



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR**

**ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET**

**INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES**



**Mémoire de fin d'études  
en vue de l'obtention du diplôme de docteur veterinaire**

**THEME :**

**METHODES DE DIAGNOSTIC DE LA GESTATION CHEZ LA  
VACHE  
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

**Présenté par :**

**BARKA AYMEN**

**BELAL HEMZA**

**Encadré par :**

**Pr. ZIDANE KHALED**

**Année universitaire : 2017 – 2018**

---

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>03</b>
<b><u>chapitre1</u>- LES METHODES HORMONALES .....</b>	<b>04</b>
<b>1.1-la progestérone .....</b>	<b>04</b>
1.1.1-Conditions de prélèvements .....	04
A-Dosage de la progestérone dans le sang.....	04
B-Dosage de la progestérone dans le lait .....	04
<b>1.2-Les protéines associées à la gestation .....</b>	<b>05</b>
<b>1.3 - L'Early Pregnancy Factor.....</b>	<b>08</b>
<b>1.4 - La zygotine.....</b>	<b>08</b>
<b>1.5 - L'hormone placentaire.....</b>	<b>09</b>
<b>1.6 - Les œstrogènes.....</b>	<b>09</b>
<b>1.7-La prostaglandine E .....</b>	<b>09</b>
<b>1.8 - La trophoblastine.....</b>	<b>10</b>
<b>1.9 -Les facteurs de croissance.....</b>	<b>10</b>
<b><u>Chapitre 2</u>- LES METHODES NON HORMONALES .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1-PALPATION RECTAL .....</b>	<b>11</b>
2.1. a- Les éléments de base pour la conformation de gestation .....	11
2.1. b -Les stades de gestation .....	12
<b>2.2 – L'ECHOGRAPHIE DANS LE SUIVI DE LA GESTATION</b>	
<b>BOVINE : .....</b>	<b>15</b>
<b>A . Le principe de l'échographie.....</b>	<b>15</b>
<b>A.1- La formation des ultrasons.....</b>	<b>15</b>

---

**A.2- La propagation des ultrasons.....16**

**A.3- La formation de l'image .....16**

**A.4- Les sondes échographiques .....17**

**A.5-Le choix d'une sonde échographique .....17**

**B. LES UTILISATIONS DE L'ECHOGRAPHIE DANS LE DIAGNOSTIC DE GESTATION  
CHEZ LES BOVINS .....18**

**B.1- Les images de gestation précoce.....18**

**B.2-Sexage foetale .....19**

**B.3- La détermination de l'âge du foetus .....22**

**B.4- La mortalité embryonnaire .....23**

**CONCLUSION GENERALE .....26**

**REFERENCES .....27**

# REMERCIEMENT

On remercie dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de **Dr. ZIDANE KHALED**, on le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Nos remerciements s'adresse également à tout nos professeurs pour leurs générosités et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs charges académiques et professionnelles.

Nos profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui nous ont aidés et soutenu de près ou de loin.

# Dédicaces

**JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL À :**

**À MES PARENTS. AUCUN HOMMAGE NE POURRAIT ÊTRE À LA HAUTEUR DE L'AMOUR DONT ILS NE CESSENT DE ME COMBLER. QUE DIEU LEUR PROCURE BONNE SANTÉ ET LONGUE VIE.**

**À MES FRÈRES, MES ONCLES ET SANS OUBLIÉ MON GRAND-PÈRE**

**À TOUTE MA FAMILLE ET MES AMIS, À MON BINÔME HEMZA ET TOUTE SA FAMILLE**

**À TOUTS CEUX QUI ONT CONTRIBUÉ DE PRÉS OU DE LOIN POUR CE PROJET SOIT POSSIBLE, JE VOUS DIS MERCI.**

***AYMEN***

# Dédicace

*D'un sentiment plein d'amour, de sincérité et de fidélité, je dédie ce travail :*

*A mes adorables parents **AHMED ET OUM LKHIRE**, pour leur soutien moral et financier, et tous ces sacrifices pour mon succès. Sauve-moi les parents, mon Dieu.*

*A mes oncles et mon cher grand-père et ma chère grand-mère.*

*A mes chers frères et ma chère sœur. Ni un mot, ni un signe ne pourront décrire votre implication dans mon épanouissement.*

*Et n'oubliez pas mes chers petits : **ASSIL, HOUZIFA, AMIRE**, et **YAKOUT**.*

*A toute ma famille et mes chers amis. A mon frère et mon binôme **AYMEN** et toute sa famille.*

*A tous ceux que j'aime et que je respecte.*

**BELAL HEMZA**

La gestation est un phénomène physiologique lié à la reproduction chez les femelles des animaux vivipares .C'est une période pendant laquelle la progéniture se développe à l'intérieur du corps de la future mère dans une matrice spécialisée (utérus), débutant avec la nidation de l'œuf et destinée à se terminer avec la parturition (mise-bas).

