



163THV-2

République Algérienne démocratique et populaire  
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université SAAD DAHLEB-BLIDA

Faculté des sciences agro-vétérinaires et biologiques  
Département des sciences vétérinaires.

Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de docteur en médecine vétérinaire

*Thème*

## **DIAGNOSTIC PRECOCE DE GESTATION PAR ECHOGRAPHE CHEZ LA VACHE**

Par  
**BOUDEBZA KAMILIA**

### **MEMBRES DU JURY:**

Dr AMMI Mohamed docteur vétérinaire université SAAD DAHLEB-BLIDA Président.

Dr DELLALI Ramzi docteur vétérinaire université SAAD DAHLEB-BLIDA Examineur.

Dr GHARBI Ismail M.A.T.C.C. université SAAD DAHLEB-BLIDA Promoteur.

**2007/2008**

## **Remerciements**

*Je tiens à remercier en premier lieu mon promoteur, **Dr GHARBI Ismail** qui a accepté de me guider durant ce travail, pour ses conseils, et ses encouragements. Merci pour votre soutien ; vos cours concrets et motivants.*

***A Docteur AMMI Mohamed** De la faculté des sciences vétérinaire  
Notre Président de Thèse, Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse,  
Hommages respectueux.*

***A Monsieur DELLALI Ramzi** docteur vétérinaire De la faculté des sciences vétérinaire  
Notre examinateur, Qui nous a fait l'honneur de participer à notre jury de thèse,  
Recevez ma gratitude et l'expression de ma plus haute considération.  
Sincères remerciements.*

***A Dr HAMOUDI, N***

*La première à qui je dois ce travail, je vous remercie pour vos conseils et votre patience ainsi que votre présence tout au long de ce travail merci du fond du cœur.*

*J'adresse mes sincères remerciements à tous mes enseignants qui étaient notre bon guide durant ces années*

## ***Dédicace***

***A mes parents***, pour toute votre aide et votre amour ; sans vous je n'aurais jamais pu aller aussi loin. Merci pour votre soutien sans faille.

***A celui que j'estime beaucoup RABIA***

*Pour son soutien et son aide pendant cette année, Qu'il trouve ici le témoignage de mon affection. Pour son amour, sa patience et son soutien quotidien. Sans oublier sa famille.*

***A ma sœur Sofia*** qui sa présence me manque tellement, Pour toutes nos chamailleries passées mais surtout pour l'amour de ce même sang qui coule dans nos veines...

***A mon frère Lamine*** qui a été présent pour tout mes caprices.

***A mes tantes et oncles*** spécialement à ROZA pour son encouragement et sa confiance

*A toute ma famille et tout mes proches qui mon soutenue durant ce travail*

***À tous mes amis,***

*Qui, de près ou de loin, m'ont soutenue jusqu'à maintenant*

## Résumé

L'examen échographique chez la vache pour un diagnostic de gestation, nécessite une grande connaissance de l'opérateur en ce qui concerne l'anatomie et la topographie de l'appareil génital ainsi que les différents stades de gestation.

Des diagnostics de gravidité ont été réalisés chez 6 vaches de races montbéliarde à différents stades de gestation à l'aide d'un échographe portable muni d'une sonde sectorielle de 5 Mhz à 11cm de pénétrance. Dont l'objectif principal est d'arriver à détecter précocement chez la vache des gestations entre le 25<sup>ème</sup> et 29<sup>ème</sup> jour.

Les images échographiques obtenues entre le 25<sup>ème</sup> et 29<sup>ème</sup> jour de gestation montrent que la visualisation de la vésicule embryonnaire est possible à ce stade de gestation. Cependant, des examens échographiques plus tardifs (entre 35 et 40 jours) sont nécessaires pour confirmer une gestation.

L'échographie transrectale s'est révélée être un moyen d'examen complémentaire de choix, indispensable pour le suivi gynécologique dans l'espèce bovine. C'est un outil de suivi global du troupeau de par sa précocité et sa fiabilité dans le diagnostic de gestation.

Mots clé : échographie transrectale, bovin, gestation, diagnostic précoce.

## ملخص

الفحص بالتصوير فوق الصوتي لتشخيص الحمل عند البقر يتطلب معرفة واسعة فيما يتعلق بالتشريح و موضع الاعضاء التناسلية ومراحل مختلفة من الحمل.

المرحلة التجريبية لتشخيص الحمل تحققت عند 6 أبقار مونبيليار في مراحل مختلفة من الحمل بالموجات فوق الصوتية مع نظام نقال مجهزه للبحث في قطاع 5 ميغاهرتز في عمق 11 سم. ويتمثل الهدف الرئيسي في الوصول لاكتشاف المبكر للحالات الحمل البقر بين 25 و 29 يوم بعد الحمل.

وقد تم الحصول على صور بالموجات فوق الصوتية بين الخامسة والعشرين والتاسعة والعشرين يوما من الحمل وتبين أن ظهور الجنينية ممكن في هذه المرحلة من الحمل. غير أن هناك حاجة لفحوص بالموجات فوق الصوتية في وقت لاحق (ما بين 35 و 40 يوما) للتأكد من الحمل.

وقد ثبت أن الموجات فوق الصوتية تكون وسيلة لإجراء عملية من الدراسات فيما يخص تتبع مراحل الحمل عند الأبقار.

الكلمات الرئيسية: التصوير فوق الصوتي، البقرة الحامل، والتشخيص المبكر للحمل

## **Abstract**

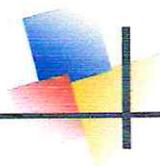
The ultrasound examination at the cow for a diagnosis of gestation, requires extensive knowledge of the operator regarding the anatomy and topography of the genital tract and the various stages of gestation.

The diagnoses of pregnancy were achieved in 6 races Montbeliard cows at various stages of gestation with a portable ultrasound system equipped with a probe Sector 5 Mhz to 11cm of penetrance. Of the main objective is to come in at the early detection of cow pregnancies between 25 th and 29 th day.

The ultrasound images obtained between 25th and 29th days of gestation show that the display of the embryonic sac is possible at this stage of gestation. However, ultrasound examinations later (between 35 and 40 days) are needed to confirm a pregnancy.

The transrectal ultrasound proved to be a means of further examination of choice, essential for monitoring gynecological in the bovine species. It is a tool for monitoring overall herd share its earliness and its reliability in diagnosing gestation.

Keywords: transrectal ultrasonographie, bovin pregnancy, early diagnosis.



## CHAPITRE II : PHYSIOLOGIE DU DEVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE

<b>Introduction</b> .....	15
<b>1- La fécondation</b> .....	15
1-1. Pénétration du cumulus oophorus.....	15
1-2. Interactions du spermatozoïde et de la zone pellucide.....	16
1-3. La pénétration de la zone pellucide.....	16
1-4. Fusion des gamètes.....	17
<b>2- Développement embryonnaire précoce et nidation</b> .....	17
2-1 la vie libre de l'œuf.....	17
2-2 la vie fixée de l'œuf.....	17
a. Migration de l'embryon.....	19
b. implantation .....	19
3- Le fœtus et ces enveloppes.....	20

## CHAPITRE III : DIAGNOSTIC PRECOCE DE GESTATION

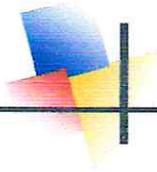
<b>Introduction</b> .....	22
<b>I- Les différentes méthodes de diagnostic de gestation chez les bovins</b> .....	23
Introduction.....	23
<b>1-Les méthodes traditionnelles</b> .....	23
A- Non retour on chaleur .....	23
B. Palpation transrectale.....	23
<b>2-Les méthodes nouvelles</b> .....	24
A. Les dosages d'hormones et de protéines.....	24
A-1La progestérone .....	24
A-2La PSPB ( Pregnancy specific protein B ) .....	24
B. Echographie.....	24
B-1 Choix d'un échographe.....	24
1- Principes de l'échographie .....	25
2- Contraintes techniques.....	25
2.1- Choix de la sonde .....	25
2.1.1- Différents types de sondes .....	25
2.1.2- Propriétés des sondes linéaires .....	26
2.1.2- Propriétés des sondes sectorielles .....	26
2.1.3- Choix de la fréquences des ultrasons .....	27
B-2 Examen échographique chez les bovins.....	27
1- Choix du local d'examen.....	27
2- Contention des animaux .....	27
3- Examen transrectal préalable .....	27
4-Manipulation de la sonde.....	28
B-3 Les utilisations de l'échographie en gynécologie bovine .....	28
1- Examen échographique de l'utérus non gravide .....	28
1.1- Cas physiologique .....	28
1.2- Cas pathologique .....	29
2- Examen échographique des ovaires .....	30
2.1- Echographie des follicules .....	31
2.2- Echographie du corps jaune .....	31



2.3- Echographie des kystes ovariens .....	32
a -kyste folliculaire.....	32
b -kyste lutéal .....	32
3- Examen échographique de l'utérus gravide.....	33
3-1-Diagnostic de gestation précoce .....	33
3 -1-1- Images de gestation précoce .....	33
3-1-2-L'application pratique au diagnostic de gestation.....	34
3-2 Détermination de l'âge de l'embryon et du foetus .....	36
3-2-1- Identification des enveloppes foetales .....	36
3-2-2- Identification des structures anatomiques du conceptus. ....	39
3-3- sexage du foetus .....	40

## ***Partie expérimentale :***

<b>I-INTRODUCTION.....</b>	<b>43</b>
<b>II-OBJECTIFS.....</b>	<b>43</b>
<b>III-LIEU ET PERIODE DE L'EXPERIMENTATION.....</b>	<b>43</b>
<b>IV- MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>43</b>
<i>A- Matériel .....</i>	<i>43</i>
1- <i>Animaux .....</i>	<i>43</i>
2- <i>Appareil .....</i>	<i>44</i>
<i>B- Méthodes.....</i>	<i>44</i>
1- <i>Identification des animaux .....</i>	<i>44</i>
2- <i>Examen échographique.....</i>	<i>45</i>
<b>V- LES RESULTATS .....</b>	<b>46</b>
1- <i>Examen échographique d'une vache vide .....</i>	<i>46</i>
2- <i>Examen échographique des vaches gestantes.....</i>	<i>47</i>
2-1- <i>Interprétation des images échographiques .....</i>	<i>48</i>
1- 1- <i>Entre 25 et 29 jours de gestation .....</i>	<i>48</i>
1- 2- <i>Entre 35 et 40 jours de gestation.....</i>	<i>50</i>
1-3- <i>Entre 45 et 60 jours de gestation .....</i>	<i>52</i>
<b>VI-DISCUSSION.....</b>	<b>54</b>
<b>VI-CONCLUSION.....</b>	<b>56</b>
<b>REFERENCES.....</b>	<b>59</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>63</b>



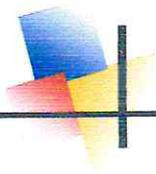
<i>Figure n°31 : Echographie d'un embryon de 35 jours. ....</i>	<i>38</i>
<i>Figure n°32 : Echographie d'un utérus de vache à 50 jours de gestation. ....</i>	<i>38</i>
<i>Figure n° 33 : Echographie d'un utérus de vache à 65 jours de gestation. ....</i>	<i>38</i>
<i>Figure n°34 : Echographie d'un utérus de vache à 85 jours de gestation.....</i>	<i>39</i>
<i>Figure n°35 : Echographie de sexage (en bain d'eau, coupe horizontale) du fœtus mâle .....</i>	<i>41</i>
<i>Figure n°36 : Echographie (en bain d'eau, coupe horizontale) des mamelles du foetus femelle de 110 jour.....</i>	<i>41</i>
<i>Figure n°37 : Image échographique d'une matrice en cour d'involution utérine 20 jour après mise bas.....</i>	<i>46</i>
<i>Figure n°38 : Ovaire d'une vache non gravide avec des follicules de diamètres différents. ....</i>	<i>46</i>
<i>Figure n° 39 : Echographie d'un utérus au 27<sup>ème</sup> jour de gestation (Vache n°1).....</i>	<i>48</i>
<i>Figure n°42 : Echographie d'un utérus au 25<sup>ème</sup> jours de gestation (Vache n°2).....</i>	<i>48</i>
<i>Figure n° 45 : Echographie d'un utérus à 29<sup>ème</sup> jours de gestation (Vache n°3).....</i>	<i>49</i>
<i>Figure n° 48 : Echographie d'un utérus au 28ème jours de gestation (Vache n°4) ....</i>	<i>49</i>
<i>Figure n° 54: Echographie d'un utérus au 27<sup>ème</sup> jours de gestation (Vache n°6) .....</i>	<i>50</i>
<i>Figure n° 40 : Echographie d'un utérus à 36jours de gestation (Vache n°1) .....</i>	<i>50</i>
<i>Figure n° 55: Echographie d'un utérus au 39<sup>ème</sup> jours de gestation (Vache n°06) .....</i>	<i>51</i>
<i>Figure n° 46 : Echographie d'un utérus au 37<sup>ème</sup> jours de gestation (Vache n°3) .....</i>	<i>51</i>
<i>Figure n° 41: Echographie d'un utérus à 48jours de gestation (Vache n°01) .....</i>	<i>52</i>
<i>Figure n° 47 : Echographie d'un utérus à 50jours de gestation (Vache n°03) .....</i>	<i>52</i>
<i>Figure n°57 : Echographie d'un utérus à 52jours de gestation (Vache n°6) .....</i>	<i>53</i>
<i>Figure n°53 : Echographie d'un utérus à 60jours de gestation (Vache n°5) .....</i>	<i>53</i>

### Liste des tableaux :

<i>Tableau 1:Résultats comparés des résultats des diagnostics de gestation par échographie avant 35 jours.....</i>	<i>35</i>
<i>Tableau 2:Résultats comparés des résultats des diagnostics de gestation par échographie après 35 jours. ....</i>	<i>36</i>
<i>Tableau 3 : Dates d'apparition des structures embryonnaires, foetales ou utérines lors de l'examen échographique chez la vache .....</i>	<i>39</i>
<i>Tableau 4 : Relation entre la longueur de l'embryon et son âge.....</i>	<i>40</i>
<i>Tableau 5 : Caractéristique des vaches l'expérimentation.....</i>	<i>44</i>
<i>Tableau 6 Images échographiques obtenues.....</i>	<i>47</i>
<i>Tableau 7 : chronologie du développement du conceptus bovin.....</i>	<i>63</i>

### Liste des photos

<i>Photo n°1: Echographe portatif de marque AGROSCAN A14.....</i>	<i>44</i>
<i>Photo n°2 : Contention de la vache. ....</i>	<i>45</i>
<i>Photo n°3 : (a) vidange du rectum (b) introduction de la sonde.....</i>	<i>45</i>



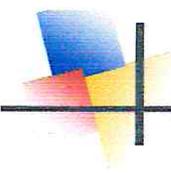
## *Table des matières*

<i>Résumé Français</i> .....	<i>I</i>
<i>Résumé Arabe</i> .....	<i>II</i>
<i>Résumé Anglais</i> .....	<i>III</i>
<i>Table des matières</i> .....	<i>IV</i>
<i>Tables des illustrations</i> .....	<i>VII</i>
<i>Introduction générale</i> .....	<i>X</i>

### *Partie bibliographique :*

#### **CHAPITRE I : RAPPELS ANATOMOPHYSIOLOGIQUE**

<b>I- Rappels anatomique de l'appareil génital de la vache</b> .....	<b>02</b>
<i>A- Description de l'appareil génital de la vache</i> .....	<b>02</b>
1. Les deux ovaires.....	<b>02</b>
1-1 Conformation.....	<b>03</b>
1-2 Topographie et moyens de fixation.....	<b>03</b>
2. Les voies génitales.....	<b>04</b>
2-1 Les trompes utérines ou oviductes.....	<b>05</b>
2-1-1 Conformation.....	<b>05</b>
2-2 L'utérus.....	<b>05</b>
2-2-1 Conformation.....	<b>05</b>
2-2-2 Topographie.....	<b>06</b>
2-3 Le vagin.....	<b>06</b>
2-3-1 Conformation .....	<b>06</b>
2-3-2 Topographie .....	<b>06</b>
2-4 La vulve, Sinus uro-génital.....	<b>06</b>
<b>II- Rappels sur la physiologie sexuelle de la vache</b> .....	<b>07</b>
<i>A- Le cycle sexuel de la vache</i> .....	<b>07</b>
<i>A-1. Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache</i> .....	<b>07</b>
1) Ovogenèse .....	<b>07</b>
2) Folliculogenèse.....	<b>08</b>
<i>A-2 Régulation hormonale du cycle sexuel chez la vache</i> .....	<b>10</b>
A-2 -1) Régulation de la sécrétion de la GnRH.....	<b>10</b>
A-2 -2) Régulation de la croissance folliculaire.....	<b>11</b>
a) Croissance folliculaire pré-antrale.....	<b>11</b>
b) Recrutement.....	<b>12</b>
d) Dominance.....	<b>12</b>
c) Sélection.....	<b>12</b>



## Introduction générale

Le diagnostic de gestation marque une étape clé dans la vie d'une vache, il permet notamment d'adapter l'alimentation et les soins prodigués à la vache gestante. 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 hormonaux; En ce qui concerne les méthodes cliniques, peuvent être citées la palpation manuelle de l'utérus qui est un examen tardif, et l'échographie, aussi appelée ultrasonographie qui fera le sujet de notre étude.

L'échographie, c'est une méthode rapide et fiable la plus utilisée jusqu'à présent. Elle permet un examen de l'appareil génital en vue de la détermination des état physiologique ou pathologique de cette dernière en plus d'un examen précoce de gestation, selon Boyd *et al.*, (1988) la vésicule embryonnaire bovine peut être détectée avec une sonde de 7,5 MHz dès le neuvième jour de gestation et dès le douzième jour avec une sonde de 5 MHz. Elle se présente alors sous la forme d'une zone anéchogène de 2 mm de hauteur et de 7 à 12 mm de longueur.

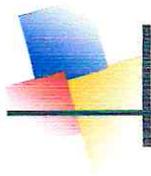
Cependant, l'échographie à ce stade de gestation ne présente pas une exactitude suffisante pour confirmer la gestation. Car selon Kastelic *et al.* (1991) des zones circulaires anéchogènes peuvent être mises en évidence 10 et 14 jours après l'insémination aussi bien chez les animaux gravides que non gravides.

En effet, au moment de la régression lutéale chez les vaches non gravides, des vésicules anéchogènes de forme allongée, correspondant à l'accumulation de liquides utérins, apparaissent, donnant des images équivalentes à celles observées lors de l'élongation du blastocyste au cours de la gestation. Tant dis que vers le 35<sup>ème</sup> jour post insémination l'exactitude globale de cet examen est de 100% chez la vache (Hansen et Delsaux, 1987)

Dans cette optique nous avons essayé par le présent travail de détecter précocement des gestations entre le 25<sup>ème</sup> et 29<sup>ème</sup> jour post insémination.



CHAPITRE I  
RAPPELS  
ANATOMOPHYSIOLOGIQUES

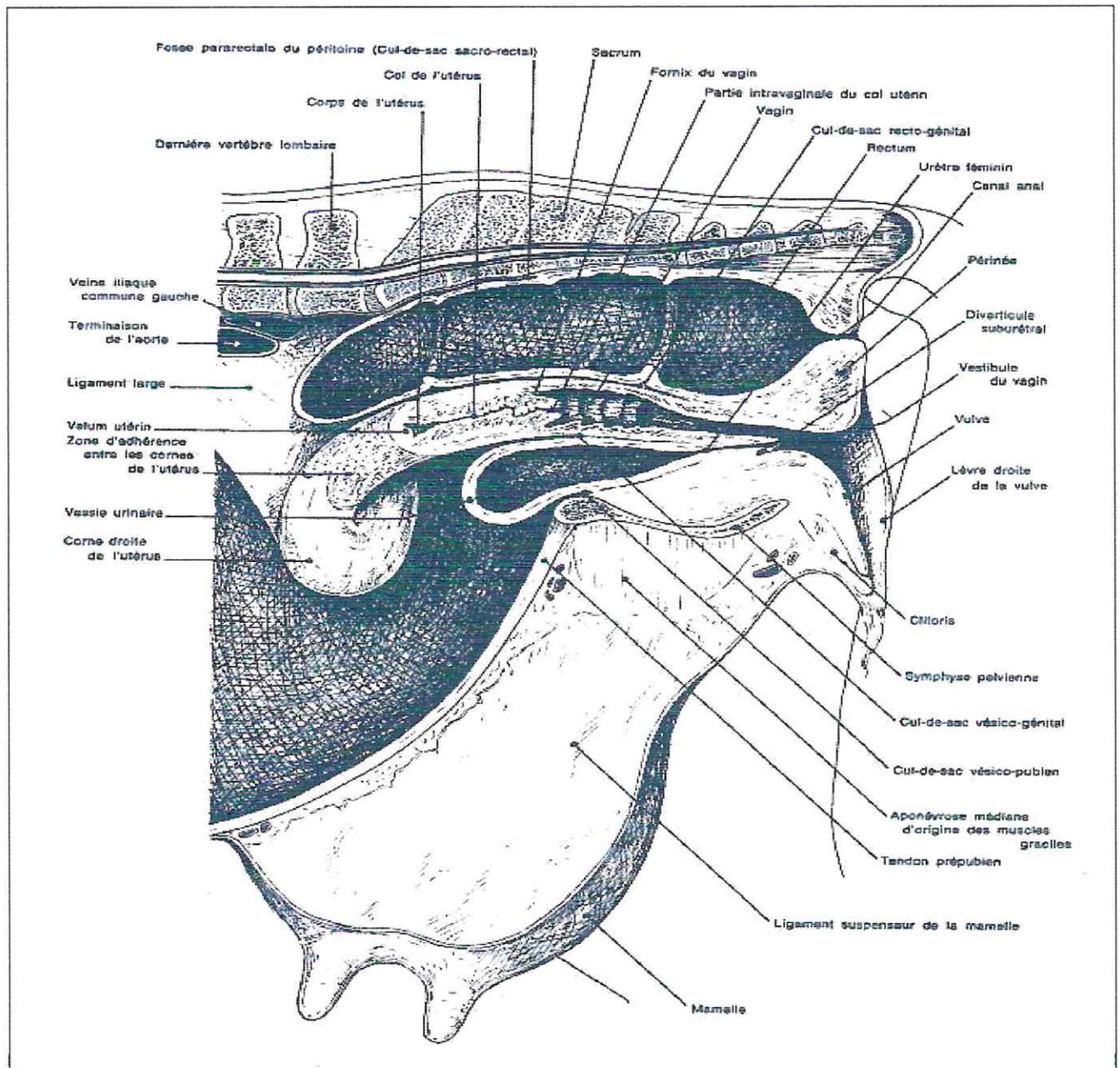


## I- Rappels anatomiques de l'appareil génital femelle de la vache :

### A- Description de l'appareil génital de la vache :

Exception faite de l'orifice d'entrée ou vulve, les organes génitaux de la femelle sont en position intra-pelvienne (figure n° 1). Cet appareil génital n'est pas seulement limité à l'élaboration des gamètes et des hormones sexuelles, mais il est le siège de la fécondation et il assure la gestation ainsi que la parturition (Amiot, 2004).

Il comprend les ovaires, la trompe utérine, l'utérus et son col, le vagin et la vulve.



**Figure n° 1 :** Appareil génital et organes pelviens d'une vache (Vue latérale gauche des organes disséqués en place) (Barone, 1990).



## 1. Les deux ovaires :

Les ovaires sont les glandes génitales de la femelle. Ce sont des organes pairs, appendus dans la cavité abdominale à la région lombaire et doués d'une double fonction. Ils possèdent une fonction gamétogène exocrine, assurant l'ovogenèse, ainsi qu'une fonction endocrine, commandant (sous le contrôle de l'hypophyse) toute l'activité génitale (Barone, 1990).

### 1-1-Conformation :

Chez la vache, les ovaires sont petits, ovoïdes, en forme d'haricot, de taille variable selon l'âge et le stade du cycle oestral (3 à 5 cm de long, 2 à 3 cm de large, et 1 à 2 cm d'épaisseur). De consistance ferme, leur forme est irrégulièrement bosselée par les structures de l'organe, tels que les follicules à divers degrés de développement et les corps jaunes (Amiot, 2004).

La coupe de l'ovaire permet de distinguer une zone vasculaire centrale (*medulla*) et une zone parenchymateuse périphérique épaisse (*cortex*) qui contient les organites ovariens (follicules et formations dérivées) (Barone, 1990).

### 1-2-Topographie et moyens de fixité :

L'ovaire se trouve placé sur le côté du détroit crânial du bassin, non loin de la partie acétabulaire de l'os coxal, un peu plus dorsalement chez les jeunes que chez les femelles multipares. Chaque ovaire, placé en regard de la jonction des cornes, est à l'aplomb de la deuxième vertèbre sacrale, à 40 centimètres environ de l'anus. Il est situé dans l'axe de l'enroulement des cornes utérines. L'ovaire droit est en rapport avec l'apex du cæcum et l'intestin grêle, et le gauche avec le cul-de-sac caudal du rumen (Barone, 1990) (cf figure n° 2).

