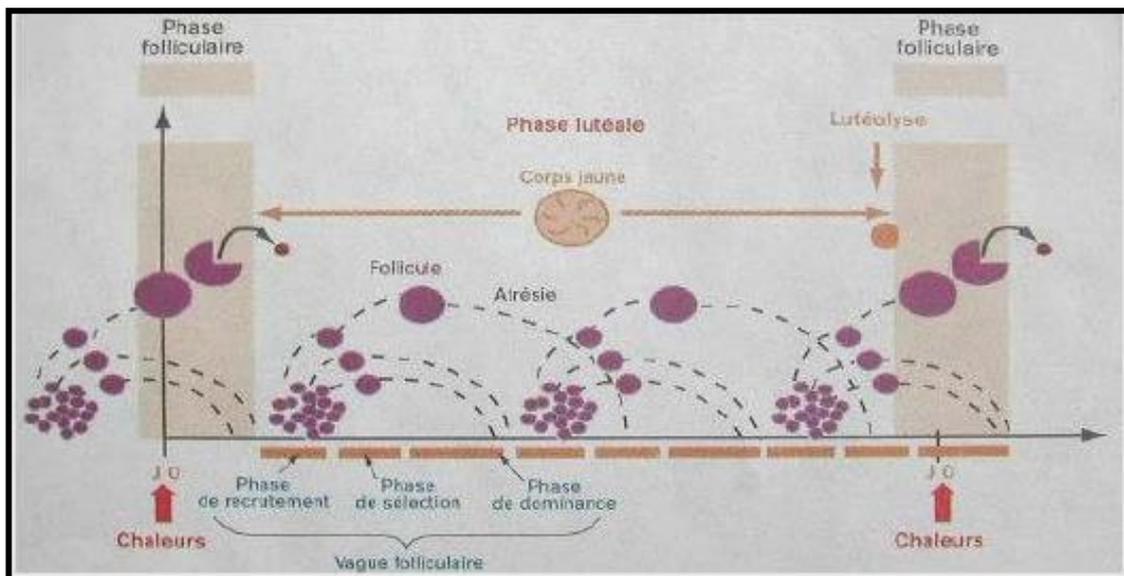
C'est la période pendant laquelle le corps jaune maintient son développement et son activité endocrine. Cette phase est longue chez la vache, 11 jours. Pendant cette période, le corps jaune est réceptif aux agents lutéolytiques, en particulier les prostaglandines (Gilbert et al., 2005).

#### **II.2.3.1.3. La phase de régression ou luteolyse**

Le corps jaune régresse rapidement mais reste cependant présent pendant plusieurs semaines sous la forme d'un organite de petite taille. Parallèlement, le taux de progestérone diminue brutalement.

S'il y a gestation, la luteolyse n'aura pas lieu ; le corps jaune évoluera en corps jaune de gestation. La cyclicité est arrêtée par un signal provenant de l'utérus et indiquant la présence d'un embryon ; cette information est donnée entre le 15<sup>ème</sup> et 17<sup>ème</sup> jour du cycle chez la vache.

On admet que la luteolyse est provoquée par des prostaglandines produites par l'utérus, notamment la PGF2 $\alpha$ .



**Figure 9: Les vagues folliculaires chez la vache (Chastant-maillard, 2004).**

### **II.3. Régulation du cycle sexuel**

Les hormones hypophysaires et ovariennes interagissent les unes avec les autres sous le contrôle de l'hypothalamus assurant ainsi la régulation du cycle sexuel, l'essentiel de ces interactions est présenté par le schéma suivant :

En prenant comme point de départ la fin de la phase lutéale, les principales actions hormonales sont les suivants (Figure 10):

- Les prostaglandines produites par l'utérus provoquent la luteolyse et la chute du taux de progestérone (1).
- Les hormones gonadotropes, FSH et LH, principalement FSH assurent la croissance folliculaire (2), il en résulte une production d'œstrogènes en quantité croissante (3).
- Les œstrogènes permettent l'apparition du comportement d'œstrus. En outre, ils exercent un rétrocontrôle positif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire (4), l'auto sensibilisation de l'hypothalamus à des quantités croissantes d'œstrogènes permet une production massive de Gn RH (5).
- Sous l'action de Gn RH, l'hypophyse réagit par une production massive de FSH et LH, le pic de LH (6) provoque l'ovulation (7).
- Sous l'action de LH, le corps jaune se forme (8) et sécrète la progestérone (9), cette dernière exerce sur le complexe hypothalamo-hypophysaire un rétro control négatif (10), bloquant toute production de Gn RH, le complexe hypothalamo-hypophysaire et l'appareil génital restent au repos tant que la production de progestérone persiste.
- Les stimuli externes, tels que la variation de la durée du jours ou photopériode, agissent sur l'hypothalamus et provoquent ainsi des perturbations du mécanisme normal de régulation (INRAP).

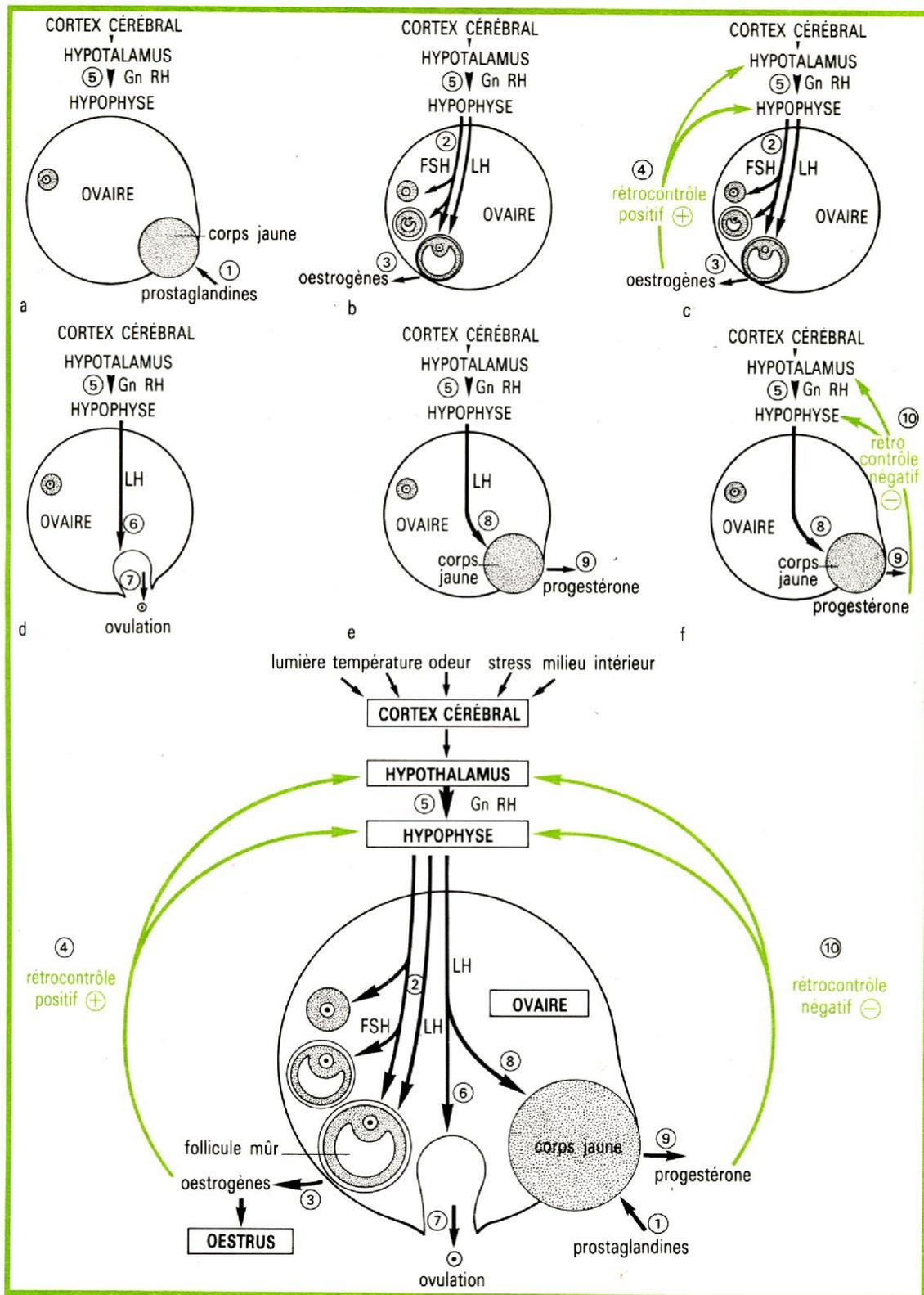


Figure 10: Régulation hormonales du cycle sexuel chez la vache (INRAP, 1988)

### III. GESTATION

La gestation peut se définir comme la dernière étape du cycle sexuel, elle fait suite à la fécondation ; qui aboutit au conceptus qui s'appelle embryon.

### **III.1. Fécondation**

C'est la fusion des deux noyaux, l'ovule et spermatozoïde. Après l'ovulation, l'ovule est attiré et recueilli dans la bourse ovarienne sous l'action des mouvements de la frange du pavillon et des mouvements vibratiles des cils tubaires (TAINTURIER, 2003).

Les spermatozoïde remontent les voies génitales à la vitesse 15mm/mn (Deriveaux, 1980) pour rencontrer l'ovule au niveau de la portion initiale de l'oviducte (l'ampoule de la trompe). Plusieurs spermatozoïdes s'accrochent en couronne à la membrane de l'ovule, mais un seul pénétrera dans l'ovule ; la fusion des noyaux à lieu à 45 heures après le début des chaleurs (Tainturier, 2003).

### **III.2. La vie intrasalpingienne**

24 heures après la fécondation, l'œuf se divise pour atteindre le stade de 16 cellules ; morula ou blastocyte

### **III.3. L'arrivée dans l'utérus**

Vers le J4 et J5, l'embryon a terminé sa migration dans l'oviducte et atteint la lumière utérine (INRAP 1988) ; de petites cavités apparaissent à la périphérie du morula. Leur coalition donne naissance à une cavité blastocyte (Figure 11), l'embryons prend le nom du jeune blastocyte qui comprend alors trois (3) structures différentes :

- Une couche cellulaire périphérique : le trophoblaste ; les futures annexes
- Un épaississement de cette couche : Le bouton embryonnaire.
- Une cavité à blastocœle.

#### **III.3.1 Développement Dans l'Utérus**

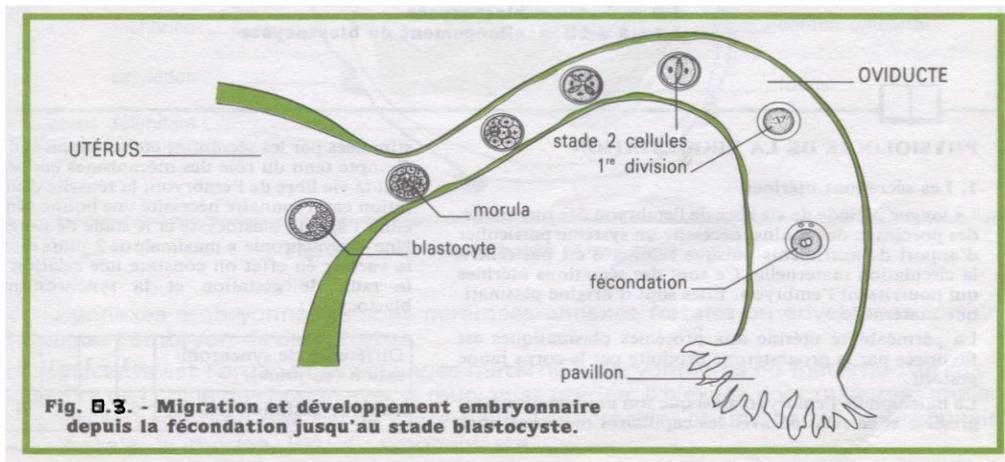
Vers J7 et J8 , le volume du blastocœle et l'accroissement du nombre des cellules 70 à 180 entraînent un accollement de trophoblaste contre la zone pellucide.

Vers J9, l'embryon subit une augmentation rapide du volume, il se dilate puis se contracte ensuite entraînant une pression sur la zone pellucide ; cette pression provoque une déchirure de la zone pellucide permettant une sortie active des blastocyte. Le trophoblaste embryonnaire émet alors de sorte des psodopodes qui vont envahir chacune des cornes utérines (Belkabila, 2004).

Toutes ces formations aboutissent selon (Tainturier, 2003).

- Le bouton embryonnaire qui se développe entre J12 et j14
- L'amnios qui se développe vers J23
- L'allantoïde qu apparaît vers le 18ème jour

Au 20ème jour aura lieu la nidation qui dure plusieurs semaines. La placentation se réalise dans 90% dans la corne du corps jaune.



**Figure 11 : Migration et développement embryonnaire (Barone, 1990)**

### **III.4. Modifications hormonales**

Au début de la période de gestation, avant la nidation, il y'a une période progestative qui se caractérise par une préparation de l'utérus grâce aux hormones ovariennes (progestérone qui est sécrétée par le corps jaune gestatif).

Pendant la gestation proprement dite c'est à dire après la formation de placenta, c'est elle qui va prendre le relais de sécréter la progestérone. On a aussi la sécrétion de l'œstrogène (Mekedjou, 1973) ; leur taux augmentent pendant la gestation jusqu'à la mise bas où on a le pic qui va déclencher le part.

### **III.5. Mécanisme du maintien de la gestation**

La progestérone est absolument nécessaire au maintien de la gestation dans toutes les espèces de mammifères pourvues d'un placenta. Cependant, le contrôle de sa sécrétion par le corps jaune pendant la période embryonnaire est différent selon les espèces. Ainsi dans l'espèce humaine, ce rôle est essentiellement dévolu à l'hormone chorionique. Dans les espèces animales au contraire, le maintien du corps jaune résulte d'un blocage de l'activité lutéolytique de la prostaglandine F2 alpha (PGF2a). Le mécanisme en est complexe et en a été partiellement élucidé grâce à divers protocoles expérimentaux ayant recours aux hystérectomies, à la destruction des follicules ovariens, aux dosages hormonaux de prélèvements au niveau de la veine et de l'artère utérine, au traitement des animaux au moyen d'oestrogènes, de progestérone, d'ocytocine et de prostaglandines. Ces études ont permis de préciser le rôle respectif des hormones impliquées et en particulier celui plus essentiel tenu par le trophoblaste. Celle-ci, encore appelée selon les espèces, ovine ou bovine trophoblastine de type 1 (oTP1 et bTP1) ou par analogie structurelle interféron tau est sécrété par le blastocyste et sa présence a été identifiée dans l'endomètre. Chez la truie, par contre, les oestrogènes blastocytaires sont davantage impliqués. Ils induiraient en synergie avec la prolactine une synthèse de prostaglandines en direction de la lumière utérine et non pas vers la veine utérine (Hanzen,2005).

# **Chapitre III**

## **Principe de l'échographie**

## I. Bases physiques de l'échographie

Le principe de l'échographie repose sur la transmission et la réception d'ondes ultrasonores par une sonde.

### I.1. Les ondes ultrasonores

Le son est défini comme étant une propagation d'énergie sous la forme d'une vibration des particules d'un milieu (Viaud et Cadore, 1999).

L'onde sonore est caractérisée par

- ✓ sa longueur d'onde  $\lambda$ ,
- ✓ sa vitesse de propagation ou célérité  $c$ .
- ✓ sa fréquence  $f$ ,

$$\text{Avec } \boxed{c = \lambda.f}$$

La fréquence correspond au nombre de compressions/expansions subies par les particules en 1 seconde et s'exprime en cycles/s ou Hertz (Hz).

Les sons possédant une fréquence de plus de 20 000 Hz dépassent le spectre audible par l'oreille humaine (20 à 20 000 Hz environ) et sont donc appelés ultrasons.

En échographie médicale, les ondes ultrasonores utilisées varient de 2 à 15 MHz.

La longueur d'onde représente la distance séparant 2 ondes successives.

La vitesse de propagation dépend du milieu traversé et augmente avec la cohésion moléculaire de celui-ci. Ainsi, elle est la plus faible pour l'air (354 m/s), moyenne pour les tissus mous (environ 1 540 m/s) et élevée pour l'os (3 380 m/s).

Chaque milieu sera caractérisé par son impédance acoustique ( $Z$ ), égale au produit de sa densité ( $d$ ) par la vitesse de l'onde sonore ( $c$ ) dans ce milieu :

$$\boxed{Z = d.c}$$

### I.2. Formation des échos

La surface séparant des milieux d'impédances acoustiques différentes s'appelle une interface acoustique. Les lois de Descartes concernant la réflexion et la réfraction au niveau d'un dioptre y sont totalement applicables. La propagation de l'onde ultrasonore s'effectuant en ligne droite dans un milieu homogène, lorsque cette onde arrive à une interface acoustique, une partie se réfléchit (écho) tandis que l'autre se réfracte (Mai, 1994) (figure 12).

On rencontrera deux types de réflexions :

- ✓ la réflexion de type miroir
- ✓ la réflexion de type multidirectionnel

### I.2.1. Réflexion de type miroir :

Lorsqu'un ultrason rencontre une interface acoustique, 2 situations peuvent se produire :

➤ L'interface peut se comporter comme un écran et toute l'énergie est alors réfléchi. Il n'y a pas de propagation au-delà de l'obstacle, ce qui entraîne une absence d'information sur les structures sous jacentes : c'est le cas de l'interface tissus mous/os.

➤ Autrement, on sera en présence de la situation décrite précédemment (figure 12), où une partie du faisceau est réfléchi et l'autre réfractée, c'est-à-dire transmise.

Dans ce dernier cas, il sera possible de récupérer des échos de structures plus profondes, si toute fois le milieu de propagation présente des variations d'impédances acoustiques suffisantes, le faisceau incident est perpendiculaire à l'interface (sinon le faisceau réfléchi ne sera plus dirigé vers la sonde et l'information sera perdue), le faisceau incident atteint la structure réfléchissante.

### I.2.2. Réflexion de type multidirectionnel ou diffusion :

De petites particules pourront être à l'origine d'échos indépendants de l'angle d'incidence du faisceau ultrasonore. Ce mode de réflexion est très important en particulier pour la visualisation de la texture des parenchymes organiques (parenchymes hépatiques, spléniques...) ou des muscles et des parois sous incidences obliques ou tangentiels.

Les deux types de réflexion participeront à la formation de l'image échographique. Par exemple, lors de l'échographie d'un organe arrondi, l'échogénicité sera forte pour les zones perpendiculaires au faisceau (réflexion de type miroir) et plus faible pour le reste des contours (réflexion de type multidirectionnel) (Pollet, 1993).