Populairement, la gestation correspond au temps qui s'écoule entre la fécondation et la naissance.

Une femelle portant une progéniture en gestation est dite gravide ou gestante.

La détection précoce et fiable de la gestation chez la vache est un élément essentiel du suivi de reproduction par :

- L'intervention sur l'intervalle vêlage -vêlage.
- Etablir les taux de fertilité, fécondité et avortement précoce.
- Optimisation de la période de reproduction.
- La détermination de : (âge, sexe, nombre et la viabilité fœtale).
- Quantification de la mortalité embryonnaire.
- Recourir le cas échéant aux mesures alimentaires ou sanitaires adéquates.
- La certitude de la non-gravidité est à même d'orienter la décision de l'éleveur soit pour une nouvelle insémination de l'animal dès le prochain œstrus, soit pour un traitement médical approprié, soit pour la réforme de la vache jugée économiquement non rentable.

Les critères de choix de la méthode du diagnostic de gestation repose sur :

- Précocité du diagnostic.
- Stade de gestation de l'animal.
- Sensibilité ou spécificité de la méthode.
- Degré d'exactitude.
- Matériel à mettre en œuvre.
- Expérience du clinicien.

## *Les méthodes de diagnostic de gestation*

### **1- LES METHODES HORMONALES :**

#### **1.1-la progestérone :**

L'identification du rôle indispensable de la progestérone dans le maintien de la gestation est connue depuis longtemps et a constitué une des premières méthodes de son diagnostic hormonal.

Deux types de dosage sont actuellement utilisés:

le dosage radio immunologique (**RIA**) et l'**ELISA** (Enzyme Linked Immunosorbent Assay). Le premier nécessite l'utilisation de produits radioactifs ainsi qu'un personnel expérimenté et l'infrastructure d'un laboratoire. La mise au point de la seconde méthode a largement contribué à son utilisation en ferme ou au cabinet du vétérinaire. L'un et l'autre dosage peuvent être réalisés sur des prélèvements de **lait** (entier, écrémé ou crème) ou de **sang**. Le dosage radio-immunologique suppose néanmoins le respect de certaines conditions de prélèvement

#### **1.1.1-Conditions de prélèvements :**

##### **A-Dosage de la progestérone dans le sang**

J 20 à J 23 après l'insémination

- sur tube héparine
  - \_ Centrifugation dans l'heure suivant le prélèvement
  - \_ Pipetage du plasma
  - \_ Identification du tube
  - \_ Congélation ou envoi au laboratoire (CER Marloie)
- sur tube sec contenant de l'azide de sodium (5 mg/ml de sang)
  - \_ Identification du tube
  - \_ Conservation à 4°C et envoi au laboratoire

##### **B-Dosage de la progestérone dans le lait:**

Premiers jets (moins riches en MG) de la traite du matin

- J 21 à J 23 après la dernière insémination
  - \_ tube renfermant un agent conservateur, le dichromate de potassium

(500 mg/ml)

\_ Identification du tube

\_ Conservation à 4°C et envoi au laboratoire (CER Marloie)

## ● Résultats

\_  $\geq 2$  ng (sang) ou  $\geq 5$  ng (lait) : confirmation de la gestation

\_  $< 2$  ng (sang) ou  $< 5$  ng (lait) : exclusion de la gestation

## ❖ Avantages

\_ Précocité

\_ Sensibilité élevée (97 %) vs spécificité (75 %)

\_ Valeur prédictive des Dg - élevée : 95 % vs 85 % (Dg +) : ME

## ❖ Inconvenient

\_ Prélèvements de sang

\_ Conservation du prélèvement

\_ Laboratoires (RIA)