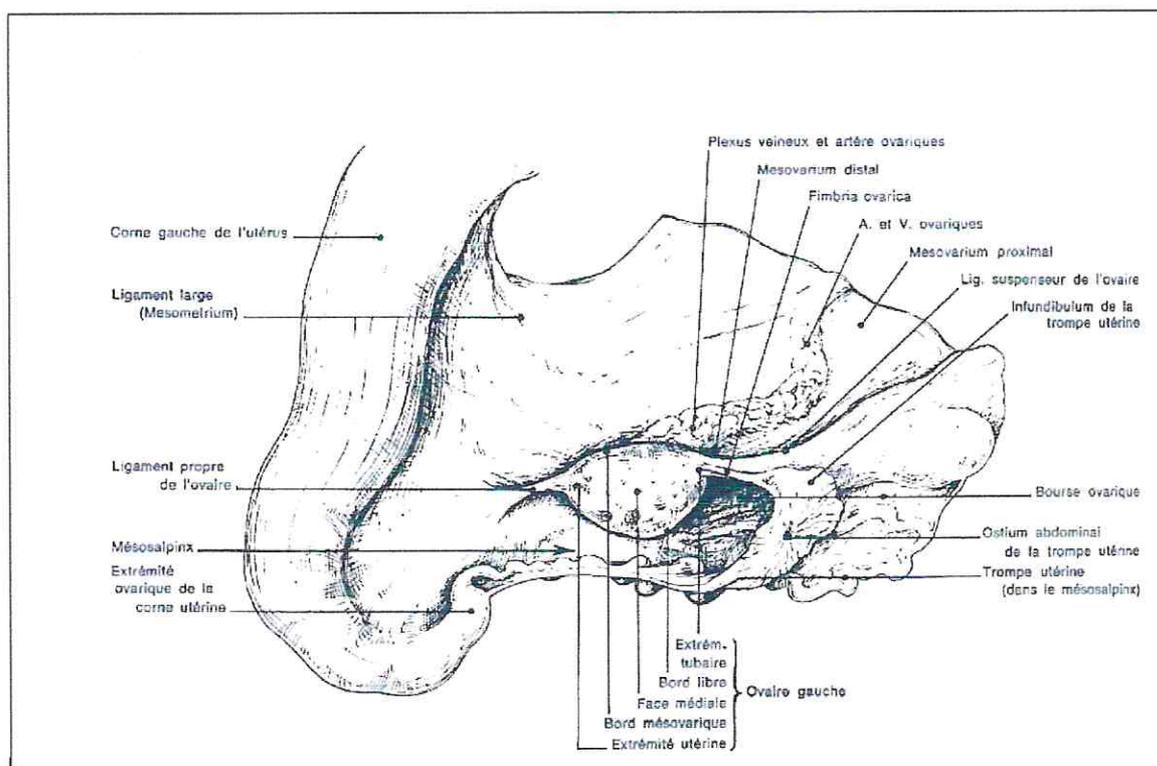
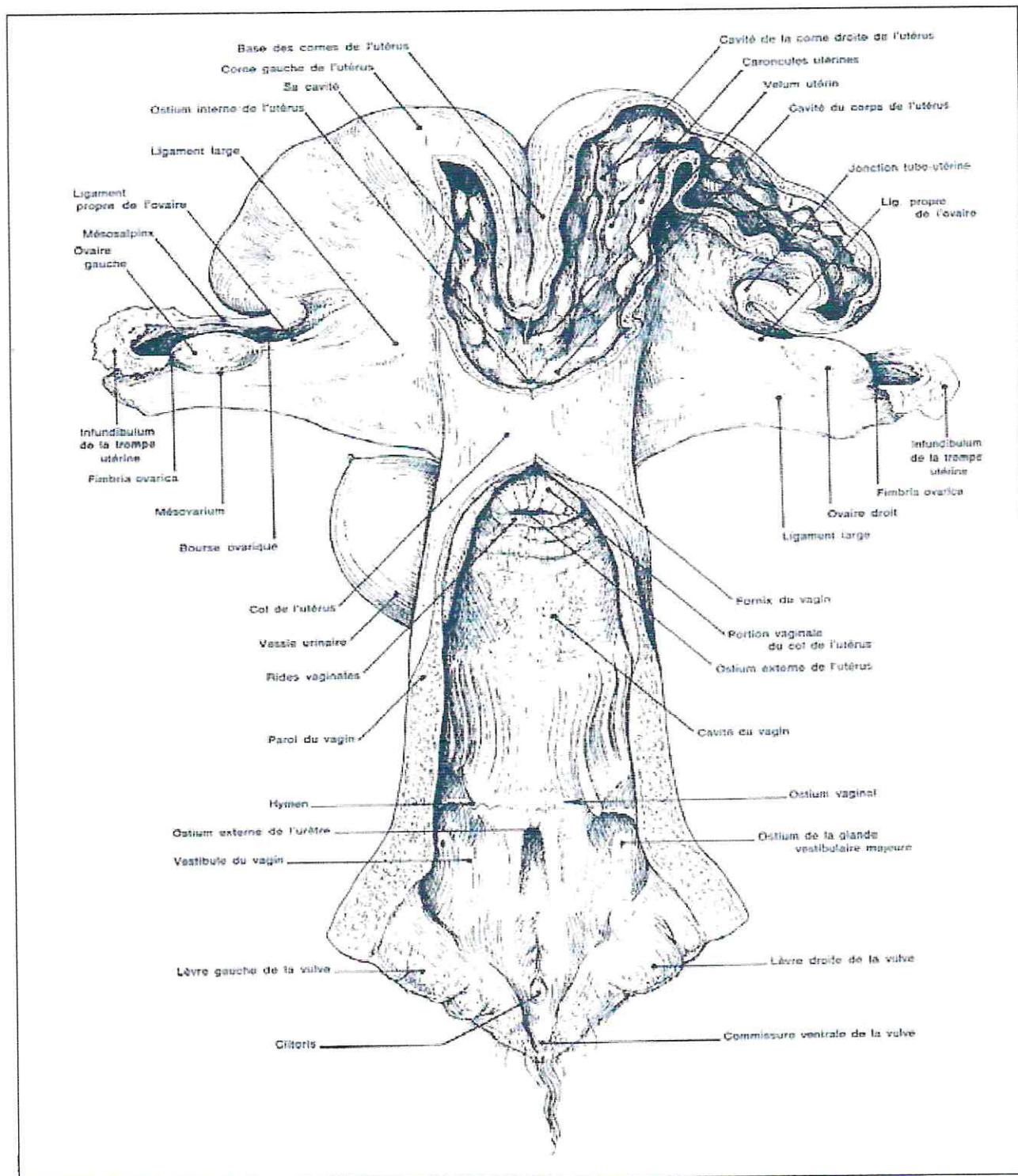


Figure n° 2 : Ovaire et trompe utérine gauches de la vache (vue latérale gauche ; l'ovaire et ses annexes sont rabattus ventro-caudalement) (Barone, 1990).



## 2. Les voies génitales :

Le tractus génital comporte trois niveaux qui interviennent à des titres divers dans la physiologie de la reproduction : les oviductes, l'utérus et le vagin. (cf figure n° 3)



**Figure n° 3 :** Conformation intérieure de l'appareil génital d'une vache (vue dorsale après ouverture et étalement de l'utérus et du sinus uro-génital ; vache nullipare) (Barone, 1990).



## **2-1- Les trompes utérines ou oviductes :**

Les oviductes assurent un triple rôle : captation de l'ovule au moment de l'ovulation, transport de l'ovule ou de l'oeuf vers l'utérus et modification des spermatozoïdes (capacitation) pour être aptes à fertiliser (Amiot, 2004).

### **2-1-1- Conformation :**

Les trompes utérines sont deux conduits tubulaires sinueux (20 à 30 cm de long) qui relient les ovaires au sommet de la corne utérine (Amiot, 2004). Ils sont fixés par un mésosalpinx ample et mobile (Barone, 1990).

Les trompes se divisent en plusieurs parties : le pavillon ou infundibulum, l'ampoule et l'isthme. Le pavillon est étroit, mobile, frangé et s'ouvre en ostium abdominal au niveau de l'ovaire. L'ampoule est la portion la plus longue et possède une muqueuse de type cilié avec de nombreux replis qui, avec la musculature, va assurer la progression de l'ovule vers l'utérus. Enfin, l'isthme est la partie terminale, étroite, qui s'ouvre dans la cavité utérine (Amiot, 2004).

La jonction tubo-utérine ne montre pas de démarcation nette. Une brusque inflexion de l'ensemble marque la limite approximative des deux organes, au niveau de laquelle la lumière tubaire s'élargit de façon progressive pour se continuer par celle de l'utérus (Barone, 1990).

## **2-2- L'utérus :**

L'utérus, appelé communément "matrice" est l'organe de la gestation : implantation de l'oeuf, développement embryonnaire et parturition. Le poids et la consistance de l'utérus varient énormément en fonction du cycle sexuel et surtout au moment de la gestation (Amiot, 2004)

### **2-2-1 Conformation :**

Sa conformation extérieure permet de distinguer deux cornes utérines, un corps et un col ou cervix, barrière entre l'utérus et le vagin.

Les cornes utérines mesurent 35 à 45 cm sur leur grande longueur avec un diamètre allant de 0,5 cm côté trompe à 4 cm à leur terminaison côté col utérin. Elles sont enroulées sur elles même et sont légèrement incurvées en spirales (figures n° 3). Leur bord libre est fortement convexe et leur bord mésométrial occupe la concavité de la spirale, devenant ainsi latéral au voisinage du corps. L'apex de chaque corne se définit par une partie très divergente, latérale et présentant comme seule démarcation avec la trompe correspondante une inflexion en « S » très serrée. Les cornes sont accolées sur environ 10 cm à leur base, maintenues par une séreuse commune et unies par deux ligaments intercornuaux, l'un ventral plus étendu, l'autre dorsal (Barone, 1990).

Cette union débouche sur un corps de 3 à 5 cm de long, peu distinct des parties accolées. L'ensemble est aplati dorso-ventralement. Les faces dorsale et ventrale de l'utérus présentent une dépression médiane indiquant la zone d'accolement des deux cornes (Barone, 1990).

Enfin, le col de l'utérus est peu discernable extérieurement et est isolé du corps par un léger rétrécissement. Il mesure environ 10 cm de long et 4 à 5 cm de diamètre chez le sujet adulte, l'épaisseur variant de 2 à 2,5 cm. Sa consistance est relativement dure, ce qui le rend facilement palpable par voie transrectale (Barone, 1990).



### **2-2-2 Topographie :**

Chez la génisse, l'utérus occupe une position entièrement pelvienne puis s'avance au fil des gestations (Barone, 1990). Seule la portion intra-vaginale du col s'engage faiblement dans la cavité pelvienne, au dessus du pubis (Pavaux, 1981).

En raison de la disposition spirale de ses cornes, l'utérus s'y avance très peu et n'atteint même pas un plan transversal passant par les angles des hanches (cf. figure n° 3). Il est facilement explorable par voie transrectale, sans même que l'avant-bras soit engagé entièrement. Ses cornes s'appliquent contre le cul-de-sac dorsal du rumen et coiffent plus ou moins la partie

crâniale de la vessie. Elles sont aussi en contact avec des circonvolutions jéjunales et parfois l'apex du cæcum (Barone, 1990).

### **2-3- Le vagin :**

#### **2-3-1-Conformation :**

Le vagin, qui s'étend du col de l'utérus à la vulve, est un conduit cylindroïde de trente centimètres de long, aplati dorso-ventralement. C'est, avec la vulve, l'organe copulateur de la femelle et il livre passage au fœtus lors de la mise bas. Sa cavité est virtuelle à l'état de repos mais lors de la parturition, sa dilatation est telle qu'il occupe tout l'espace libre de la filière pelvienne, le rectum et la vessie étant préalablement vidée (Barone, 1990).

#### **2-3-2 Topographie :**

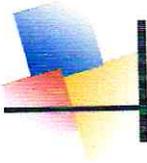
La plus grande partie du vagin est logée dans le conjonctif rétropéritonéal du bassin, par l'intermédiaire duquel s'établissent ses rapports. Sa face dorsale répond au rectum par l'intermédiaire du mince fascia recto-vaginal. La face ventrale du vagin est en contact avec la vessie et l'urètre. Le péritoine tapisse le quart crânial de l'organe avec des culs-de-sac péritonéaux placés pratiquement sur une même verticale (Barone, 1990).

#### **2-4-la vulve, Sinus uro-génital :**

Le tractus génital se termine par le vestibule du vagin et la vulve qui constituent le sinus uro-génital.

Le vestibule du vagin n'est long que de 8 à 10 cm. Cette brièveté relative et son inclinaison ventro-caudale entre les os ischiens le rendent aisément explorable. (Barone, 1990).

C'est le lieu où débouche l'urètre par le méat urinaire, ainsi que les canaux excréteurs des glandes de Bartholin, sécrétant un liquide lubrifiant plus abondant au moment de l'oestrus (Soltner, 2001)



## II- Rappels sur la physiologie sexuelle de la vache :

### A- Le cycle sexuel de la vache :

Chez tous les mammifères et donc chez les bovins, l'appareil génital femelle présente, au cours et pendant toute la période d'activité génitale, des modifications morphologiques et physiologiques, se produisant toujours dans le même ordre et revenant à intervalles périodiques, suivant un rythme bien défini pour chaque espèce. Ces modifications sont appelées cycle sexuel ou cycle oestral. Il commence à la puberté, se poursuit tout au long de la vie génitale et ne s'interrompt que par la gestation. Les modifications dépendent de l'activité cyclique de l'ovaire régulée par ses propres sécrétions hormonales, elles mêmes sous dépendance étroite des hormones gonadotropes hypothalamo-hypophysaires. Le cycle comprend quatre phases qui sont (Tavernier,1954) :

- **le pro-oestrus** correspond au développement sur l'ovaire d'un ou de plusieurs follicules, et a la sécrétions croissante d'oestrogènes (surtout l'oestradiol) le pro-oestrus dure en moyenne 3jours (Soltner,2001)
- **l'oestrus** où l'on assiste à la migration de l'ovule dans l'utérus, au développement du corps jaune et à sa sécrétion de progestérone (Tavernier,1954)
- **le post-oestrus** comprenant l'évolution du corps jaune et la sécrétion de progestérone pour inhiber les contractions de l'utérus gravide en cas de gestation. (Tavernier,1954)
- **le di-oestrus** voit la régression du corps jaune faute de gestation. Et la chute de sécrétion de la progestérone, il dure lui aussi environ 8jours (Soltner,2001).

### A-1- Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache :

La vache est une espèce polyoestrienne de type continu avec une durée moyenne de cycle de 21/22 jours chez la femelle multipare et de 20 jours chez la génisse. L'activité sexuelle débute à la puberté, quand l'animal a atteint 50 à 60 % de son poids adulte, puis elle est marquée par cette activité cyclique, caractérisée par l'apparition périodique de l'oestrus. La presque totalité des génisses laitières sont cyclées à 15 mois (Mialot et al, 2001).

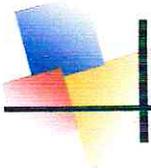
L'oestrus ou chaleur est la période d'acceptation du mâle et de la saillie. C'est la période de maturité folliculaire au niveau de l'ovaire, suivie de l'ovulation. Cet oestrus dure de 6 à 30 heures, et se caractérise par des manifestations extérieures : excitation, inquiétude, beuglements, recherche de chevauchement de ses compagnes, acceptation passive du chevauchement et écoulement de mucus.

L'ovulation a lieu 6 à 14 h après la fin de l'oestrus et est suivie par la formation du corps jaune et l'installation d'un état prégravidique de l'utérus, correspondant à la période d'installation de la fonction lutéale (Derivaux et al, 1986).

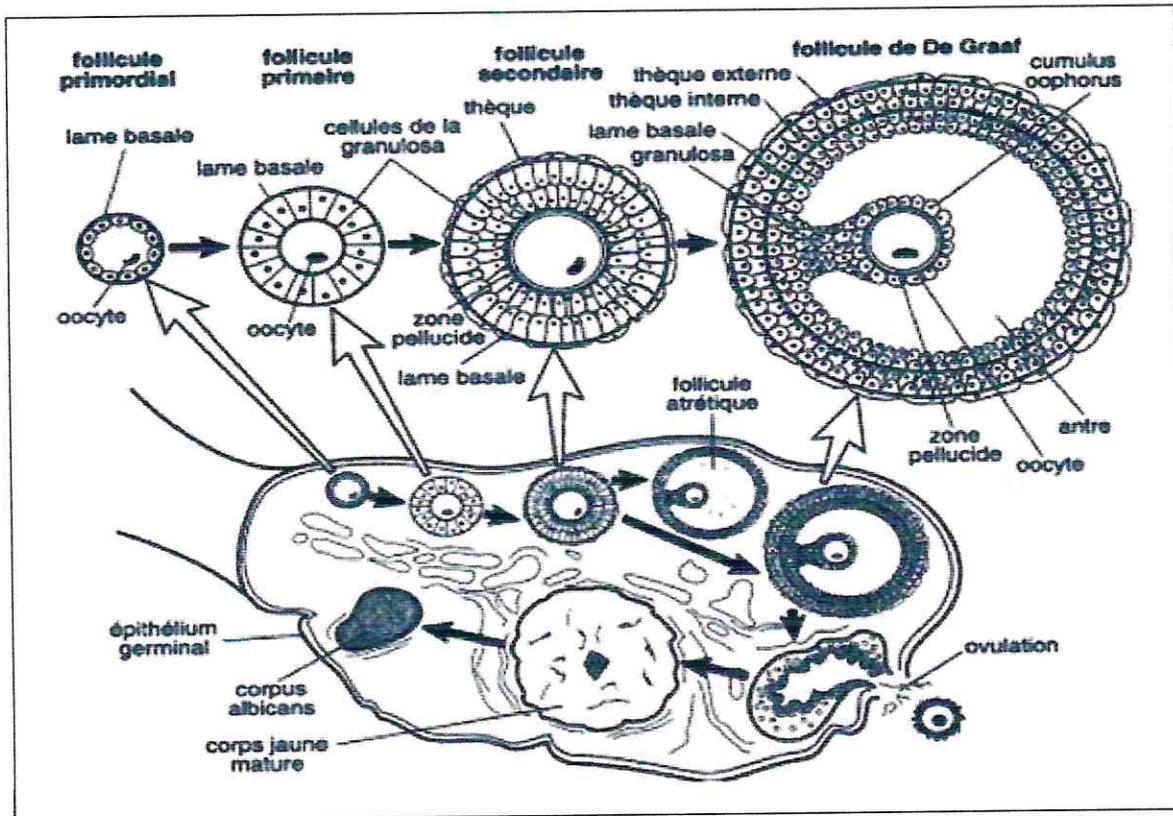
### a- Ovogenèse :

L'ovogenèse, débutée lors du développement embryonnaire, s'est arrêtée à la prophase méiotique, laissant les ovocytes I entourés de cellules folliculeuses.

Le nombre de ces follicules primordiaux, 235 000 à la naissance chez la vache (Mialot *et al*, 2001), diminuera avec l'âge par dégénérescence. Au cours de la succession des cycles, certains ovocytes iront jusqu'à la maturation et la ponte ovulaire, tandis que la majorité dégénèrera dans les follicules atrésiques.



Seulement quelques centaines d'ovocytes primordiaux achèveront ainsi la première division de la méiose pour évoluer en ovocyte II avec émission du premier globule polaire, suivie de la seconde division méiotique. C'est au stade métaphase de cette division qu'a lieu l'ovulation, et la maturation finale se déroulera lors de la fécondation, avec émission du second globule polaire (cf figure n° 4).



**Figure n°4:** Représentation schématique d'un ovaire contenant les différents stades de croissance (folliculogénèse) et de régression par lesquels passent les follicules ovariens. (Guénard et al, 1996). Les flèches noires sur la figure marquent le passage des différents stades folliculaires.

### b- Folliculogénèse :

Une coupe d'ovaire de vache adulte permet de visualiser les follicules ovariens, présents depuis leur stade initial, ou follicule primordial, jusqu'au stade de follicule mûr ou dominant, libérant l'ovocyte (cf Figure n°4)

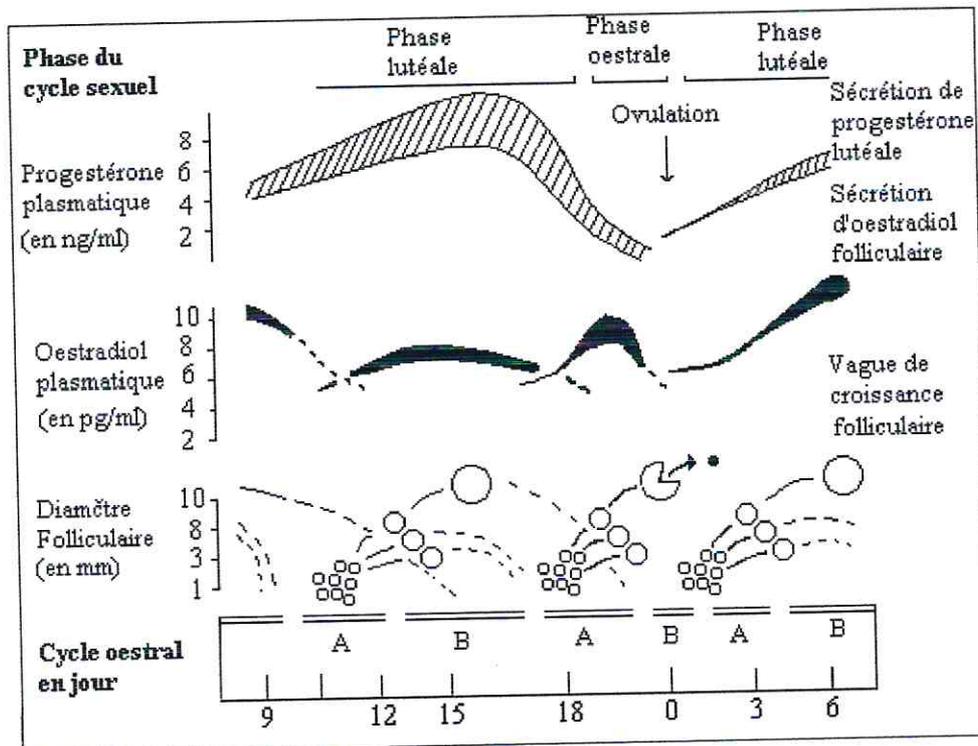
Les follicules sont des formations sphériques situées en périphérie des ovaires contenant les ovocytes. Ils sont formés de trois couches cellulaires concentriques: la thèque externe, la thèque interne et la granulosa qui délimitent une cavité liquidienne ou antrum. Cette dernière, n'absorbant pas les ultra-sons, pourra être mesurée par échographie.

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



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

La maturation qui s'ensuit, et qui ne concerne que quelques centaines de follicules pour toute la période de la vie génitale, est communément décrite par les concepts de recrutement, sélection et dominance. Elle est sous l'influence des gonadotrophines puis de l'émergence d'un ou de plusieurs follicules ovulatoires. (cf figure n° 5)



**Figure n°5 :** Vagues de croissance folliculaire durant le cycle œstral de la vache A : Phase de sélection B : Phase de dominance (Fieni et al. 1995).

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



Avant la phase de recrutement, le développement folliculaire est très lent puisque le stade précavitaire n'est atteint qu'après 200 jours (Ennuyer, 2000 ; Fieni *et al.*, 1995). Au cours de cette période, l'ovocyte passe de 20 à 120  $\mu\text{m}$  et s'entoure de la membrane pellucide. Les follicules dont la taille est supérieure à 5 mm sont recrutables, c'est-à-dire qu'ils sont sensibles aux gonadotrophines.

Après recrutement, la croissance folliculaire est extrêmement rapide (environ 1,5 mm/jour), essentiellement par gonflement de l'antrum. Le moment de la sélection est difficile à déterminer chez la vache en raison de l'existence de vagues folliculaires qui entraînent la juxtaposition de phénomènes de régression et de recrutement. Chaque vague de croissance dure chez la vache une dizaine de jours (2 vagues par cycles) ou environ 6 jours (3 vagues par cycle).

Plus précisément, les vagues débutent à J2, J8 et J14 pour des cycles à 3 vagues (J0 correspondant à l'ovulation) : c'est le cas le plus fréquent chez les génisses. Elles apparaissent à J2 et J11 pour des cycles à 2 vagues, essentiellement chez les vaches adultes (Ennuyer, 2000).