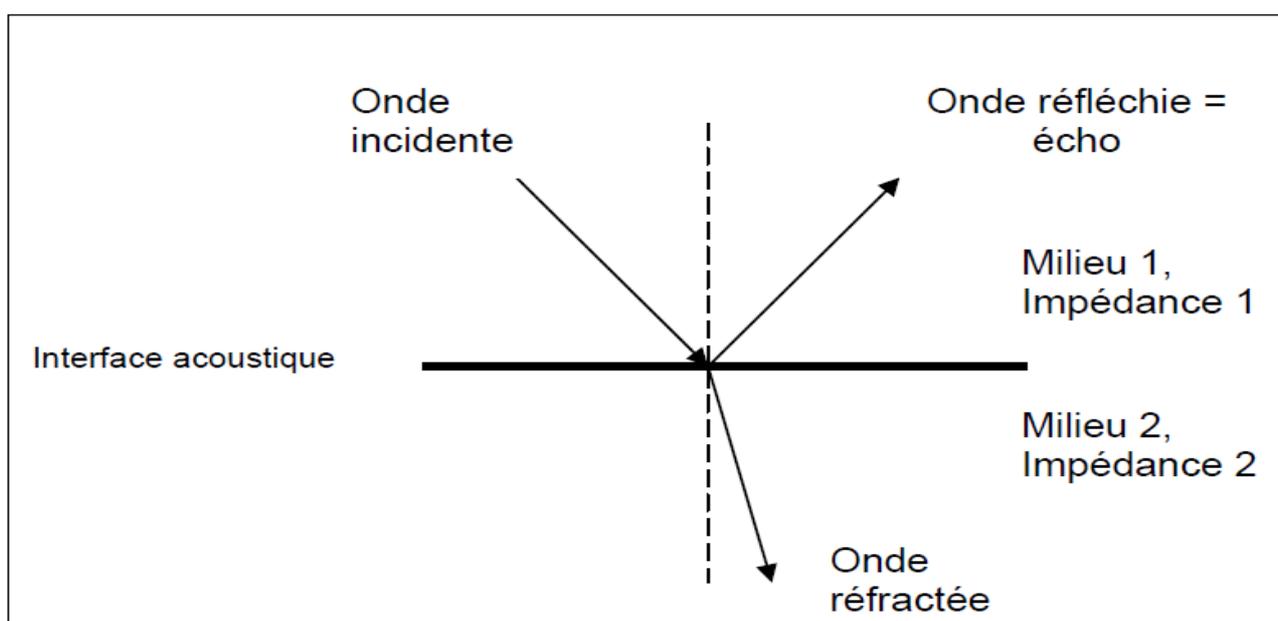


Figure 12 : Réflexion et réfraction de l'onde ultrasonore au niveau d'un dioptre (Pollet, 1993).

### **I.2.3. Pénétration et atténuation**

L'onde ultrasonore perd de son énergie par réflexion d'interface. Le faisceau ultrasonore perd donc de son énergie au fur et à mesure de sa pénétration dans les différents tissus. Cette atténuation dépend :

- de la fréquence d'émission de l'onde ultrasonore : ainsi, plus la fréquence augmente, plus l'atténuation augmente et donc plus la pénétration diminue.
- du milieu de propagation. En effet, le coefficient d'absorption est maximal lorsque la cohésion moléculaire des milieux de propagation est très faible ou très forte : soit le milieu conduit mal, c'est le cas de l'air, soit le milieu a une inertie trop importante, c'est le cas de l'os (Mai, 1994).

### **I.3. Application à l'image échographique**

La sonde échographique contient un ou plusieurs cristaux piézo-électriques, à la fois émetteurs d'ultrasons et récepteurs d'échos. Elle émet une série de pulsations d'ultrasons, produisant des échos au niveau des interfaces. Les échos réfléchis, retournent à la sonde où ils sont analysés et traduits en image par l'oscilloscope. Ainsi, la sonde joue à la fois le rôle d'émetteur et celui de récepteur.

Le principe de l'échographie repose sur la transduction : transformation d'une sorte d'énergie en une autre de nature différente. Ici, l'énergie mécanique vibratoire sera transformée en énergie électrique (et vice versa) : c'est l'effet piézo-électrique.

Les cristaux, composant la sonde, reçoivent une énergie électrique, qui, par l'effet piézo-électrique se change en énergie mécanique, les faisant vibrer : ils se comportent alors comme un émetteur d'ultrasons. Entre deux stimulations électriques successives, les cristaux se comportent comme un récepteur où les échos sont transformés en courant électrique toujours par l'effet piézo-électrique (Begon et Chetboul, 1994).

La façon dont sont traités ensuite les échos déterminera les différents modes échographiques.

### **I.4. Modes et traitement des échos**

#### **I.4.1. Mode A = Amplitude :**

L'intensité du faisceau ultrasonore réfléchi (écho) sera appréciée par l'amplitude des « pics » sur l'écran. La profondeur, quant à elle, sera évaluée par les ordonnées respectives des différents pics, chaque pic correspondant donc à la rencontre de l'onde ultrasonore avec une interface acoustique (figure 13).

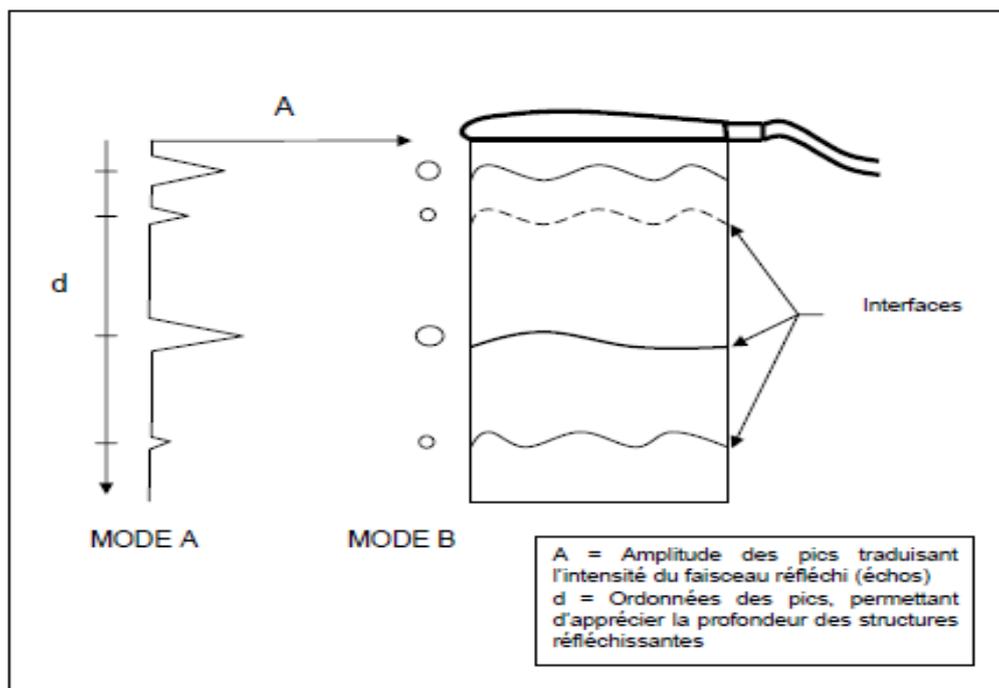
Historiquement, ce mode a été le premier utilisé en médecine humaine et en médecine vétérinaire, pour les diagnostics de gestation. Aujourd'hui, il est surtout employé en

ophtalmologie ou en inspection des viandes pour évaluer l'épaisseur des muscles et de la graisse sous-cutanée (Pollet, 1993).

#### I.4.2. Mode B = Brillance :

Les pics du mode A sont remplacés par des points lumineux, dont la brillance est proportionnelle à l'intensité de réflexion (figure 13).

En pratique, on obtient à l'écran toute une gamme de gris allant du noir pour les densités liquidiennes au blanc pour les densités osseuses. On parlera d'échelle de gris. (Jaudon et Cadore, 1991).



**Figure 13 : Représentation schématique des modes A et B (Pollet, 1993).**

#### I.4.3. Mode TM = Temps Mouvement :

Ce mode consiste à faire défiler sur l'oscilloscope le mode brillance à vitesse constante le plus souvent horizontalement, et de gauche à droite. L'intérêt de ce mode réside dans l'étude des structures en mouvement (cardiologie). En effet, celles-ci apparaîtront comme des structures ondulantes à l'écran alors que les structures fixes apparaîtront comme des droites horizontales. (Mai, Begon et Chetboul, 1994).

#### I.4.4. Mode BD = Bidimensionnel = en temps réel :

A partir d'un mono faisceau en mode B, l'image obtiendra sa deuxième dimension grâce à un balayage. Il existe 2 modalités de balayage :

➤ Balayage manuel : la sonde est déplacée lentement par le manipulateur, et chaque image est enregistrée par l'appareil. A la fin du balayage, l'appareil effectue la synthèse

des images et reconstitue un plan de coupe. Cette méthode n'est pas utilisée en médecine vétérinaire car elle nécessite l'immobilité totale du patient.

- Balayage électronique : c'est un balayage interne à la sonde échographique.

Le mode bidimensionnel est le mode le plus utilisé. L'image obtenue est celle d'un plan de coupe anatomique. (Mai, Begon et Chetboul, 1994).

## **I.5. Qualité de l'image échographique**

### **I.5.1. Pouvoir de résolution :**

Il correspond à la plus petite distance entre 2 points que l'appareil peut distinguer :

- La résolution axiale (entre deux points situés dans le sens de propagation du faisceau incident) est d'autant meilleure que la longueur d'onde est faible ou que la fréquence est élevée. Cependant, les fréquences élevées ont, nous l'avons vu, une atténuation en profondeur importante. On devra donc trouver un compromis entre la profondeur des structures à visualiser et la qualité de l'image attendue.

- La résolution latérale dépend du phénomène de divergence : elle concerne deux points situés sur un même axe perpendiculaire à l'axe d'émission. Plus on s'éloigne de la source, plus le faisceau ultrasonore est large et donc plus l'incertitude augmente. Cependant, il est possible sur les appareils de régler la focale, axe vertical sur l'écran : celui-ci, par des systèmes de lentilles acoustiques, focalise le faisceau sur la profondeur voulue. Ainsi, des structures profondes auront une résolution latérale nettement meilleure en réglant la « focale » sur l'élément concerné. (Chetboul, 1994).

### **I.5.2. Echelle de gris :**

Les échographes auront dans leurs caractéristiques techniques, une échelle de gris plus ou moins étendue. Si cette échelle est suffisante, elle permettra de transcrire avec plus de nuances deux signaux d'amplitude voisine. Cependant, une trop grande échelle de gris perdra en contraste. Il est donc nécessaire de trouver un équilibre.

## **I.6. Traitement de l'image et réglages**

### **I.6.1. Gain :**

Le gain est un système d'amplification des signaux électroniques. L'amplification peut être globale ou différentielle (par niveau). Le gain par niveau offre deux avantages :

- il est possible de mieux visualiser une zone donnée.
- il est possible de créer un gradient d'amplification inverse augmentant l'intensité dans les régions distales et la diminuant dans les régions proximales. En effet, nous avons vu que les échos provenant des régions profondes étaient moins intenses que ceux des régions

superficielles. Le gain par niveau permet donc d'homogénéiser l'image obtenue. (Jaudon, Perrot, Viaud et Cadore, 1991).

#### **I.6.2. Filtres :**

Ils permettent l'élimination de certains échos parasites, rendant ainsi l'image plus facilement lisible.

#### **I.6.3. Brilliance :**

C'est un élément important dans l'obtention d'une image de qualité finale. En effet, une brillance trop importante privilégiera les échos forts aux dépens des échos de plus faible intensité. (Jaudon, Perrot, Viaud et Cadore, 1991).

#### **I.6.4. Contraste :**

Même s'il favorise le rendu des reproductions photographiques, il accentue la lisibilité mais cela au détriment des échos les plus faibles. Il sera donc à utiliser dans une juste mesure. (Jaudon, Perrot, Viaud et Cadore, 1991).

#### **I.6.5. Gel (freeze) :**

Cette position offre la possibilité de faire un arrêt sur image permettant de mesurer certaines structures ou encore d'étudier plus longtemps une même image sans risquer de la « perdre » par un mouvement inconsidéré de l'opérateur ou de l'animal. Certains échographes offrent par ailleurs, la possibilité d'enregistrer les images, « gelées » sur une disquette, une carte mémoire comparable aux cartes des appareils photo numériques, ou encore possèdent des sorties vidéos qui permettront d'enregistrer les images à l'écran. (Jaudon, Perrot, Viaud et Cadore, 1991).

### **I.7. Les artefacts**

Nous n'aborderons ici que les artefacts les plus couramment rencontrés en échographie gynécologique des ruminants.

Un artefact est une représentation à l'écran qui ne correspond pas à la réalité de l'objet visualisé.

#### **I.7.1. Cône d'ombre :**

Le cône d'ombre est une image hypo ou anéchogène située au-delà de structures atténuant fortement les ultrasons : c'est le cas des interfaces entre des milieux d'impédances acoustiques très différentes, comme les interfaces tissu mou/air ou tissu mou/os (par exemple en arrière des côtes). Ces interfaces sont en effet associées à un pourcentage de réflexion important ainsi peu d'ultrasons sont transmis (réfractés) (Mai, 1999).

#### **I.7.2. Echo de renforcement postérieur :**

Le faisceau incident traversant un milieu peu échogène (par exemple liquidien) est peu atténué ainsi, en arrivant aux structures sous jacentes, il apparaît plus intense. C'est pourquoi, en région postérieure de cette zone, les tissus apparaîtront à l'écran plus échogènes que les tissus adjacents.

C'est souvent le cas des échographies d'ovaires présentant un kyste folliculaire. (Jaudon, Perrot, Viaud et Cadore, 1991).

### **I.8. Innocuité des ultrasons**

L'innocuité de l'échographie a été officiellement reconnue par l'OMS en 1976.

En effet, nous avons vu que la sonde jouait tantôt le rôle d'émetteur et tantôt celui de récepteur, or, la répartition de ces rôles est de 1% du temps en émission et de 99% en réception. Ainsi, même lors d'examen prolongé, la quantité d'ultrasons reçus par les tissus explorés reste faible et confère à cet examen une totale innocuité (Pollet, 1993).

Jusqu'à aujourd'hui, lors d'examens répétés, aucun phénomène de sommation n'a été relevé.

## **II. Choix de la sonde**

Nous nous attacherons ici au choix de la sonde dans le cadre de son utilisation en gynécologie des ruminants.

### **II.1. Les différents types de sondes**

La sonde contient un ou plusieurs cristaux piézo-électriques, à la fois émetteurs d'ultrasons et récepteurs d'échos.

Il existe 2 types de sonde utilisant le balayage électronique du mode bidimensionnel :

- La sonde linéaire : balayage, par excitation de proche en proche d'une batterie de cristaux disposés les uns à côté des autres selon un axe,
- La sonde sectorielle : formée d'un seul cristal animé d'un mouvement oscillant, soit de plusieurs cristaux, animés d'un mouvement rotatif.

Selon la sonde, les images seront présentées sous deux formes à l'écran:

- linéaire : image rectangulaire.
- sectorielle : image en « part de tarte ».

D'autres types existent (comme la sonde annulaire, convexe ou vectorielle) mais ne seront pas détaillés ici (Difruscia et Breton, 1995).

#### **II.1.1. Les sondes linéaires :**

L'apprentissage de leur manipulation et de la représentation dans l'espace du plan de coupe est rapide. Le plan de coupe est constitué de lignes d'échos réfléchis toutes parallèles entre elles. Ainsi, la résolution latérale est bonne et constante sur toute la profondeur du champ examiné, il est également possible de visualiser des structures de grandes dimensions (plusieurs centimètres) même à proximité immédiate de la sonde.

Cependant, la surface de contact avec la zone à examiner doit être importante, c'est pourquoi, l'utilisation par voie transabdominale chez les petits ruminants sera parfois limitée en raison de l'importance des poils ou de la laine (Boin, 2001).

### **II.1.2. Les sondes sectorielles :**

C'est un matériel polyvalent dont l'utilisation peut être mise en œuvre dans plusieurs espèces.

Cependant l'apprentissage de la manipulation de cette sonde et de la matérialisation du plan de coupe est plus délicat du fait de l'image en « part de tarte ». De plus, les lignes d'échos n'étant pas parallèles, la résolution latérale change en fonction de la profondeur d'exploration. Contrairement à la sonde linéaire, les grandes structures seront donc plus difficiles à visualiser à proximité de la sonde. En avantage, la fenêtre acoustique nécessaire, correspondant à l'aire de contact, est petite (Boin, 2001).

### **II.1.3. Les sondes microconvexes :**

Ces sont des sondes dont le principe de construction est le même que celui des sondes linéaires, mais dont la petite taille (longueur) et la forme incurvée (convexe) les font ressembler à des sondes sectorielles. Elles forment une image en « part de tarte » avec un besoin de fenêtre acoustique petite et cependant les avantages électroniques de la sonde linéaire.

Leurs indications sont les mêmes que celles des sondes sectorielles.

## **II.2. Choix de la sonde par espèce**

Chez la vache, le type préféré sera la sonde linéaire. De par sa forme, c'est le matériel idéal pour les examens par voie transrectale pour les vétérinaires qui utilisent essentiellement l'échographie pour la gynécologie des bovins. La sonde sectorielle est préférentiellement choisie lors d'une utilisation en activité mixte, ou pour des interventions spécialisées (ponction folliculaire...) (Sharkey, Callan, 2001).

Chez les brebis, le type linéaire est également préféré. Les sondes sectorielles à faisceau divergent permettent d'effectuer les diagnostics de gestation mais rendent plus compliqué le dénombrement des fœtus en raison de la déformation des images.

Pour les chèvres, le type linéaire est fréquemment employé mais l'utilisation d'une sonde de type sectoriel est également possible. L'examen se faisant debout, les sondes sectorielles sont par ailleurs d'utilisation très pratique en raison de leur facilité de manipulation et de leur faible surface de contact nécessaire. En effet, l'ergonomie de la sonde permet de mieux appuyer sur l'abdomen où les poils peuvent être très fournis et gêner le contact.

Lors de l'utilisation d'une sonde linéaire aussi bien chez les bovins par voie transrectale que chez les petits ruminants par voie transabdominale, il est nécessaire de souligner qu'il est impératif de prendre grand soin de la jonction entre le câble et la sonde. En effet, il est fréquent, vue la courbure

prise par le câble en pratiquant une échographie transabdominale, de voir apparaître un faux contact nécessitant la réparation de cette jonction.

C'est pourquoi, lors du choix d'une sonde, si celle-ci n'est destinée qu'à être utilisée chez la brebis ou la chèvre par voie transabdominale, mieux vaut opter pour les sondes linéaires dont le câble et la sonde sont en « T » ou en « L », ou encore pour une sonde sectorielle. (Calais et Dreno, 2004).

### **II.3.Choix de la fréquence**

Il dépend du type d'examen à réaliser, de la profondeur des structures à visualiser et de la résolution attendue (nous avons vu auparavant que la résolution est d'autant meilleure que la fréquence est élevée). Il faut donc trouver un compromis entre qualité et profondeur : en effet, la sonde de 7,5 MHz a une pénétrance de 4 à 5 cm, celle de 5 MHz, de 8 à 10 cm et celle de 3,5 MHz, de 12 à 15 cm.

Ainsi, chez la vache, l'échographie en gynécologie par voie transrectale se fait avec une sonde de 5 ou 6 MHz (Boin, 2001) (tableau 1).