\_ Date d'insémination : fausses interprétations possibles

\_ Non spécifique de la gestation

## 1.2- Les protéines associées à la gestation:

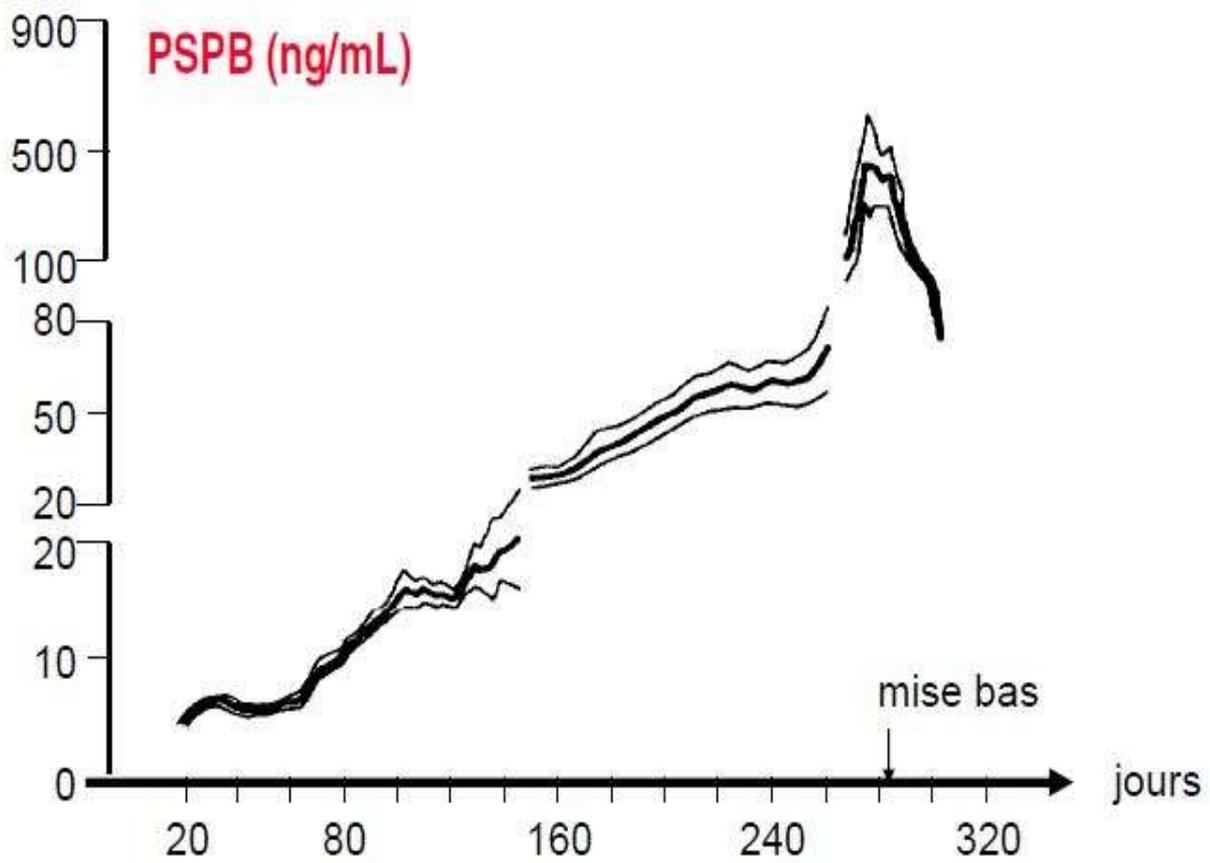
Synthétisées par les cellules binucléées du trophoblaste et caractéristiques du placenta cotylédonaire des ruminants, les hormones spécifiques de la gestation, la PSPB (Pregnancy Specific Protein B) et la PAG (Pregnancy Associated Glycoprotéine) sont détectées dans le sang dès le **15ème** (PSPB) ou le **22ème** jour (PAG) après la fécondation. La mise au point de dosages radio-immunologiques chez la vache, la chèvre, la brebis et le chevreuil en rend l'intérêt

Particulièrement évident pour le diagnostic de gestation mais aussi l'étude de la mortalité embryonnaire. Par rapport au dosage de la progestérone, la détermination de la concentration en PSPB ou PAG offre l'avantage de pouvoir être réalisé quel que soit le stade de gestation. Diverses études ont précisé leur cinétique pendant la gestation. Chez les bovins, leurs concentrations augmentent dans le plasma ou le sérum entre le **20ème** et le **30ème** jour de gestation. Elles sont détectables à partir du **30ème** jour de gestation dans la circulation

maternelle chez 98% des femelles gestantes. La précocité de ce moment de détection varie cependant d'un individu à l'autre. En pratique, le prélèvement sera effectué plus de **30 à 35** jours après l'insémination. La concentration est habituellement inférieure à 1 ng/ml avant le **30ème** jour de gestation et atteint plusieurs centaines de ng/ml au moment de la parturition (4ng/ml à la 6ème semaine, 159 ng à la 35ème semaine et 2000 ng **1 à 5** jours avant le part). Le degré d'exactitude des diagnostics de non gestation est également plus élevé (85 % vs 58 %). A l'inverse étant donné sa demi-vie particulièrement longue (**7 jours**) surtout si la gestation a été menée à son terme, il est impératif de respecter une période d'attente de **100 jours** après le vêlage pour effectuer un diagnostic chez la vache. En effet des concentrations égales à 21.7 ng/ml et à 1.2 ng/ml ont été enregistrées respectivement au **40ème** et entre le **71ème** et le **80ème** jour du postpartum. Le prélèvement de sang peut être réalisé sur tube sec ou héparine.