### **A-2 Régulation hormonale du cycle sexuel chez la vache :**

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

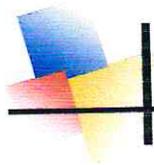
Les gonadotrophines hypophysaires, FSH et LH, stimulent la croissance du follicule dominant, jusqu'au stade pré-ovulatoire, et son activité sécrétoire, libérant des quantités croissantes d'oestradiol. En 2 à 3 jours, la forte augmentation d'oestradiol plasmatique (à l'origine du comportement de chaleurs) entraîne une décharge importante de FSH et de LH, provoquant l'ovulation.

Le corps jaune néoformé se développe sous l'influence trophique de la LH et de la prolactine, d'origine hypophysaire. Il sécrète à la fois de la progestérone et de l'oestradiol, à l'origine d'un rétrocontrôle négatif marqué sur l'axe hypothalamo-hypophysaire, ce qui inhibe une éventuelle sécrétion pré-ovulatoire de gonadotrophines tout en permettant l'émergence d'une nouvelle vague folliculaire. La progestérone provoque le stockage de précurseurs d'acides gras dans l'endomètre.

Après le 10<sup>ème</sup> jour du cycle, à partir de ces précurseurs, l'oestradiol induit la synthèse de prostaglandines utérines  $\text{PGF2}\alpha$ , qui seront ensuite libérées par l'action de l'ocytocine lutéale sur ses récepteurs utérins. Leur effet lutéolytique aura pour conséquence d'un point de vue hormonal la diminution progressive de la progestéronémie (Meredith, 1995).

#### **A-2-1) Régulation de la sécrétion de la GnRH :**

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



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

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

### A-2-2) Régulation de la croissance folliculaire :

Les stades initiaux de la folliculogenèse se produisent indépendamment des gonadotrophines (Webb *et al*, 2003).

En revanche, la FSH et la LH deviennent indispensables au développement des follicules dès le début de la maturation, grâce à une action synergique séquentielle mais aussi parfois simultanée. Ces hormones sont animées d'une sécrétion de base « tonique » à caractère pulsatile de faible fréquence mais aussi à intervalles réguliers, puis, 24 heures avant l'ovulation, d'une décharge importante de courte durée, décharge « cyclique » ou ovulatoire, également pulsatile mais de haute fréquence (cf figure n° 6).

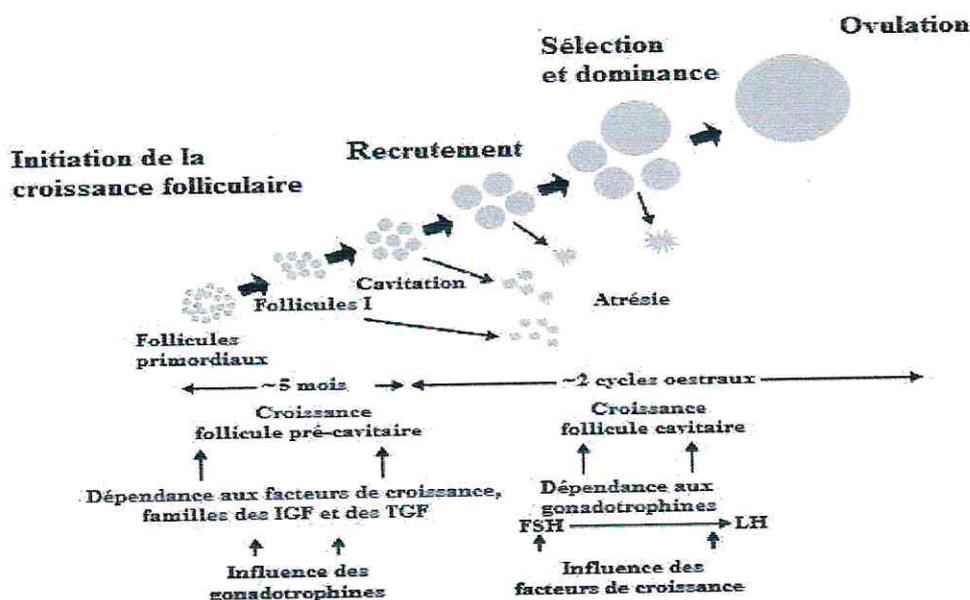
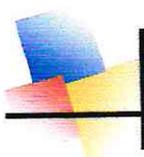


Figure n° 6 : Rôles relatifs des gonadotrophines et des facteurs de croissance au cours du Développement folliculaire (d'après Webb, 1999)

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

La régulation de cette première phase, dite non-gonadodépendante, semble être largement assurée par des facteurs locaux, à l'origine d'interactions entre les cellules de la



granulosa et l'ovocyte : activines et inhibines, protéines BMP (Bone Morphogenetic Proteins), facteurs de croissance, en particulier IGF (Insulin-like Growth Factors), bFGF (basic Fibroblast Growth Factor), EGF (Epidermal Growth Factor) et TGF  $\beta$  (Transforming Growth Factors  $\beta$ ) (Mcnaty *et al.*, 1999; Webb *et al.*, 2004).

**b) Recrutement :**

La formation de l'antrum coïncide avec l'acquisition d'une dépendance du développement folliculaire vis-à-vis des gonadotrophines. Au cours de la maturation folliculaire, les cellules de la granulosa acquièrent des récepteurs spécifiques à la FSH. La sécrétion de la FSH va provoquer à leur niveau deux effets biologiques : d'une part, grâce à l'action conjointe de l'IGF-I, la stimulation de l'aromatisation des androgènes, fournis par les cellules de la thèque, en oestrogènes ; d'autre part, l'apparition de récepteurs à LH sur les membranes cellulaires, toujours en relation avec l'IGF-I.

Les oestrogènes synthétisés grâce à l'action synergique de la FSH et de la LH stimulent la multiplication des cellules de la granulosa, induisant la croissance du follicule et le développement de la cavité antrale remplie de liquide folliculaire (Ennuyer, 2000 ; Fieni *et al.*, 1995). L'IGF-II, produit par les cellules thécales, serait le principal facteur ovarien de croissance folliculaire impliqué dans la régulation de la croissance des follicules cavitaires chez la vache (Webb *et al.*, 1999).

**c) Sélection :**

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

Lorsqu'un follicule dominant a acquis suffisamment de récepteurs à LH pour lui permettre de subsister quand le taux de FSH diminue, il sécrète de grandes quantités d'oestrogènes et continue à croître en raison de l'augmentation de sa propre sensibilité à la FSH et à la LH, et par production de facteurs locaux, notamment des IGF. L'action de l'IGF-I semble régulée par la concentration en ses protéines-ligands, les IGFBP (Insulin-like Growth Factor Binding Proteins) : une diminution de la concentration en IGFBP, entraînant une plus grande biodisponibilité de l'IGF-I, serait déterminante dans le mécanisme d'acquisition de la dominance (Austin *et al.*, 2001 ; Monget *et al.*, 2002). La sécrétion réduite de FSH ne permet plus en revanche la croissance des follicules non sélectionnés (Ennuyer, 2000).

**d) Dominance :**

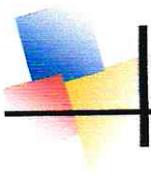
La LH induit la synthèse de progestérone par les cellules de la granulosa. La progestérone a un effet inhibiteur sur la production de 17- $\beta$ -oestradiol : ainsi, sa sécrétion par le follicule dominant maintient les autres follicules dans un état d'immaturité en inhibant l'aromatisation à leur niveau. Les follicules dominants ne seraient pas affectés en raison de concentrations importantes d'oestradiol présentes dans leur liquide folliculaire, tandis que les follicules atrétiques se caractérisent par leur richesse en androgènes.

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



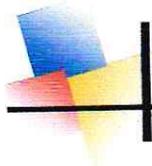
La LH assure la maturation du follicule dominant, dont l'avenir dépend de la fréquence des décharges de LH, régulées par la GnRH. Lorsqu'un corps jaune est présent, la fréquence d'une décharge de LH toutes les 3 ou 4 heures aboutit à la perte de dominance et à l'atrésie du follicule, donc à l'absence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

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



CHAPITRE II

PHYSIOLOGIE DU DEVELOPPEMENT  
EMBRYONNAIRE



## I- Introduction :

Le développement intra-utérin se divise en trois périodes : pré embryonnaire (de la fécondation à la délimitation de l'embryon par rapport à ses annexes), embryonnaire (pendant laquelle à peu près toutes les structures de l'animal se différencient) et foetale. La première ne s'étend que jusqu'à 17 j après la fécondation chez les bovins, alors que les plis bordant l'individu se forment ; la seconde s'arrête après le début de la différenciation du tubercule génital, à environ

40 j de la fécondation; le développement foetal, qui caractérise les Mammifères Euthériens, est donc chez eux la période de loin la plus longue, pendant laquelle la croissance et la maturation des différents organes et systèmes s'accomplit.

L'âge de l'embryon ou du foetus peut être (notamment lors d'avortement) estimé grâce à différents paramètres (annexe I) : la longueur directe (du vertex, sommet du crâne, au coccyx), mesurée en ligne droite en prenant garde à ne pas déformer l'embryon (c'est cette longueur, la plus fréquemment retenue, que nous utiliserons) ; la longueur circonférentielle (de l'extrémité céphalique rostrale à l'extrémité de la queue), mesurée en suivant la convexité de l'organisme (sa mesure est moins opérateur-dépendante), le nombre de somites (uniquement pour une partie de la période embryonnaire), la masse, et l'état de différenciation et de développement des organes, ce qui permet de faire des comparaisons interspécifiques. (Barone, 2001a et 2001 b).

### 1- La fécondation :

La fécondation est la fusion du gamète mâle avec le gamète femelle. Cette fusion aboutit à la formation d'une cellule unique : le zygote (ou embryon de stade 1 cellule). Elle a lieu dans l'ampoule de l'oviducte chez les mammifères. La fécondation est donc précédée par la libération de l'ovule : c'est la ponte ovulaire ou ovulation et la libération des spermatozoïdes ou éjaculation. La rencontre des deux gamètes s'opère à l'issue d'une insémination naturelle appelée aussi accouplement (ou coït) ou à l'issue d'une insémination artificielle (in vivo dans le tractus génital de la femelle ou in vitro en "éprouvette") (Gayrard, 2007).

Le transit spermatique dans les voies génitales femelles et la remontée des spermatozoïdes dans le tractus génital femelle est surtout facilité par :

- 1) la contraction musculaire du cervix ; de l'utérus et de l'oviducte.
- 2) présence d'un liquide utérin sécrété par les glandes endométriales.

Et dans une bien moindre mesure par :

- 3) La mobilité propre des spermatozoïdes.

#### 1-1. Pénétration du cumulus oophorus :

Chez la plupart des mammifères euthériens, l'ovocyte ovulé est entouré d'un cumulus expansé constitué de cellules et d'une matrice riche en acide hyaluronique.

Cependant, chez certaines espèces (vache, brebis, chèvre), le cumulus est rapidement dispersé après l'ovulation et les spermatozoïdes entrent directement en contact avec la zone pellucide de l'ovocyte. Le cumulus lorsqu'il est présent, n'est traversé que par les spermatozoïdes qui sont capités (Gayrard, 2007).



## **1-2. Interactions du spermatozoïde et de la zone pellucide :**

Avant de pouvoir la pénétrer, le spermatozoïde doit se fixer à la surface de la zone pellucide et effectuer la réaction acrosomique. (Gayrard, 2007)

### **➤ Fixation du spermatozoïde :**

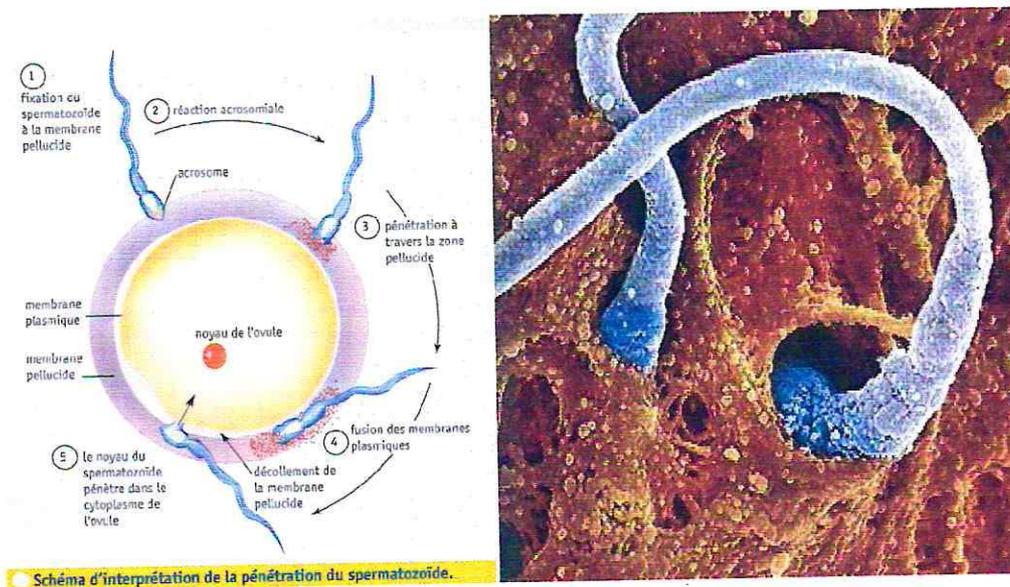
La zone pellucide reconnaît et fixe spécifiquement les spermatozoïdes de la même espèce lorsqu'ils sont capotés. L'adhésion se produit par interaction entre des molécules situées d'une part à la surface du spermatozoïde, et d'autre part, à la surface de la membrane pellucide. Chez la souris, des sites de reconnaissance spermatique de la zone pellucide ont été identifiés; il s'agit de glycoprotéines spécifiques qui assurent la reconnaissance et l'adhésion. Le spermatozoïde lorsqu'il est fixé à la membrane pellucide effectue sa réaction acrosomique; ce qui a pour effet d'exposer sa membrane acrosomique interne. (Gayrard, 2007)

### **Induction de la réaction acrosomique :**

Avant la réaction, l'acrosome est intact. D'un point de vue morphologique, la réaction acrosomique est caractérisée par la fusion progressive de la membrane plasmique et de la membrane acrosomique externe du spermatozoïde. Cela donne lieu à la formation de vésicules mixtes et de trous par lesquels, le contenu de l'acrosome, hydrolysé par les enzymes acrosomiques, est libéré. Les vésicules membranaires sont abandonnées à la surface de la zone pellucide lorsque le spermatozoïde pénètre celle-ci, sa membrane acrosomique interne se trouve alors exposée. La réaction acrosomique est un phénomène rapide. La réaction acrosomique est induite par les glycoprotéines de la zone pellucide. (Gayrard, 2007)

## **1-3-La pénétration de la zone pellucide :**

Le spermatozoïde qui a effectué sa réaction acrosomique abandonne les vésicules membranaires à la surface de la membrane pellucide puis traverse cette enveloppe en suivant un trajet oblique. Il est alors animé d'un mouvement qui lui confère une force propulsive importante. La pénétration met en jeu à la fois un processus mécanique et un processus enzymatique : en clivant des molécules de la zone pellucide, les enzymes libérées au moment de la réaction acrosomique peuvent faciliter le passage du spermatozoïde à travers cette enveloppe. Ainsi, la hyaluronidase hydrolyse l'acide hyaluronique contenu dans les mailles de la zone pellucide; l'acrosine peut hydrolyser partiellement des glycoprotéines de la zone pellucide. (Gayrard 2007) (cf figure n° 7)



**Figure n°7 : pénétration du spermatozoïde l'ovocyte**  
(Cantaloube . 2005)

#### 1-4- Fusion des gamètes :

Le spermatozoïde après avoir franchi la zone pellucide, pénètre dans l'espace périvitellin et entre en contact avec la membrane plasmique de l'ovocyte. Il s'immobilise alors et les deux gamètes fusionnent.

La fusion se produit entre la membrane plasmique de l'ovocyte et celle du spermatozoïde. La membrane plasmique du spermatozoïde est intégrée à celle de l'ovocyte au cours de la fusion. Par contre, la membrane acrosomique interne est incorporée dans le cytoplasme de l'ovocyte en même temps que le noyau du spermatozoïde. L'enveloppe nucléaire disparaît rapidement après la fusion et la chromatine mâle commence à se décondenser. Chez les mammifères, à part quelques très rares exceptions, le flagelle est entièrement incorporé dans l'oeuf. (Gayard, 2007)

#### 2- Développement embryonnaire précoce et nidation :

##### 2-1- la vie libre de l'œuf:

L'embryon pénètre dans l'utérus environ le 3eme jour après fécondation. Les premières divisions de l'œuf fécondé débutant en général entre 12 à 14h après l'entrée du spermatozoïde entraînant la formation de 2 cellules filles « blastomères » qui après une série de divisions entraînent la formation de 64cellules (stades morula) (cf figure n° 8).

Au 6<sup>ème</sup> et 7<sup>ème</sup> jour les cellules de la morula se disposent de façon à former une cavité centrale « le blastocoele » avec une couche périphérique « le trophoblaste » l'autre couche constitue le bouton embryonnaire. A partir du 6<sup>ème</sup> jour le blastocyste est formé. (Lafri, 2005).



**Figure n°8 :** Morula (3ème jour) ([www.chu-toulouse.fr](http://www.chu-toulouse.fr))

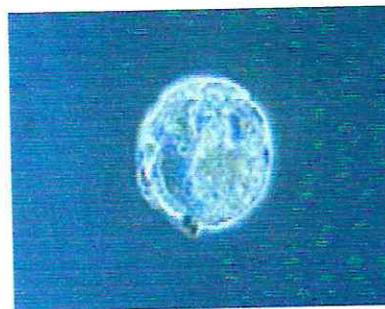
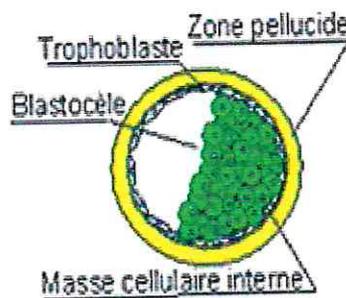
**a- Le stade blastocyste :**

Après ces premières division à l'intérieure de la zone pellucide celle-ci s'amincit puis disparaît et l'œuf continue à multiplier ces cellules. Bientôt les cellules jusqu'à la toute semblables vont se différencier s'organiser :

- Quelques cellules plus volumineuses se groupent en une petite masse, le bouton embryonnaire, premières cellules de l'embryon, futur organisme.
- Les autre cellules plus petites ce placent a la péripherie formant une couche appelée trophoblaste (de trophiein. nourrir, et blastos bourgeon) ces cellules donneront naissance au aux enveloppes chargées de nourrir l'embryon.

L'ensemble embryon plus trophoblaste se creuse d'une cavité remplie de liquide et prend le nom de blastocyste (cf figure n° 9).

L'œuf devenu blastocyste poursuit sa croissance, le bouton embryonnaire se développant en embryon le trophoblaste se développant en enveloppe. (Soltner, 2001).



**Figure n°9 :** Blastocyste (4ème jour) ([www.chu-toulouse.fr](http://www.chu-toulouse.fr))

A partir du stade blastocyste, l'embryon va grossir et sortir de la zone pellucide : c'est l'éclosion du blastocyste (5ème jour après la fécondation) (figure n°10).

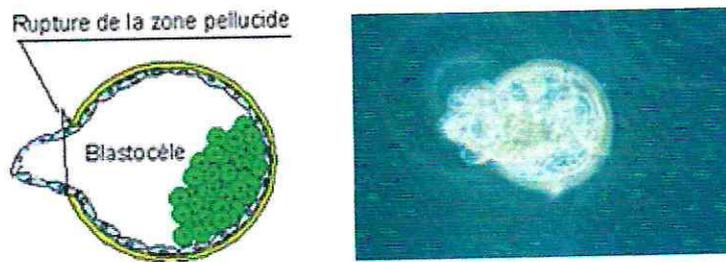


Figure n°10 : Eclosion du blastocyste (5ème jour) ([www.chu-toulouse.fr](http://www.chu-toulouse.fr))

## 2-2 La vie fixée de l'œuf :

### a. Migration de l'embryon

Pendant son développement, l'embryon va se déplacer dans la trompe pour se diriger vers l'utérus. Ce déplacement s'effectue grâce à des cils placés sur la paroi de la trompe qui par leur mouvement vont balayer l'embryon et le pousser vers l'utérus. L'embryon arrive dans l'utérus vers le 4ème jour après la fécondation. ([www.chu-toulouse.fr](http://www.chu-toulouse.fr))

### b. implantation :

L'implantation a lieu quand l'endomètre est en phase sécrétoire (figure n°11). Les glandes utérines contiennent des glycoprotéines et du glycogène ; les vaisseaux sont dilatés et le chorion cytogène largement oedémateux. Le stade à partir du quel le blastocyste s'implante sur l'endomètre est très variable. Toute fois les premières phase de l'implantation sont commun a toute les espèces :

- perte de la zone pellucide
- accolement-orientation du blastocyste
- apposition
- adhésion
- invasion de l'endomètre (Lafri, 2005).

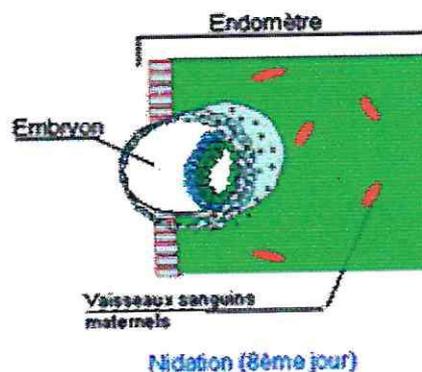
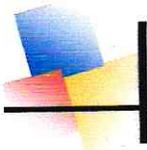


Figure n°11 : Nidation (8ème jour) ([www.chu-toulouse.fr](http://www.chu-toulouse.fr))

Plusieurs mode de fixation du fœtus a sa mère et ce la dépend du types de placenta chez la vache on a une placentation cotylédonaire .les villosités sont rassemblées au niveau du bouton d'ancrage .un lait utérin sécrété par les glandes de la muqueuse utérine, se répand dans les intervalles entre les villosités, participant à la nutrition du fœtus. Le sang de la mère n'échange avec ce lui du foetus qu'au travers de couches de cellules épithéliales et



conjonctives on dit que chez ces espèces la nutrition du fœtus est histotrophique. (Soltner, 2001). (figure n°12)..

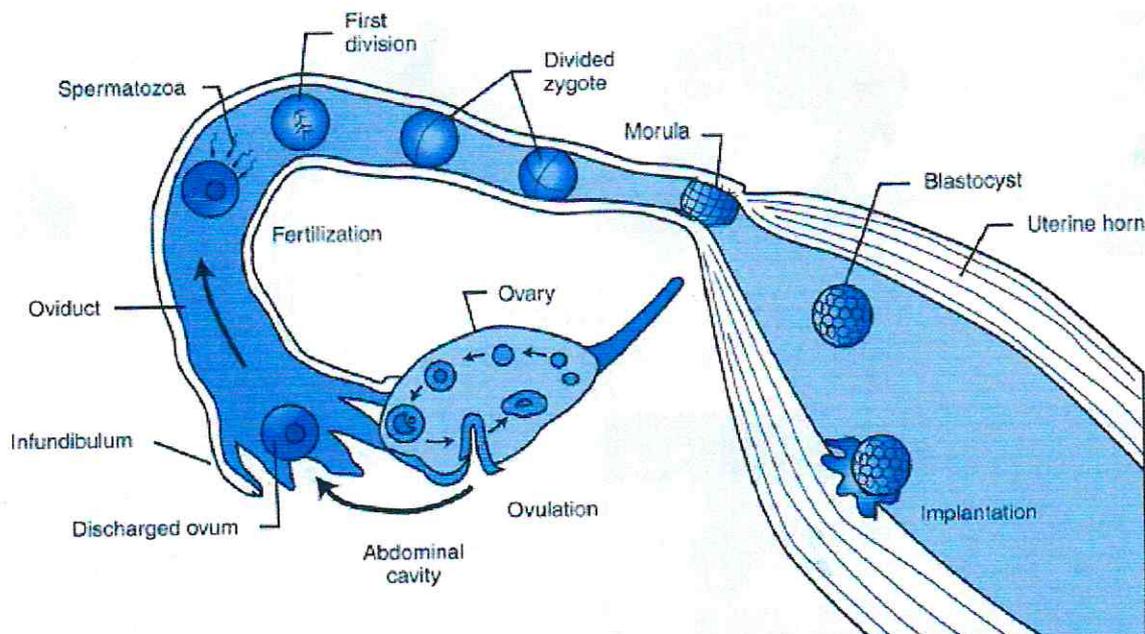


Figure n°12 : Aspects anatomique et cellulaire de l'implantation (Gayrard, 2007)

### 3. Le fœtus et ces enveloppes :

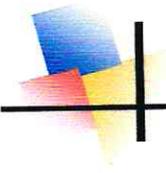
Les enveloppes fœtales isolent le fœtus dans un milieu liquide, le mettant à l'abri de la variation de pression, l'isolant aussi parfaitement du milieu extérieur et le nourrissant. ces enveloppes sont formés par :

- Le **chorion** est l'enveloppe extérieure mince et transparente mais solide sa face extérieure porte une centaine de cotylédons foetaux
- L'**amnios** est la poche dans la quelle baigne le fœtus comme en apesanteur, c'est une membrane mince moins résistante que le chorion, le liquide amniotique de 1 à 4 litre chez la vache a terme n'est pas seulement un milieu protecteur : circulant lentement dans le tube digestif du fœtus, il pénètre dans les vaisseaux sanguins et lymphatique. Au passage l'intestin du fœtus retient tous les déchets tels que cellules mortes, poils mucus qui vont former le méconium.
- L'**allantoïde** est un sac allongé intercalé complètement entre le chorion et amnios, elle comporte chez la vache deux compartiments reliés entre eux et qui se repartissent dans les deux cornes utérines sous le chorion. L'allantoïde contient le liquide allantoïdien et communique avec la vessie du fœtus par le canal de l'ouraque : le liquide allantoïdien sert donc entre autre à éliminer l'urine du fœtus.
- le **cordons ombilical** est constitué par le prolongement de l'amnios et de l'allantoïde ; et par les vaisseaux sanguins reliant le fœtus aux cotylédons. Le tissu du cordon est riche en eau dite « gelée » qui lors de rupture empêche l'hémorragie (Soltner, 2001).