**Tableau 1 : Fréquences des sondes en fonction des indications en gynécologie chez la vache (Ravary, Radigue, 2003)**

<b>Indications</b>	<b>Fréquence conseillée ou possible en MHz</b>
<b>Diagnostic de gestation</b>	<b>5-6 ; 7,5</b>
<b>Gynécologie</b>	<b>5-6 ; 7,5</b>
<b>Sexage</b>	<b>5-6 ; 7,5</b>
<b>Ponction follicule ovarien</b>	<b>7,5</b>
<b>Suivi de gestation par voie externe transabdominal</b>	<b>3,5</b>

Chez les ovins, la fréquence de 5 MHz est souvent préconisée. Cependant lors de gestation de plus de 100 jours, l'utérus est en position crânio-ventrale et profonde : une sonde de 3,5 MHz sera nécessaire (Hesselink, Taverne, 1994).

Pour le dénombrement des agneaux, quel que soit le stade de gestation, il est recommandé d'utiliser une fréquence de 3,5 MHz (Emery, Mialot, 1991). Toutefois, certains auteurs ne préconisent l'emploi d'une sonde de 3,5 MHz pour le dénombrement qu'à partir de 70-75 jours de gestation car le deuxième fœtus est alors très profond. En effet, la croissance fœtale étant

rapide et l'utérus descendant dans l'abdomen, tous les fœtus ne seront plus visualisables par une sonde de 5 MHz (Haibel, 1990).

D'autres auteurs, encore, proposent l'utilisation d'une sonde 3,5 MHz entre 45 et 70 jours de gestation (Bretzlaff, Romano, 2001).

Pour les caprins, une sonde de 3,5 MHz est préférée. Toutefois s'il n'est pas nécessaire de dénombrer les chevreaux et qu'aucun diagnostic de gestation ne doit être effectué avant 40 jours, une sonde de 5 MHz suffira (Mialot, Levy, 1991).

Lors d'échographie transrectale chez les petits ruminants, la fréquence de sonde la plus souvent retenue est 5 MHz, mais il est possible d'employer une fréquence de 7,5 MHz (Kahn, 1994).

### **III. Choix de l'appareil**

Pour choisir un échographe, différents critères sont à prendre en compte. Toutes les échographies se faisant chez les éleveurs, l'échographe devra forcément pouvoir être transporté dans les fermes (Levy, Grimard, 1991).

Quelle sera l'espèce de destination ? Selon que les échographies seront faites sur des petits ruminants ou des vaches, le choix ne sera pas le même, notamment pour le choix de la fréquence de la sonde.

Le poids est également un critère important surtout si un faible nombre d'exams par exploitation sera réalisé. Inversement, si les visites concernent à chaque fois un grand nombre d'animaux, que l'appareil soit léger ou non importe peu, puisqu'il faut alors pouvoir disposer d'une brouette ou d'un chariot. En effet, il est peu concevable de demander à quelqu'un de tenir l'échographe pendant 60 échographies ou plus.

Pour des diagnostics de gestation sur quelques animaux seulement, un appareil portable, en bandoulière ou en bracelet, léger et ayant une batterie, présentera un gros avantage : il évite d'avoir à tout réinstaller pour peu d'animaux. (Vérifier si le poids indiqué prend en compte la batterie ou non, car celle-ci peut représenter un poids non négligeable).

Existence ou non d'une batterie : dans certaines fermes, l'électricité n'est pas à proximité des bêtes, il est donc souhaitable d'avoir une batterie. De plus, les rallonges traînent souvent par terre, et les animaux peuvent marcher dessus. Cependant, il n'est pas rare que, lors de visite longue sur de gros troupeaux, la charge de la batterie soit insuffisante pour terminer les examens.

Possibilité d'enregistrement des images sur disquette, carte mémoire, ou vidéo, certains trouveront appréciable de pouvoir enregistrer leurs images. Que ce soit pour pouvoir confirmer une suspicion en consultant ultérieurement des ouvrages ou pour garder la trace d'un cas clinique intéressant.

Qualité des images obtenues avec l'échographe. Elle dépend de caractéristiques intrinsèques de l'appareil :

➤ Longueur du câble : grâce à un fil suffisamment long reliant l'échographe et la sonde elle-même, il sera alors possible de placer l'échographe hors de portée des mouvements d'animaux. Il faudra alors faire attention à ce que ni la vache, ni l'opérateur ne marche dessus.

Certains câbles sont équipés d'un relais que l'opérateur porte sur lui. Celui-ci offre la possibilité de geler l'image tout en laissant l'échographe éloigné de l'animal. Si un intervenant ou un animal marche sur le câble joignant échographe et boîtier- relais, la connexion au niveau de ce dernier peut être endommagée.

➤ Etanchéité : tous les appareils actuellement vendus dans le commerce sont étanches, permettant de nettoyer, avec quelques précautions, l'appareil après usage.

➤ Facilité de nettoyage : on privilégiera les claviers plans, sans bouton de réglage saillant, toujours très délicats à nettoyer.

En conclusion, il est important pour le praticien de prendre le temps de réaliser les principaux réglages de l'échographe que sont la focale et le gain, pour obtenir une image de bonne qualité.

Par ailleurs, nous rappelons les fréquences et types de sondes les plus couramment employés selon l'espèce :

- ✓ Chez les bovins, pour une utilisation transrectale, sonde linéaire de 5 ou 6 MHz.
- ✓ Chez les ovins, pour une utilisation transabdominale, sonde linéaire de 3,5 MHz.
- ✓ Chez les caprins, pour une utilisation transabdominale, sonde linéaire ou sectorielle de 3,5 MHz.

**Chapitre VI**  
**Méthodes de diagnostic de  
gestation**

## I. CRITÈRE DE QUALITÉ D'UNE MÉTHODE

Une insémination artificielle, chez la vache, a environ 50 % de chance de réussir. Lorsque l'insémination échoue, la vache revient théoriquement en chaleurs 21 jours plus tard. Cependant, en pratique, une faible proportion de vaches revient effectivement en chaleurs (environ 20 à 30 % des vaches inséminées, selon les troupeaux). C'est pourquoi, pour maîtriser la reproduction de son élevage, un éleveur ne peut se contenter d'observer les retours en chaleurs de ses vaches. En plus, il y a 8% des vaches dont l'insémination était fécondante reviennent en chaleurs (Cosson, 1996; Ball et Peters, 2004).

De nombreuses méthodes de diagnostic de gravidité ont été mises au point chez les bovins dont les principales sont les méthodes de laboratoire et les méthodes cliniques. Les méthodes de laboratoire consistent dans l'utilisation des dosages radio-immunologiques (RIA) ou immuno-enzymatiques (EIA) pour la détection de différentes hormones et protéines synthétisées par le placenta et sécrétées dans la circulation sanguine maternelle et/ou dans le lait : le sulfate d'cestrone, la progesterone et les protéines spécifiques ou associées à la gravidité (PSPB, PSP-60, PAG).

En ce qui concerne les méthodes cliniques, peuvent être citées la palpation manuelle de l'utérus, et l'échographie, aussi appelée ultrasonographie en mode-B.

Pour pouvoir comparer les différentes méthodes de diagnostic de gestation, nous allons avoir recours à différents critères.

### I.1. Exactitude et fiabilité

L'exactitude est définie comme l'aptitude à détecter les femelles gravides ou vides. La fiabilité est définie comme la probabilité qu'une femelle déclarée gravide puisse mettre bas ou qu'une femelle déclarée non gravide soit vide (Bisson, 1992 ; Pitala et al., 2003).

Pour les calculer on prend en compte les variables suivantes (Karen et al., 2006):

- (a) le diagnostic de gravidité s'est révélé exact (vrai positif) ;
- (b) le diagnostic de gravidité s'est révélé inexact (faux positif) ;
- (c) le diagnostic de non-gravidité s'est révélé exact (vrai négatif);
- (d) le diagnostic de non-gravidité s'est révélé inexact (faux négatif).

L'exactitude positive d'une méthode de diagnostic de gestation, est définie comme étant la probabilité qu'une vache soit diagnostiquée gestante, sachant qu'elle est effectivement gestante. Cette notion peut être traduite selon la formule :

$$\text{Exactitude Positive} = \frac{\text{Nombre de diagnostic positifs exacts (a)}}{\text{Nombre de vaches réellement gestantes (a + d)}}$$

De la même façon, pour l'exactitude négative :

$$\text{Exactitude Négative} = \frac{\text{Nombre de diagnostic négatifs exacts (c)}}{\text{Nombre de vaches réellement vides (c + b)}}$$

La fiabilité positive, quant à elle, représente la probabilité pour qu'une vache soit effectivement gestante, sachant qu'elle est diagnostiquée gestante, soit :

$$\text{Fiabilité Positive} = \frac{\text{Nombre de diagnostic positifs exacts (a)}}{\text{Nombre de vaches gestantes pour le test (a + b)}}$$

Et pour la fiabilité négative :

$$\text{Fiabilité Négative} = \frac{\text{Nombre de diagnostic négatifs exacts (c)}}{\text{Nombre de vaches vides pour le test (c + b)}}$$

L'exactitude positive est encore désignée sous le nom de sensibilité, définie comme étant la probabilité pour une vache gestante d'avoir un résultat positif au test. De même, l'exactitude négative est encore appelée spécificité, qui correspond, à la probabilité pour une vache non gestante d'avoir un résultat négatif à l'examen (Laplanche et al., 1987).

Donc l'exactitude peut se traduire de la façon suivante :

$$\text{Exactitude Positive} = \text{Sensibilité} = \frac{\text{Vrais positifs (a)}}{\text{Vrais positifs + Faux négative (a + d)}}$$

$$\text{Exactitude Négative} = \text{Spécificité} = \frac{\text{Vrais négatifs (c)}}{\text{Vrais négatifs + Faux positifs (c + b)}}$$

Quant aux fiabilités positive et négative, elles sont dénommées, respectivement, valeur prédictive positive et négative.

$$\text{Fiabilité Positive} = \text{Valeur Prédictive Positive} = \frac{\text{Vrais positif (a)}}{\text{Vrais Positifs + Faux Positifs (a + b)}}$$

$$\text{Fiabilité Négative} = \text{Valeur Prédictive Négative} = \frac{\text{Vrais négative (c)}}{\text{Vrais négative + Faux négative (c + d)}}$$

Ainsi, lorsqu'on veut évaluer une nouvelle méthode de diagnostic de gestation ; on la compare à une autre méthode, dite de référence. C'est en effet, cette méthode de référence qui permet de déceler les vrais positifs des faux positifs ; et les vrais négatifs des faux négatifs. Par exemple, la méthode de référence de choix pour la fiabilité est la mise-bas ou l'avortement, le cas échéant (Laplanche et al., 1987).

L'exactitude concerne mieux, la valeur d'une méthode (sensibilité et spécificité). Mais plus la méthode de référence sera proche dans le temps de la méthode à tester, plus l'exactitude calculée reflétera rigoureusement cette dernière, car elle ne sera pas modifiée, et corrélée à d'éventuelles interruptions de gestation (qui augmentent le nombre de faux positifs) (Bisson, 1992).

Mais en réalité, ce qui intéresse l'utilisateur d'une méthode, c'est de connaître le pourcentage de chance qu'une vache, pour laquelle il y a un résultat positif, mette bas (ou ne pas mettre bas pour un résultat négatif) : c'est ce qu'exprime la fiabilité. Plus le test de référence est proche de la mise bas, moins l'interruption de gestation est grande ; et par conséquent, plus la fiabilité obtenue sera proche de la réalité (c'est pourquoi, la mise-bas ou l'avortement est le test de référence idéal pour la fiabilité).

Nous comprenons alors que la fiabilité et l'exactitude d'une méthode testée, peuvent être différentes selon la méthode de référence choisie.

Par exemple, si l'objectif du diagnostic était de détecter l'échec de l'insémination, la méthode d'investigation est intéressante si son exactitude négative (spécificité) est proche de 100%, pour remettre les vaches non gestantes à la reproduction en toute sécurité, évitant ainsi, une interruption de gestation. Alors que, si l'objectif était de détecter la réussite de l'insémination, cette méthode d'investigation est intéressante si son exactitude positive (sensibilité) est proche de 100%, pour assurer les conditions favorables à la poursuite de la gestation.

## **I.2. Précocité**

Pour l'éleveur, il est important de savoir le plus tôt possible après l'insémination, si une vache était gestante ou non, afin de la ré-inséminer voire la réformer, le cas échéant. Il est en effet impératif pour l'éleveur de remettre une femelle à la reproduction dans les meilleurs délais, une fois l'échec constaté, pour bien maîtriser l'intervalle vêlage - vêlage.

## **I.3. Autres critères**

On s'intéresse également à la facilité de mise en oeuvre de chaque méthode, ainsi qu'à sa rentabilité économique. En plus de son innocuité tant pour l'animal examiné, que pour le conceptus.

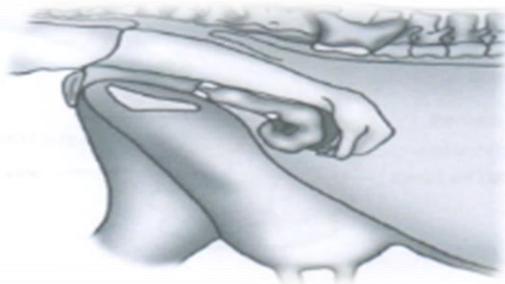
## II. METHODES DE DIAGNOSTIC

### II.1. PALPATION TRANSRECTALE DE L'UTERUS

Cette technique est basée sur la possibilité de sentir les modifications que subit l'utérus contenant un fœtus (exemple : gonflement dans l'une des cornes utérines) par l'introduction d'un bras à travers le rectum de la vache (figure 14). Cette manipulation peut être dangereuse et traumatique pour la vache et le fœtus, et doit être donc faite uniquement par une personne expérimentée. Chez une vache non gestante ou lorsque la gestation est précoce, les cornes utérines ont approximativement la même taille et diamètre. En revanche, il est possible de détecter la différence de taille entre les deux cornes à partir du 40<sup>ème</sup> jour de gestation. Cette différenciation est plus facile chez une génisse que chez une vache (Ball et Peters, 2004).

Lors de l'examen du tractus génital, le vétérinaire palpe (Dalicfiampt, 1989 ; Jackson et Cockcroft, 2002):

- Les ovaires: il cherche le bon développement du corps jaune (CJ).
- Utérus : il évalue l'asymétrie des cornes, la fluctuation de l'utérus, la perception de la vésicule amniotique, le glissement des membranes annexielles, la mise en évidence du fœtus, le développement des cotylédons.
- les ligaments larges: il recherche les pulsations des artères utérines.



**Figure 14 : Examen du tractus génitale par la voie transrectale pour le diagnostic de gestation (Jackson et Cockcroft, 2002).**

#### II.1.1. Diagnostic de gestation entre 1 et 2 mois

Avant chaque manipulation, il est impératif de s'assurer de la contention correcte de l'animal et l'utilisation de gants de protection. On procède d'abord à une vidange du rectum, puis la main progresse sur le plancher du rectum en palpant le tractus génital sous-jacent.

### ➤ Corps jaune gestatif

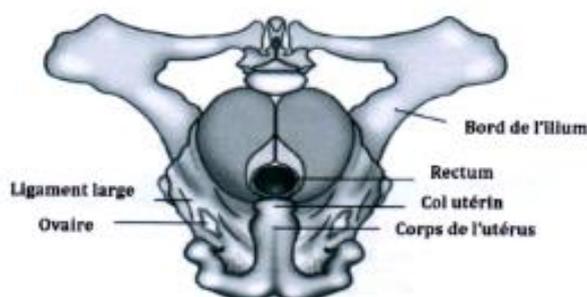
Dans les conditions normales, les ovaires de femelles vides cyclées ne présentent pas de CJ palpable à 21-24 jours après l'insémination. Par contre, chez les femelles gestantes, un des ovaires au moins présente un CJ (gestatif) palpable à cette date.

Le CJ siège sur l'ovaire du côté de la corne gravide. Ce CJ de gestation est nettement en relief et facilement palpable pendant le premier tiers de gestation. En plus, les ovaires s'hypertrophient graduellement, allant jusqu'à doubler leur volume initial. Le CJ gestatif atteint sa taille maximale durant ce stade de gestation (Saget, 1971 ; Jackson P.G.G et Cockcroft, 2002). Le CJ gestatif est indifférenciable du CJ dioestral, même si ce dernier serait plus petit que le CJ gestatif. Mais ce dernier critère ne peut être utilisé de façon fiable étant donné qu'il existe une telle variation individuelle de taille et de poids (Arthur et al., 1982).

### ➤ Asymétrie des cornes

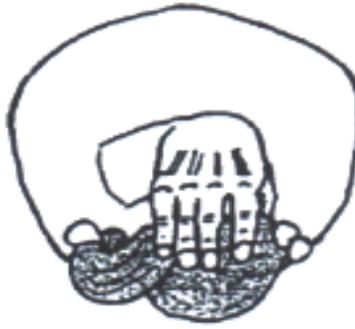
Pour mettre en évidence l'utérus, il faut d'abord repérer le bassin (ilium et bord du pubis) : une fois localisé, on balaie l'entrée du bassin avec la main ouverte pour trouver le col utérin (figure 18). Sinon, on recommence le balayage mais à une profondeur différente. Le col n'est pas toujours situé dans le plan de la symétrie de l'animal.

On peut utiliser la technique de la rétraction de l'utérus qui permet un examen complet et rapide des deux cornes. On saisit l'extrémité crâniale du col, on le tire doucement en arrière et en l'amenant sur le côté du bassin par un mouvement de torsion (figure 15). On peut aussi plonger la main en avant et en bas du pubis, et ramener l'utérus dans l'angle formé par le bras et la main, sur le bassin (Guerin, 2001).



**Figure 15: Absence de l'asymétrie utérine (Jackson et Cockcroft, 2002).**

À partir des 6-8 semaines de gestation, la disparité de taille des cornes devienne très nette (figure 16). La corne gravide devienne 6 fois plus grande que la corne non gravide vers la fin de ce stade (Ball et Peters, 2004).



**Figure 16: Mise en évidence de l'asymétrie utérine ; 60ème Jour de gestation**

**(Royal et al., 1981).**

➤ **Palpation des artères utérines**

les artères utérines sont situées dans le ligament large. Leur diamètre commence à s'accroître vers les 40-50 e jours après fécondation du côté de la corne gravide

➤ **Palpation de la vésicule amniotique**

Cette technique a été décrite par PISSL et RUTLER en 1923 (Arthur et al., 1982). La vésicule amniotique se présente sous la forme d'une structure ovoïde très mobile, qui flotte au sein du liquide allantoïdien. La consistance plus ferme de la vésicule amniotique (liquide sous tension) permet de l'identifier par rapport à la vésicule allantoïdienne. Théoriquement, la vésicule amniotique peut être palpe entre le 30ème et le 65ème jour de gestation. En pratique, il est difficile de la palper avant le 35ème -40ème jour. Après le 65ème jour, la vésicule amniotique devient trop répressible, trop molle pour être identifiée (Pieterse et Willemse, 1983).