**Les prélèvements** peuvent être ainsi conservés à 4°C pendant **9 à 15 jours**. Quelques analyses préliminaires ont identifié la présence de la bPAG dans le lait au cours du mois suivant le vêlage. Cette présence dans le lait est due au fait qu'avant la parturition, cette hormone est présente à des concentrations très élevées dans le sang. La bPAG est également présente dans le sang des nouveau-nés avant toute prise de colostrum. Elle augmente significativement dans les **24 heures** suivant l'absorption de colostrum.

**Le rôle** exact de ces hormones n'est pas encore élucidé. Leurs propriétés immunosuppressives expliqueraient leur implication dans le mécanisme de reconnaissance et du maintien de la gestation. Ses effets potentiels sur le mécanisme du détachement placentaire et l'involution utérine mériteraient d'être approfondis.



**Evolution des concentrations sériques de PSPB au cours de la gestation**

### 1.3 - L'Early Pregnancy Factor:

De nature glycoprotéique, l'Early Pregnancy Factor (EPF) encore appelé Early Conception Factor (ECP) apparaît quelques heures après la fécondation dans le sang de la plupart des espèces animales dont la vache, la truie, et la brebis. Ce facteur existe en fait sous deux formes:

- sécrétée par l'ovaire ipsilatéral à la corne gestante (EPF-B)
- et l'autre synthétisée par l'oviducte (EPF-A).

Leur synthèse ovarienne est initiée par un petit peptide appelé zygotine et est donc indépendante de la présence du placenta. Il se pourrait que ce facteur contribue à diminuer l'immunocompétence des lymphocytes en début de gestation et ainsi faciliter la reconnaissance immunologique de l'embryon par l'organisme maternel. La détermination de sa concentration constituerait un bon moyen d'identification d'une mortalité embryonnaire si ce n'était le manque de reproductibilité de son évaluation plasmatique, imputable au fait qu'elle est influencée par de nombreux facteurs biologiques. Le dosage de l'EPF permettrait d'identifier les vaches non-gestantes entre le **6ème** et le **20ème** jour suivant l'insémination à partir d'un prélèvement de lait et entre le **6ème** jour et le 90ème jour suivant l'insémination à partir d'un prélèvement de sang.

### 1.4 - La zygotine:

Identifiée chez la brebis, la truie et la vache, la zygotine ou EPAF (Embryo Platelet Activating Factor) possède la propriété d'inhiber la formation de rosettes par des hématies mises en présence de lymphocytes. Elle possède des propriétés chimiques, biochimiques et physiologiques comparables à celles du PAF (Platelet Activating Factor: 1-O-alkyl-2-acetyl-sn-glycero-3-phosphocholine), facteur produit notamment par les neutrophiles, le foie et les muscles lisses. La zygotine ne serait cependant pas homologue au PAF. Son couplage à une molécule de transport la protégerait d'une dégradation enzymatique. Son rôle exact reste à démontrer. Molécule de faible poids moléculaire, elle induit la production par l'oviducte et l'ovaire porteur du corps jaune d'un facteur précoce de la gestation appelé EPF (Early Pregnancy factor). Elle ne serait pas impliquée directement dans la synthèse de progestérone par le corps jaune ou de prostaglandines par l'endomètre.

### 1.5 -L'hormone placentaire:

. Absente chez la jument, la truie, la chatte et la chienne, l'hormone placentaire a par contre été identifiée chez les ruminants et les primates. Elle est chez la brebis sécrétée par le trophoblaste dès les 16<sup>ème</sup>-17<sup>ème</sup> jours de gestation. Il semble bien qu'elle soit davantage impliquée dans le développement embryonnaire que dans le maintien du corps jaune. Sécrétée par les cellules Binucléées, cette hormone est détectée dans le sang maternel entre le 26<sup>ème</sup> et le 110<sup>ème</sup> jour de gestation et son taux plasmatique est maximal (1 à 2 ng/ml) aux environs du vêlage. Sa sécrétion restant faible durant les premiers mois de la gestation, elle ne constitue pas un bon indicateur de mortalité embryonnaire et en rend peu pratique l'utilisation dans le cadre d'un diagnostic Clinique de gestation.

### 1.6 -Les oestrogènes:

Les œstrogènes sont chez la truie synthétisés dès le stade de blastocyste. Possédant dans cette espèce un effet lutéotrophique, ils induiraient par ailleurs un changement directionnel des prostaglandines synthétisées. Celles-ci ne passeraient pas dans la veine utérine mais seraient sécrétées dans la lumière utérine.

Le placenta est une source importante d'œstrogènes. Chez les ruminants leur synthèse est faible (séquestration) au cours de la première moitié de la gestation. Ils sont détectables dès le trentième jour de gestation dans le liquide amniotique et le 50<sup>ème</sup> jour dans le liquide allantoïdien.