**CHAPITRE III**

**DIAGNOSTIC PRECOCE DE  
GESTATION**



## **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 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.

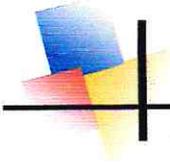
De nombreuses méthodes de diagnostic de gravidité ont été mises au point chez les bovins dont les méthodes de laboratoire et les méthodes cliniques. Les méthodes de laboratoire consistent de la détection de différentes hormones et protéines synthétisées par le placenta et sécrétées dans la circulation sanguine maternelle et/ou dans le lait. La progestérone détectable dans le plasma ou le lait, et les protéines spécifiques ou associées à la gravidité, aussi appelées PSPB, PSP ou PAG, détectables dans le sérum ou dans le plasma maternel à partir des 28<sup>eme</sup> - 30<sup>eme</sup> jours de la gravidité.

En ce qui concerne les méthodes cliniques, peuvent être citées la palpation manuelle de l'utérus, réalisée entre les 5<sup>eme</sup> et 9<sup>eme</sup> semaines de la gravidité, et l'échographie, aussi appelée ultrasonographie. La technique consiste à envoyer des ultrasons à l'aide d'une sonde qui est placée dans le rectum de l'animal.

Les ultrasons, aux contacts des tissus de l'embryon vont renvoyer à leur tour un écho qui sera visualisé sur un écran. A partir de 35 jours de gestation, la précision et la fiabilité du diagnostic sont optimums.

Avec ce genre de diagnostic, on peut également effectuer le sexage des embryons entre 60 et 70 jours de gestation.

Cette opportunité peut être intéressante pour les éleveurs qui voudraient planifier des ventes mais aussi ajuster leur politique de gestion du troupeau. L'échographie permet également de réaliser des bilans sanitaires de l'appareil génital femelle car on peut évaluer l'activité ovarienne (croissance des follicules), détecter des pathologies utérines (métrites) ou ovariennes (kystes).



## **I-1 LES DIFFERENTES METHODES DE DIAGNOSTIC DE GESTATION CHEZ LES BOVINS :**

### **Introduction :**

Parmi les différents diagnostics de gestation, le premier est la détection de l'œstrus un cycle après l'insémination. Le second, qui ne nécessite pas d'équipement spécial, est la palpation manuelle ou palpation transrectale. En supplément à ces techniques très anciennes, il existe une large variété de nouveaux diagnostics de gestation basés, soit sur la connaissance d'événements physiologiques se produisant pendant la gestation et la détermination d'un composé spécifique de la gestation (techniques biochimiques), soit sur de nouveaux procédés de détection physique du fœtus (techniques biophysiques).

### **1-Les méthodes traditionnelles :**

#### **A- Non retour on chaleur :**

Est l'indice le plus courant, mais pas toujours le plus sûr (Soltner, 2001) :

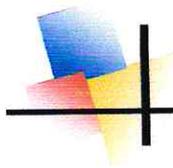
- La détection des chaleurs est souvent difficile, nécessitant, selon les espèces une grande surveillance et la présence d'un mâle.
- Il y'a dans toutes les espèces des chaleurs silencieuses.
- En cas de non fécondation, certaines femelles inséminées ou saillies et non fécondées peuvent rentrer en repos sexuel surtout après un traitement hormonal d'induction es chaleurs.
- Plus rarement des fausses chaleurs peuvent apparaître.

#### **B- Palpation transrectale :**

L'exploration rectale est un examen couramment effectué en médecine bovine. Dans le suivi de reproduction, il donne les premières informations concernant la gestation, cyclicité et pathologie du post-partum. Ce diagnostic peut être réalisé à partir de 55-60 jours, parfois plus tôt selon l'opérateur. (Deguillaume, 2007)

L'introduction du bras dans le rectum s'effectue avec douceur afin d'éviter des réflexes douloureux et des dilacérations de la paroi rectale (Yanitz et al, 2002). Puis le bras progresse après avoir attiré l'utérus vers l'arrière, de façon à mieux pouvoir le palper.

Les doigts parcourent ensuite, pressent ou pincent l'ensemble de l'appareil reproducteur en s'intéressant particulièrement au volume de l'utérus, au diamètre du col, des cornes, à leur tonicité et à la présence éventuelle de structures ovariennes. Ces manipulations utérines sont nécessaires à l'examen de l'utérus en vue de rechercher une infection utérine, mais ils sont à proscrire s'il existe une possibilité de gestation. Elles doivent être effectuées avec douceur car il ne faut toutefois pas oublier qu'une manipulation trop brutale du tractus génital d'une vache atteinte de métrite peut avoir des conséquences néfastes sur l'utérus (Lowder, 1993).



## **2-Les méthodes nouvelles :**

### **A. Les dosages d'hormones et de protéines :**

#### **A-1 La progestérone (diagnostic de non gestation):**

La première possibilité pour diagnostiquer la gestation d'une vache consiste à doser la progestérone, à partir d'une prise de sang. La concentration en progestérone varie en effet en fonction du stade physiologique de la femelle. Très faible durant les cinq jours qui entourent les chaleurs, elle augmente ensuite et reste élevée durant la gestation. Une prise de sang réalisée entre 21 et 23 jours après insémination permet donc de détecter des vaches non gestantes, caractérisées par un taux de progestérone faible. Mais la méthode a les défauts de ses qualités et sa principale limite est liée à la précocité du diagnostic. En cas de mortalité embryonnaire tardive, au-delà de seize jours après l'insémination, le taux de progestérone reste élevé durant quelques jours alors que la vache n'est plus gestante. « Finalement, environ sept vaches sur dix déclarées gestantes par cette méthode vèleront réellement » (Dezendre, 2006)

#### **A-2 La PSPB (Pregnancy specific protein B)**

Autre possibilité pour diagnostiquer une gestation à partir d'une prise de sang, le dosage de la PSPB (Pregnancy specific protein B). La PSPB est une protéine embryonnaire, donc spécifique de la gestation. Cette technique est très fiable. En effet, la PSPB persiste pendant 100 jours après le vêlage donc il faut attendre que la période soit écoulée pour avoir un résultat fiable.

Pour les génisses, la prise de sang peut être réalisée plus de 30 jours après insémination. « Le dosage de la PSPB est notamment intéressant en élevage allaitant. Il permet, par exemple, de savoir rapidement quelles vaches sont gestantes 30 jours après la sortie du taureau ou après une synchronisation des chaleurs. La technique peut aussi permettre à l'éleveur de faire le point à un moment donné, comme avant d'envoyer un lot de génisses supposées pleines en pâture. Enfin, elle peut être utilisée pour confirmer les résultats d'une palpation "douteuse" (Dezendre, 2006)

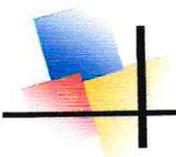
### **B. Echographie :**

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

#### **B -1- CHOIX D'UN ECHOGRAPHE :**

L'échographie utilise des sons à haute fréquence. Ces ultrasons sont produits par un élément piézo-électrique, appelé transducteur (cristaux), contenu dans la sonde : la différence de potentiel qui arrive aux bornes du transducteur le fait vibrer à haute fréquence, produisant des ondes de pressions qui se propagent dans le milieu

Lorsqu'une onde aborde la limite de séparation entre deux milieux d'impédance différente, appelée interface, elle subit une réflexion, sur les mêmes bases que dans le domaine de l'optique. C'est lorsque l'onde arrive perpendiculairement à l'interface que le faisceau réfléchi retourne directement au transducteur et peut être le mieux interprété. Le faisceau réfléchi est d'autant plus important que la différence d'impédance acoustique entre les deux milieux est importante. Ceci explique l'hyperéchogénicité des interfaces tissus mous / air et tissus mous / os. (Mai 1994 et 1999).



## 1 - Principes de l'échographie :

L'échographie est une technique non invasive d'imagerie médicale. L'image échographique résulte de l'analyse des échos émis par la sonde et lui revenant. L'élément piézo-électrique, contenu dans la sonde, encore appelée transducteur, est excité pendant une courte période généralement de l'ordre de 1 à 2 secondes, ce qui provoque une impulsion ultrasonore de deux ou trois cycles. A la fin de cette excitation, l'élément piézo-électrique se met au repos et le train d'ondes ultrasonores se propage dans l'organisme exploré. Des échos sont produits au cours de son trajet et une partie d'entre eux revient à l'élément piézo-électrique produisant ainsi une vibration de ce dernier, ce qui induit un courant électrique : le signal échographique.

Les échos sont donc issus de la réflexion d'interface (limite de séparation entre deux milieux de nature différente) sur les structures rencontrées lors du trajet des ultrasons. La réflexion multidirectionnelle, encore appelée diffusion, se produit lorsque la structure réfléchissante est de très petite dimension par rapport à la longueur d'onde ultrasonore. Cette réflexion permet de former l'image des structures internes des organes (Mai, 1999).

L'amplitude de l'écho est proportionnelle à l'intensité de l'onde réfléchi par la structure explorée. Cette intensité dépend de la nature du tissu rencontré par l'onde et de la différence d'impédance acoustique  $Z$  ( $Z$  est égale au produit de la densité du milieu par la célérité de l'onde ultrasonore dans ce milieu) entre les divers tissus (Mai, 1999).

Ainsi à l'interface de deux milieux d'impédance acoustique très différente (os et tissu mou, air et tissu mou...), la réflexion est quasi totale : l'os et l'air forment des écrans, il n'y a plus d'onde sonore réfractée (on parle encore d'ombre acoustique) et les structures plus profondes ne peuvent donc plus être explorées. C'est pourquoi, d'une part, un gel minéral est utilisé pour éliminer toute poche d'air entre la sonde et la partie de l'animal avec laquelle elle est en contact. D'autre part, la sonde doit être placée à un endroit (appelé fenêtre acoustique) où ne s'interpose pas d'os entre elle et l'organe étudié. Ainsi, l'échogénéicité d'un tissu est son aptitude à renvoyer plus ou moins bien l'écho ultrasonore après en avoir absorbé une partie :

- Les liquides sont anéchogènes (c'est-à-dire qu'ils ne réfléchissent pas les ondes émises par la sonde) et leur image apparaît en noir sur l'écran ;
- A l'inverse, un tissu très dense comme l'os est hyperéchogène et apparaît en blanc sur l'écran.

## 2 - Contraintes techniques :

### 2.1 – Choix de la sonde :

#### 2.1.1 - Différents types de sondes :

Différentes sondes, de fonctionnement et de forme variables, sont à la disposition du praticien :

- Les sondes mécaniques sont constituées d'éléments piézo-électriques (uniques ou groupés), soit oscillants (élément unique), soit en rotation autour d'un axe (éléments uniques ou groupés). Ces sondes présentent le double avantage d'être bon marché et d'offrir une bonne qualité d'image. Le balayage est de type sectoriel et donne une image en coupe en forme de secteur (Cf figure 13) (Décante, 1990).

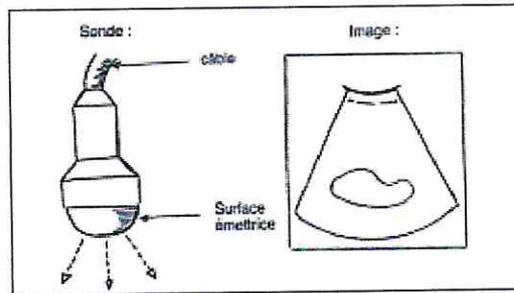
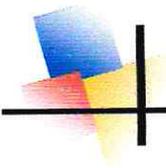


Figure n° 13 : Sonde sectorielle (Décante, 1990)

- Les sondes électroniques sont constituées d'un seul élément piézo-électrique, découpé en de multiples sous-unités. Dans la sonde « barrette », l'élément piézo-électrique est découpé en petits éléments rectangulaires qui sont assemblés pour former un réseau linéaire. La forme de l'image obtenue est rectangulaire (figure 14) (Décante, 1990).

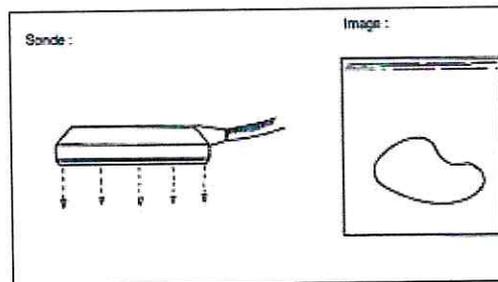


Figure n°14 : Sonde linéaire (Décante, 1990)

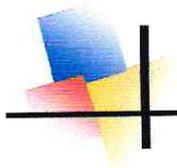
### 2.1.2 – Propriétés des sondes linéaires :

Ce type de sonde présente de nombreux avantages :

- L'apprentissage de la manipulation et de la représentation dans l'espace du plan de coupe est rapide.
- Le plan de coupe étant constitué de lignes d'échos réfléchis toutes parallèles entre elles, la résolution latérale est bonne et constante sur toute la profondeur du champ examiné.
- Il est possible de visualiser des structures de plusieurs centimètres même à proximité immédiate de la surface de la sonde, situation fréquente en gynécologie bovine. (Mialot et al, 1991)

### 2.1.3 – Propriétés des sondes sectorielles :

Le principal avantage de ce type de sonde est sa polyvalence. Cependant, les lignes d'échos réfléchis n'étant pas parallèles, la résolution latérale change en fonction de la profondeur d'exploration. Par ailleurs, les structures de grandes dimensions sont de visualisation plus difficile à proximité de la sonde. Enfin, l'apprentissage de la matérialisation du plan de coupe



est plus délicat. Ce matériel sera donc choisi lorsque l'échographie est pratiquée chez plusieurs espèces, les vétérinaires ayant une activité mixte réelle sont donc concernés (Mialot *et al*, 1991).

#### 2.1.4 - Choix de la fréquence des ultrasons :

En médecine vétérinaire, les sondes de 3,5 MHz, 5 MHz et 7,5 MHz sont majoritairement utilisées. La pénétrance d'une sonde de 7,5 MHz n'est que de 4 à 5 cm, seules les structures proches de la sonde peuvent donc être examinées précisément (follicules, corps jaune, petits embryons). Une sonde de 5 MHz a une pénétrance de 8 à 10 cm, permettant de visualiser les ovaires, l'utérus et les éléments structuraux de début de gestation. La pénétrance de la sonde de 3,5 MHz est de 12 à 15 cm, elle permet d'examiner des gestations plus avancées et les états pathologiques de l'utérus tel que le pyomètre.

Lorsque la fréquence diminue, la pénétrance devient plus importante mais la résolution diminue, c'est-à-dire que pour distinguer deux structures, il faut que leur distance soit accrue (Pierson *et al*, 1988).

### B-2 - EXAMEN ECHOGRAPHIQUE CHEZ LES BOVINS :

#### 1 - Choix du local d'examen :

La lumière solaire doit être évitée. Les reflets sont en effet un frein à la bonne visualisation de l'image apparaissant à l'écran. L'obscurité permet d'utiliser au maximum toutes les nuances de gris, donnant une qualité optimale de l'image. Il convient donc de placer l'appareil à l'ombre, et à gauche de l'opérateur s'il est droitier (Decante, 1990 ; Mercier *et al*, 1991 ; Maarten et Pieterse, 1998 ; Tainturier *et al*, 1998).

#### 2 - Contention des animaux :

Deux modalités sont possibles (Decante, 1990 ; Tainturier *et al*, 1998) :

- Lorsque les animaux sont à l'attache (cornadis) ou en cage de contention, les déplacements latéraux des femelles au cours de l'examen sont évités. En revanche, l'appareil doit être mobile. Il est alors soit porté par un aide, soit placé sur une brouette ou une table roulante (cf figure 15). Il n'est pas toujours possible dans ces conditions de protéger l'écran de la lumière : certains fabricants lui ont alors prévu un pare-soleil.

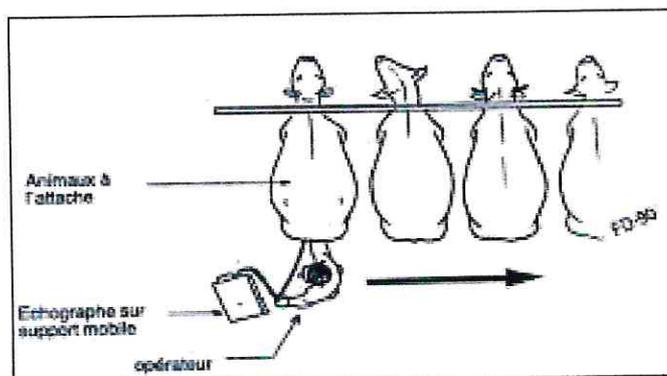
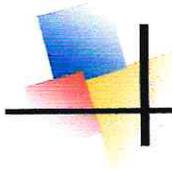


Figure n°15 : Echographe sur support mobile (Decante, 1990).



### **3 - Un examen transrectal préalable :**

La main et le bras de l'opérateur sont recouverts d'un gant protecteur à usage unique qui doit être lubrifié au moyen d'un gel.

Tout d'abord, le rectum est vidé partiellement des fèces qu'il contient. Le tractus génital (col, cornes utérines puis ovaires) et la vessie sont palpés. Cet examen préliminaire permet d'estimer les différents rapports existants entre ces organes, de repérer leur position dans la filière pelvienne et de noter d'éventuelles modifications anatomiques liées à un processus physiologique ou pathologique. L'examen des ovaires consiste à rechercher par palpation sa taille, sa mobilité, sa position et les structures présentes (corps jaune, follicules, kystes ou tumeur). L'examen de l'utérus consiste à déterminer la taille des cornes, leur position par rapport au pubis, leur consistance, leur symétrie et éventuellement la présence d'éléments figurés dans l'utérus (cotylédons, foetus). L'examen échographique peut ensuite débiter. (Boin, et al 2001)

### **4 –Manipulation de la sonde:**

La manipulation de la sonde et de l'appareil génital avec la même main nécessite une certaine expérience afin d'acquérir la dextérité favorable à un diagnostic aisé (Maarten et Pieterse, 1998).

Des échographies réalisées par voie transabdominale sont également possibles et ne nécessitent pas la même dextérité. L'examen commence par la tonte de la partie déclive du flanc droit de la vache. Puis une sonde linéaire de 3,5 MHz est appliquée contre le flanc préalablement enduit de gel. Ce type d'échographie peut être réalisé à partir du quatrième mois de gestation et permet l'échographie du foetus et des cotylédons. Cette technique est utilisée lors du clonage pour détecter des anomalies foetales (anomalies placentaires type hydrallantoïde ou hydramnios), ainsi que pour mesurer les gros vaisseaux et les cotylédons : cotylédon anormal, hypertrophié et oedémateux ; vaisseaux ombilicaux hypertrophiés ; dilatation ventriculaire gauche sont également des anomalies rencontrées chez les clones (Chavatte-Palmer *et al*, 2000).

Finalement, l'interprétation des images va dépendre de l'expérience de l'opérateur : « on ne trouve que ce qu'on cherche, on ne cherche que ce qu'on connaît » (Decante, 1990).

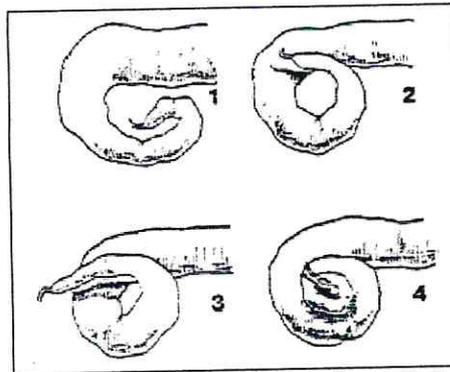
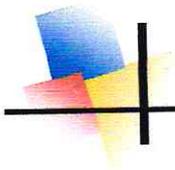
## **B-3 – UTILISATIONS DE L'ECHOGRAPHIE EN GYNECOLOGIE BOVINE**

### **1 - Examen échographique de l'utérus non gravide :**

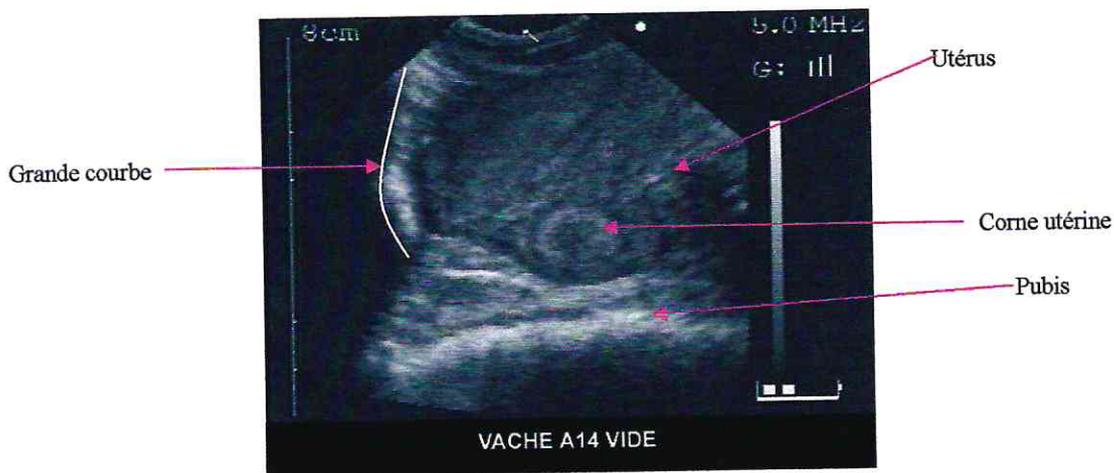
#### **1.1 – Cas physiologique :**

L'utérus bipartitus de la vache est caractérisé par la longueur de ses cornes, qui varie de 35 à 45 cm, et leur rétrécissement progressif en direction des trompes utérines. Chacune d'elles est, en effet, large de 3 à 4 cm à sa base et seulement 5 à 6 mm à son extrémité ovarique. Le corps est beaucoup plus court (3 à 4 cm) qu'il ne le paraît extérieurement, car les cornes sont accolées l'une à l'autre sur 10 cm environ. La paroi de ces dernières s'amincit également en s'éloignant du corps : son épaisseur est de l'ordre d'une douzaine de millimètres à la base et d'un à deux millimètres près de la trompe. Dans l'ensemble, l'utérus est peu volumineux. (Barone, 1990).

Les caractéristiques échographiques de l'utérus changent au cours du cycle (Pierson et Ginther, 1987a) (cf figure 16). L'épaisseur de la paroi du corps utérin augmente trois à quatre jours avant l'ovulation et diminue le jour la précédant jusqu'au troisième jour du cycle suivant.



**Figure n° 16:** Représentation schématique de la corne utérine chez la vache au cours du cycle (Pierson et Ginther, 1987a)  
1 : oestrus ; 2, 3, 4 : différents stades du dioestrus

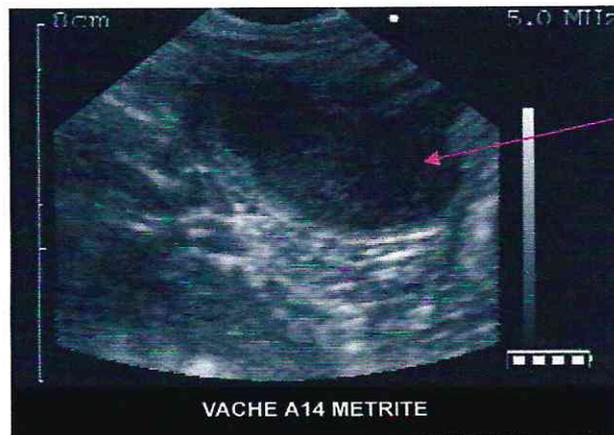
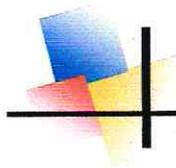


**Figure n° 17 :** Image échographique d'utérus vide de la vache (www.agroscan.com)

Il est également possible d'apprécier l'épaisseur des cornes utérines sur la base de leur diamètre « dorsal », « ventral » et « crânial » (Kahn, 1994).