Pour la mettre en évidence, il faut trouver la bifurcation des deux cornes. Il faut les dérouler et doucement les palper sur toute leur longueur entre le pouce et le majeur. Il suffit alors de la saisir (Arthur et al., 1982). La longueur approximative de la vésicule amniotique est mesurée en la comparant à la largeur des doigts (Pieterse et Willemse, 1983). On estime ainsi le stade de la gestation (tableau 2).

**Tableau 2 : Détermination du stade de la gestation en fonction de la taille de la vésicule amniotique (Pieterse et Willemse, 1983).**

Stade de gestation	Diametre de la cavité amniotique
<b>+40jour</b>	<b>1.5 cm (1 doigt)</b>
<b>45jour</b>	<b>3.5 cm (2 doigt)</b>
<b>50jour</b>	<b>5.5 cm (3 doigt)</b>
<b>55 jour</b>	<b>7.5 cm (4 doigt)</b>
<b>60 jour</b>	<b>9.5 cm (5 doigt)</b>
<b>65 jour</b>	<b>10.5 cm (largeur de la main)</b>

### ➤ **Glissement des membranes annexielles**

Cette technique, connue sous le terme anglo-saxo « membrane-slip », a été décrite par ABELEIN en 1928 (Arthur et al., 1982).

Entre les cotylédons, il n'existe pas d'attache utéro-placentaire. A ces endroits, les membranes chorion-allantoïdiennes peuvent donc être glissées entre les doigts. Pour faire glisser ces membranes, on pince avec ménagement la paroi utérine entre le pouce et l'index. On sent alors filer sous les doigts les annexes, ce qui produit une sensation caractéristique, comparable à celle obtenue par une ficelle sous tension échappant aux doigts (Jackson et Cockcroft, 2002). On compare parfois cette sensation à une "chemise sous une manche de veste".

Ce glissement est théoriquement décelable à partir du 30ème jour de gestation et jusqu'à la fin de la gestation, mais il est optimal entre le 40ème et le 90ème jour. Il est déconseillé de l'effectuer avant le 30ème jour, en raison des risques que la technique présente pour le fœtus (Pieterse et Willemse, 1983 ; Ball et Peters, 2004). Mais une étude portée sur 7500 vaches a permis de conclure que cette technique n'affecte pas d'une façon significative le devenir de la gestation qu'est beaucoup plus due à une manipulation par un opérateur non expérimenté (Vaillancourt et al., 1981).

## **II.2. ÉCHOGRAPHIE (ULTRASONOGRAPHIE)**

Le diagnostic de gestation par échographie repose sur la détection en premier lieu de la vésicule embryonnaire, liquidienne et anéchogène, puis plus tardivement de l'embryon lui-même, tache échogène au sein des liquides fœtaux (Mercier Paristo et al., 1991).

## **II.2.1. Mise en place de l'examen échographique**

### **➤ La contention des animaux**

Dans les stabulations entravées, Il faut attacher les femelles aux cornadis, afin d'éviter d'éventuels déplacements latéraux au cours de l'examen. L'inconvénient de ce type d'attachement est que l'échographe doit être mobile. Cela rend l'examen plus laborieux, et surtout augmente les risques de malencontreux accidents que pourraient subir l'appareil échographique.

Si l'étable se dispose d'un couloir de contention les animaux sont introduits un à un, mais la meilleur façon c'est d'introduire la vache dans un « travail » ce qui limite ses mouvements.

### **➤ Le choix du moment de l'examen**

En général, le diagnostic de gestation par échographie, est possible dès le 25<sup>ème</sup> jour après insémination (Hanzen et Delsaux, 1987). Une évaluation de cette méthode a montré une excellente sensibilité (diagnostiquer la vache comme gestante, quand elle est vraiment pleine) : plus de 95% au 26<sup>ème</sup> jour après insémination (Filteau et Des Côteaux, 1998). Le choix du moment de l'examen échographique est basé sur les résultats de la valeur prédictive des non gestantes (fiabilité négative). C'est-à-dire que l'échographe détecte les vaches non gestantes, quand elles sont vraiment vides et qu'elles ne vèleront pas. L'utilisation de l'échographie au 28<sup>ème</sup> jour après insémination donne une valeur prédictive très élevée : 95% pour le test négatif. Cette valeur augmente jusqu'à 98 voire 100% si l'examen serait fait après le jour 30 et jour 31 après insémination, respectivement (Filteau et DesCôteaux, 1998). Cette excellente caractéristique permet aux vétérinaires, de mieux planifier la synchronisation pour les vaches non gestantes le plus tôt possible pour faire recours à une nouvelle insémination en vue d'obtenir une vache gestante dans l'intervalle le plus court possible.

Il est à noter qu'il y a une différence dans le diagnostic précoce de gestation entre les génisses et les vaches. En effet les génisses sont diagnostiquées comme gestantes ou non plus précocement que les vaches. Cette différence est probablement due à la conformation et à la position anatomique de l'utérus. Certains auteurs parlent d'une relation négative entre l'âge de la vache et l'exactitude du diagnostic échographique de la gestation, par voie transrectale, au 4<sup>ème</sup> semaine après insémination (Chaffaux et al., 1986 ; Hanzen et Delsaux, 1987). Alors que, d'autres auteurs sont contre cette idée (Badtram et al., 1991).

### **➤ Déroulement de l'examen**

Autre la voie transrectale, l'examen échographique peut être utilisé par voie vaginale (Verrielle, 1985), mais cette dernière est peu pratiquée.

L'examen échographique est préférable dans un local sombre pour éviter les rayons de soleil, car la lecture de l'écran cathodique est alors difficile (Kahn, 1994).

L'opérateur muni d'un gant protecteur lubrifié, vide totalement le rectum de ses fèces ; car celle-ci (ainsi que les bulles de gaz qu'elles contiennent) empêchent la propagation des ultrasons (ce qui se traduit à l'écran, par l'apparition de bandes sombres) (Tainturier et al., 1998).

L'opérateur palpe ensuite les différentes parties de l'appareil génital. Cette étape est primordiale : elle permet d'apprécier la position anatomique des différents éléments de celui-ci, d'avoir éventuellement une idée de l'état de gestation, voire de détecter des anomalies. Il faut tout d'abord repérer le col puis les cornes utérines. Si ces dernières plongent dans la cavité abdominale, on essaye de les regrouper dans la filière pelvienne. Pour faciliter l'examen, il est conseillé de regrouper les cornes utérines dans le creux de la main (Boyd, 1995).

Dans un deuxième temps, la sonde est introduite dans le rectum. 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 fermement plaquée contre le plancher du rectum. Dès lors, on essaie de visualiser les différentes structures en la faisant progresser dans le rectum (Boisson, 1992).

#### ➤ **Faux négatifs**

Un faux diagnostic négatif peut être dû à une position excentrée de l'appareil génital dans la filière pelvienne. La corne gravide n'est alors pas détectée. Il peut également être causé par un allongement des cornes loin dans l'abdomen (vache âgée). Une gestation précoce se développant dans une position distale de l'appareil génital est alors plus difficilement observée si l'animal est très contracté (Mercier Parisot et al., 1991). Et plus lors du diagnostic précoce, le pourcentage le plus élevé des faux négatifs est due aux mortalités embryonnaires (Szenci et al., 1995)

### **III. METHODES DE LABORATOIRE**

La mise en évidence de la gestation peut passer par le dosage de certaines molécules. Ces dernières peuvent être divisées en 2 catégories : les substances spécifiques de la gestation, et les substances non caractéristiques de celle-ci (Progestérone).

Les premières sont directement sécrétées par le conceptus, ce qui signifie qu'un dosage qualitatif est suffisant pour diagnostiquer une gestation. Par contre, les secondes sont sécrétées par la mère, mais toujours pendant une plus longue période pendant la gestation ; d'où la nécessité d'un dosage quantitatif à un moment bien déterminé.

### **III.1. Dosage de la progestérone**

#### **III.1.1. Principe du dosage de progestérone dans le sang**

C'est dans le sang que la progestérone a été recherchée en premier. Sa concentration y est remarquablement stable physiologiquement sur des périodes de temps brèves (quelques heures) en raison de la présence de protéines plasmatiques de mise en réserve. Par contre, le dosage dans ce milieu offre des inconvénients : il est techniquement complexe (la présence des protéines de mise en réserve nécessitant une extraction) et la concentration devient très instable dans le sang total après le prélèvement (concentration de départ divisée par deux au bout de 8 heures, puis multipliée par 1,5 au bout de 48 heures). Ces modifications sont liées à la présence des globules rouges et consistent une conversion réversible en 20-a- hydroxyprogestérone (Garnier, 1985)

La température joue un rôle dans la dégradation de progestérone, ainsi plus la température est levée, plus la dégradation de la progestérone, dans le sang totale, est rapide (Vahdat et al., 1991),

L'hormone n'est plus dégradée après centrifugation: la concentration de la progestérone dans plasma ou le sérum reste stable au cours du temps (Vahdat et al., 1981).

Pour que les conditions de prélèvement et de conservation avant analyses, soient excellentes, deux possibilités sont envisageables :

Une fois le sang est prélevé (dans un tube avec anticoagulants), il est conseillé de le centrifuger dans l'heure qui suit, ou si ce dernier a été réfrigéré, dans les heures qui suivent.

#### **III.1.2. Les tests utilisés et leur mise en œuvre**

Le dosage de la progestérone dans le sang ou le lait chez la vache a d'abord été réalisé par radio-immunologie (RIA), technique très fiable, mais nécessitant un équipement coûteux. Le développement de nombreux tests rapides (immuno-enzymatiques : méthode ELISA= Enzyme Linked Immuno-Sorbent Assay), utilisables sur le terrain, permet désormais d'apprécier facilement le taux de progestérone dans un échantillon de lait ou de sang.

##### **III.1.2.1. La radio-immunologie**

Cette technique repose sur le principe de la relation Antigène-Anticorps (Ag-AC). En effet, l'injection de progestérone bovine chez un lapin entraîne l'élaboration des anticorps (Ac) spécifiques de cette hormone (Thibier et al., 1973).

Selon une quantité connue, ces AC sont déposés dans un tube auquel on rajoute le prélèvement à dosé (lait ou sang). On s'arrange pour que la quantité soit très importante de sorte qu'il reste toujours

des AC libres quelle que soit la concentration en progestérone du prélèvement. Ceci permet de saturer les AC restés libres avec la progestérone marquée (H3 ou 1125). L'excès d'hormone radioactive libre est ensuite séparé des complexes Ag-AC selon divers procédés (migration électrique, absorption sur un substrat solide comme le charbon dextran ou aspération).

L'étape suivante consiste à compter la radioactivité de la fraction Ag-Ac, de la fraction progestérone marquée restée libre ou celle restée liée. Ce comptage est réalisé à l'aide d'un spectrophotomètre à scintillation liquide. Le nombre de désignations par minute ainsi mesuré est alors reporté sur une courbe étalon qui permet de déterminer le taux de progestérone du prélèvement testé (Thibier et al., 1973 ; EL Amiri, 2008).

Ce test de dosage ne peut malheureusement que s'effectuer dans des laboratoires spécialisés ; d'une part, il requiert du matériel sophistiqué ; d'autre part, il fait appel à la manipulation éléments radioactifs.

Pourtant la radio-immunologie demeure la méthode de référence vis-à-vis du dosage de progestérone puisqu'elle est sensible, spécifique, reproductible, et fiable, et qu'elle permet un dosage quantitatif (Thibier et al., 1973 ; EL Amiri, 2008).

### **III.1.2.2. La méthode immuno-enzymatique**

La méthode immuno-enzymatique encor appelée ELISA, repose sur le principe de la fixation d'une enzyme sur un AC ou Ag. Par exemple, dans le cas d'une technique ELISA par compétition, on utilise des cupules sensibilisées par des anticorps anti-progestérone. En déposant l'échantillon de lait/sang dans la cupule, la progestérone contenue dans le lait/sang se fixe aux anticorps, et se dépose donc au fond de la cupule.

On introduit ensuite un conjugué progestérone-enzyme qui vient se fixer sur les sites anticorps libres. Plus le lait est pauvre en progestérone, et plus la quantité d'enzyme fixée aux anticorps est importante. L'introduction du substrat de l'enzyme et d'un chromogène permet de mettre en évidence le taux de progestérone par une réaction colorimétrique (Groves et al., 1990).

Les kits de dosage rapide disponibles sur le marché utilisent différents supports: bandelettes (Kit BOVITEST®, Clonatec-Santel), cupules (Kit RPT ®: Rapide Progestérone Test, Rhone-Mérieux), tubes ou bâtonnets. ils sont faciles d'utilisation, et le résultat est connu en quelques minutes (5 à 15 minutes selon les tests). Comparés aux tests réalisés en laboratoire qui nécessitent plusieurs heures voir des jours. Donc les kits apportent un gain de temps considérable.

Il faut noter que, les kits rapides peuvent être réalisés à partir de lait ou de sang.

### **III.1.3. Date optimale pour réaliser le test**

#### **III.1.3.1. Dosage dans le sang**

Chez la vache à cycle normal, le taux de progestérone chute le 17<sup>ème</sup> jour du cycle, alors que chez vache à cycle long cette hormone chute le 19<sup>ème</sup> jour. Ensuite elle augmente vers le 25<sup>ème</sup> jour du cycle. Donc de point de vue économique, il est préférable de réaliser le dosage de la progestérone eaprès l'observation du non-retour en chaleurs le 21<sup>ème</sup> et le 22<sup>ème</sup> jour du cycle. Comme ça le dosage est recommandé entre le 23<sup>ème</sup> et le 24<sup>ème</sup> jour.

Les prélèvements sanguins sont effectués au niveau de la veine jugulaire ou coccygienne dans des tubes héparinés, ensuite centrifuger à 1500-3000 tours par minute pendant 20 min. Plasma et sérum seront ensuite conservés à -20°C jusqu'au jour d'analyse. Enfin pour les décongeler, il faut mettre les prélèvements dans un bain-marie à 35 °C pendant 10 minutes (Romano, 2004 ; Marcos et al., 2008).

**PARTIE  
EXPREMENTALE**

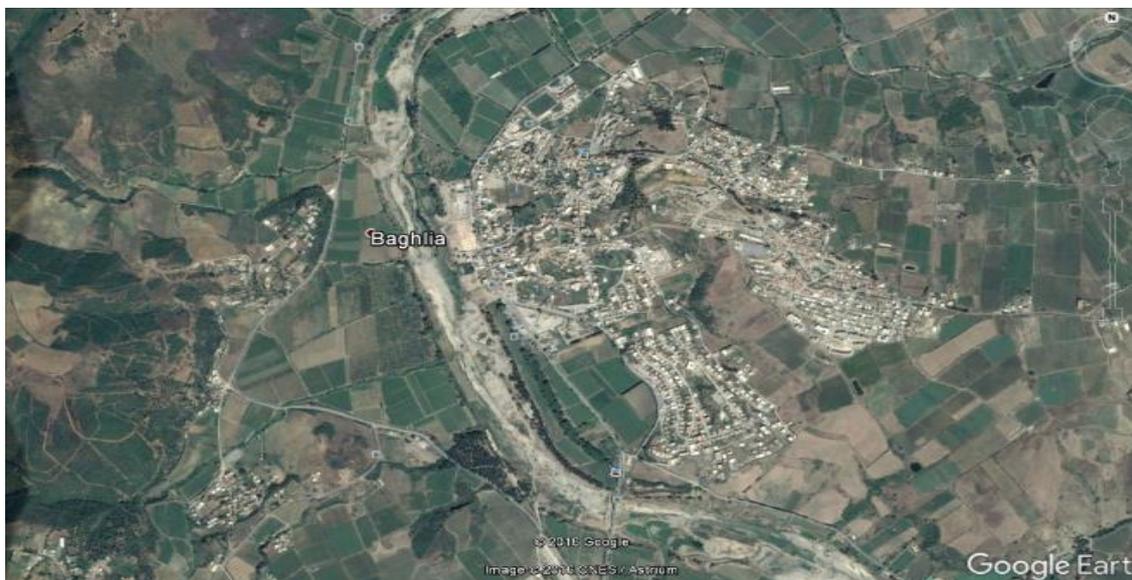
## II. MATERIEL ET METHODES

### I.1. Materiel biologique

Cette expérimentation s'est déroulée dans des élevages de bovins laitiers situés dans la région de Baghlia (Wilaya de Boumerdès) et dans l'Institut Technique d'Elevage (ITELV) (la Wilaya d'Alger). En effet, 30 vaches laitières, de races Prim Holstein et Montbéliarde étaient concernées par cette étude. Les animaux sont en stabulation semi intensive. En hiver, L'alimentation est composée d'une partie de foin, d'une partie du concentré, du complexe minéralo-vitaminique (CMV), et parfois du pain mouillé. Au printemps, les animaux reçoivent une grande partie d'herbe jeune, du concentré et du CMV.

Pour l'induction et la synchronisation des chaleurs, le protocole utilisé est celui du OVSYNCH® (une première injection de 100 mg de GnRH (intra-musculaire) suivie par une injection de 35 mg de PGF2 $\alpha$  7 jours après, enfin une injection de 100 mg de GnRH, 2 jours plus tard. L'insémination réalisée 16 à 24 h après la dernière injection de GnRH) et parfois l'insémination ou la saillie se réalisent sur des chaleurs naturelles.

Dans cette étude nous voulons appliquer trois méthodes de diagnostic précoce de gestation ; dosage de la progestérone sérique, échographie et palpation transrectale, tout en vérifiant leur précocité, fiabilité et exactitude.



**Image 1 : Région de Baghlia (Google Earth).**



**Image 2 : Centre de l'ITELV (Google Earth).**

## **I.2. Materiel non biologique**



**Image 3: Echographe utilisé dans notre étude expérimentale (SIUS CTS-800 (China) ).**

## **I.3. Protocole**

### **I.3.1. Dosage de la progestérone**

Le protocole suivi est celui de Marcos et al (2008). Les prises de sang sont effectuées au niveau de la veine coccygienne, dans des tubes secs sous vides (5ml), 23 jours après l'insémination artificielle (AIA) . Les tubes sont ensuite centrifugés sur place par une centrifugeuse portative, 3000 tours/min pendant 20 minutes. Les sérums sont récupérés dans des eppendorfs à l'aide de pipettes de pasteurs (à usage unique). Ensuite, ils sont congelés à  $-20^{\circ}\text{C}$ , jusqu'au jour de l'analyse où ils sont décongelés dans un bain mari à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 10 minutes (Images 4 -7).

Les prélèvements sont ensuite analysés au niveau du centre d'un laboratoire d'analyses médicales privé à Algérie. La progestérone est dosée à partir du sérum, selon la méthode radio-immunologique (RIA). La progestérone marquée est une progestérone couplée à l'iodée ( $I^{125}$ ). La radioactivité de la fraction liée est comptée d'un calculateur de rayons gamma modèle « Perkin Elmer, Automatic Gamma Counter 2470. Perkin Elmer life and Analytic Sciences, Wallac Oy, P.O. Box 10, Fin-20101 Turku, Finland" (Image 8).