#### Dosage du sulfate d'œstrone

- Plasma ou lait
- 100 jours après l'IA ou la saillie : seuil »150 pg/ml
- Dosage radio immunologique
- Valeurs prédictives proches de 100%
- Diagnostic Tardif, confirmation de gestation

### 1.7-La prostaglandin E:

Le rôle exact de prostaglandines E produites par les blastocystes ovins et bovins reste à démontrer. Elle serait impliquée dans le maintien de la gestation étant donné in vitro son effet lutéotrope et l'augmentation de sa concentration dans la corne gestante après le 12<sup>ème</sup> jour de gestation.

### 1.8 - La trophoblastine:

De nature protéique, la trophoblastine est synthétisée par le trophoctoderme. Ce facteur a été identifié chez la vache (bTP-1 : bovine Trophoblaste Protein 1) .

La trophoblastine est identifiée dans le liquide de lavage de la cavité utérine vers le 12ème jour chez la vache. Sa concentration augmente de manière synchrone avec les changements morphologiques de l'embryon. Chez la vache elle peut encore être détectée jusqu'au 38ème jour de gestation.

La détermination de la séquence d'acides aminés de la trophoblastine en a révélé la grande analogie avec les interférons. Par ailleurs, elle présente les mêmes propriétés antivirales, antiprolifératives et immunosuppressives que les interférons et se lie à leurs récepteurs. Ces faits en justifient l'appellation nouvelle d'interféron tau (, bIFN-t : bovine interféron tau).

### 1.9 -Les facteurs de croissance:

De multiples facteurs contrôlent de manière autocrine ou paracrine le développement des premiers stades de l'embryon et la différenciation endométriale tels le **TGF** (Transforming Growth Factor), les **IGF** I et II (Insuline growth Factor) , **EGF** (Epidermal Growth Factor) , l'insuline, le **PDGF** (Platelet Derived Growth Factor) , le **bFGF** (basic Fibroblast Growth Factor) mais aussi une multitude d'autres protéines plus spécifiques à l'oviducte (**OSP** : Oviduct Specific Protein) . Il est prématuré d'en envisager l'utilisation dans les milieux de culture des embryons, les premières tentatives réalisées n'ayant enregistré aucune amélioration du développement embryonnaire

## 2- LES METHODES NON HORMONALES :

- *Détection des chaleurs*
- *Développement abdominal*
- *Développement de la glande mammaire*
- *Palpation transrectale*
- *Palpation transabdominale*
- *Echographie*

### 2.1- Palpation transrectale

Les objectifs L'exploration manuelle de l'utérus par voie transrectale d'un animal supposé gestant poursuit divers objectifs mais présente également certaines limites. Il offre la possibilité de confirmer ou non un état de gestation, d'en déterminer le stade, de vérifier la viabilité fœtale, de confirmer la topographie normale de l'utérus, de diagnostiquer diverses pathologies de la gestation.

#### 2.1. a -Les éléments de base pour la conformation de gestation :

- la fluctuation des liquides de gestation.
- la palpation des membranes fœtales (signe de chemise)
- la palpation de l'embryon et du fœtus
- la palpation des cotylédons et de l'artère utérine.
- Il importe donc de bien connaître les principales modifications anatomiques Générales et topographiques de l'utérus gestant.
- présence de corps jaune ipsilatéral de la corne gestante.

### 2.1.b -Les stades de gestation :

L'utérus gestant et son contenu présente diverse caractéristique a la palpation offrant la possibilité de déterminer plus ou moins précisément le stade de la gestation

#### - 45 a 60 jours :

- fœtus a un taille de souris.
- l'utérus au niveau de la cavité pelvienne.
- légère asymétrie dans les deux cornes.
- préséance d'un corps jaune ipsilatéral dans le corne gestant
- les liquides fœtaux dans la région déclive de cornes gestant
- présence de signe de chemise. Légère fluctuation de la corne de gestation