### 1.2 – Cas pathologique:

Une accumulation de liquide dans la cavité d'un utérus non gravide caractérise l'endométrite chronique à l'échographie (Bekana *et al*, 1994). La quantité de sécrétion peut fortement varier. La lumière utérine est souvent remplie de liquide sur de courtes portions. Dans les endométrites graves, la lumière utérine est en revanche dilatée de plusieurs centimètres sur l'ensemble des deux cornes. Les sécrétions de l'endométrite se distinguent par leur plus forte échogénicité des autres liquides utérins comme ceux de l'oestrus ou des liquides foetaux en début de gestation. Des liquides anéchogènes n'apparaissent en général que dans les états physiologiques (Pierson et Ginther, 1987a) (Cf Figure 18).



Cavité utérine dilatée, contenue liquidienne et floconneux

**Figure n°18 :** Image échographique de métrite chez une vache (www.agroscan.com)

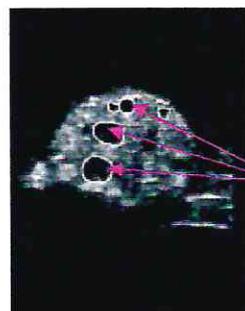
Des particules échogènes en suspension sont observées dans les liquides pathologiques et notamment lors de pyomètre.

Le pyomètre, se reconnaît à l'échographie par une dilatation de l'utérus consécutive à une collection liquidienne importante. Sur l'écran, la sécrétion utérine est parsemée d'images en forme de flocons. Quand les sécrétions sont très épaisses et riches en cellules, leur échogénicité peut ressembler à celle de la paroi utérine.

Le diagnostic de pyomètre basé sur l'échographie doit être établi avec soin. Dans le cas d'une gestation avancée, l'utérus est également dilaté et le contenu liquide apparaît donc anéchogène. Il faut donc dans ces conditions examiner l'ensemble de la cavité utérine et constater l'absence de cotylédons et de fœtus.

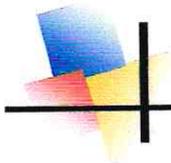
## 2 - Examen échographique des ovaires :

Si la présence d'un corps jaune sur l'ovaire traduit la phase interoestrale, l'identification d'un follicule ne suffit pas à elle seule pour établir un diagnostic d'oestrus. En effet, la physiologie ovarienne de la vache cyclée se caractérise par l'existence permanente de follicules en développement sous la forme de vagues de croissance (2 ou 3 vagues par cycle) entre le vêlage et la première ovulation et pendant le cycle. Chez la vache, la lutéolyse permet la croissance terminale du follicule dominant puis l'ovulation. La phase oestrale est précisée par la visualisation échotomographique d'un follicule de taille supérieure à 12 – 13 mm en l'absence de structure lutéale fonctionnelle (Fieni *et al*, 1995) (Cf Figure 19 ).



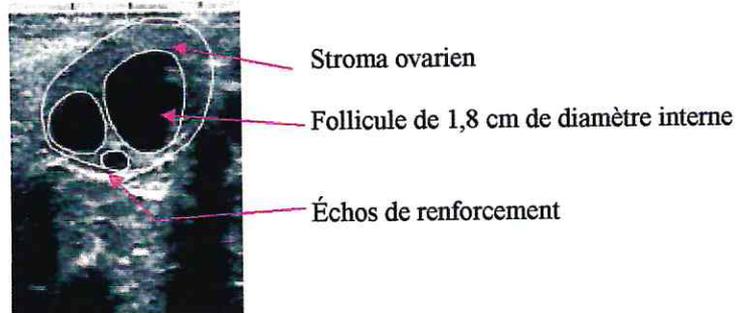
Follicules : le plus gros follicule visible (mesure 5 mm de diamètre interne)

**Figure n°19 :** Echographie de l'ovaire de 3,8 cm de longueur de vache en anoestrus (Boin,2001)



## 2.1 – Echographie des follicules :

Les follicules sont aisément distingués par échographie (Pierson et Ginther, 1984b ; Pierson et Ginther, 1988). Ils apparaissent comme des zones anéchogènes (noires) mais plus ou moins bien circonscrites, de taille inférieure à 25 mm de diamètre, limitées par une paroi très mince. Ils sont en général de section ronde, mais si plusieurs follicules sont présents, leur forme irrégulière est due à une compression par les follicules ou les corps jaunes adjacents (Pierson et Ginther, 1984b ; Pierson et Ginther, 1988) (cf figure 20).



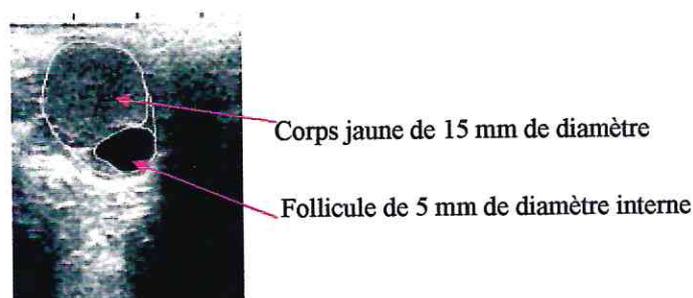
**Figure n°20 :** Echographie in vivo d'un ovaire portant des follicules (Boin, 2001)

Enfin, l'échotexture des follicules semble être corrélée au statut fonctionnel et endocrinien de ce dernier (Scott et Dobson, 1997). Selon Singh *et al.* (1998), elle varie avec le taux d'hormones stéroïdes contenu dans le liquide folliculaire. L'hétérogénéité de l'antrum et de la paroi folliculaire (quantifiée par une valeur moyenne en pixels) est inférieure dans les cas du follicule dominant préovulatoire et supérieure lors de la régression de ces mêmes follicules. Les auteurs indiquent par ailleurs que l'hétérogénéité de l'antrum et de la paroi folliculaire est négativement corrélée ( $p < 0,001$ ) avec la concentration en oestradiol contenu dans le liquide folliculaire.

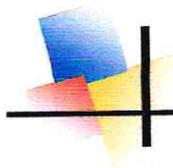
## 2.2 – Echographie du corps jaune :

A l'état physiologique le corps jaune peut être identifié dès 3<sup>ème</sup> ou 4<sup>ème</sup> jours après l'ovulation. Auparavant il s'agit d'un corps jaune hémorragique, difficile à distinguer du stroma ovarien.

Il se présente comme une zone grise homogène qui va devenir de plus en plus échogène et qui sera visible jusqu'à quelques jours après l'ovulation suivante. Il peut présenter une cavité centrale anéchogène dans environ 40% des cas (Cf Figure 21) (Boin, et al 2001)



**Figure n°21 :** Echographie in vivo d'un ovaire portant un corps jaune et un follicule (Boin, 2001)



### 2.3 – Echographie des kystes ovariens :

Les kystes ovariens se définissent comme des structures liquidiennes dont le diamètre est supérieur à 25 mm (Maarten et Pieterse, 1998). Ils persistent sans évoluer et en l'absence de corps jaune pendant plus de dix jours (Boin, et al 2001)

#### a- kyste folliculaire :

Le kyste folliculaire est anéchogène. Il a un diamètre supérieur à 25mm et une paroi dont l'épaisseur est inférieure à 3 à 5mm selon les auteurs (Cf Figure 22). Il est fréquent chez la vache laitière au cours du post-partum. S'il ne persiste pas au-delà de 45 jours ; il n'est pas considéré comme pathologique. Plusieurs kystes peuvent coexister sur le même ovaire. (Boin, et al 2001)

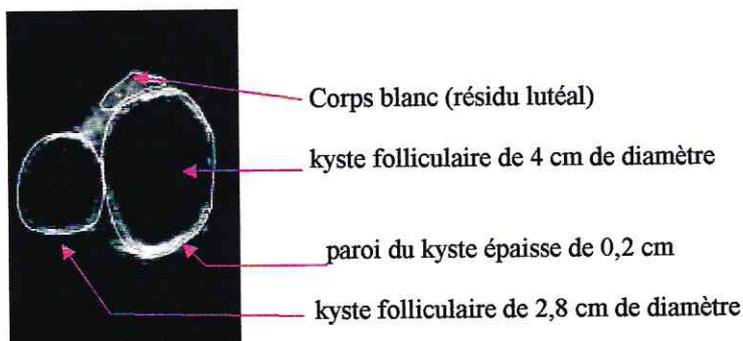


Figure n°22: Echographie de l'ovaire de 6 cm de longueur (Boin, 2001)

#### b- kyste lutéal :

Le kyste lutéinisé ou lutéal possède à sa périphérie une paroi épaisse, de plus de 3 à 5mm, entourant une cavité peut, dans certains cas, être parcourue par des travées conjonctifs échogènes (Cf Figure 23).

Le kyste lutéal doit être différencié du corps jaune cavitaire. Le diagnostic repose sur la taille et la forme de ces structures. Le corps jaune cavitaire possède une cavité habituellement inférieure à 25-30 mm et une paroi d'épaisseur comprise entre 5 et 10mm. Elle est généralement ovale alors que celle du kyste est plus sphérique. (Boin, et al 2001)

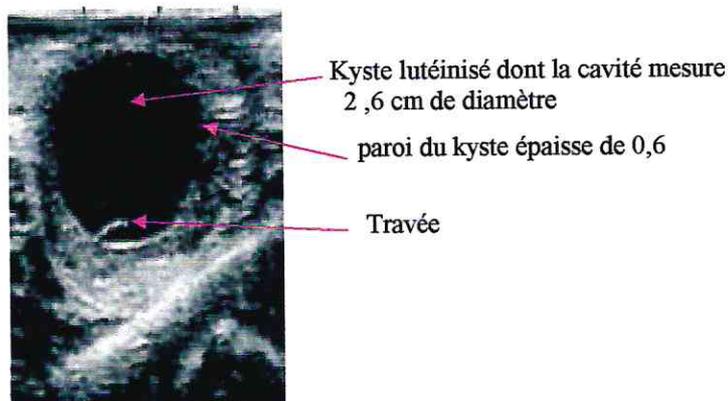
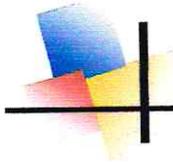


Figure n°23 : Echographie in vivo d'un kyste lutéinisé (Boin 2001)



### 3- Examen échographique de l'utérus gravide :

#### 3-1-Diagnostic de gestation précoce :

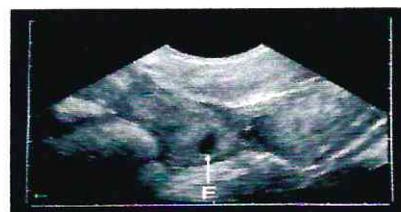
Le développement des annexes fœtal chez la vache s'effectue en longueur. Vers le 20<sup>ème</sup> jour de gestation, le conceptus prend la forme d'un long tube d'environ 2 à 4 mm de diamètre qui s'étend déjà d'une jonction uterotubaire à l'autre. Ce n'est qu'à partir des 25-27<sup>ème</sup> jours de gestation que le diamètre de ce tube devient suffisant (environ 1cm) pour être visualisé par échographie, en particulier chez la génisse. Lors d'échographie précoce, les liquides s'accumulent en partie déclive, la sonde sera positionnée de façon à examiner la portion la plus profonde de l'utérus.

##### 3-1-1- Images de gestation précoce :

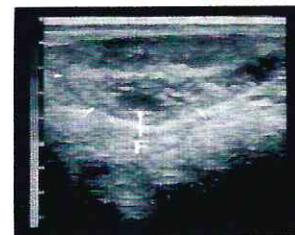
La vésicule embryonnaire bovine peut être détectée avec une sonde de 7,5 MHz dès le neuvième jour de gestation (Boyd *et al.*, 1988) et dès le douzième jour avec une sonde de 5 MHz. Elle se présente alors sous la forme d'une zone anéchogène de 2 mm de hauteur et de 7 à 12 mm de longueur. Elle est sphérique dans 73 % des cas et ovale dans 27 % des cas (Pierson et Ginther, 1984a ; Curran *et al.*, 1986a). Cependant, l'échographie à ce stade de gestation ne présente pas une exactitude suffisante pour une application routinière.

Kastelic *et al.* (1991) ont démontré que des zones circulaires anéchogènes peuvent être mises en évidence 10 et 14 jours après l'insémination aussi bien chez les animaux gravides que non gravides. En effet, au moment de la régression lutéale chez les vaches non gravides, des vésicules anéchogènes de forme allongée, correspondant à l'accumulation de liquides utérins, apparaissent, donnant des images équivalentes à celles observées lors de l'élongation du blastocyste au cours de la gestation.

A partir du 30<sup>ème</sup> jour de gestation, la muqueuse utérine forme des cloisons qui séparent la lumière utérine en compartiments à l'intérieur desquels pénètrent les enveloppes foetales : l'échographie a une image caractéristique dite en lâcher de ballons (Tainturier *et al.*, 1998) (cf figure 24).



(a)

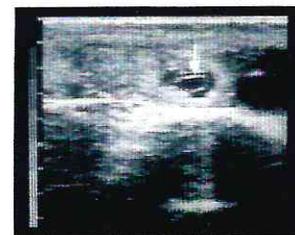


(b)

Figure n°24 : Echographie d'un utérus de génisse (a) à 21 jour et (b) 22 jours de gestation (Kahn, 1994)

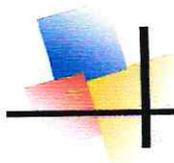


(c)

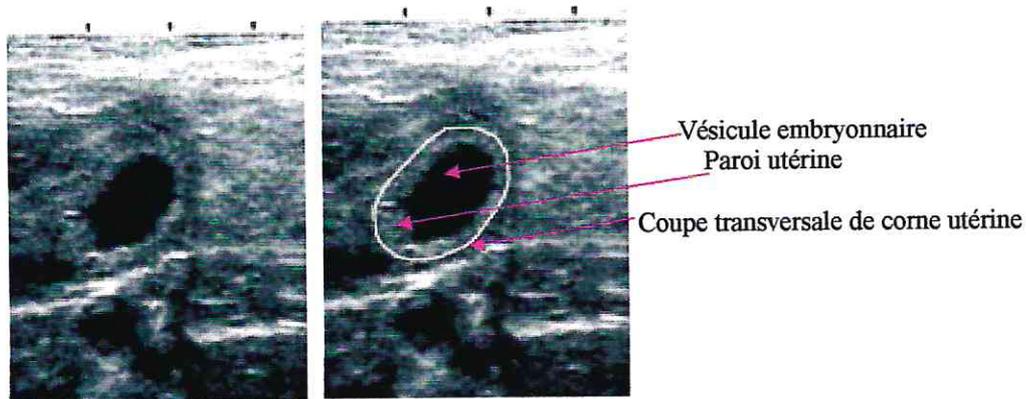


(d)

Figure n°25 : Echographie d'un utérus de génisse (c) à 23 jours et (d) 24 jour de gestation la vésicule embryonnaire et anéchogène. (Kahn, 1994)



L'embryon peut être détecté au plus tôt vers le 20<sup>ème</sup> jour de gestation avec une sonde de 5 MHz (Curran *et al.*, 1986a). Il se présente sous la forme d'une ligne plus échogène d'environ 4 mm de longueur. Cependant sa visualisation se fait en pratique vers le 28<sup>ème</sup> jour de gestation (Pierson et Ginther, 1984a). Entre le 22<sup>ème</sup> et le 30<sup>ème</sup> jours de gestation, l'embryon présente une configuration dite « en C » résultant de la flexion de ses parties antérieures et postérieures ( cf figure 24 et 25 et 26 ). Au cours de la semaine suivante, avec l'allongement du cou et le redressement de la tête, l'embryon adopte une forme « en L » (Curran *et al.*, 1986b).



**Figure n°26 : Echographie d'un utérus de génisse à 27 jours de gestation (Boin, 2001)**

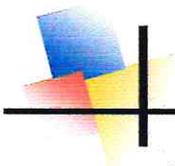
Les premiers battements cardiaques peuvent être détectés chez l'embryon vers le 21<sup>ème</sup> jour de gestation (Curran *et al.*, 1986b). A ce stade, la fréquence cardiaque est de 190 battements par minute. Elle décroît ensuite régulièrement pour atteindre environ 150 à 170 battements par minute entre le 25<sup>ème</sup> et le 60<sup>ème</sup> jour de gestation, puis 130 à 140 battements par minute au cours des trois derniers mois de gestation. La visualisation des pulsations cardiaques est un signe de viabilité de l'embryon ou du fœtus. Dans les semaines suivantes, diverses modifications de l'embryon, du fœtus ou de ses enveloppes peuvent être étudiées par échographie et préciser ainsi l'âge du fœtus (Curran *et al.*, 1986b ; Kähn, 1989 ; Kähn, 1990).

### 3-1-2-Application pratique au diagnostic de gestation :

Les tableaux 2 et 3, réalisés par Hanzen *et al.* (1993), comparent les résultats de différentes études publiées sur la fiabilité des diagnostics de gestation par échographie. Globalement, cette étude montre que l'échographie est plus apte à détecter les animaux gestants (sensibilité : 91%

(51-99)) que non-gestants (spécificité : 74% (74-95)). Le degré d'exactitude des diagnostics de gestation (91% (70-99)) est supérieur à celui des diagnostics de non-gestation (80% (57-97)). Le degré d'exactitude totale est de 87% (63-98).

Mais, on observe de grandes différences de résultat en fonction du stade de gestation étudié, ainsi que de la fréquence de la sonde utilisée, dont dépend la définition de l'image. Ainsi les résultats obtenus après 35 jours de gestation sont nettement meilleurs par rapport aux plus précoces (exactitude totale de 93% contre 72%), et, pour un même stade, il vaut mieux utiliser une sonde de 5 MHz que de 3.5 MHz (exactitude totale entre 49 et 59 jours de 97%(1) contre 84%(2)).



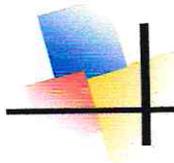
A partir de 35 jours de gestation, l'exactitude globale est de 100% chez des vaches de moins de 7 ans (Hansen et Delsaux 1987). Chez les génisses, cette exactitude serait obtenue dès 20 à 22 jours (Kastelic *et al.* 1988) mais dans des conditions de suivi quotidien expérimental.

En ce qui concerne l'innocuité du diagnostic par échographie, Baxter et Ward (1997) ont réalisé une étude en ferme qui montre un taux de mortalité embryonnaire équivalent (5.5%) dans des troupeaux avec ou sans diagnostic par échographie entre 30 et 40 jours de gestation. L'échographie propose donc un diagnostic de gestation fiable dès 35 jours de gestation, sans augmentation du risque de mortalité embryonnaire s'il est réalisé délicatement (Tainturier et Bencharif, 2002).

**Tableau 1:** Résultats comparés des résultats des diagnostics de gestation par échographie avant 35 jours.(Hanzen *et al.* 1993)

			1	2	3	4	5	6	7	total
Stade (jour)			28-35	<30	21-33	<30	16-31	10-24	<30	<35
Sonde (MHz)			3.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	3.0	
Echo	FR									
+	+	(a)	27	12	56	42	80	92	13	322
+	-	(b)	0	5	11	6	35	12	16	85
-	-	(c)	24	3	64	7	107	65	32	302
-	+	(d)	7	1	17	2	77	48	8	160
N examens			58	21	148	57	299	217	69	869
Sensibilité			79	92	77	95	51	65	62	67
Spécificité			100	38	85	54	75	84	67	78
Exactitude+			100	71	84	88	70	88	45	79
Exactitude-			77	75	79	78	58	57	80	65
Exactitude totale			88	71	81	86	63	72	65	72

➤ 1 :Taverne *et al.*1985 2 :Hanzen et Delsaux 1987 3 :Pieterse *et al.* 1990 4 : Hanzen et laurent1991 5 :Badtram GA *et al.*1991 6 :Kastelic *et al* 1989 7: Chaffaux *et al.*1986



**Tableau 2:** Résultats comparés des résultats des diagnostics de gestation par échographie après 35 jours. (Hanzen *et al.* 1993)

			1	2	3	4	4	4	Total
Stade (jour)			40-49	40-49	36-49	40-49	50-59	60-70	>35
Sonde (MHz)			5.0	3.0	3.0	5.0	5.0	5.0	
Echo	FR								
+	+	(a)	73	32	34	444	232	32	856
+	-	(b)	2	10	3	39	17	1	72
-	-	(c)	17	22	17	129	60	21	266
-	+	(d)	1	0	0	8	3	1	13
N examens			93	64	63	620	312	55	1207
Sensibilité			98	100	100	98	98	97	99
Spécificité			89	69	85	77	77	95	79
Exactitude+			97	76	93	92	93	97	92
Exactitude-			94	100	100	94	95	95	95
Exactitude totale			97	84	95	93	94	96	93

➤ 1 : Hanzen et Delsaux 1987 ; 2 : Chaffaux *et al.* 1986 ; 3 : Taverne *et al.* 1985 ; 4 : Hanzen et Laurent 1991

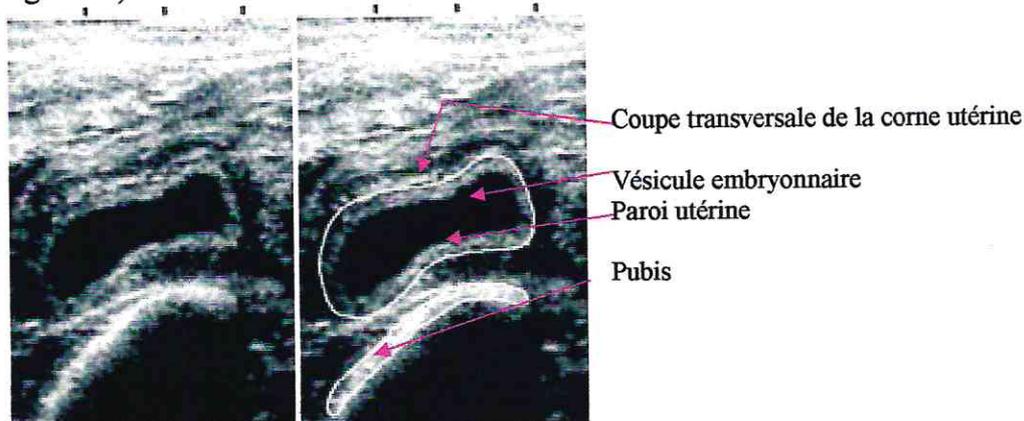
### 3-2 - Détermination de l'âge de l'embryon et du fœtus :

#### 3-2 - 1- Identification des enveloppes fœtales :

L'amnios est identifiable vers les 30<sup>ème</sup> – 32<sup>ème</sup> jours de gestation (Pierson et Ginther, 1984a) (cf figure 29, 31) En effet, sa détection avant le 30<sup>ème</sup> jour s'avère impossible car il est trop étroitement accolé à l'embryon (cf figure 27, 28). Au cours des deux premiers mois de gestation, le contenu de l'amnios est anéchogène. (cf figure

En revanche, l'allantoïde, anéchogène durant la première moitié de gestation, voit son échogénicité augmenter à partir du sixième mois de gestation. (cf figure 34)

Les ébauches cotylédonaire se présentent comme des petits renflements de la paroi utérine et mesurent en moyenne 6 mm de longueur et 2 mm d'épaisseur vers le 35<sup>ème</sup> jour de gestation (cf figure 30, 32). Au 60<sup>ème</sup> jour, leur longueur atteint environ 20 mm (Hanzen *et al.*, 1993b) (cf figure 33).