**Image 4: Technique du prélèvement sanguin à partir de la veine coccygienne**



**Image 5: Centrifugation des prélèvements**



**Image 6: Aspiration du sérum dans des eppendorfs à l'aide d'une pipette.**



**Image 7: Sérum dans des eppendorfs après la centrifugation**



**Image 8: Compteur des rayons gamma (lecteur RIA).**

### **I.3.2. Echographie**

Les animaux sont conduits dans une étable sombre, et contentionnées une par une. L'échographe utilisé est un échographe portable, avec une sonde linéaire de 5MHz. C'est par la voie transrectale que l'échographie est réalisée dans cette étude. Chaque vache a été diagnostiquée à partir de 28-35 jours et ensuite à 90 jours après insémination. Ce deuxième examen a été réalisé pour la confirmation définitive de gestation.

L'examen échographique a été utilisé aussi pour la détection de la cyclicité de la vache et pour la mise en évidence d'une éventuelle mortalité embryonnaire ou tout autre problème gynécologique.

L'examen échographique est précédé d'un examen par palpation transrectale succinct en vue d'évaluer la position de l'appareil génital, et en aucun cas, pour avoir une idée préalable de l'état gestatif de la vache.

La vache est considérée gestante, s'il y a une détection en premier lieu de la vésicule embryonnaire, liquidienne et anéchogène plus ou moins noire, puis plus tardivement de l'embryon lui-même, tache échogène plus ou moins blanche au sein des liquides fœtaux ( Parisot et al., 1991 ; Loussouarn, 1999).

Il faut signaler également que si la vésicule embryonnaire est présente, et que par contre, il n'y a pas d'embryon visible, alors qu'on était en droit de s'attendre à le voir pour le stade de gestation considéré, la vache est quand même jugée gestante (Loussouarn, 1999).

Dans notre étude, pour la comparaison des résultats des 3 méthodes de diagnostic de gestation, nous considérons les résultats de l'échographie réalisée à 90 jours AIA comme une référence.

### **I.3.3. Palpation transrectale**

Il est impératif de s'assurer de la contention correcte de l'animal et l'utilisation des gants bien lubrifiés. On procède à une vidange du rectum, puis la main progresse sur le plancher du rectum en palpant le tractus génital sous-jacent. L'examen est réalisé entre les 30-40<sup>ème</sup> jours après insémination. Lors de l'examen, on palpe les ovaires et l'utérus, et la vache est considérée gestante s'il y a, au niveau de l'un des deux ovaires, un corps jaune (CJ), associé à une asymétrie des cornes et/ou perception de la vésicule amniotique et/ou glissement des membranes annexielles et/ou mise en évidence du fœtus et/ou cotylédons plus tard.

### **I.4. Analyse statistique**

Les résultats ont été analysés au moyen du logiciel Microsoft Excel® 2016.

Lorsqu'on veut évaluer une nouvelle méthode de diagnostic de gestation ; on la compare à une autre méthode, dite de référence. C'est en effet, cette méthode de référence qui permet de déceler les vrais positifs des faux positifs ; et les vrais négatifs des faux négatifs. Dans cette étude, la méthode de référence de choix pour la fiabilité est l'examen échographique à 90 jours de gestation.

L'exactitude a été définie comme l'aptitude à détecter les femelles gravides ou vides. La fiabilité a été définie comme la probabilité qu'une femelle déclarée gravide puisse mettre bas ou qu'une femelle déclarée non gravide soit vide. Les calculs ont pris en compte les variables suivantes (Karen et al., 2006).

- ✓ (a) le diagnostic de grossesse s'est révélé exact (vrai positif) ;
- ✓ (b) le diagnostic de grossesse s'est révélé inexact (faux positif) ;
- ✓ (c) le diagnostic de non-grossesse s'est révélé exact (vrai négatif);
- ✓ (d) le diagnostic de non-grossesse s'est révélé inexact (faux négatif).

$$\text{Exactitude Positive} = \text{Sensibilité} = \frac{\text{Vrais positifs}(a)}{\text{Vrais positifs} + \text{Faux négatifs} (a + d)}$$

$$\text{Exactitude Négative} = \text{Spécificité} = \frac{\text{Vrais négatifs}(c)}{\text{Vrais négatifs} + \text{Faux positifs} (c + b)}$$

$$\text{Exactitude totale} = \frac{\text{Vrais positifs} + \text{Vrai négatifs} (a + c)}{\text{Vrais positifs} + \text{Faux Positifs} + \text{Vrais négatifs} + \text{Faux négatifs} (a + b + c + d)}$$

$$\text{Fiabilité Positive} = \text{Valeur Prédictive Positive} = \frac{\text{Vrais positifs}(a)}{\text{Vrais positifs} + \text{Faux Positifs} (a + b)}$$

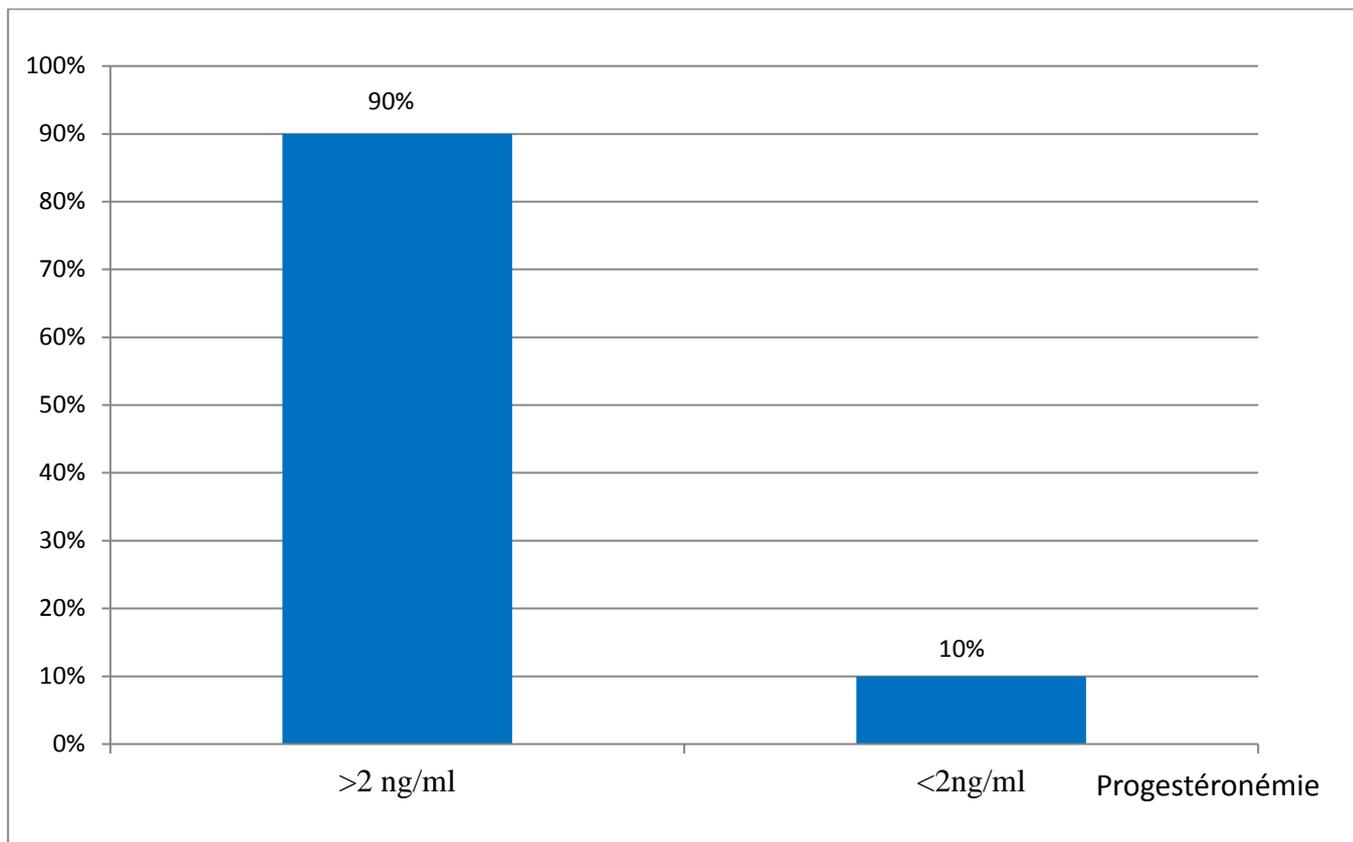
$$\text{Fiabilité Négative} = \text{Valeur Prédictive Négative} = \frac{\text{Vrais négatifs} (c)}{\text{Vrais négatifs} + \text{Faux négatifs} (c + d)}$$

## II. RÉSULTATS

L'examen échographique réalisé à 90 jours AIA a révélé que 16 vaches étaient gravides (53.34%), alors que 14 vaches sont restées non gravides (46.66%).

### II.1. Résultats du dosage de la progestérone sérique

Nous avons trouvé que 27 vaches avaient une progestéronémie > 2ng/ml, et 3 vaches avec une progestéronémie < 2ng/ml. (figure 17).



**Figure 17 : Représentation graphique de la répartition des vaches en fonction de leur concentration de progestérone sérique à J23.**

#### II.1.1. Exactitude et fiabilité de la progestéronémie à J23

Parmi les 30 femelles dont le sang a été prélevé à 23 jours AIA, 15 femelles étaient gravides et ont été confirmées gestante par l'examen échographique à J90, 12 femelles ont été confirmées non gravides. Ces chiffres ont été utilisés pour calculer l'exactitude et la fiabilité de diagnostic de gravidité par dosage de la progestérone pratiquée au 23ème jour.

Les résultats du diagnostic de gravidité par le dosage de la progestérone à 23 jours AIA sont consignés dans le tableau 3.

**Tableau 3 : Nombres de vrai positif (a), faux positif (b), vrai négatif (c), et faux négatif (d) du diagnostic de gestation par le dosage de la progestéronémie , calculés à partir des résultats de l'examen échographique à 90 JAI chez 30 vaches.**

Dosage de la progestérone	seuil de décision >2ng/ml
<b>Diagnostic de grossesse exact (a)</b>	<b>15</b>
<b>Diagnostic de grossesse inexact(b)</b>	<b>12</b>
<b>Diagnostic de non-grossesse exact(c)</b>	<b>2</b>
<b>Diagnostic de non-grossesse inexact(d)</b>	<b>1</b>
<b>Exactitude du diagnostic de grossesse positive (sensibilité)</b>	<b>93.75 %</b>
<b>Exactitude du diagnostic de grossesse négative (spécificité)</b>	<b>14.29%</b>
<b>Exactitude total</b>	<b>56.67%</b>
<b>Fiabilité de diagnostic de grossesse positive</b>	<b>55.56%</b>
<b>Fiabilité de diagnostic de grossesse négative</b>	<b>66.67%</b>

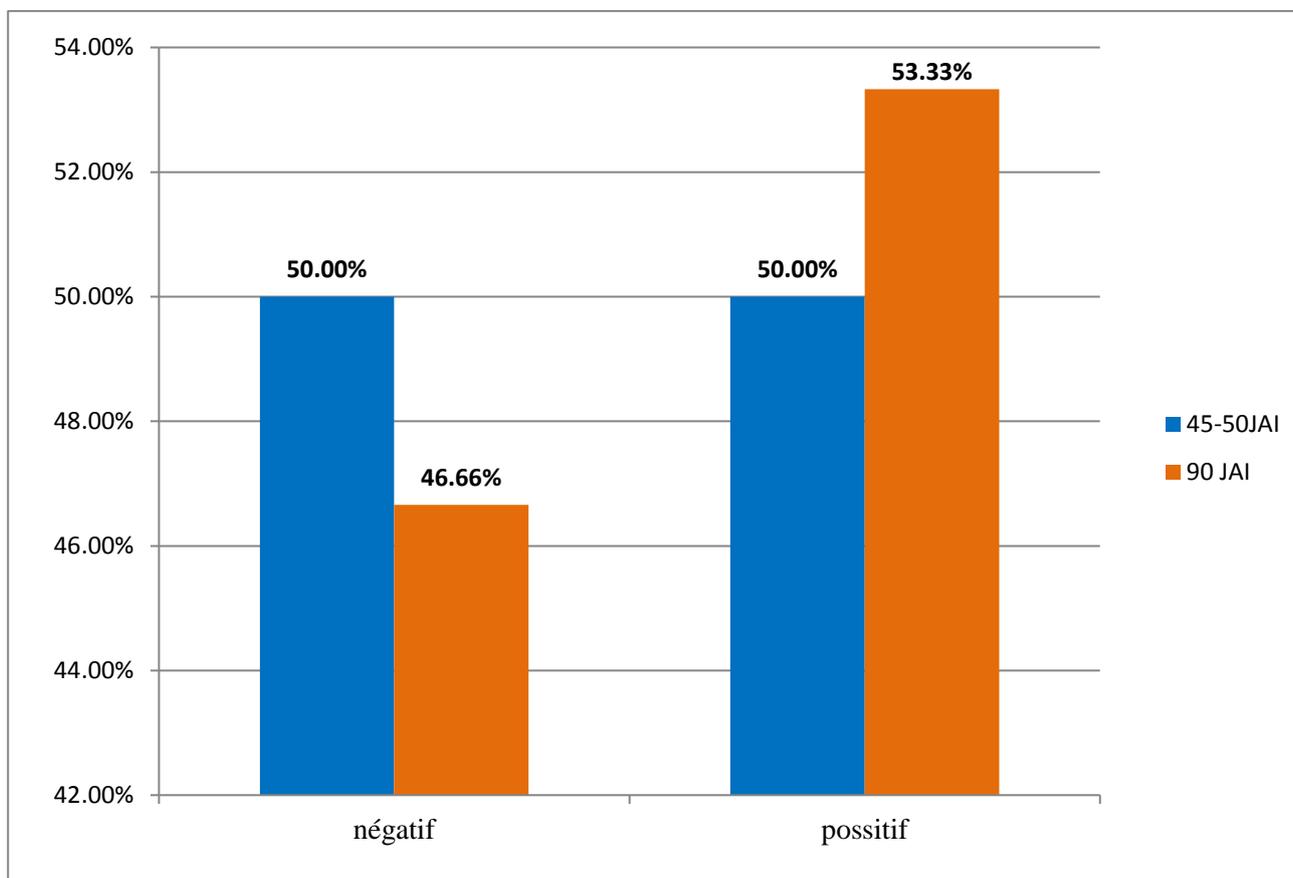
Un total de 93.75% des vaches gestantes avaient une progestéronémie > 2ng/ml, 6.25% étaient entre 1 et 2ng/ml.

Un total de 85.71% des vaches vides (non gestantes) avaient une progestéronémie > 2ng/ml, alors que 14.29% entre 1 et 2ng/ml.

La sensibilité du dosage de la progestéronémie est de l'ordre de 93.75%, alors que la spécificité de ce test est de l'ordre de 14.29%.

## II.2. Résultats de l'examen échographique

A partir de 30jour AIA nous avons constaté que chez 15 vaches l'examen échographique était positif, alors qu'il était négatif chez 15 vaches. De meme qu'à 90jours AIA il y avait 16 vaches avec résultats positifs et 14vaches avec résultats négatifs (figure 18).



**Figure 18 : Représentation graphique de la répartition des vaches en fonction des résultats de l'examen échographique à 28-35jour AIA et à 90jour AIA.**

### II.2.1. Exactitude et fiabilité de l'examen échographique entre 28-35eme jours

Parmi les 30 femelles examinées par échographie à partir de 28<sup>ème</sup> jour après insémination, 15 vaches étaient gravides et ont été confirmées gestantes par l'examen échographique à J90, 1 vache était vide et confirmée gestante à J90 par échographie. En revanche aucun faux positif n'a été enregistré.

Le diagnostic de gravidité a été établi sur la base de la reconnaissance des images correspondant aux liquides contenus dans les vésicules embryonnaires et/ou embryons. L'observation d'une zone anéchogène plus ou moins circulaire dans l'utérus (vésicule embryonnaire) a été faite à partir du 28<sup>ème</sup> jour post insémination. L'embryon ou le foetus, tache échogène au sein de la zone anéchogène, a été aussi détecté à partir du 28<sup>ème</sup> jour de la gravidité.

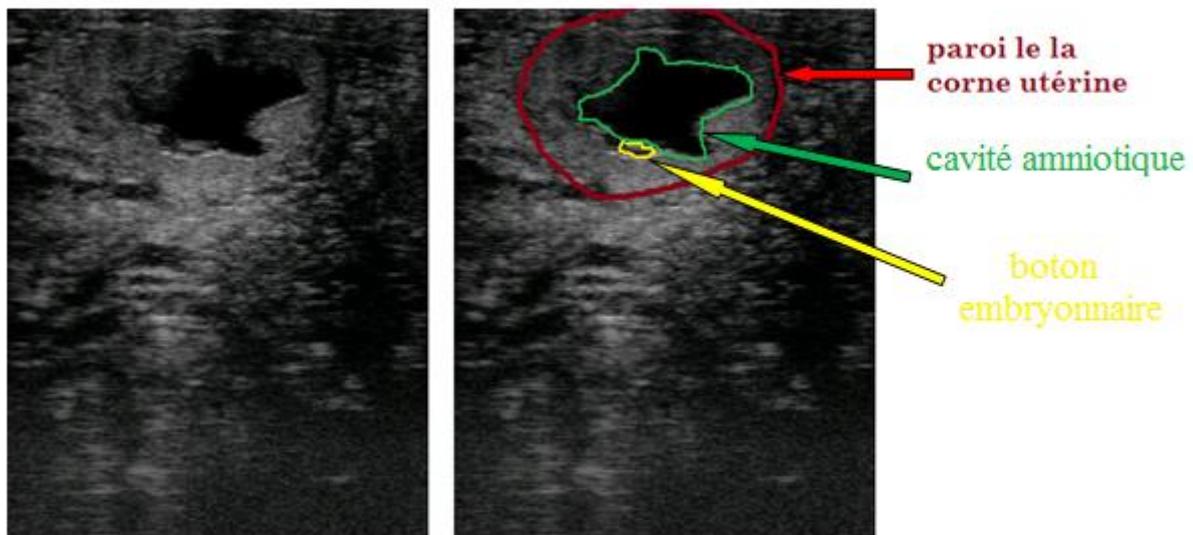
Les résultats de diagnostic de grossesse sont consignés dans le tableau 4. Les exactitudes du diagnostic de grossesse positif et négatif, ainsi que l'exactitude globale sont très élevées, 93.75% ,100%, 96.67%, respectivement. De même, la fiabilité du diagnostic de grossesse positif et négatif sont 100% et 93.33%, respectivement. Ces résultats ont été confirmés par l'examen échographique à 90jour AIA.

L'échographie a permis de visualiser directement le conceptus (images 9-10), ce qui a admis de contrôler directement sa viabilité (battements cardiaques et mouvements du corps et des membres).