#### - a90 jours :

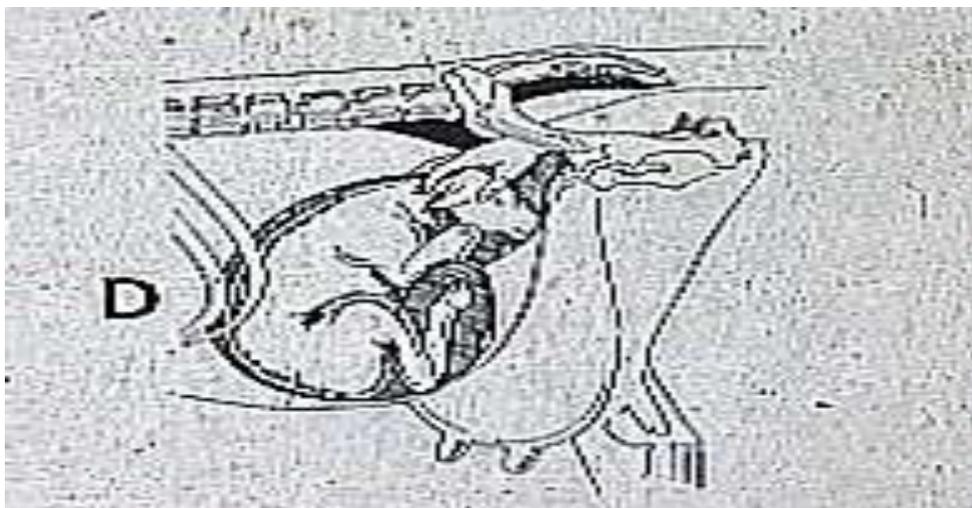
- le fœtus au niveau de la cavité pelvienne.
- présence d'un corp jaune ipsilatéral dans le corne gestant.
- asymétrie est nette.
- présence des signes de chemise
- présence des liquides fœtaux.
- fœtus a une taille d'un rat.
- Présence des petits cotylédons.



#### -a 120 jours :

- utérus pelvio –abdominale.
- le corp jaune plus ou moine palpable.
- présence de signe de la chemise.
- présence des liquides fœtaux.

- le fœtus a une taille d'un chaton.
- L'asymétrie est nette de la corne gestant.
- **a 150 – 180 jours :**
  - le corne gestant situé dans le plancher de la cavité abdominale.
  - l'absence de la palpation de corp jaune.
  - présence du signe de chemise.
  - présence des liquides fœtaux.
  - présence des cotylédons.
  - l'absence de la palpation du fœtus.
  - le fœtus a une taille d'un chat.
  - présence d'un trille artérielle sur le coté gestant.
- **a 210 jours**
  - le fœtus retourne a la cavité abdominale moyenne.
  - présence de signe de chemise plus ou moine perceptible.
  - présence de trille artérielle ipsilatéral et contra-latérale
  - présence de liquide fœtal.



**- à 240jours a 270jours :**

- foetus a une position abdominale haute.
- présence de signe de chemise.
- présence des grandes cotylédons plus de 15cm.
- présence d'un trille artérielle ipsi et contra latéral.

J	Corne gestante Diamètre cm	Cotylédon cm	Diamètre A. utérine mm	Longueur du foetus cm	Long de la tête cm	Taille du foetus	Position de l'utérus	de Migration de l'utérus
30	2 - 4		4 - 6	1			Pelviennne	
40	4 - 6		4 - 6	2			Pelviennne	
50	5 - 7		4 - 6	3.5 - 5.5			Pelviennne	
60	6 - 9		4 - 6	6 - 8		Souris	Pelviennne	
70	7 - 10	0.5 - 0.75	5 - 7	7 - 10	1.5		Pelv.-abdo.	Descente
80	9 - 12	0.5 - 1.0	5 - 7	8 - 13	3.5		Pelv.-abdo	Descente
90	10 - 13	1.0 - 1.5	5 - 7	13 - 17	5.5	Rat	Pelv.-abdo	Descente
120	13 - 18	1.5 - 2.5	7 - 9	22 - 32	10.5	Petit chat	Pelv.abdo	Descente
150	18 - 23	2.5 - 4.0	7 - 10	30 - 45		Gros chat	Abdominale basse	
180		4.0 - 5.0	9 - 13	40 - 60		Beagle	Abdominale basse	
210		5.0 - 7.5	13 - 15	55 - 75			Abdominale	Remontée
240		6.0 - 9.0	13 - 15	60 - 85			Abdominale haute	Remontée
270		8.0 - 12.0	15 - 19	70 - 100			Abdominale haute	

**Caractéristiques macroscopiques de l'utérus gestant chez la vache****Remarque :**

**Le degré d'exactitude** des diagnostics posés par palpation manuelle est étroitement lié à la qualité de l'apprentissage et au maintien d'une pratique quotidienne. D'autres facteurs

peuvent induire le diagnostic de faux positifs (palpation de la vessie, du rumen, du rein, d'un pyomètre, d'un fœtus momifié ou macéré).

**Les limites** de la palpation manuelle sont liées au délai nécessaire pour identifier les premières modifications anatomiques de l'utérus gestant. Avant le **35ème** jour de gestation, il est pratiquement exclu de poser un diagnostic avec une exactitude qui soit significativement différente de celle due au hasard. De même, le praticien doit être conscient du risque iatrogène lié à l'examen, risque plus ou moins important en fonction des critères pris en considération (identification de la fluctuation et/ou du glissement des Membranes fœtales). Ainsi, entre le **35ème** et le **50ème** jour de gestation le risque d'interruption de la gestation n'est pas négligeable (4 à 10 %). Aussi la période comprise entre le **50ème** et le **70ème** jour de gestation apparaît-elle la plus favorable parce qu'elle réduit les risques de mortalité embryonnaire et permet de confirmer les diagnostics plus précoces effectués.