**Figure n°27 :** Echographie d'un utérus de genisse à 28 jours de gestation (Boin, 2001)

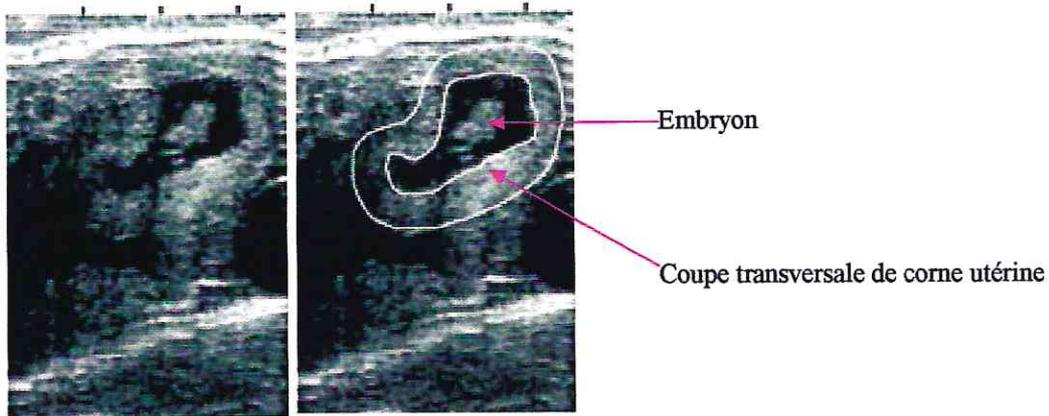
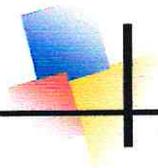


Figure n°28 : Echographie d'un embryon de 29 jours (Boin, 2001)

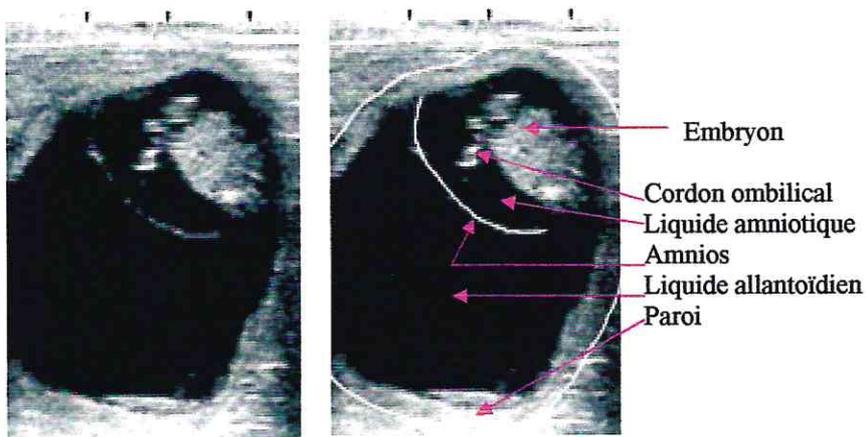


Figure n°29 : Echographie d'un embryon de 30 jours (Boin, 2001)

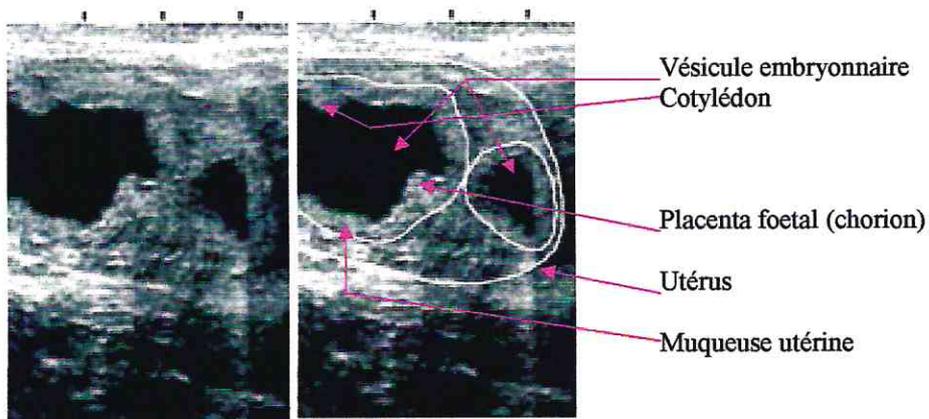


Figure n°30 : Echographie d'un utérus de vache à 33 jours de gestation (Boin, 2001)

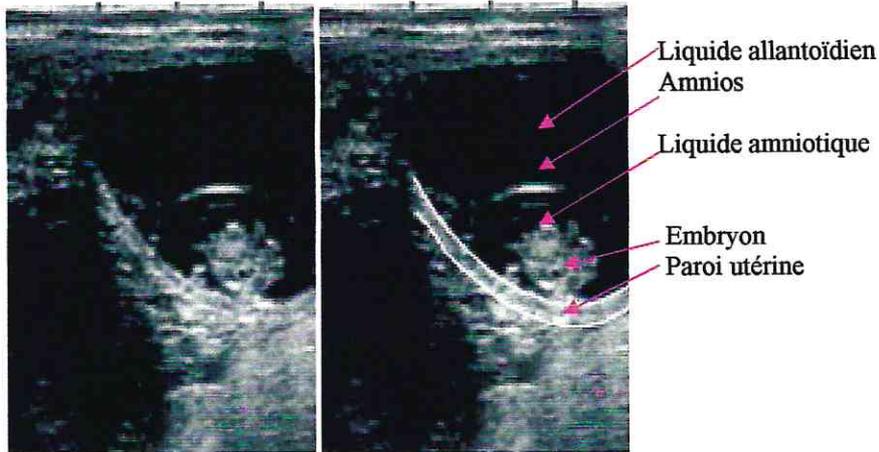


Figure n°31 : Echographie d'un embryon de 35 jours (Boin, 2001)

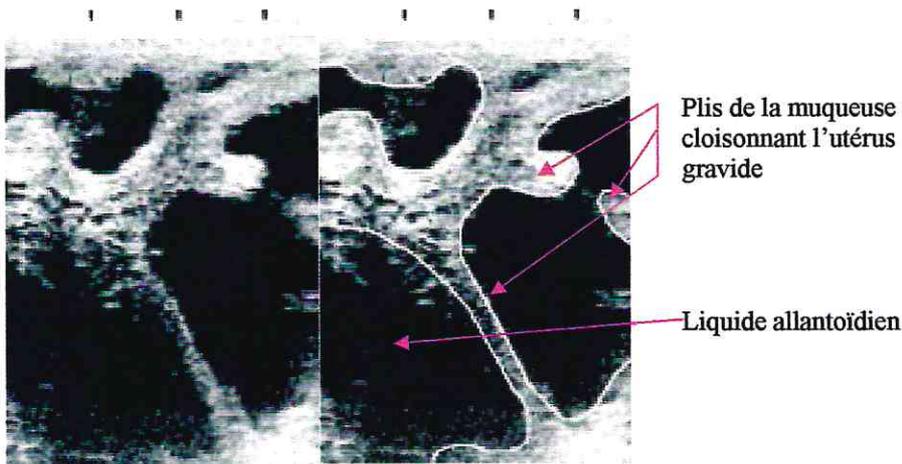


Figure n°32 : Echographie d'un utérus de vache à 50 jours de gestation (Boin, 2001)

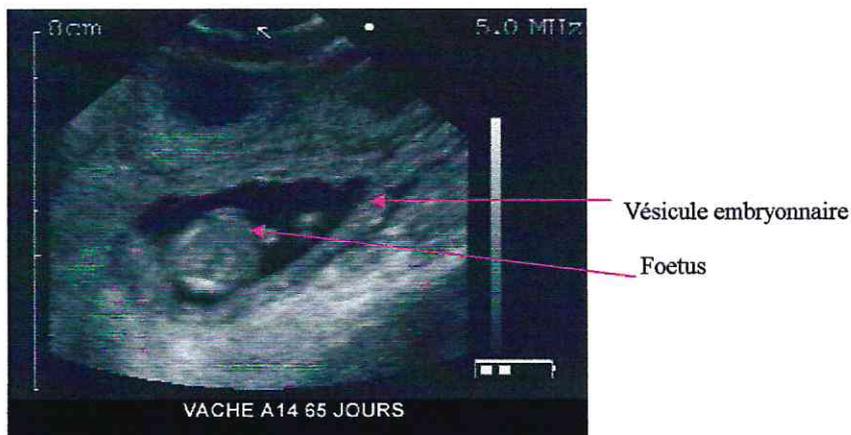


Figure n° 33 : Echographie d'un utérus de vache à 65 jours de gestation (www.agroscan.com)

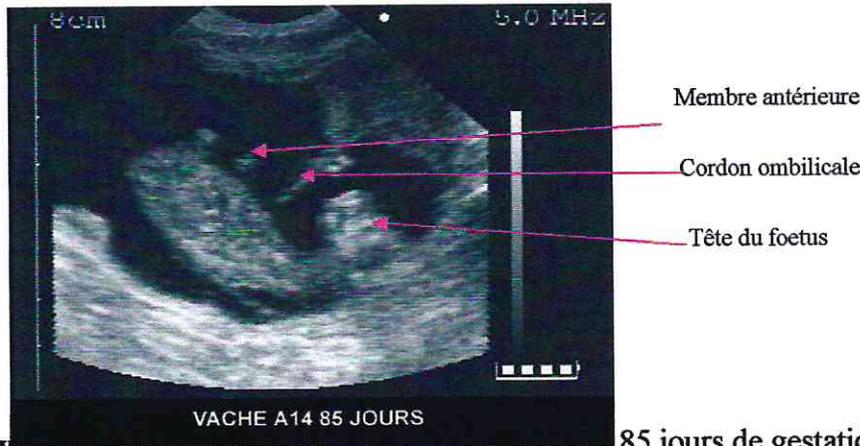
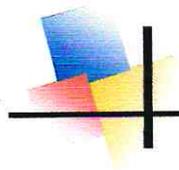


Figure 1-11-11 Echographie d'un utérus de vache à 85 jours de gestation (www.agroscan.com)

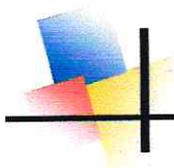
### 3-2 - 2 – Identification des structures anatomiques du conceptus :

L'identification d'une structure normale ou dégénérée (colonne vertébrale, membres), la présence ou non des battements cardiaques et mouvements fœtaux sont de bons indicateurs de la mortalité embryonnaire. L'identification des organes ainsi que la taille du fœtus, peut également permettre une datation du stade de gestation (voir tableau 4) (Boin, 2001)

**Tableau 3** : Dates d'apparition des structures embryonnaires, foetales ou utérines lors de l'examen échographique chez la vache (Curran *et al.*, 1986b)

STRUCTURES	AGE EN JOURS
Embryon	20,3 +/- 0,3
Battements cardiaques	20,9 +/- 0,3
Allantoïde	23,2 +/- 0,3
Aspect en C de l'embryon	25,4 +/- 0,8
Colonne vertébrale	29,1 +/- 0,5
Ebauche des membres antérieurs	29,1 +/- 0,3
Amnios	29,5 +/- 0,5
Cavités orbitaires	30,2 +/- 0,4
Ebauche des membres postérieurs	31,2 +/- 0,3
Aspect en L de l'embryon	32,7 +/- 1,1
Placentome	35,2 +/- 1,0
Cristallin	40,0 +/- 0,6
Onglons	44,6 +/- 0,7
Mouvements foetaux	44,8 +/- 0,8
Côtes	52,8 +/- 0,5

Plusieurs études ont été consacrées à la détermination de l'âge foetal par la mesure de ses différentes structures anatomiques (White *et al.*, 1985 ; Hughes et Davies, 1989 ; Kähn, 1989).



Une mesure classique consiste à déterminer la distance comprise entre l'attache de la tête et de la queue (notée Tête - Queue dans le tableau 5). Elle est d'environ 15 mm vers le 35<sup>ème</sup> jour de gestation, 28 mm vers le 45<sup>ème</sup> et 48 mm vers le 55<sup>ème</sup>. Au cours du deuxième et du troisième mois de gestation, cette distance augmente de 1,1 à 1,4 mm et de 2,5 à 3 mm par jour respectivement (Pierson et Ginther, 1984a ; Curran *et al.*, 1986b ; Hughes et Davies, 1989 ; Kähn, 1989).

**Tableau 4:** Relation entre la longueur de l'embryon et son âge (Hughes et Davies, 1989)

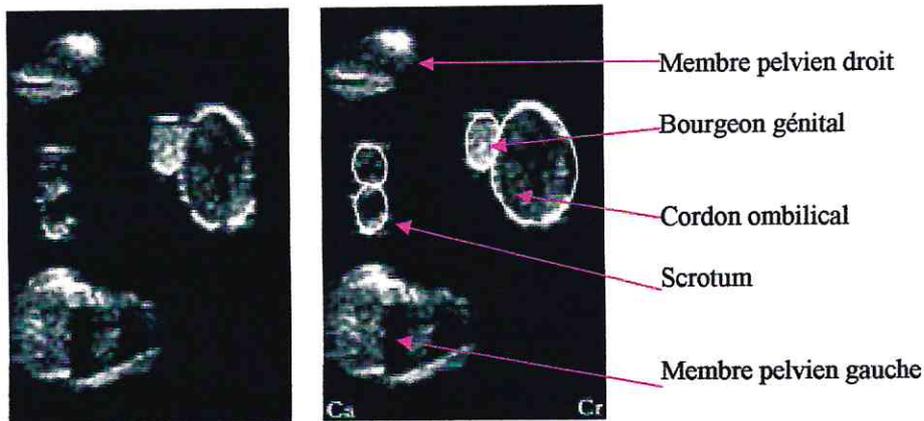
Age (semaines)	Longueur moyenne Tête - Queue (en centimètres)	Longueur minimale Tête - Queue (en centimètres)	Longueur maximale Tête - Queue (en centimètres)
4	0,89	0,6	1,1
5	1,28	0,8	1,9
6	2,02	1,6	2,6
7	2,77	2,3	3,6
8	4,55	3,6	5,2
9	6,24	3,9	7,1
10	8,74	6,1	10,1
11	10,65	9,5	11,8
12	12,18	10,7	13,7

### 3-3 –Le sexage du fœtus :

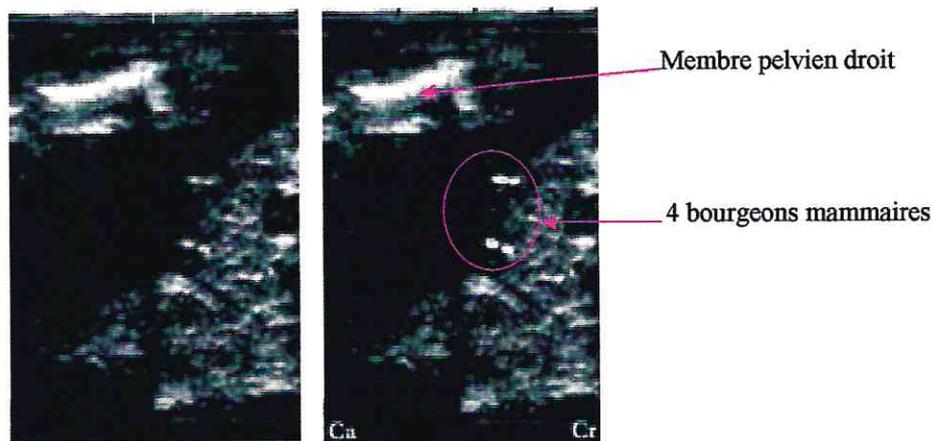
Ce diagnostic, réalisé entre le 70<sup>ème</sup> et le 120<sup>ème</sup> jour de gestation présente une fiabilité très correcte. En pratique, ce diagnostic peut être effectué entre les 55<sup>ème</sup> et 120<sup>ème</sup> jours de gestation. L'exactitude de ce diagnostic est comprise entre 94% et 100% mais ce résultat nécessite une grande expérience de l'opérateur.

On recherche entre le 55<sup>ème</sup> et 65<sup>ème</sup> jour du tubercule génital qui, chez le mâle donne naissance au pénis, et chez la femelle au clitoris (diagnostic précoce),

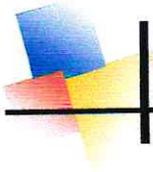
Cette masse hyperéchogène sera donc située immédiatement à la base du cordon ombilical chez le male, alors qu'elle migre vers l'arrière entre les membres postérieurs chez la femelle. Après 70 jours le diagnostic s'effectuera en recherchant le scrotum (avec les testicules) pour le male (cf figure35) et les quatre bourgeons mammaires pour la femelle (cf figure36) (bien qu'anatomiquement présents également chez le male, ils ne sont pas hyperéchogènes). Après 100 jours de gestation, la position déclive du fœtus limite parfois l'accès de la zone à échographier. (Boin, 2001)



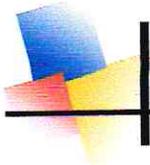
**Figure n°35 :** Echographie de sexage (en bain d'eau, coupe horizontale) du fœtus mâle présenté ci-dessus (Boin, 2001)



**Figure n°36 :** Echographie (en bain d'eau, coupe horizontale) des mamelles du fœtus femelle de 110 jours (Boin, 2001).



# PARTIE EXPERIMENTALE



## **I-INTRODUCTION :**

De nos jours, les enjeux inhérents à l'économie bovine incitent les éleveurs à optimiser le potentiel de production de leur cheptel. La réduction de l'intervalle entre vêlages successifs d'un même animal, ainsi que l'identification précoce des animaux non gravides représentent deux des principales stratégies d'amélioration du rendement reproductif. C'est pourquoi, la mise au point de techniques permettant un diagnostic de gestation plus précoce revêt une importance de plus en plus considérable.

La palpation manuelle de l'utérus est la méthode de diagnostic de gestation classiquement utilisée pour l'espèce bovine. Cependant, son exactitude, qui varie avec l'opérateur, n'est correcte qu'à partir de la cinquième semaine. L'échographie, quant à elle, offre dès la quatrième semaine une très bonne fiabilité. Depuis plusieurs années, l'échographie bidimensionnelle est donc devenue un outil de choix lors du suivi de reproduction bovine.

L'échographie propose un diagnostic de gestation fiable dès 35 jours de gestation, sans augmentation du risque de mortalité embryonnaire s'il est réalisé délicatement (Tainturier et BenCharif, 2002).

## **II-OBJECTIFS :**

Afin de nous familiariser avec cette technique de diagnostic rapide et exacte nous avons visé comme objectif :

- Apprendre à utiliser l'échographie transrectale pour le diagnostic précoce de gestation chez les vaches entre 25<sup>ème</sup> et 29<sup>ème</sup> jour post insémination et sa confirmation au delà du 35<sup>ème</sup> jour (35-40 jours et 45-60 jours)

## **III-LIEU ET PERIODE DE L'EXPERIMENTATION :**

Notre partie expérimentale c'est déroulée au niveau d'un élevage de bovin laitier dans la région de Bouira du 28/11/2007 au 15/05/2008.

## **IV- MATERIEL ET METHODES :**

### **A- Matériel :**

#### **1-Animaux :**

Six vaches de race montbéliarde ont fait l'objet de notre étude.



## 2-Appareil :

Pour le déroulement du travail on a utilisé :

- Echographe portatif de marque AGROSCAN A14 équipé d'une sonde sectorielle ayant une fréquence de 5 MHz. (cf photo n°1)



**Photo n°1:** Echographe portatif de marque AGROSCAN A14

- Une pince a mouchette pour la contention des animaux.
- Des gants
- Un lubrifiant (vaseline)
- Appareil photo numérique « SONY »

## B- Méthodes :

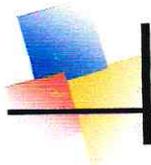
### 1-Identification des animaux :

Le tableau ci-dessous représente les caractéristiques de six vaches de race montbéliarde qui ont fait l'objet de notre étude ainsi que les dates de leur saillie.

**Tableau 5 :** caractéristique des vaches l'expérimentation

Numéro de vache	RACE	AGE	Type de saillie	NUMERO DE PORTE	DATE DE SAILLE /INSEMINATION
1	Montbéliarde	5ans	naturel	3	28/11/2007
2	Montbéliarde	18mois	naturel	1	04/02/2008
3	Montbéliarde	5ans	naturel	3	05/02/2008
4	Montbéliarde	5ans	naturel	3	07/03/2008
5	Montbéliarde	3ans	artificiel	2	15/03/2008
6	Montbéliarde	6ans	naturel	4	20/03/2008

- Trois vaches sont âgées de 5ans et sont a leur troisième gestation.
- La vache n°5 est a sa deuxième gestation et sa troisième année.
- La vache n°2 est une génisse de 18 mois.
- La vache la plus âgée a 6ans et est à sa 4<sup>ème</sup> gestation.



## **2-Examen échographique :**

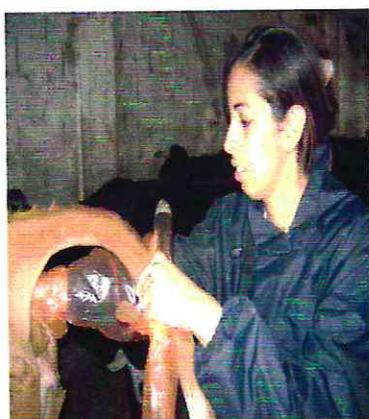
Le premier examen échographique était effectué entre le 25<sup>ème</sup> j et le 29<sup>ème</sup> j post insémination (ou saillie). Des contrôles échographiques étaient réalisés entre le 35<sup>ème</sup> j et le 60<sup>ème</sup> j post insémination.

L'examen échographique a été effectué dans un local obscur afin de permettre l'utilisation au maximum de toutes les nuances de gris, et d'avoir une qualité optimale de l'image.

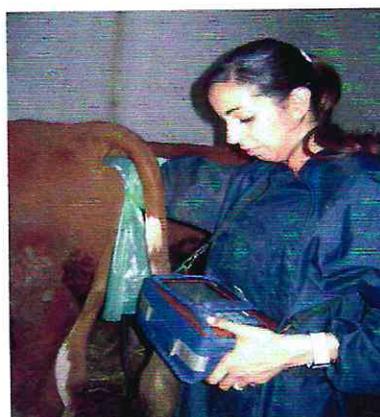
Après une contention de l'animal à l'aide d'une pince à mouchette, un examen par palpation transrectal a été réalisé (Cf photo 2). Cet examen complémentaire permettait la vidange du rectum tout en évitant l'introduction d'air et de repérer le tractus génital (col, cornes utérine puis ovaire) dans la filière pelvienne. La sonde couverte par un gant de protection lubrifiée a été alors introduite (Cf photo 3).



**Photo n°1 : Contention de la vache.**



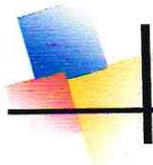
**(a)**



**(b)**

**Photo n°2 : (a) vidange du rectum (b) introduction de la sonde**

La sonde est maintenue par la main (gauche pour un praticien gauchier) puis introduite dans le rectum de sorte que le côté émetteur de la sonde soit dirigé vers le bas. Les doigts entourent la sonde tout en la dirigeant vers le bas et on la fait pivoter longitudinalement par rapport à l'axe de l'animal. L'examen échographique se fait en progressant de l'extérieur vers l'intérieur suivant la corne droite qui est le plus souvent la corne gestante puis la corne gauche tout en évitant les manœuvres brusques. Après avoir figé l'image sur l'écran il est possible de mesurer la taille de la vésicule. On procède juste à déplacer les deux curseurs sur les extrémités de la vésicule ou bien sur l'attache de la tête et de la queue pour mesurer la taille du fœtus.

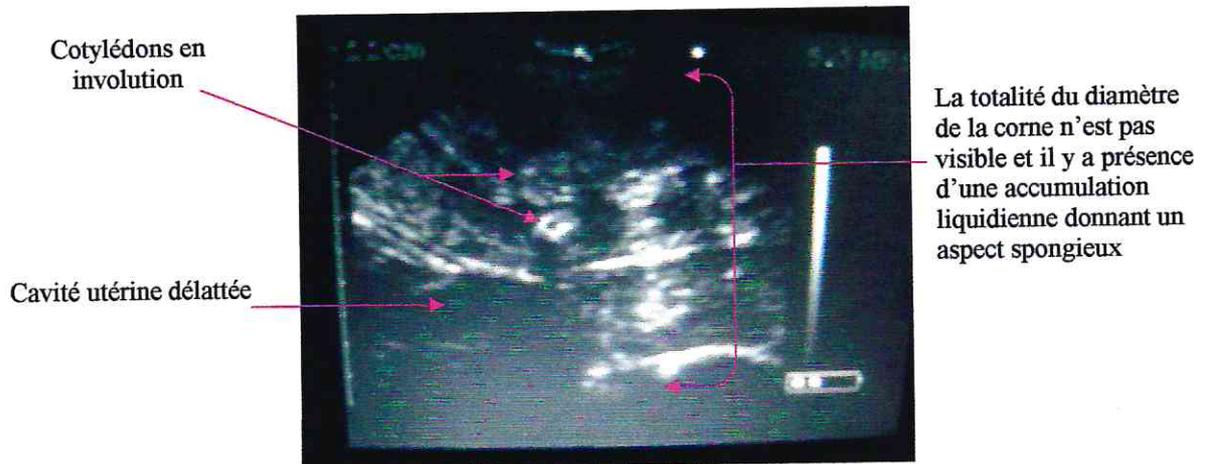


## V- LES RESULTATS :

Nous avons présenté dans un premier temps, une image échographique d'une vache vide et ses ovaires. Puis dans un deuxième temps des images échographiques de vaches gestantes à différents stades.