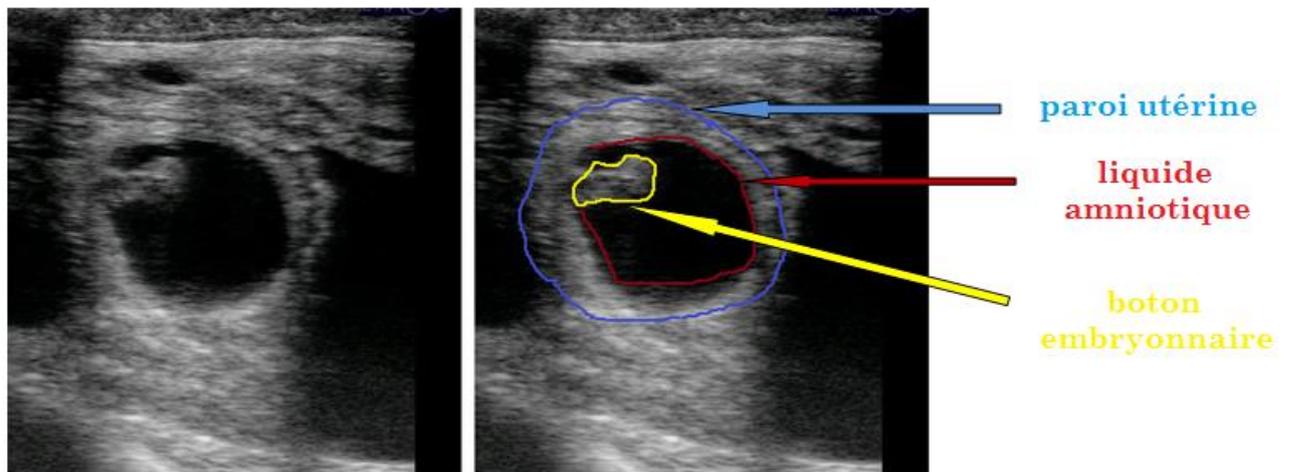
Les cotylédons (image 11), colonne vertébrale(image 12) sont nettement différenciable à l'aide de l'échographie.

**Tableau 4: Nombre de vrai positif (a), faux positif (b), vrai négatif (c), et faux négatif (d) du diagnostic de grossesse par échographie transrectale réalisé entre 28-35jour AIA, calculés à partir des résultats de l'examen échographique à 90jour AIA chez 30 vaches.**

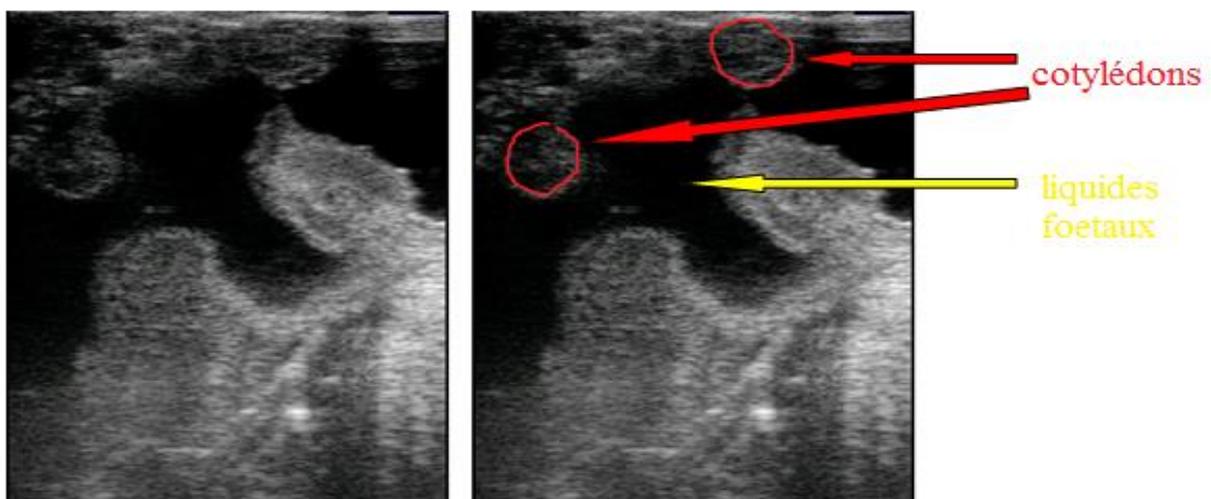
<b>Examen échographique</b>	<b>28-35jour AIA</b>
<b>Diagnostic de grossesse exact (a)</b>	<b>15</b>
<b>Diagnostic de grossesse inexact(b)</b>	<b>00</b>
<b>Diagnostic de non-grossesse exact(c)</b>	<b>14</b>
<b>Diagnostic de non-grossesse inexact(d)</b>	<b>01</b>
<b>Exactitude du diagnostic de grossesse positive (sensibilité)</b>	<b>93.75%</b>
<b>Exactitude du diagnostic de grossesse négative (spécificité)</b>	<b>100%</b>
<b>Exactitude total</b>	<b>96.67%</b>
<b>Fiabilité de diagnostic de grossesse positive</b>	<b>100%</b>
<b>Fiabilité de diagnostic de grossesse négative</b>	<b>93.33%</b>



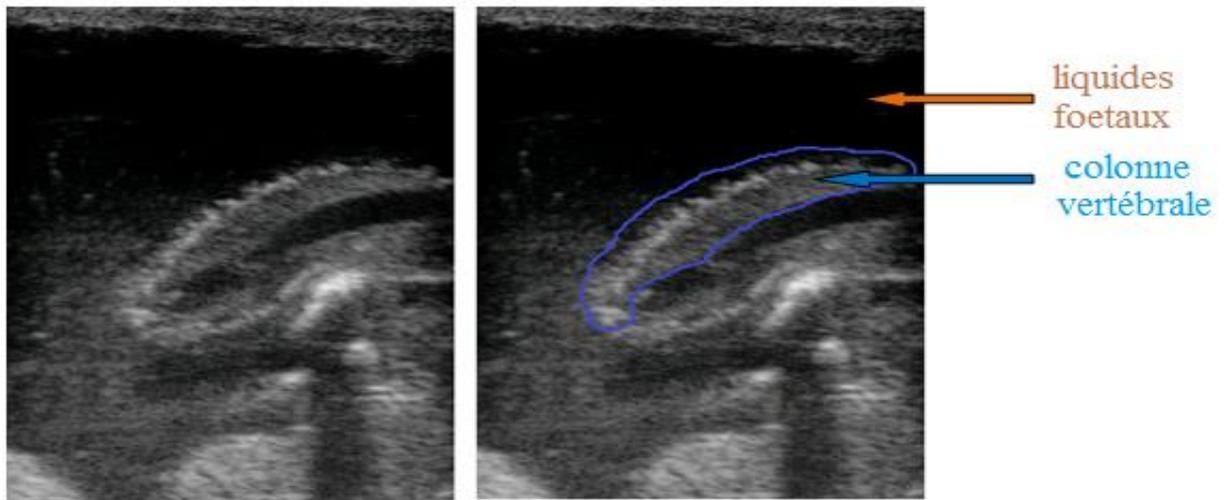
**Image 9: Corne utérine en cas de gestation d'un moins 30 jours.**



**Image 10: Embryon < à 32 jours de gestation.**



**Image 11: Cotylédons à 85 jours de gestation.**

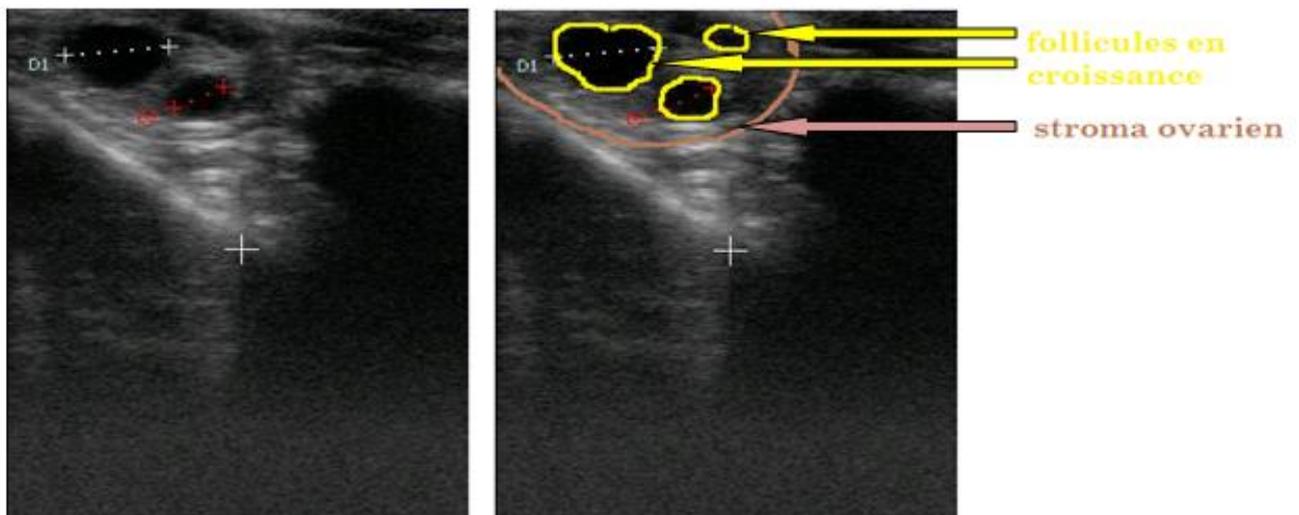


**Image 12: Colonne vertébrale à 80 jours de gestation.**

### II.2.2. Autres intérêts de l'examen échographique

L'examen échographique a permis aussi de mettre en évidence des follicules en croissance (image 13) et des corps jaunes cycliques ou gestatifs (image 14), mais il était impossible de différencier ces corps jaunes entre eux sur le plan morphologique.

L'exploration rectale par échographie a prouvé aussi son importance dans le diagnostic des cornes vides (image 15).



**Image 13: Follicules en croissance.**

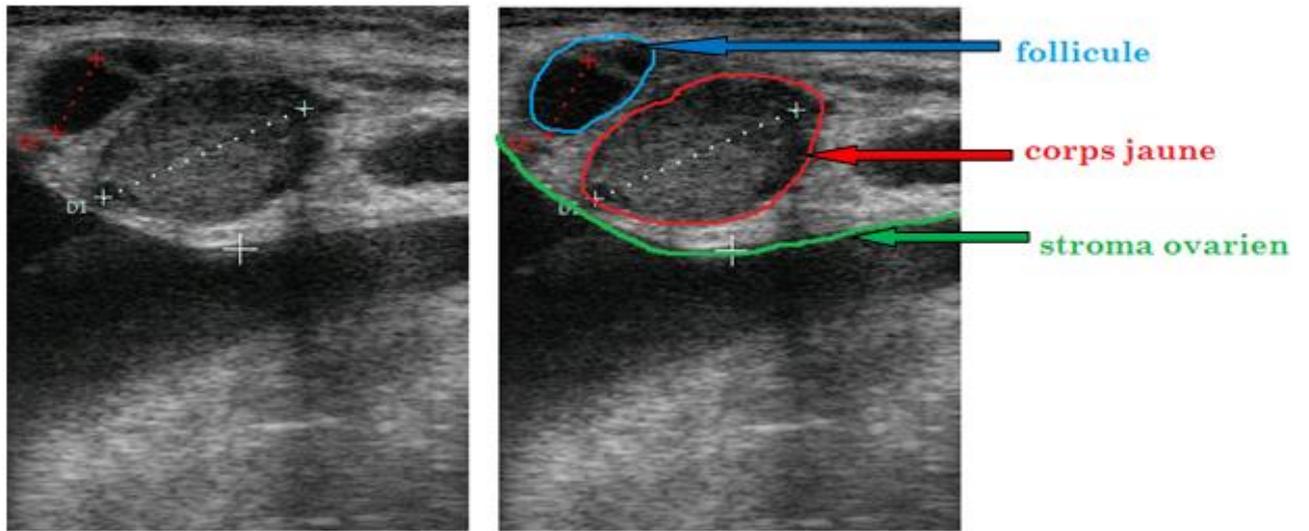


Image 14: Corps jaune et follicule.

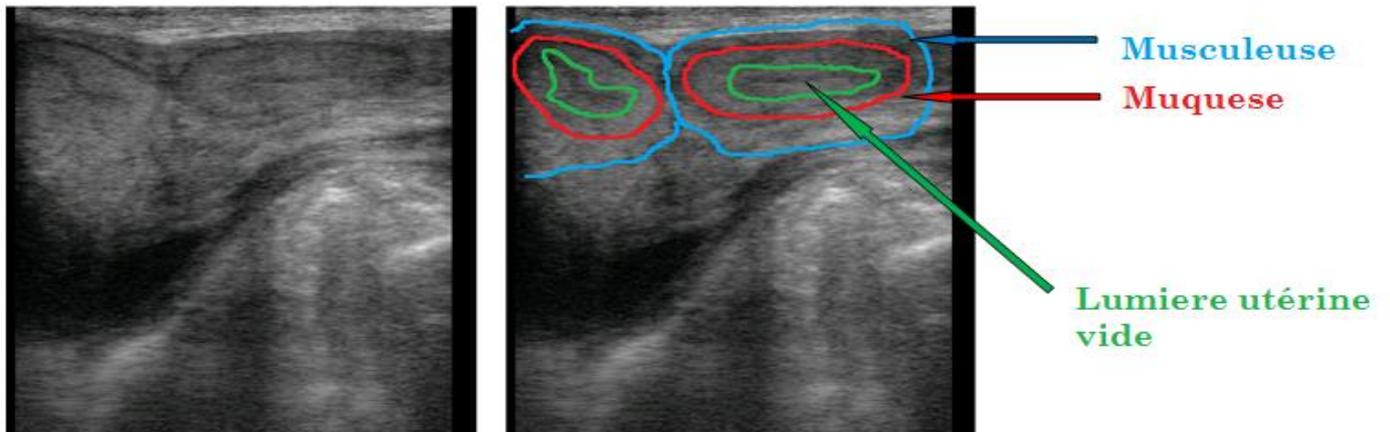
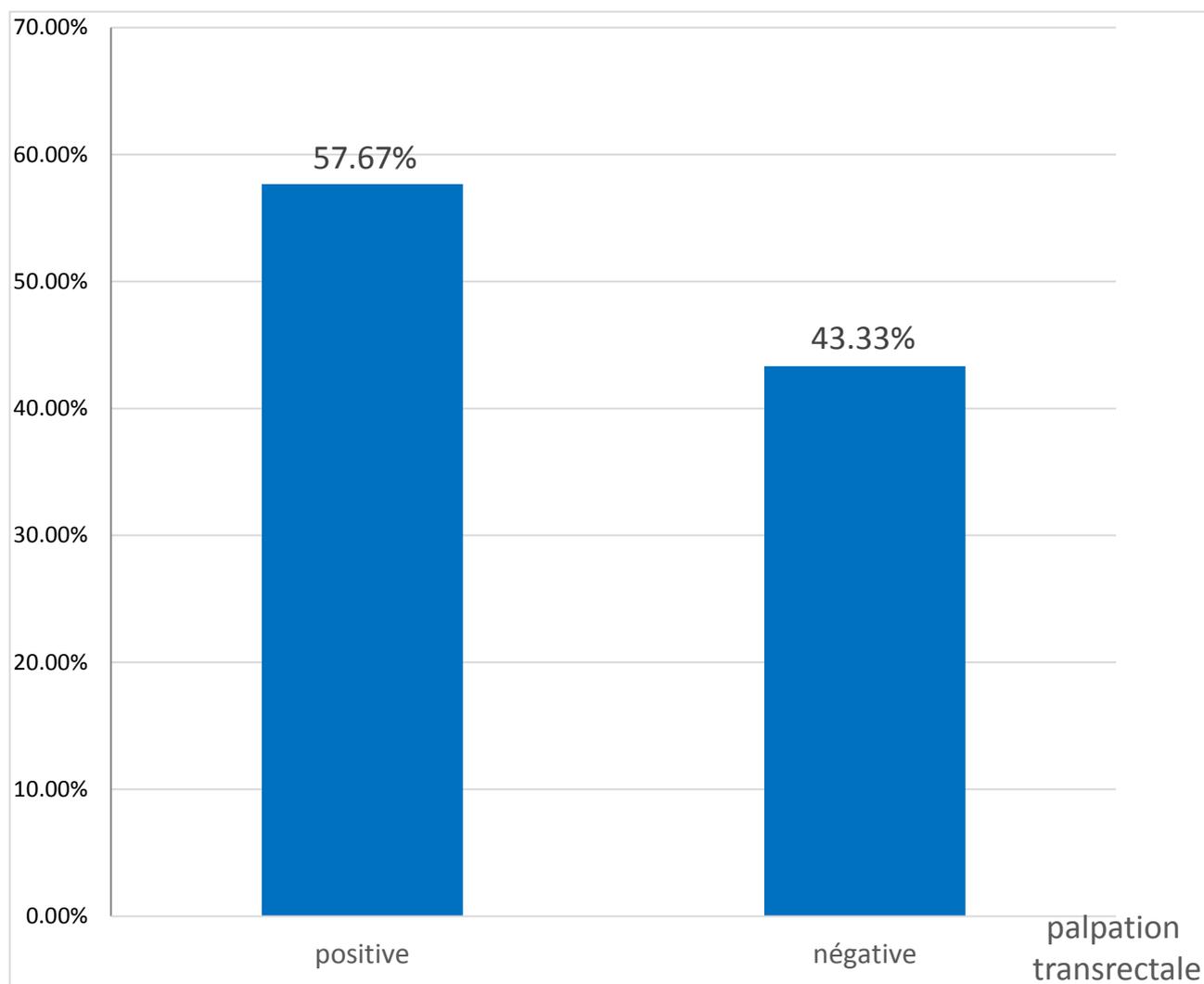


Image 15: Cornes utérines vides.

### II.3. Résultats de la palpation transrectale

Nous avons constaté que chez 17 vaches la palpation transrectale était positive, alors qu'elle était négative chez 13 vaches (Figure 19).



**Figure 19: Représentation graphique de la répartition des vaches en fonction des résultats de la palpation transrectale à 30-40jour AIA.**

#### II.3.1. Exactitude et fiabilité de la palpation transrectale

Pour le diagnostic de la gestation par palpation transrectale, un total de 47% des vaches gestantes étaient diagnostiquées comme gestantes entre 30 et 40 jour AIA. En revanche, 10% des vaches vides étaient diagnostiquées comme gestantes entre 30 et 40 jour AIA (tableau 5).

Cette méthode n'autorise pas de différencier entre un corps jaune gestatif et un corps jaune cyclique. La dissymétrie des cornes est nette et facile à mettre en évidence dès le 60<sup>ème</sup> jour de gestation. Vers 72<sup>ème</sup> jour de la gestation, les cotylédons sont nettement perceptibles, notamment au milieu de la corne gravide.