## **2.2 – L'ECHOGRAPHIE DANS LE SUIVI DE LA GESTATION**

### **BOVINE :**

L'échographie repose sur l'effet piézo-électrique, découvert par Pierre et Jacques Curie en 1880. La formation d'ondes ultrasonores et l'interprétation de leurs échos par ce principe a trouvé sa première application pratique au cours de la Deuxième Guerre Mondiale, pour équiper les sous-marins d'un système de détection des autres bateaux : le SONAR (Sound Navigation and Ranging). L'électronique l'utilisa ensuite comme générateur de fréquences électriques avant que l'imagerie médicale trouve là la possibilité de visualiser les structures internes d'un organisme, vers 1970. Principalement destinée aux hommes, l'échographie se développa rapidement pour les animaux, après sa première utilisation dans l'espèce équine dans le début des années 80 (Palmer et Drain court, 1980 a/b).

### **A. LE PRINCIPE DE L'ECHOGRAPHIE.**

Les ultrasons correspondent à la propagation d'une onde de pression dans l'espace. En imagerie, on utilise des ondes dont la fréquence est comprise entre 1 et 12 MHz, ce qui est beaucoup plus élevé que la gamme de fréquences audibles par l'oreille humaine (20 à 20 000 Hz) : ce sont des ultra-sons (Mai 1994 et 1999).

#### **A.1- La formation des ultrasons.**

La propriété de piézo-électricité est la capacité à transformer une énergie électrique en énergie mécanique et inversement. Les 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.

## A.2- La propagation des ultrasons.

A une fréquence donnée, la vitesse de déplacement de l'onde ultrasonore dans un milieu dépend de sa capacité à transmettre les ondes. Cette capacité est nommée impédance acoustique. Impédance de l'air : 400 Rayleigh. Impédance de l'os : 5 Mégarayleigh. Impédance des tissus mous : 1.5 Mégarayleigh en moyenne. 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'hyper échogénicité des interfaces tissus mous / air et tissus mous /os. Une réflexion multidirectionnelle se produit lorsque l'onde rencontre une structure réfléchissante de très petite dimension par rapport à sa longueur d'onde. Seules les ondes réfléchies en direction de la sonde pourront être utiles à la formation de l'image de ces structures internes aux organes. Le passage de l'onde dans un milieu entraîne pour elle une perte d'énergie sous forme de chaleur communiquée aux particules du milieu. C'est l'absorption de l'onde. L'absorption et les réflexions font perdre à l'onde ultrasonore de l'intensité. C'est l'atténuation qui est proportionnelle à la fréquence des ultrasons. Pour obtenir une image homogène en profondeur il existe donc des systèmes électroniques qui compensent cette atténuation en amplifiant les signaux reçus des zones profondes (TGC : Time Gain Compensation). L'atténuation explique également que plus la fréquence de la sonde augmente, moins la profondeur d'exploration sera importante.

## A.3- La formation de l'image :

L'image échographique provient de l'analyse des échos qui reviennent à la sonde. Ces échos excitent l'élément piézo-électrique de la sonde qui vibre alors et transforme cette vibration en signal électrique. L'amplitude du signal est proportionnelle à l'intensité de l'onde réfléchie par la structure et dépend donc du tissu rencontré et de la différence d'impédance entre les milieux.

L'analyse de ces signaux électriques multiples se fait sous plusieurs modes :

- **Mode A** : amplitude. L'abscisse désigne la profondeur de l'interface et l'ordonnée l'intensité du signal. (Figure 1)
- **Mode B** : brillance. L'intensité du signal est traduite par la brillance de points lumineux dont l'abscisse reflète la profondeur. (Figure 2)

- **Mode TM** : temps-mouvement. L'écran de l'oscilloscope montre la juxtaposition d'images du mode B prises dans une seule direction au cours du temps. Cela permet de suivre l'évolution d'une structure en mouvement, comme une coupe de coeur. (Figure 3)
- **Mode BD** : bidimensionnel. C'est le mode le plus utilisé car il permet d'obtenir des plans de coupe. C'est la juxtaposition d'une multitude d'images du mode B, grâce à un balayage du plan de coupe désiré par les ondes ultrasonores. (Figure4)

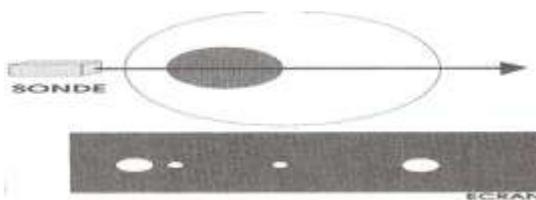


Figure 1 : Analyse des échos en mode A.