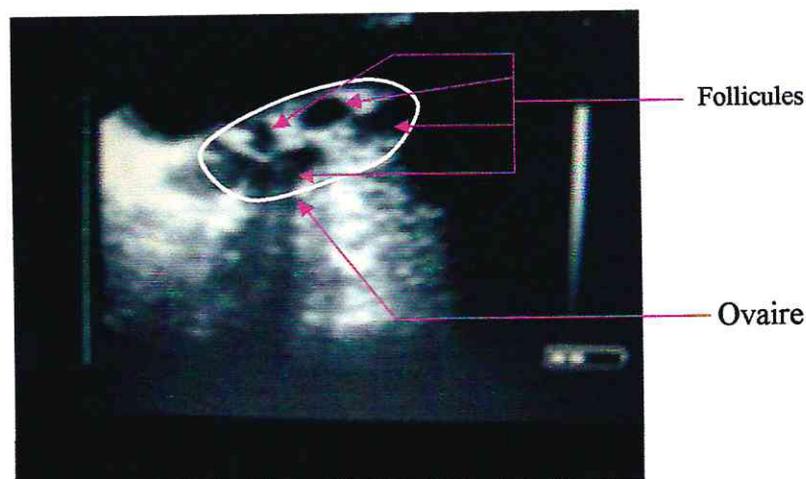
### 1-Examen échographique d'une vache vide :

- La figure ci dessous représente une image échographique d'un utérus en cours d'involution utérine.



**Figure n°37 :** Image échographique d'une matrice en cour d'involution utérine (20 jours après mise bas).

- La figure suivante représente un ovaire avec plusieurs follicules ayant un aspect noir et des diamètres différents.



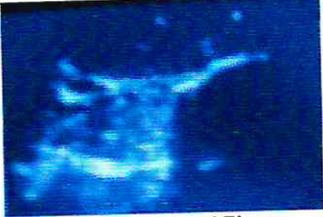
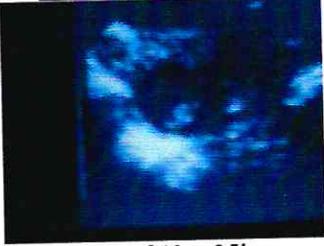
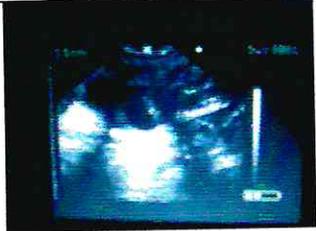
**Figure n°38 :** Ovaire d'une vache non gravide avec des follicules de diamètres différents.

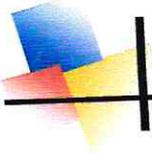


2-Examen échographique des vaches gestantes:

Les images échographiques obtenues sont reportées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 6 : Images échographiques.**

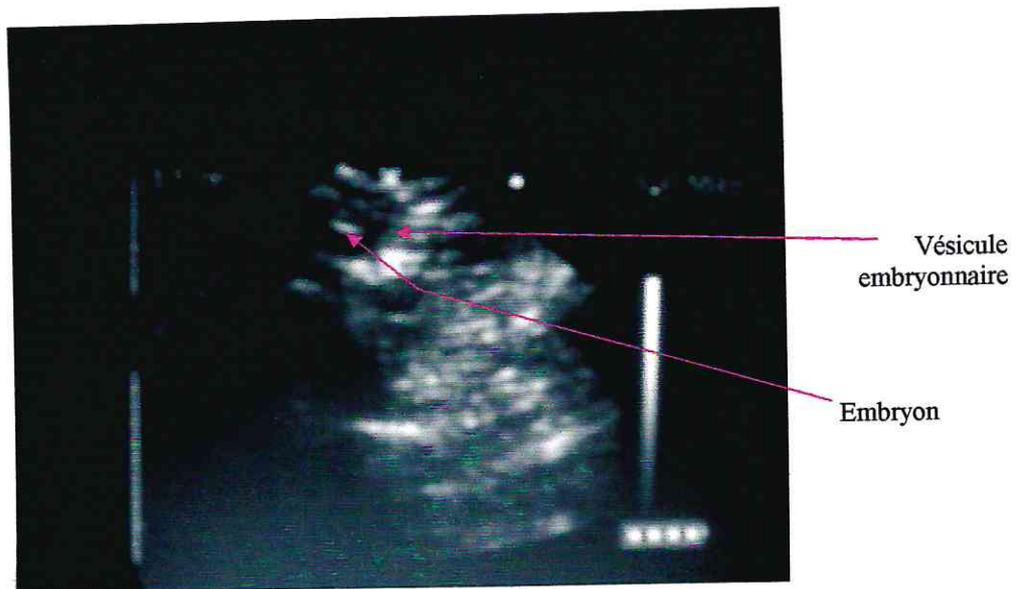
.Numéro de vache	Jour de gestation		
	25-29	35-40	45-60
1	 <p><b>Figure n°39 : 27jour</b></p>	 <p><b>Figure n°40 : 36jour</b></p>	 <p><b>Figure n°41 : 48 jour</b></p>
2	 <p><b>Figure n°42 : 25jour</b></p>	 <p><b>Figure n°43 : 35jour</b></p>	 <p><b>Figure n°44 :45jour</b></p>
3	 <p><b>Figure n°45 : 29jour</b></p>	 <p><b>Figure n°46 : 37jour</b></p>	 <p><b>Figure n°47 :50jour</b></p>
4	 <p><b>Figure n°48 :28jours</b></p>	 <p><b>Figure n°49 : 37jour</b></p>	 <p><b>Figure n°50 :47jours</b></p>
5	 <p><b>Figure n°51 : 28jours</b></p>	 <p><b>Figure n°52 : 37jour</b></p>	 <p><b>Figure n°53 : 60jour</b></p>
6	 <p><b>Figure n°54 : 27jour</b></p>	 <p><b>Figure n°55 :39jour</b></p>	 <p><b>Figure n°56 : 48jour de</b></p>



## 2-1-Interprétation des images échographiques :

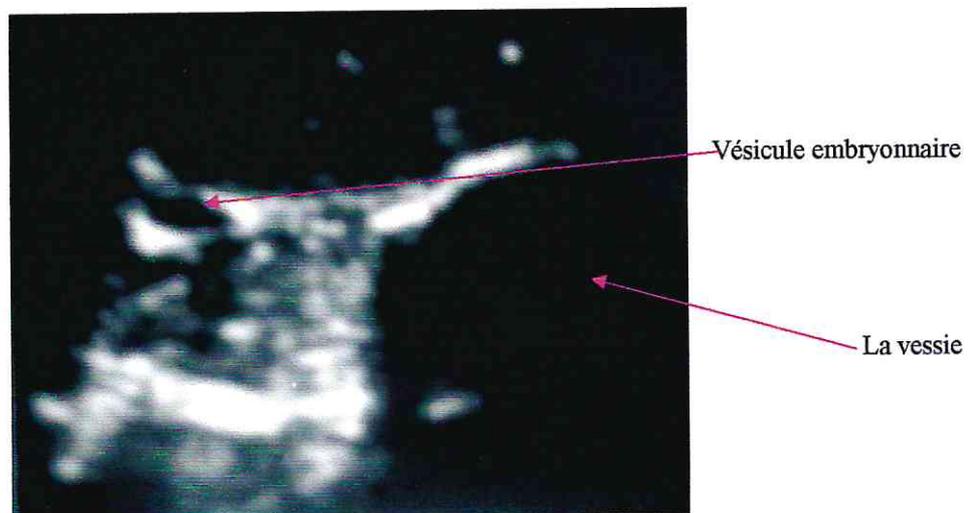
### 1-1-Entre 25 et 29 jours de gestation

- La vésicule embryonnaire est observée au niveau de la corne droite. L'embryon de 8 mm. est visualisé sous forme de petite tache claire accolée à la paroi utérine chez la vache n° 2 (cf figure 42)



**Figure n°42** : Echographie d'un utérus au 25<sup>ème</sup> jours de gestation (Vache n°2)

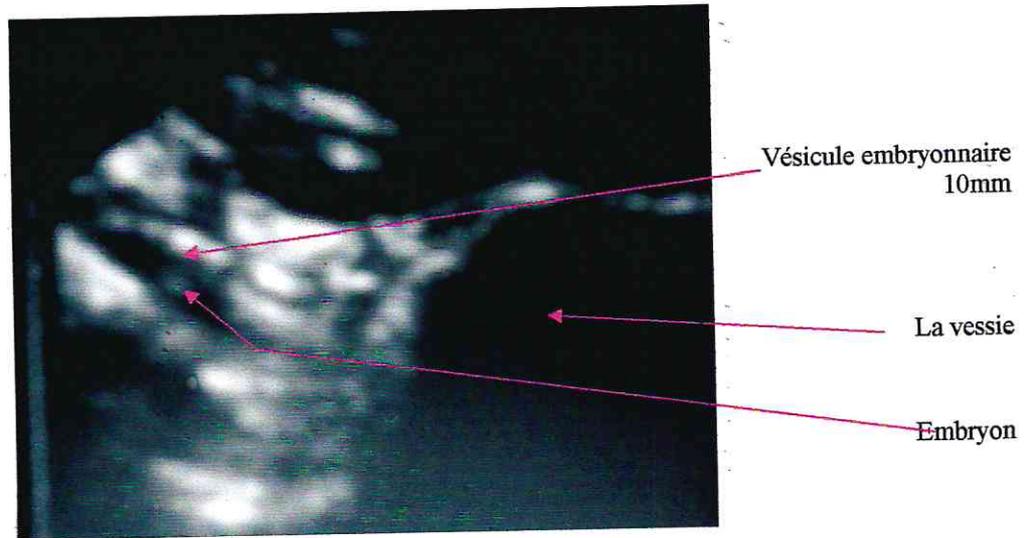
- La vésicule embryonnaire est visible dans la figure ci dessous elle apparaît sous forme d'une poche de couleur noire. L'embryon n'apparaît pas dans cette image chez la vache n°1



**Figure n° 39** : Echographie d'un utérus au 27<sup>ème</sup> jour de gestation (Vache n°1)

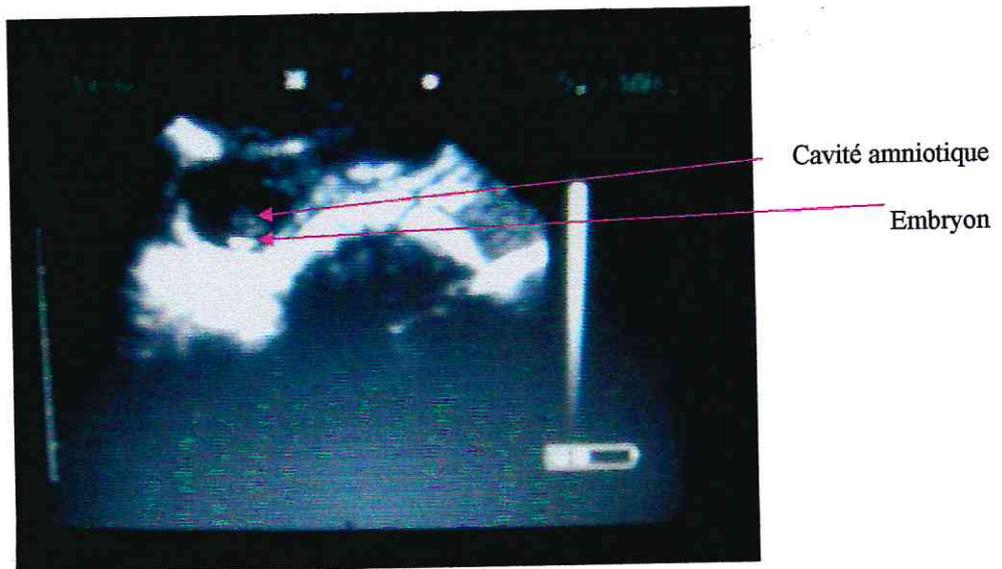


- La vésicule embryonnaire présente un diamètre de 10 mm dans la figure n°54. L'embryon est visualisé sous forme de petite tache claire dans sa vésicule anéchogène chez la vache n°6



**Figure n° 54:** Echographie d'un utérus au 27<sup>ème</sup> jours de gestation (Vache n°6)

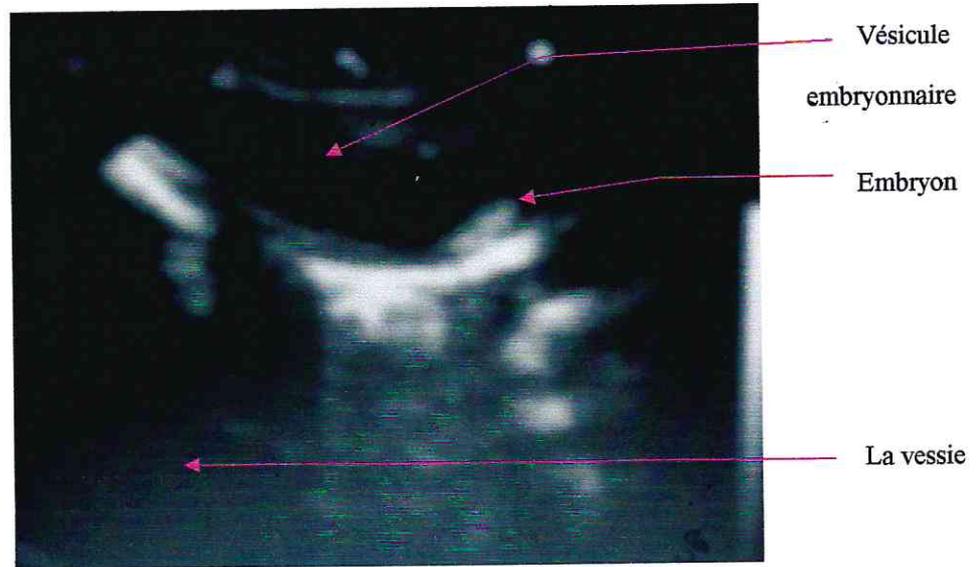
- L'embryon présente un diamètre de 9mm baignant dans le liquide amniotique chez la vache n°4 (cf figure 48)



**Figure n° 48 :** Echographie d'un utérus au 28ème jours de gestation (Vache n°4)



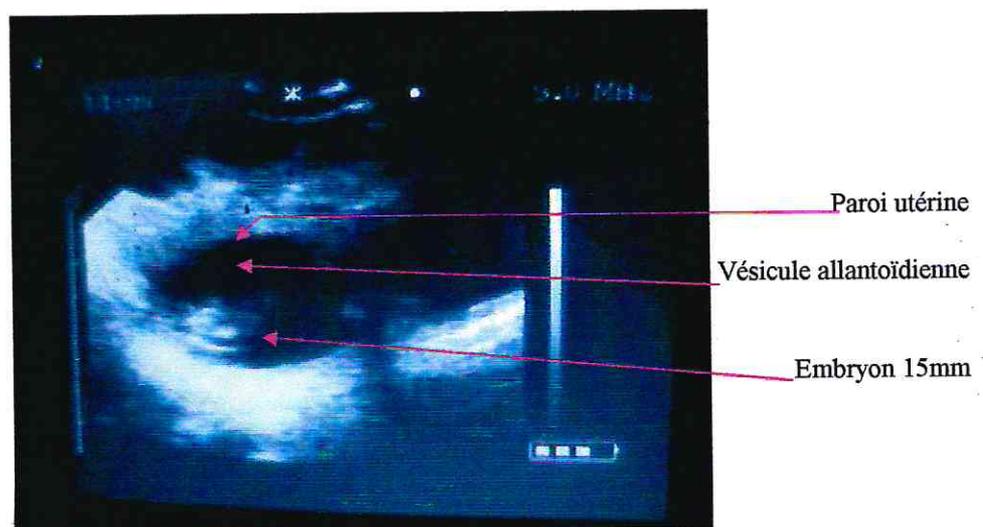
- La vésicule embryonnaire mesure environ 12 mm dans l'image échographique ci-dessous. L'embryon est visualisé sous forme de petite tache claire dans sa vésicule anéchogène chez la vache n° 3



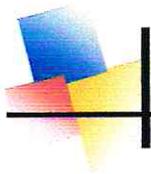
**Figure n° 45 :** Echographie d'un utérus à 29<sup>ème</sup> jours de gestation (Vache n°3)

1- 2-Entre 35 et 40 jours de gestation :

- L'embryon mesurant 15mm est visible sous forme d'une structure hyperéchogène au 36<sup>ème</sup> jour de gestation chez la vache n°1.(cf figure 40)



**Figure n° 40 :** Echographie d'un utérus à 36 jours de gestation (Vache n°1)



- L'embryon mesure 20 mm de diamètre baignant dans sa vésicule chez la vache n°3 (cf figure 46)



Embryon de 20mm

**Figure n° 46 :** Echographie d'un utérus au 37<sup>ème</sup> jours de gestation (Vache n°3)

- L'embryon mesure 17mm au 39<sup>ème</sup> jour de gestation chez la vache n°6 (cf figure, 55)



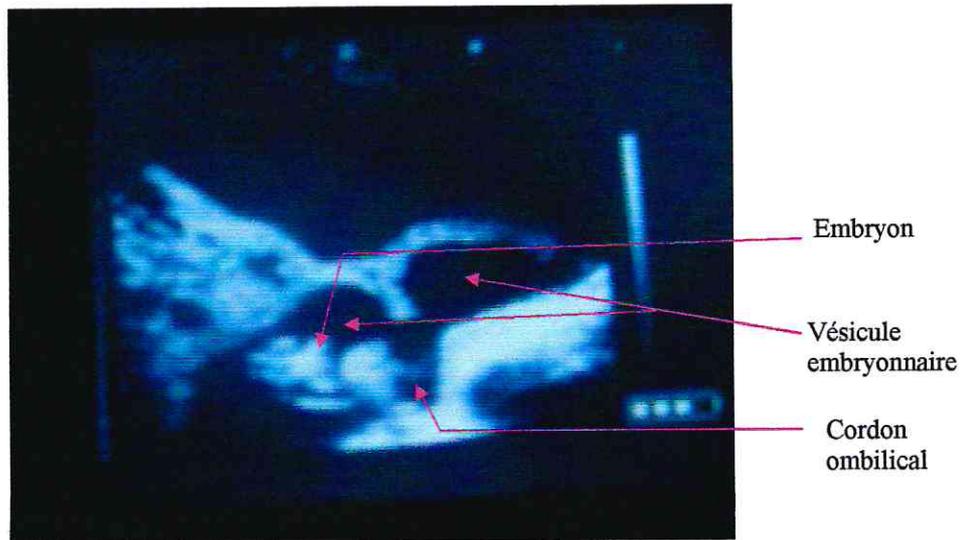
Embryon de 17mm

**Figure n° 55:** Echographie d'un utérus au 39<sup>ème</sup> jours de gestation (Vache n°06)



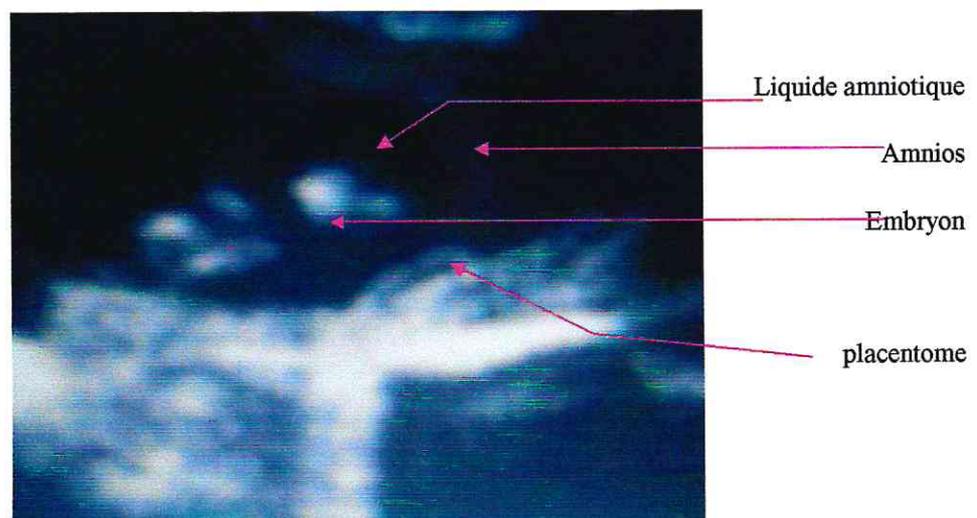
1-3-Entre 45 et 60 jours de gestation :

- L'embryon est bien visible dans la figure ci dessous .Il présente une longueur de 4cm au 48<sup>ème</sup> jour de gestation chez la vache n° 1.

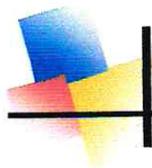


**Figure n° 41 :** Echographie d'un utérus à 48 jours de gestation (Vache n°01)

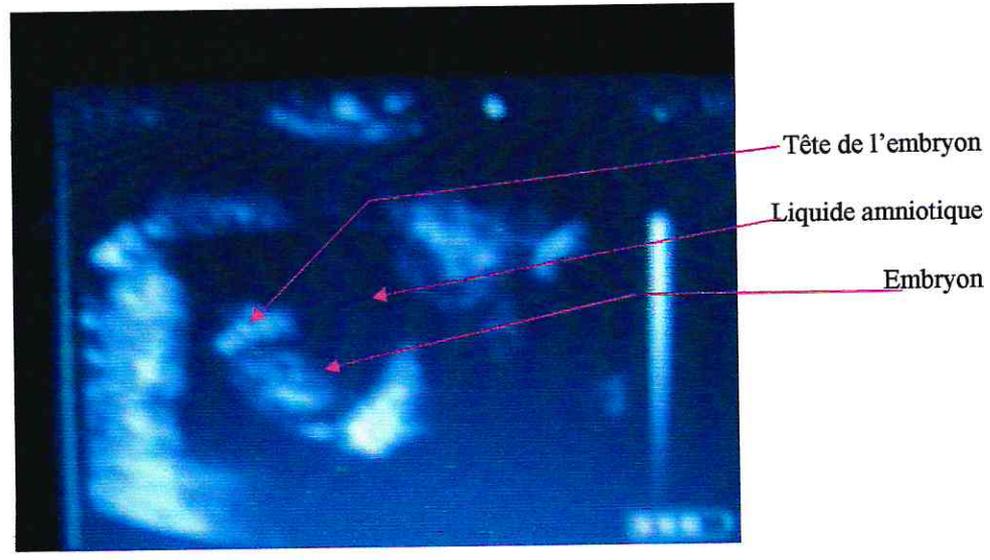
- L'embryon mesure 4,5cm de longueur au 50<sup>ème</sup> jour de gestation chez la vache n° 3 (cf figure 47)



**Figure n° 47 :** Echographie d'un utérus à 50 jours de gestation (Vache n°03)

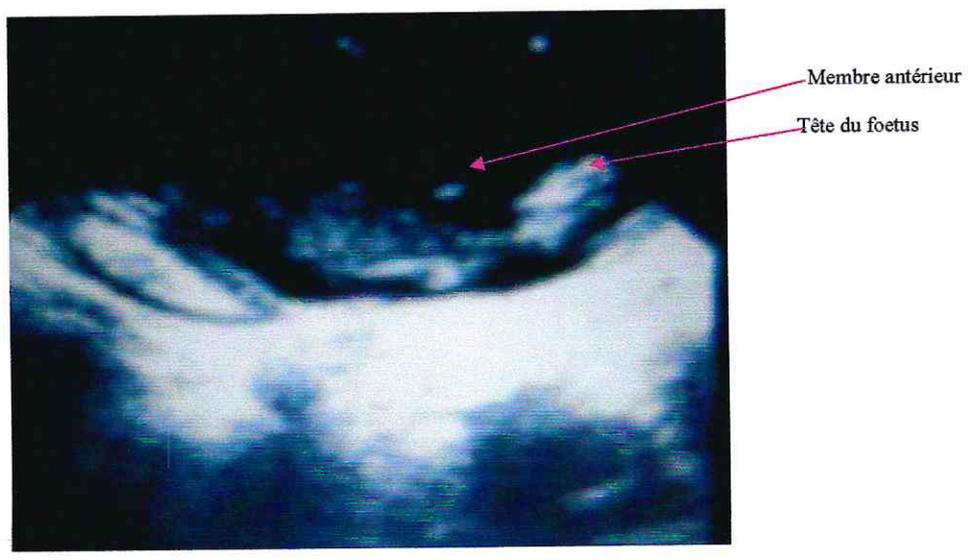


- L'embryon apparaît échogène dans sa vésicule anéchogène au 52<sup>ème</sup> jour de gestation chez la vache n° 6 (cf figure 57)

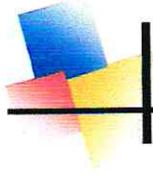


**Figure n°57 :** Echographie d'un utérus à 52 jours de gestation (Vache n°6)

- Image ci-dessous présente l'échographie d'un fœtus au 60<sup>ème</sup> jour de gestation chez la vache n° 5



**Figure n°53 :** Echographie d'un utérus à 60 jours de gestation (Vache n°5)



## **DISCUSSION**



## VI-DISCUSSION

### ➤ Examen échographique d'une vache vide :

Sur la figure n° 37 on observe une matrice en involution prise avec une sonde de 5Mhz cet organe présente plusieurs zones anéchogène (noire) qui marque le liquide. On aperçoit aussi des structures avec une périphérie très échogène c'est les cotylédons au début de l'involution. La corne est très délatée ce qui fait que le diamètre de la corne n'est pas visible.