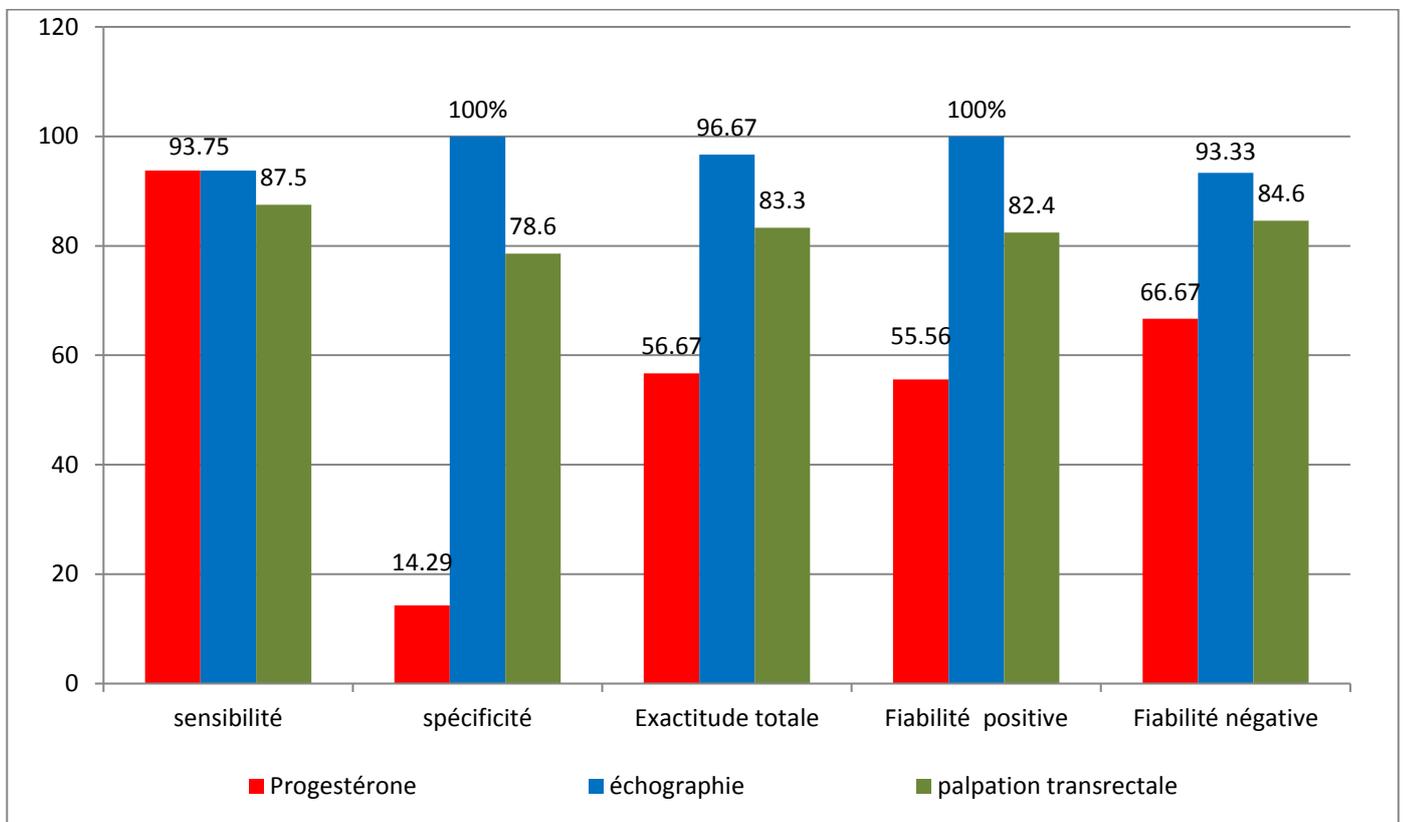
La sensibilité de la palpation transrectale est de l'ordre 87.5%, alors que la spécificité de ce test est de l'ordre de 78.6%.

**Tableau 5: Nombre de vrai positif (a), faux positif (b), vrai négatif (c), et faux négatif (d) du diagnostic de gestation par palpation transrectale, calculé à partir des résultats de l'examen échographique à 90 jour AIA chez 30 vaches.**

<b>Palpation transrectale</b>	<b>30-40jour AIA</b>
<b>Diagnostic de gravidité exact (a)</b>	<b>14</b>
<b>Diagnostic de gravidité inexact (b)</b>	<b>3</b>
<b>Diagnostic de non-gravidité exact (c)</b>	<b>11</b>
<b>Diagnostic de non-gravidité inexact (d)</b>	<b>2</b>
<b>Exactitude du diagnostic de gravidité positive (sensibilité)</b>	<b>87.5%</b>
<b>Exactitude du diagnostic de gravidité négative (spécificité)</b>	<b>78.6%</b>
<b>Exactitude total</b>	<b>83.3%</b>
<b>Fiabilité du diagnostic de gravidité positive</b>	<b>82.4%</b>
<b>Fiabilité du diagnostic de gravidité négative</b>	<b>84.6%</b>

**Tableau 6: Nombre de vrai positif (a), faux positif (b), vrai négatif (c), et faux négatif (d) du diagnostic de gestation par le dosage de la progestéronémie, l'échographie et la palpation transrectale, calculé à partir des résultats de l'examen échographique à 90jour AIA chez 30 vaches.**

Methode de diagnostic	Progestérone (2ng/ml)	échographie (28-35J)	palpation transrectale (30-40J)
Diagnostic de gravidité exact (a)	15	15	14
Diagnostic de gravidité inexact (b)	12	00	03
Diagnostic de non-gravidité exact (c)	02	14	11
Diagnostic de non-gravidité inexact (d)	01	01	02
Exactitude du diagnostic de gravidité positive (sensibilité)	93.75 %	93.75%	87.5%
Exactitude du diagnostic de gravidité négative (spécificité)	14.29%	100%	78.6%
Exactitude total	56.67%	96.67%	83.3%
Fiabilité du diagnostic de gravidité positive	55.56%	100%	82.4%
Fiabilité du diagnostic de gravidité négative	66.67%	93.33%	84.6%



**Figure 20: Représentation graphique des différents résultats des 3 méthodes de diagnostic de gestation**

# **Discussion**

## **I. FIABILITE, EXACTITUDE ET PRECOSITE**

A chaque fois qu'on utilise les méthodes hormonales pour le diagnostic de la gestation chez la vache laitière, il est toujours difficile de déterminer le seuil de décision (la concentration optimale) pour différencier les vaches vides des vache gravides (Altman et Bland, 1994 ; Karen et al, 2007). Dans notre étude nous avons utilisé la moindre différence entre l'exactitude de différents seuils de décision pour déterminer ce seuil de décision.

L'exactitude totale d'un test peut être utilisée pour la sélection d'un seuil (concentration) de décision. Dans cette étude, la concentration de la progestéronémie de 2 ng/ml est la meilleure pour le diagnostic de la gestation chez la vache. Cette concentration optimale est supérieure à celles enregistrées dans des études ultérieures (Loussouarn, 1999). Ce dernier a adopté le seuil de 1 ng/ml comme seuil de décision.

Pour les méthodes cliniques, le problème qui se pose est bien le moment de leurs réalisations. L'examen échographique par voie transrectale réalisé à partir de 28 jours AIA et en particulier la palpation transrectale réalisée entre 30-40 jours AIA donnent les meilleures exactitudes totales (96.67% et 83.33% respectivement).

### **I.1. Progestérone**

Nous observons une exactitude négative très faible par rapport à l'exactitude positive (14.29% contre 93.75%, respectivement). Ceci s'explique par le fait que le nombre de faux positifs est très important (40%). Un taux élevé de progestérone est observé en d'autres cas que celui d'une gestation normale (faux positif) (Pennington et al, 1976; Kassam et al, 1987; Romano, 2004):

- ✓ Corps jaune persistant (métrite 3ème degré, pyomètre).
- ✓ Kyste folliculaire lutéinisé.
- ✓ Cycle œstral irrégulier.
- ✓ Mortalité embryonnaire/fœtale précoce.

Toutefois, il faut rappeler qu'une insémination mal conduite diminue la fiabilité positive du dosage de la progestérone. Or, dans les exploitations qui ont accueillies notre expérimentation, les éleveurs ne sont pas vraiment passionnés par la détection des chaleurs, impliquant une insémination faite au mauvais moment. Ceci a très certainement contribué à diminuer l'exactitude négative.

L'exactitude trouvée dans notre étude était 93.75% pour l'exactitude positive et 14.29% pour l'exactitude négative. Nos résultats sont différents avec ceux trouvés par THIBIER et TERQUI (1978) qui après des séries d'études réalisées sur un grand nombre des vaches ont trouvé des valeurs

entre 63-79% pour l'exactitude positive et 94-99% pour l'exactitude négative. HANZEN (2009) a rapporté une sensibilité légèrement plus faible (85%) et une spécificité plus élevée, (95%). SHEMESH et al (1978) et LAING et al (1980) ont trouvé une exactitude positive un peu plus élevée que celle trouvée dans notre étude (plus de 95%).

Bien que la sensibilité et la spécificité sont les critères essentiels pour calculer l'exactitude du diagnostic de gestation, les valeurs prédictives sont importantes pour révéler la probabilité qu'une méthode de diagnostic donne un bon ou un faux diagnostic (Altman et Bland, 1994).

Sur 16 vaches réellement gestantes, nous avons trouvé 1 vache avec une progestéronémie entre 1 et 2 ng/ml (6.25%). Selon certains auteurs (Garnier, 1985 ; Hanzen, 2009), cela peut être considéré comme un cas douteux et la vache doit être réexaminée pendant le cycle suivant.

HUMBLOT et al (1984) et BALL et PETERS (2004) ont montré que certaines vaches peuvent avoir des concentrations plasmatiques en progestérone très basse, et cependant être gravides. Les vaches à cycle court par rapport à la moyenne sont souvent à l'origine de faux négatifs.

Concernant la valeur prédictive positive, nos résultats (55.56%) sont légèrement faibles par rapport à ceux trouvés par SHEMESH et al (1978) et LAING et al (1980) qui trouvent des valeurs entre 60% et 80%.

Le taux élevé de faux positif (40%) et par conséquent la faible spécificité (14.29%) obtenues ici, montrent que le taux de mortalité embryonnaire/foetale après le 23<sup>ème</sup> jour AIA est très élevé dans les exploitations où s'est déroulée notre expérimentation.

SZENCI et al. (1998 et 2000), ont constaté que, le dosage de la progestérone ne permet pas de diagnostiquer une mortalité embryonnaire, à cause de la persistance du CJ dans l'ovaire dans 75% des vaches qui ont présenté une mortalité embryonnaire.

## **I.2. Échographie**

L'examen échographique à partir de 28 jours AIA avait une exactitude totale (96.67%), sensibilité (93.75%), spécificité (100%), fiabilité positive (100%), fiabilité négative (93.33%).

Ces résultats sont très proches à ceux trouvés par LOUSSOUARN (1999) après une série d'expériences réalisées. Cet auteur trouve les valeurs suivantes ; sensibilité entre 95-100%, spécificité entre 60-100%, fiabilité positive entre 86,7-100% et fiabilité négative entre 80-100%.

Par contre, nos résultats sont meilleurs que ceux cités par HANZEN (2009) ; 91% pour la sensibilité et 80% pour la spécificité.

Nos résultats corroborent aussi ceux de CHAFFAUX et al (1988) qui ont trouvé que, l'exactitude d'un diagnostic de gestation positif est de 100 % et celle d'un diagnostic de gestation négatif est de 100 %.

HUGHES et DAVIES (1989) ont par ailleurs constaté que l'exactitude globale est inversement proportionnelle à l'âge de l'animal ce qui explique le diagnostic plus précoce chez la génisse que chez la multipare. L'exactitude et la fiabilité du diagnostic de gestation sont optimums. L'exactitude totale trouvée dans notre étude est de l'ordre de 96.67%. Cette valeur est élevée à celle trouvée par CHAFFAUX et al (1986) (87% entre 21-60jours AIA) et celle trouvée par HANZEN et LAURENT (1991) (91% entre 26 et 70 jours AIA).

On voit que les résultats sont acceptables dès le 30<sup>ème</sup> jour de gestation où il était possible de diagnostiquer toutes les vaches confirmées ultérieurement gestantes.

### **I.3. Palpation transrectale**

L'examen de la palpation transrectale à 30-40 jours AIA avait une grande exactitude totale (83.3%), sensibilité (82.4%), et spécificité (78.6%) et une grande différence avec l'exactitude du dosage de la progestérone, et une faible différence avec l'exactitude de l'examen échographique. Il avait aussi des valeurs prédictives très élevées par rapport au dosage de progestérone.

Les informations définitives concernant l'exactitude du diagnostic de gestation par palpation transrectale ne sont pas encore disponibles, toutefois, certains auteurs suggèrent que c'est une technique avec excellente exactitude si elle est appliquée par un vétérinaire expérimenté après le 35<sup>ème</sup> jour de gestation (Zemjanis, 1971; Momont, 1990).

Aussi la période comprise entre le 50<sup>ème</sup> et le 70<sup>ème</sup> jour de gestation apparaît-elle la plus favorable parce qu'elle réduit les risques de mortalité embryonnaire et permet de confirmer les diagnostics plus précoces effectués (Hanzen, 2009).

La palpation transrectale ne permet pas de différencier entre un corps jaune cyclique et un corps jaune gestatif car il n'existe pas de différence significative entre ces deux structures ni sur le plan morphologique ni sur le plan dimensionnel. Cette remarque est confirmée par plusieurs auteurs (Arthur et al, 1982 ; Kahn 1994) qui s'accordent qu'il est nécessaire de connaître la date de l'insémination, pour suspecter une gestation.

La dissymétrie des cornes est un signe assez facile à mettre en évidence, mais lui seul n'est pas un critère fiable pour le diagnostic de gestation, et il y a risque de confusion avec un pyomètre,

momification et macération fœtales ou maladie de la génisse blanche comme il a été confirmé par Arthur et al (1982) et Momont (1990).

Vers le 75ème jour de gestation, il est facile de palper les cotylédons surtout au niveau de la corne gravide. Cette remarque a été confirmée par plusieurs auteurs : Arthur et al, (1982) ; Tainturier (2001) ; et par Jackson et Cockcroft (2002). L'exactitude de la palpation des cotylédons au 75ème jour de gestation est proche de 100%, c'est un signe relativement sur, surtout s'il était possible de palper plusieurs cotylédons (pour ne pas confondre avec les ovaires) (Guerin, 2001).

## **II. COMMODITE**

### **II.1. Dosage de la progestérone sérique à 23 jours AIA**

Les prélèvements d'échantillons pour le dosage de la progestérone dans le sang ne posent pas de problème particulier dans sa mise en œuvre. Il nécessite juste un peu de rigueur de la part du praticien quant à la conservation de ceux-ci. En ce qui concerne, le dosage par radio-immunologie, la distance qui sépare le laboratoire des exploitations est parfois importante. Il est dans ce cas préférable d'utiliser les dosages en coffret.

Par contre, étant donné qu'il est nécessaire de connaître la date d'insémination, le dosage de la progestérone n'est pas utilisable dans les troupeaux en monte naturelle où la détection des chaleurs n'est pas bien respectée. Car les taux élevés de la progestérone dans le lait ou le sang sont considérés beaucoup plus comme indicateurs de l'activité ovarienne que celui de l'état de gestation de la vache (Britt, 1995).

En revanche, le faible taux de progestérone dans le lait ou le sang de la vache est un meilleur indicateur de non gestation (SHEMESH et al, 1978; LAING et al, 1980).

### **II.2. Echographie à partir 28 jours AIA**

L'échographie n'est pas tout le temps évidente à effectuer, du moins sur le terrain. En effet, de nombreux petits détails rendent sa mise en œuvre parfois délicate : réaliser une bonne contention de l'animal, disposé d'un local assez sombre, d'une prise électrique (sauf pour les appareils portatifs qui sont dotés des batteries mais toujours avec une autonomie très faible 1-1,5h)

En plus, le prix élevé des appareils échographiques à usage vétérinaire (entre 450 000 DA et 1 600 000 DA ou plus), et par conséquent le coût d'un examen échographique (au minimum 1000 DA/ vache) peuvent limiter considérablement son utilisation dans le terrain. Cette constatation est confirmée par Fricke (2002). En revanche, les éleveurs qui possèdent des grands élevages peuvent

acheter un échographe et le mettre à la disposition du vétérinaire chargé de la gestion et le suivi de son élevage.

Sans oublier bien sur que l'utilisation d'un échographe nécessite une formation approfondie, généralement proposée par le vendeur de l'appareil.

### **II.3. Palpation transrectale entre 30-40 jours AIA**

Cette technique nécessite une bonne connaissance des structures anatomique de l'appareil génitale femelle et les différentes pathologies qui peuvent les confondre avec une gestation. En plus une bonne contention et lubrification des gans sont indispensables.

Les résultats de cette technique sont immédiats. La palpation transrectale est la technique la moins couteuse dans le diagnostic de gestation, ce qui la rende très acceptée par les vétérinaires.

## **III. INNOCUITE**

### **III.1. Dosage de la progestérone sérique à 23 jours AIA**

Aucun problème lié au prélèvement sanguin pour le dosage de la progestérone n'a été rapporte dans la littérature. Au cours de notre expérimentation, nous n'avons relevé aucun incident faisant suite.

### **III.2. Echographie**

L'innocuité de l'échographie est toujours sujet à discussion. En revanche, elle est sans aucun risque et non traumatisante pour l'animal (Dezender, 2006). L'examen échographique par voie rectale n'a aucun effet sur la viabilité de l'embryon/fœtus (Kahn, 1992 ; Baxter et Ward, 1997).

Le taux 0% de faux positif enregistré dans notre étude montre qu'aucun cas de mortalité embryonnaire, n'a été enregistré entre l'examen échographique à partir de 28-35 jours AIA et l'examen de confirmation de gestation à 90 jours AIA.

### **III.3. Palpation transrectale entre 30-40 jours AIA**

Concernant le risque iatrogène de la palpation transrectale à un stade précoce de gestation, les résultats sont contradictoires. certaines études suggèrent une relation positive entre la mortalité embryonnaire et la palpation transrectale réalisée à un stade de gestation précoce (White et al, 1989; MC Leod and Williams, 1991).

De même, le praticien doit être conscient du risque iatrogène lié à l'examen, risque plus ou moins important en fonction des critères pris en considération (identification de la fluctuation et/ou du glissement des membranes fœtales).

En revanche, d'autres études assez récentes (Thurmond and Picanso, 1993; Thompson et al, 1994) persuadent qu'il y a une influence négligeable de la date de 1<sup>ère</sup> palpation transrectale sur le taux de vêlage (ou la mortalité embryonnaire). En plus, à un stade de gestation précoce, la palpation transrectale ne peut pas nous donner une estimation sur la viabilité du conceptus (premiers mouvements fœtaux détectés vers le 45ème jour), donc un fœtus ou embryon déjà mort ou en état de dégénération peuvent donner un signe positif de gestation, alors que la vache sera trouvée après quelque jours en chaleur, ou que le vêlage n'aura pas lieu (Romano and Magee, 2001).

Romano (2004) a fait un diagnostic de gestation, à 30 jours après insémination, à l'aide d'un échographe. Ensuite, il a divisé les vaches en deux groupes. Sur le premier il a réalisé un examen par palpation transrectale à J34 ou à J41 après insémination, alors que l'autre groupe reste comme témoin (aucune palpation transrectale n'a été réalisée). Cette étude a permis de conclure que la palpation transrectale à 34 ou 41 jours après insémination n'affecte pas le taux de viabilité (mortalité) des fœtus, car ce dernier a la même valeur dans le groupe 1 (avec palpation transrectale) que dans le groupe 2 (sans palpation transrectale).

#### IV. CONCLUSION

Les résultats obtenus suite à notre présente étude a permis de constater que :

- L'échographie effectuée dès le 28<sup>ème</sup> jour à l'aide d'une sonde de 5 MHz, apparaît plus fiable et plus exact, tant pour la détection des femelles gestantes, que des femelles non gestantes, par rapport au dosage de la progestéronémie.
  
- Le diagnostic de gestation par dosage de la progestérone est un diagnostic précoce, mais devant être réalisé à jours fixes. De plus, ce diagnostic n'est pas rigoureusement spécifique de la gestation, puisque la progestérone est secrétée par le corps jaune en l'absence d'embryon. Ce manque de spécificité explique pourquoi un résultat positif ne peut garantir à 100 % que la vache est gestante. Par contre, un faible taux de progestérone exclut toute gestation. Le dosage de progestérone correspond donc plus à un diagnostic précoce de non gestation (95 à 98 % d'exactitude) qu'à un diagnostic de gestation (75 à 85 % d'exactitude). Par contre sur le plan commodité et cout, la palpation transrectale à partir de 35 jours AIA reste plus valable.
  
- L'échographie est à privilégier dans les élevages où le taux de mortalité embryonnaire/fœtale est très élevé, ou dans le cas de suspicion d'un problème gynécologique, car cette technique a prouvé son importance: suivi de la cyclicité de la vache (follicules, corps jaune, involution utérine), un diagnostic précoce de gestation, une visualisation du conceptus (viabilité), détermination de sexe du fœtus et une détection efficace des problèmes gynécologiques (métrite, mortalité embryonnaire, structures kystiques).

## CONCLUSION GÉNÉRALE

A travers la présente étude, il a été montré que le diagnostic de gestation par palpation transrectale est considéré comme un moyen très simple à mettre en œuvre, et avec une bonne exactitude totale (83.3%) par rapport au dosage de la progestérone (56.67%). La pogestéronémie est par contre un bon indicateur de l'activité ovarienne et de non gestation de la vache. Le diagnostic de gestation par dosage de la progestérone plasmatique, du point de vue économique, n'est pas du tout rentable.

En revanche, le diagnostic de gestation par échographie est intéressant à mettre en œuvre s'il est précoce car il présente plusieurs avantages : suivi de la cyclicité de la vache (follicules, corps jaune, involution utérine), un diagnostic précoce de gestation (96.67% d'exactitude totale), une visualisation du conceptus (viabilité), détermination de sexe du fœtus et une détection efficace des problèmes gynécologiques (métrite, mortalité embryonnaire, structures kystiques).

Le diagnostic de gestation est un élément très important dans la gestion de la reproduction, et le technicien ou le vétérinaire chargé de suivi de l'élevage, doit assurer la combinaison entre la précocité et l'exactitude de ce diagnostic. Pour cette raison, il est préférable de faire plus d'un examen pour chaque vache. Au moins, un dosage précoce de la progestérone dans le lait ou le sang pour détecter le plus tôt possible les vaches à ré-inséminées, qui doivent être suivies par un autre examen de confirmation, soit par palpation transrectale, soit par échographie, au 90ème jour après insémination. Idéalement, un diagnostic intermédiaire avec l'échographie entre le 28è et le 35ème jour pourrait être fait pour avoir une confirmation précoce et sure.

## PERSPECTIVES

Suite à cette étude, nous proposons les recommandations suivantes :

- D'autres études seraient utiles afin de compléter les résultats de ce travail. Des dosages de progestérone supplémentaires le jour de l'insémination (J0) et à (J15) après insémination seraient intéressants afin de déterminer avec plus de précision si l'insémination aurait été réalisée au moment opportun et aussi pour suivre l'activité ovarienne de la vache.
  
- En général, le coût et le bénéfice de chaque méthode de diagnostic de gestation est très difficile à évaluer, du fait que plusieurs facteurs varient d'un élevage à un autre. Cependant, si un diagnostic régulier de gestation serait associé à une bonne détection des chaleurs, le test choisi à un moment bien déterminé réduit efficacement le nombre de diagnostic à faire et par conséquent le cout de ce diagnostic. C'est pour cela, nous aurions aimé de pouvoir introduire la détection de chaleur dans le protocole de suivi.
  
- Concernant le dosage hormonal, il est primordial de réaliser des études approfondies et sur plusieurs races bovines, afin de déterminer une valeur seuil fixe et standard permettant de classier les vaches gestantes et vides.
  
- En Algérie, il est très difficile de convaincre l'éleveur sur l'utilité de chaque méthode de diagnostic. De ce fait, l'organisation des journées de formation des vétérinaires et de sensibilisation des éleveurs est d'un grand intérêt.

## Références bibliographiques

**Afri- Bouzebda, 1985 :** Etude Des Performances Bouchères Dans La Population Bovine Locale Dans L'est Algérien, Science et Technologies, 26, 89-97.

**ALOT JP, LEVY I, GRIMARD B, 1991:** Echographie dans la gestion de la reproduction chez les bovins. *Rec. Méd. Vét.* 167, 21-31.

**ALTMAN D.G ET BLAND J.M, 1994:** Diagnostic tests. 1: sensitivity and specificity, *BMJ* 308 (6943), p. 1552.

**ARTHUR G.H, NOAKES D.E, PEARSON H, 1982:** Veterinary reproduction and obstetrics (theriogenology). 5<sup>e</sup> Edition, 55-70.

**BADTRAM GA, GAINES ID, THOMAS CB AND BOSUWTK, 1991:** Factors influencing the accuracy of early pregnancy detection in cattle by real-time ultrasound scanning of the uterus *Theriogenology*, 35, (6), 1153-1167.

**BALL. P.J.H., A.R. PETERS, 2004 :** Pregnancy diagnosis. *Reproduction in Cattle*. Third Edition. blackwellpublishing.

**Barone B, 1986 :** Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 1, ostéologie. 3<sup>ème</sup> édition, Vigot frères éditeurs, Paris, 761 pages.

**Barone B, 1990 :** Anatomie comparée des mammifères domestiques, splanchnologie, Tome 4, Ed. VIGORT.

**BISSON B, 1992 :** Diagnostic de gestation chez la vache par dosage d'une protéine bovine trophoblastique ; la protéine bovine associée à la gestation (bPAG : bovine Pregnancy Associated Glycoprotein). *Th.Méd.Vét.*, Nantes, (6).

**BOIN E, 2001 :** *Atlas d'échographie en gynécologie bovine*. Thèse Méd. Vét., Alfort.

**BOYD J.S, 1995:** real-time diagnostic ultrasound in bovine reproduction. Chapitre X. In: *Veterinary Ultrasonography*, édition P.J. GODDARD, Aberdeen, 233-256.

**BRETZLAFF KN, ROMANO JE, 2001 :** Advanced reproductive techniques in goats. *Vet. Clin. North Am. (Food Anim. Pract)*, 17, 421-434.

**CALAIS M et DRENO M, 2004:** L'échographie en génécologie bovine, ovine et caprine : réalisation d'un CD-ROM détactique, Thèse Méd vét, Paris.

**CHAFFAUX S, REDDY GNS, VALON F AND THIBIER M, 1986:** Transrectal real-time ultrasound scanning for diagnosing pregnancy and for monitoring embryonic mortality in dairy cattle *Animal Reproduction Science* 10 193-200.

**COSSON J.L, 1996 :** Les aspects pathologiques de la maitrise de la reproduction chez les vaches laitières. *Bulletin des GVT*, 3, 45-51.

**Deletand, 2003 :** Département technique CEVA santé animal.

**Derivaux et Ectors, 1980:** Physiologie de la gestation et obstétrique vétérinaire, Faculté de médecine vétérinaire, université de Liège – Alfort, page 273.

**DERIVEAUX, 1980 :** L'anoestrus du post-partum: vlaams diergeneeskuning tijdschrift. Jg., 53 Nr., pp: 215-229.

**Drion et al., 2000 :** Le développement folliculaire chez la vache, Mécanismes hormonaux au cours du cycle et du post-partum, Article de synthèse, *Annale de Médecine vétérinaire*, 144, 385-404.

**EL AMIRI B 2008 :** Diagnostic de la gestation chez les ovins. *Bulletin mensuel d'information et de liaison de PNTTA*, 161, 1-4.

**Elvin, et al., 1993** Molecular characterization of the follicle defects in the growth differentiation factor-9 deficient ovary. *Molecular Endocrinology* (1999), 13, 1018-1034

**FILTEAU V, DESCOTAUX L, 1998:** Valeur predictive de l'utilisation de l'appareil échographique pour le diagnostic précoce de gestation chez la vahe laitière. *MédVét Québec*; 28:81-85.

**FILTEAU V, DESCOTEAUX L, 1998:** Valeur prédictive de l'utilisation de l'appareil échographique pour le diagnostic précoce de la gestation chez la vache laitière. *MédVét Québec*; 28 :81-85.

**FONTAINE, CADOR, 1995 :** VAD-MECUM vétérinaire, 16<sup>ème</sup> édition, Edition VIGOT, Paris.

**Fortune, 1994 :** Spontaneous uterinr infections are associated with elevated Prostaglandin F2 $\alpha$  metabolite concentrations in post-partum dairy cows. *Theriogenology*, 41, 413-421.

**Gao et al, 1992** : Characterization of kynine system in the ovary during ovulation in the rat, *Biology of Reproduction*, 47, 945-951.

**GARNIER F, 1985**: Test hormonal précoce de gestation en pratique bovine. *Sciences Vétérinaires Médecine Comparée*, 87 (1-2) 15-21.

**Gilbert , Jeanine, Dragoul, Gadoud, Jussiau, L'Och, Montmeas, Robin, 1988**: *Reproduction des mammifères d'élevage*. Edition foucher. 239 pages.

**GILBERT, JEANINE , CAROLE, 2005** : *Reproduction des mammifères d'élevage*. Educagri Edition. 407 pages

**Greenwald , 1972** : Maturation of eggs and follicles (Editorial). *Am. J. Anat*, 137p,1-4

**Groves, D.J., Sauer, M.J., Rayment, P., Foulkes, J.A. & Morris, B.A,1990**: *Journal of Endocrinology*, 126, 217-222.

**GUERIN P, 2001** : le diagnostic de gestation Document personnel de Monsieur **TAINTURIER D.** cité dans: Diagnostic du sexe du fœtus par échotomographie chez la vache **TAINTURIER. B.**

Thèse de Docteur Vétérinaire. ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE NANTES.**HANZEN C, DELSAUX B, , 1987** : Use of transrectal B-mode ultrasound in early pregnancy in cattle *VetRec*; 121:201-202.

**HAIBEL GK.** Use of ultrasonography in reproductive management of sheep and goat herds. *Vet. Clin. North Am. (Food Anim. Pract)*, 1990, 6, 597-613.

**Hanzen et al., 2000** Le développement folliculaire chez la vache. 1. aspect morphologique et cinétique, *Annales de Médecine vétérinaire*, 144, 223-235

**HANZEN, 2005** : Facteurs d'infertilité et d'infécondité en reproduction bovine : données générales. Chapitre 10. cours 2<sup>ème</sup> doctorat année. pp 73-84.

**HESELINK JW, TAVERNE MAM, , 1994** : Ultrasonography of the uterus of the goat. *Vet. Q*, 16, 41-45.

**INRAP, 1988** : reproduction des mammifères d'élevage, paris. Les éditions foucher.P273.

**Itskovitz et al, 1987** : plazma protein response to human Le développement folliculaire chez la vache. 1. aspect morphologique et cinétique, *Annales de Médecine vétérinaire*, 144, 223-235.

**JACKSON P.G.G ET COCKCROFT P.D, 2002:** in, CHAPTER 10. Clinical Examination of the Femal Genital System. Clinical Examination of Farm Animals by Blackwell Science Ltd. 125-140.

**JAUDON JP, PERROT C, VIAUD F et CADORE J, 1991 :** Bases physiques, technologiques et sémiologiques de l'ultrasonographie médicale. *Point Vét.*, 23 (135), 11-18.

**KAHN W, 1994 :** Examen échographique de la brebis et de la chèvre. In : Atlas de diagnostics échographiques. Editions Maloine, Paris, 186-210.

**KAREN A, AMIRI B.E, BECKERS J.F, SULON J, TAVERN M.A ET SZENCI O, 2006 :** Comparison of accuracy of transabdominal ultrasonography, progesterone and pregnancy-associated glycoprotein tests for discrimination between single and multiple pregnancy in sheep, *Theriogenology* 66 (2) , pp. 314-322.

**KASTELIC J.P., CURRAN S., GINTHER, 1989:** Accuracy of ultrasonography for pregnancy diagnosis on days 10 to 22 in heifers. *Theriogenology*, 31, (4), 813-820.

**LAPLANCHE A., COM-NOUGUE C., FLAMAN R, 1987:** Méthodes statistiques appliquées à la recherche clinique. Edition Flammarion, Médecine Sciences .

**LEVEILLE R, DIFRUSCIA R et BRETON L, 1995 :** L'échographie en médecine vétérinaire. I. Rappel des principes techniques. *Méd. Vét. Québec*, 25, 52-57.

**LEVY I, EMERY P, MIALOT JP, 1990 :** Echographie et gestion des troupeaux ovins *Rec. Méd. Vét.*, 166, 751-764.

**LOUSSOUARN C, 1999 :** Diagnostic de la non gestation chez les bovins. thèse de doctorat. Ecole Nationale Veterinaire de Nante.

**MAI W., , 1999 :** L'image échographique : formation et qualité. *Point Vét.* 30(201), 499-504.

**MAI W, BEGON D et CHETBOUL V., , 1994 :** *L'échographie en médecine vétérinaire canine et féline. Bases physiques et applications.* Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité fonctionnelle de radiologie, 1-17.

**Mc Gee, Hsueh, 2000 :** Initial and cyclic recruitment of ovarian follicles. *Endocrine review*, 21, 2000.

**MERCIER PARISOT P., MARITINOT S., THIRIAT F., FRANCK M., 1991:** Echographie et gestation de la reproduction chez les bovins *Le Piont Vétérinaire.*, 23, (135) 33-39.

**MIALOT JP, CONSTANT F, RAVARY B, RADIGUE P., 2003 :** Echographie : matériel utilisable en clientèle rurale ou mixte et principales indications chez les ruminants et les porcins. *In : Journées Nationales des GTV*, Nantes, 14, 15 et 16 mai, 639-646.

**MIALOT JP, LEVY I, EMERY P., , 1991 :** Echographie et gestion des troupeaux caprins. *Rec. Méd. Vét.*, 167, 399-406.

**Monniaux et al., 11-2009 :** Développement folliculaire ovarien et ovulation chez les mammifères, *INRA, Production animale*, 22 (2), 56-79.

**Murdoch, et al, 1990 :** Localization and hormonal regulation of ovarian production of histamine in sheep, *Life Science*, 46, 1961-1965. n°86.

**Okuda, 1983 :** Capillary permeability of rabbit ovarian follicles prior to ovulation, *Journal of Anatomy*, 138, 757-769.

**OZIL et LANCEAU, 1988 :** Reproduction des mammifères d'élevage, Paris, Les éditions FOUCHER, 237 pages.

**PETERS, et BALL, 1987** Reproduction in cattle. Butter worths. U.K.

**PIETERSE M.C., SZENCI O., WILLEMSE A.H., BAJCSY S.A., DIELEMAN S.J., TAVERNE M.A.M., , 1990:** Early pregnancy diagnosis in cattle by means of lineary-array real tima ultrasound scanning of the uterus and a qualitative milk progesterone test. *Theriogenology*, 33:697-708.

**PITALA W ; BOLY H ; ZONGO M ; SOUSA N.M ; SAWADOGO L ; LEROY P ; BECKER J.F., , 2003 :** Pregnancy Diagnosis and Monitoring in Zebu. *Revue Elev.Méd.Vét. Pays trop.*, 56 (3-4) :171-176.

**POLLET T., , 1993 :** Contribution à l'étude de l'échographie embryonnaire et fœtale chez les bovins. Thèse Méd. Vét., Lyon, n°33.

**ROCH., RANDEL R.D., BROUSSARD J.R., LIM J.M., BLAIR R.M., ROUSSEL J.D., GODK R.A. ET HANSEL W. (1998) :** A AHigh environmental temperature and humidity decrease oocyte quality in *Bos taurus* but not in *Bos indicus* cows. *Theriogenology*, 49 (3), 657-665.

**ROYAL L., TAINTURIER D., FERNEY J. 1981:** Mise au point sur les possibilités actuelles de diagnostic de la gestation chez la vache. *Rev. Méd. Vét.*, 132, (6), 413-423.

**SHARKEY S, CALLAN RJ, MORTIMER R, KIMBERLING C., 2001 :** Reproductive techniques in sheep. *Vet. Clin. North Am. (Food Anim. Pract)*, 17, 435-455.

**SMITH, PERRY, ATKINS, JINKS, POHLER, AND PATTERSON, 2010 :** physiological principles underlying synchronization of estrus, Applied Reproductive Strategies Conference Proceedings August 5 & 6 Nashville, TN.

**SOLTNER , 1999 :** La reproduction des animaux d'élevage.

**SOLTNER., 1993 :** La reproduction des animaux d'élevage. 2<sup>ème</sup> éd: sciences et techniques agricoles le dos loirelle.49130.sainte-Gemmes-sur-loire.pp 24-39-41.

**TAINTURIER D., ANDRE F., FIENI F., 1998:** Diagnostic précoce de la non gestation chez la vache par un dosage qualitatif de la progesterone – comparaison de trois tests E.L.I.S.A. rapides. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 139, (12) 115-1118.

**TAINTURIER, 2003 :** Prostaglandines et post-partum chez la vache. *Revue Méd. Vét.*, 151, pp 401-408.

**Thibault et al., 1991 :** Reproduction chez les mammifères et l'homme. Edition MORCKETING, 769 pages.

**THIBIER M., CRAPLET C., PAREZ M., 1979 :** Les progestagènes naturels chez la vache 1 – étude physiologique. *Rec méd.vét.*, 149, 1181-1203.

**VAHDAT F., HURTGEN J.P., WHITMORE H.L., SEGUIN B.E., JOHANSTON S.D., , 1981:** Decline in assayable progesterone in bovine plasma: effect to time, temperature, anticoagulant, and presence of blood cells. *Am. J. Vet. Res.*, 42, 521-523.

**VERIELE M., , 1985:** témoignage au quotidien chez la vache par voie vaginale. *Compt-rendu des journées Nationales des G.T.V., Tours, 27-28-29mai*, 579-580.

**WATTIAUX , 2004 :** Détection des chaleurs, saillie naturelle et insémination artificielle : in essentiels laitiers: Reproduction et sélection génétique. Chapitre 09. Université du Wisconsin à Madison. Publication : DE-RG-2-011996-F.