En effet, la présence d'une accumulation liquidienne durant l'involution donne un aspect spongieux à la matrice qui est faiblement échogène. (Boin 2001)

Pour la figure n° 38 un ovaire de 33mm de diamètre apparaît grisé avec présence de quatre surfaces presque noir qui sont des cavités folliculaires de diamètre différents.

Le follicule contient du liquide. Il est donc visualisé sous la forme d'une zone anéchogène qui se détache dans le grisé du stroma ovarien.

### ➤ Examen échographique entre le vingt cinquième et vingt neuvième jour de gestation :

Lors d'échographie entre le 25<sup>ème</sup> jour et 27<sup>ème</sup> jour de gestation, sur les figures n° : 39, 42, 54, apparaît une seule section anéchogène. Elle est le plus souvent visible, en zone déclive de l'utérus. L'embryon est visualisé sous forme d'une petite tâche échogène claire au milieu d'une poche liquidienne de couleur noir. Cette dernière est la vésicule embryonnaire, dont le diamètre est de 8mm. A ce stade de gestation, l'embryon est étroitement appliqué sur la membrane utérine. Il forme une saillie échogène dans la lumière utérine anéchogène.

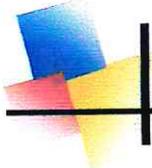
Pour les gestations de 28 jour (Figure n° 48, 51) la vésicule embryonnaire (VE) apparaît en zone déclive de l'utérus, soit comme une cavité anéchogène circulaire ou sous forme d'un haricot. Elle mesure 10mm de diamètre.

Au 29<sup>ème</sup> jour de gestation (Figure n°45) la vésicule embryonnaire apparaît au centre et en haut de l'image. L'embryon commence à se détacher de la paroi utérine, tandis que la vessie on la voie à droite de l'image qui apparaît comme zone anéchogène.

Selon Curran et al (1986a) L'embryon mesure environ 5mm entre le 21<sup>ème</sup> et 25<sup>ème</sup> jour de gestation, mais la taille de la vésicule embryonnaire est cependant variable (Muller et al, 1986). selon Chaffaux et al (1982) et Curran et al (1986b) la vésicule embryonnaire a une épaisseur de 10 mm environ le 26<sup>ème</sup> jour de gestation

Au 25<sup>ème</sup> jour de gestation le liquide de la vésicule embryonnaire est généralement devenu suffisamment abondant pour être révélé par échographe (Curran et al 1986a). A ce stade l'embryon lui-même est difficile à découvrir on peut à peine le distinguer des autres structures échogènes (Kahn, 1991).

Pour Pierson et Ginther, (1984a) la visualisation de l'embryon se fait en pratique vers le 28<sup>ème</sup> jour de gestation. Il est plus échogène et étroitement accolé à la paroi utérine.



➤ Examen échographique entre le Trente cinquième et quarantième jour de gestation:

Les échographies réalisées à 35 et 36 jour de gestation (Figure n°40,43) montrent que l'embryon est facilement visible dans la cavité anéchogène qui l'entour. Il apparaît hyperéchogène et mesure entre 11mm et 15mm.

Au 37<sup>ème</sup> et 39<sup>ème</sup> jours de gestation (Figure n° 46, 49, 52, 55). L'embryon est observé centré au milieu de la cavité amniotique. A ce stade de gestation l'embryon est facile à mettre en évidence, car les ébauches cotylédonaires se présentent comme des petits renflements de la paroi utérine et mesurent en moyenne 6 mm de longueur et 2 mm d'épaisseur.

En effet, selon Hansen et Delsaux (1987), l'exactitude globale du diagnostic de gestation est de 100%, à partir du 35<sup>ème</sup> jour.

➤ Examen échographique entre le quarante cinquième et soixantième jour de gestation:

Pour les gestations de 45 jours (Figure n°44) les images échographiques montrent plusieurs zones anéchogènes (le liquide allantoïdien) entouré d'une zone d'échogénicité tissulaire homogène (la muqueuse utérine). L'embryon présente une forme échogène nettement visible et le cordon ombilical est légèrement visible.

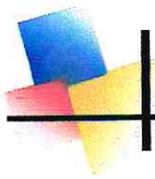
Du 47<sup>ème</sup> et 48<sup>ème</sup> jour (Figure n°41, 50, 56) la gestation est certaine l'embryon apparaît nettement échogène. Il mesure entre 20mm et 23 mm et baigne dans le liquide de sa vésicule anéchogène. On voit le profil de l'embryon qui fait son passage de la forme rudimentaire à la forme différenciée caractéristique du fœtus. Aussi, le cordon ombilical et les cotylédons sont bien visibles à ce stade de gestation.

A 50 et 52 jours de gestation, l'embryon mesurant 44mm apparaît hyperéchogène au milieu de sa vésicule anéchogène (Figure n°47, 57).

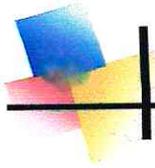
Notre résultat est semblable à celui rapporté dans la littérature (Pierson et Ginther, 1984a ; Curran *et al*, 1986b ; Hughes et Davies, 1989 ; Kähn, 1989). Selon ces auteurs, l'embryon mesure environ 48 mm vers le 55<sup>ème</sup> jour de gestation.

A 60jour de gestation sur la figure n°56 le fœtus apparaît allongés, sur sa partie dorsale. On observe facilement les membres et la tête du foetus ainsi que ses mouvements dans sa cavité embryonnaire sur l'écran de l'échographe

Selon (Kähn, 1989), La colonne vertébrale de l'embryon peut être mise en évidence dès la cinquième semaine de gestation. Au fur et à mesure que son ossification progresse, des zones d'ombre acoustique apparaissent lors de l'examen échographique.



# CONCLUSION



## Conclusion

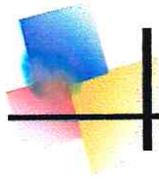
Le présent travail a décrit l'utilisation de l'échographie à l'aide d'une sonde transrectale de 5 MHz pour le diagnostic précoce de gravidité chez les bovins. L'existence des zones anéchogènes noires, indicatives de la présence de liquide, telles des vésicules embryonnaires, a été visible au niveau des zones déclives de l'utérus à partir du 28<sup>e</sup> jour post insémination.

la vésicule embryonnaire est donc la première à être identifiée. De nombreuses études ont montré qu'un diagnostic de gestation par échographie ne pouvait pas être réalisé en routine avant le stade 20 jours de gestation. En effet, avant le 20<sup>ème</sup> jour de gestation, le diamètre maximal de la vésicule embryonnaire n'excède pas 2-3 mm, soit la limite de la résolution des échographes. Les collections liquides anéchogènes ne peuvent pas être distinguées des images semblables observées à l'œstrus. Vers le 22<sup>ème</sup> jour, le diamètre de la vésicule embryonnaire est de 3-5 mm au niveau de l'amnios et sa longueur est de 1cm. La plus grande collection liquidiène se voit généralement d'abord dans la partie libre enroulée des cornes utérines. Cet endroit est celui où on voit habituellement l'embryon.

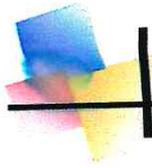
En ce qui concerne l'embryon, est difficile à distinguer avant le 25<sup>ème</sup> jour de gestation on peut détecter sa présence dès le 28<sup>ème</sup> jours post insémination comme petite tache anéchogène étroitement appliqué sur la paroi de l'utérus.

L'observation plus nette a patir du 35<sup>ème</sup> jours de gestation de l'embryon. Il apparaît anéchogène et commence à se décollé de la paroi utérine.

L'exactitude globale de l'échographie transrectale utilisée au cours du présent travail a augmenté entre les 35<sup>ème</sup> et 40<sup>ème</sup> jours post insémination. Ceci confirme le fait que plus l'état de gravidité progresse, plus la vésicule amniotique ou l'embryon est facile à détecter.



# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



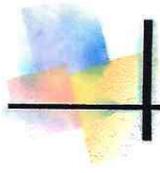
## REFERENCES

- 1- AMIOT (2004) contribution a l'étude des structures des déchirures de l'utérus chez la vache par rebversement provoqué de l'organe .Thèse de doctorat vétérinaire. Université de Lyon.
- 2-AUSTIN EJ, MIHM M, EVANS ACO, KNIGHT PG, IRELAND JLH, IRELAND JJ, ROCHE JF (2001) - Alterations in intrafollicular regulatory factors and apoptosis during selection of the follicles in the first follicular wave of the bovine estrous cycle.
- 3-BARONE R. (1990)- Splanchnologie II. In : Anatomie comparée des mammifères domestiques. 2<sup>ème</sup> éditions, tome 4
- 4-BARONE R. (2001 a) Développement de l'embryon et du fœtus. In : Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome4. Editions Vigot
- 5-BAO B, GARVERICK HA (1998) - Expression of steroidogenic enzyme and gonadotropin receptor genes in bovine follicles during ovarian follicular waves: a review.
- 6-BAXTER S.J. et WARD W.R. (1997)- Incidence of fetal loss in dairy cattle after pregnancy diagnosis using an ultrasound scanner.
- 7-BEKANA M., EKMAN T. et KINDAHL H. (1994)- Ultrasonography of the bovine postpartum uterus with retained fetal membranes.
- 8-BLIN PC, FOURNIER C. (1963) Diagnose de l'âge intramaternel et périodisation du développement dans l'espèce bovine.
- 9-BOIN E.M (2001) Atlas d'échographies en gynécologie bovine thèse pour le Doctorat vétérinaire, école national vétérinaire d'Alford .
- 10-BOIN E.M ; GRIMARD B et CHASTANT S Gynecologie bovine , Atlas d'échographie ,bases et application pratique. Intervet école vétérinaire d'Alford.
- 11-BOYD J.S. et OMRAN S.N. (1991)- Diagnostic ultrasonography of the bovine female reproductive tract. In-Practice,
- 12-BOYD J.S., OMRAN S.N. et AYLIFFE T.R. (1988)- Use of a high frequency transducer with real time B-mode ultrasound scanning to identify early pregnancy in cows.
- 13-CANTALOUBE .M(2005) Les principales étapes de la reproduction Cours Sciences de la Nature & de la Vie partie 2
- 14-CHASTANT-MAILLARD S, FOURNIER R, REMMY D - Actualités sur le cycle de la vache .
- 15-CHAVATTE-PALMER P., HEYMAN Y. et RENARD J.P. (2000)- Clonage et physiopathologies de la gestation associées. Gynécol. Obstét. Fertil.
- 16-CURRAN S., PIERSON R.A. et GINTHER O.J. (1986a)- Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 10 through 20.
- 17-CURRAN S., PIERSON R.A. et GINTHER O.J. (1986b)- Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 20 through 60..
- 18-CURRAN S., KASTELIC J.P. et GINTHER O.J. (1989)- Determining sex of the bovine fetus by ultrasonic assessment of the relative location of the genital tubercle;
- 19-DEGUILLAUME .L 2007 Etude comparative des différentes techniques de diagnostic des mérités chroniques chez la vache , *Thèse de doctorat vétérinaire* école national vétérinaire d'Alford
- 18-DECANTE F. (1990)- Le diagnostic de gestation par échographie en clientèle rurale bovine.
- 19- DEZENDRE N (2006) Les diagnostic de gestation chez les bovins



- 20-DERIVAUX J, ECTORS F(1986)** - Reproduction chez les animaux domestiques - 3ème édition
- 21-ENNUYER M, (2000).** Les vagues folliculaires chez la vache. Application à la maîtrise de la reproduction.
- 22-FIENI F., TAINTURIER D., BRUYAS J.F. et BATTUT I. (1995)-** Physiologie de l'activité ovarienne cyclique chez la vache.
- 23-GAYRARD. V (2007)** cour de physiologie de la reproduction université Toulouse.
- 24-GUENARD, H., BOISSSEAU, M. R., CARRE, F., DEVILLER, P., HANOUNE, J., HARF, A., LACOUR, J.-R., LAMOUR, Y., Lévy, B., MARTHAN, R., MARTINEAUD, J. P., MINAIRE, Y., MION, F., Paillard, M., SWYNGHEEDAUX, B., VARENE, P., and VINCENT, J. (1996).** "Physiologie Humaine."
- 25-HAMILTON SH, GARVERICK HA, KEISLER DH, XU ZZ, LOOS K, YOUNGQUIST RS (1995)** -Characterization of follicle/cyst dynamics and associated endocrine profiles in dairy cows.
- 26-HANZEN C. et DELSAUX B. (1987)** - Use of transrectal B-mode ultrasound imaging in bovine pregnancy diagnosis.
- 27-HANZEN C., LAURENT Y. et JAKOVLJEVIC S. (1993a)-** Applications de l'échographie en reproduction bovine 1.Examen des ovaires.
- 28-HANZEN C., LAURENT Y. et JAKOVLJEVIC S. (1993b)-** Application de l'échographie en reproduction bovine 2.L'utérus gestant et non-gestant.
- 29-KAHN W. (1989)-** Sonographic fetometry in the bovine.
- 30-KAHN W. (1990)-** Sonographic imaging of the bovine fetus.
- 31-KAHN W. (1994)-** Examen échographique des bovins. In : *Atlas de diagnostics échographiques.*
- 32-KASTELIC J.P., BERGFELT D.R. et GINTHER O.J. (1991)-** Ultrasonic detection of the conceptus and characterization of intrauterine fluid on days 10 to 22 heifers. Theriogenology
- 33-LAFRI M (2005)** polycopie du module de le physiologie de la reproduction 3<sup>ème</sup> année vétérinaire(2005) ;université de Saad Dahleb Blida.
- 34-MAARTEN D et PIETERSE M.C 1998** ultrasound in bovine reproduction uterus ovaries diagnosis and treatment . le nouveau peripart .
- 35-MAI W. (1994)** L'échographie en médecine vétérinaire canine et féline. Polycopié d'imagerie médicale.
- 36-MAI W. (1999)** L'image échographique: formation et qualité.
- 37-MIALOT J.-P., LEVY I. et GRIMARD B (1991).** L'échographie dans la gestion de la reproduction chez les bovins.
- 38-MCNATTY KP, HEATH DA, LUNDY T, FIDLER AE, QUIRKE L, O'CONNELL A, SMITHP, GROOME N, TISDALL DJ 1999-** Control of early ovarian follicular development.
- 39-MEREDITH MJ 1995-** Animal breeding and infertility .
- 40-MIALOT JP, CONSTANT F, CHASTANT-MAILLARD S, PONTER AA, GRIMARD B 2001** – La croissance folliculaire ovarienne chez les bovins : nouveautés et applications .
- 41-MONGET P, FABRE S, MULSANT P, LECERF F, ELSEN JM, MAZERBOURG S, PISSELET C, MONNIAUX D 2002** - Regulation of ovarian folliculogenesis by IGF and BMP system indomestic mammals .
- 42-MULLER E., WITTKOWSKI G., (1986).** Visualization of male and female characteristics of bovine fetus by real-time ultrasonics.
- 43-PAVAUX C. (1981).** Elements d'anatomie. Dans : L'utérus de la vache. Anatomie, Physiologie, Pathologie

- 44-PISSELET C, MONNIAUX D (2002)** - Regulation of ovarian folliculogenesis by IGF and BMP system in domestic mammals.
- 45-PIERSON R.A. et GINTHER O.J (1984)** Ultrasonography for detection of pregnancy and study of embryonic development in heifers.
- 46-PIERSON R.A. et GINTHER O.J. (1987a)** Ultrasonographic appearance of the bovine uterus during the estrous cycle.
- 47-PIERSON R.A. et GINTHER O.J. (1987b)** Reliability of diagnostic ultrasonography for identification and measurement of follicles and detecting the corpus luteum in heifers.
- 48-PIERSON R.A. et GINTHER O.J. (1988)**- Ultrasonic imaging of the ovaries and uterus in cattle.
- 49-SCOTT S.J. et DOBSON H. (1997)**- Postmortem comparison of ultrasonography, endocrine measurements and histology of large abnormal ovarian follicles in cows.
- 50-SINGH J., PIERSON R.A. et ADAMS G.P. (1998)**- Ultrasound image attributes of bovine ovarian follicles and endocrine and functional correlates.
- 51-SOLTNER.D 2001** la reproduction chez les animaux d'élevage zootechnie générale 3<sup>ème</sup> édition.
- 52-TAINTURIER D., FIENI F., BRUYAS J-F. et BATTUT I. (1998)**- Diagnostic de gestation chez la vache, application au diagnostic du sexe.
- 53-TAINTURIER D. et BENCHARIF D. Mortalité (2001)** embryonnaire : mise en évidence et difficultés du diagnostic..
- 54-WEBB R, CAMPBELL BK, GARVERICK HA, GONG JG, GUTIERREZ CG, ARMSTRONG DG (1999)** - Molecular mechanisms regulating follicular recruitment and selection.
- 55-WEBB R, GARNSWORTHY PC, GONG JG, ARMSTRONG DG (2004)** - Control of follicular growth : local interactions and nutritional influences .
- 56-WEBB R, NICHOLAS B, GONG JG, CAMPBELL BK, GUTIERREZ CG, GARVERICK HA, ARMSTRONG DG (2003)** - Mechanisms regulating follicular development and selection of the dominant follicle.
- 57-WHITE I.R., RUSSEL A.J.F., WRIGHT I.A. et WHYTE T.K. (1985)**- Real-time ultrasonic scanning in the diagnosis of pregnancy and the estimation of gestational age in cattle.
- 58-[www.chu-toulouse.fr/developpement-embryonnair](http://www.chu-toulouse.fr/developpement-embryonnair) précoce et nidation.(2005)**
- 59-[www.agroscan.com](http://www.agroscan.com).**



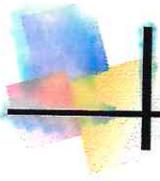
## Annexes

<b>5 mois (150 j)</b>	40 cm	2-3,5 kg		Pigmentation sauf aux extrémités des membres Cils et poils tactiles sont longs Apparition de poils ordinaires sur la tête Eruption proche des incisives mésiales Descente des testicules achevée
<b>6 mois</b>				Présence de poils fins sur les oreilles, le bout de la
<b>5 mois (150 j)</b>	40 cm	2-3,5 kg		Pigmentation sauf aux extrémités des membres Cils et poils tactiles sont longs Apparition de poils ordinaires sur la tête Eruption proche des incisives mésiales Descente des testicules achevée <b>6 mois</b> Présence de poils fins sur les oreilles, le bout de la queue
<b>6,5 mois</b>				Ouverture des paupières
<b>7ème mois</b>				La pilosité envahit tout le corps La pigmentation est complète
<b>8 mois 9ème mois</b>				La fourrure est encore très courte : duvet sur le ventre Apparition de vrais crins sur le toupillon de la queue

- 44-PISSELET C, MONNIAUX D (2002) - Regulation of ovarian folliculogenesis by IGF and BMP system in domestic mammals.
- 45-PIERSON R.A. et GINTHER O.J (1984) Ultrasonography for detection of pregnancy and study of embryonic development in heifers.
- 46-PIERSON R.A. et GINTHER O.J. (1987a) Ultrasonographic appearance of the bovine uterus during the estrous cycle.
- 47-PIERSON R.A. et GINTHER O.J. (1987b) Reliability of diagnostic ultrasonography for identification and measurement of follicles and detecting the corpus luteum in heifers.
- 48-PIERSON R.A. et GINTHER O.J. (1988)- Ultrasonic imaging of the ovaries and uterus in cattle.
- 49-SCOTT S.J. et DOBSON H. (1997)- Postmortem comparison of ultrasonography, endocrine measurements and histology of large abnormal ovarian follicles in cows.
- 50-SINGH J., PIERSON R.A. et ADAMS G.P. (1998)- Ultrasound image attributes of bovine ovarian follicles and endocrine and functional correlates.
- 51-SOLTNER.D 2001 la reproduction chez les animaux d'élevage zootechnie générale 3<sup>ème</sup> édition.
- 52-TAINTURIER D., FIENI F., BRUYAS J-F. et BATTUT I. (1998)- Diagnostic de gestation chez la vache, application au diagnostic du sexe.
- 53-TAINTURIER D. et BENCHARIF D. Mortalité (2001) embryonnaire : mise en évidence et difficultés du diagnostic..
- 54-WEBB R, CAMPBELL BK, GARVERICK HA, GONG JG, GUTIERREZ CG, ARMSTRONG DG (1999) - Molecular mechanisms regulating follicular recruitment and selection.
- 55-WEBB R, GARNSWORTHY PC, GONG JG, ARMSTRONG DG (2004) - Control of follicular growth : local interactions and nutritional influences .
- 56-WEBB R, NICHOLAS B, GONG JG, CAMPBELL BK, GUTIERREZ CG, GARVERICK HA, ARMSTRONG DG (2003) - Mechanisms regulating follicular development and selection of the dominant follicle.
- 57-WHITE I.R., RUSSEL A.J.F., WRIGHT I.A. et WHYTE T.K. (1985)- Real-time ultrasonic scanning in the diagnosis of pregnancy and the estimation of gestational age in cattle.
- 58-[www.chu-toulouse.fr/developpement-embryonnair](http://www.chu-toulouse.fr/developpement-embryonnair) précoce et nidation.(2005)
- 59-[www.agroscan.com](http://www.agroscan.com).

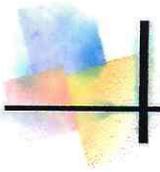


# ANNEXES



**Tableau 7 : chronologie du développement du conceptus bovin**  
(d'après BARONE (2001 a), BLIN et FOURNIER (1963))

Age du conception	Longueur directe	Masse	Paires de somites	Etat de développement
17 j				Embryon délimité, amnios fermé
18 à 21 j				Premiers somites
18 j				Allantoïde apparente
20 j	3-6 mm		0-12	Début de fermeture du tube neural Coeur pulsatile Allantoïde bilobée
21 j			20	Formation des vésicules optiques Présence de la placode otique Présence du premier sillon branchial Présence du primordium hépatique et du mésonéphros
22 j				Torsion temporaire de l'embryon Deux paires d'arcs branchiaux Tube neural fermé Bourgeon caudal apparent
23 à 25 j				Bourgeons des membres thoraciques
24 à 26 j				Bourgeons des membres pelviens
25 j	8-9 mm		30	Incurvation très forte de l'embryon Région branchiale complète
28-29 j	9 mm			Début de différenciation des segments des membres
30 j	10 mm	200-600 mg		Proéminences télencéphalique, mésencéphalique et nucale Soudure des bourgeons de la face Yeux saillants, pigmentés, sans paupières Région branchiale de nouveau indistincte Oreille externe à peine visible Segments des membres discernables
35 j	14-15 mm			Bourgeons de la face soudés ; palais largement ouvert OEil bordé de minces replis palpébraux Cou nettement développé Doigts du membre thoracique bien dessinés Début de différenciation de l'estomac Ebauche de différenciation du tubercule génital
37 j				Doigts du membre pelvien bien dessinés
45 j	3-3,5 cm	2,7-3,5 g		Face, cou, membres et queue allongés et affinés Yeux bien pigmentés, rudiments de paupières Pavillons auriculaires brefs mais bien dessinés Ebauches mammaires dans les deux sexes Follicules des poils tactiles lèvre supérieure, sourcils Début de séparation des doigts
56-57 j				Palais fermé
60 j	6-8 cm	20-30 g		Les paupières se soudent Organes génitaux externes bien reconnaissables Onglons rudimentaires aux quatre membres Estomac : compartiments individualisés et reconnaissables
80-90 j (fin du troisième mois)	14-17 cm	170-300 g		Oreilles nettement détachées et plissées Tache à l'emplacement de la future corne Plis cutanés au cou et aux extrémités Premiers follicules de poils ordinaires (près des yeux, lèvres) Incisives perceptibles sous la gencive
4 mois (120 j)	25-28 cm	800-1000 g		Pigmentation sur la tête Organes génitaux presque totalement modelés, trayons visibles Onglons plus fermes, délimités par la couronne Eruption proche des premières incisives



## Annexes

<b>5 mois (150 j)</b>	40 cm	2-3,5 kg		Pigmentation sauf aux extrémités des membres Cils et poils tactiles sont longs Apparition de poils ordinaires sur la tête Eruption proche des incisives mésiales Descente des testicules achevée
<b>6 mois</b>				Présence de poils fins sur les oreilles, le bout de la
<b>5 mois (150 j)</b>	40 cm	2-3,5 kg		Pigmentation sauf aux extrémités des membres Cils et poils tactiles sont longs Apparition de poils ordinaires sur la tête Eruption proche des incisives mésiales Descente des testicules achevée <b>6 mois</b> Présence de poils fins sur les oreilles, le bout de la queue
<b>6,5 mois</b>				Ouverture des paupières
<b>7ème mois</b>				La pilosité envahit tout le corps La pigmentation est complète
<b>8 mois 9ème mois</b>				La fourrure est encore très courte : duvet sur le ventre Apparition de vrais crins sur le toupillon de la queue