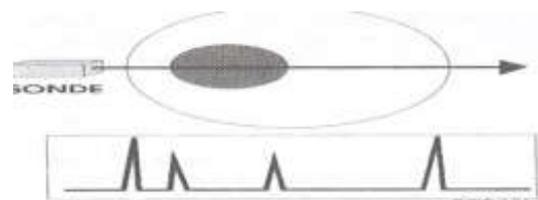


Figure 2 Analyse des échos en mode B

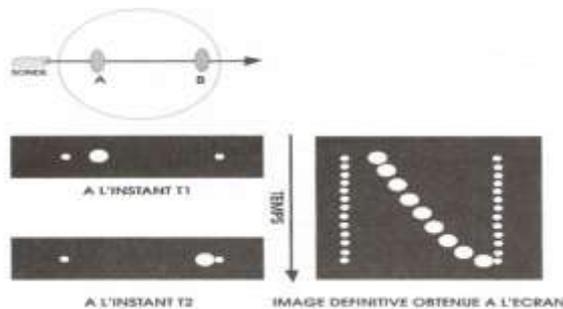


Figure 3 : Analyse des échos en mode TM.

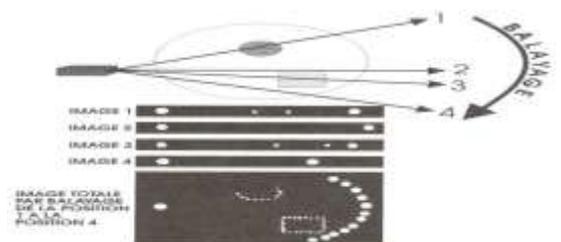


Figure 4 : Analyse des échos en mode BD.

#### A.4- Les sondes échographiques .:

Dans une sonde linéaire l'élément piézo-électrique est divisé en une centaine de petits éléments dont l'activation séquentielle permet un balayage de la zone sous la sonde. L'image obtenue est rectangulaire. Dans une sonde sectorielle l'élément piézo-électrique oscille autour d'un axe et oriente donc les ultrasons dans plusieurs directions. L'image obtenue est donc sectorielle.

#### A.5-Le choix d'une sonde échographique .:

Les sondes linéaires sont bien adaptées aux examens transrectaux et à l'étude des tendons chez les chevaux Les sondes sectorielles, dont la surface de contact est plus faible, sont d'utilisation plus facile pour la plupart des examens externes. La fréquence choisie dépend de la profondeur des organes à étudier. Une sonde de 5 MHz permet une pénétration des échos sur 10 cm environ, c'est la mieux adaptée en gynécologie bovine. Une sonde de 3.5 MHz permet une profondeur d'examen plus importante, ce qui ne présente pas d'intérêt par voie transrectale à cause du plancher du bassin et est même défavorable car la définition de l'image est moins bonne. Une sonde

de 7.5 MHz a un grand intérêt pour l'examen de petites structures comme les ovaires car elle présente une très bonne définition d'image sur une profondeur de 5 cm environ. Pour s'équiper d'un échographe, il faut donc savoir pour quelles utilisations il est destiné. En pratique bovine, c'est un échographe portable ou portatif et une sonde linéaire de 5 MHz pour examen transrectal qui forment l'équipement de base permettant d'effectuer les interventions courantes.

## **B. LES UTILISATIONS DE L'ECHOGRAPHIE DANS LE DIAGNOSTIC DE GESTATION CHEZ LES BOVINS :**

1. Le diagnostic précoce de gestation.
2. Le dénombrement fœtal.
3. Le sexage fœtal.
4. La détermination de l'âge du fœtus
5. La mortalité embryonnaire.
6. L'amniocentèse.

### **B.1- Les images de gestation précoce.**

La vésicule embryonnaire bovine peut être détectée avec une sonde de 7.5 MHz dès le **9ème jour** suivant l'ovulation (Boyd *et al.* 1988) et dès le **12ème jour** avec une sonde de 5 MHz. Elle se présente sous la forme d'une zone anéchogène de 2 mm de hauteur et de 7-12 mm de longueur. Elle est sphérique dans 73% des cas et ovale dans 27% des cas (Curran *et al.* 1986a, Pierson et Ginther 1984b). Kastelic *et al.* (1991) ont montré que des zones circulaires anéchogènes peuvent être mises en évidence **entre 10 et 14 jours** après l'insémination aussi bien chez des vaches gestantes que non gestantes. Au moment de la régression lutéale, les vésicules prennent une forme allongée, correspondant à l'accumulation de liquide utérin chez les vaches non gravides ou à l'élongation du blastocyste au cours de la gestation. L'échographie à ce stade de gestation n'a pas un degré d'exactitude suffisant pour en envisager une application routinière : Kastelic *et Al.* (1989) ont montré qu'avant **18 jours**, un diagnostic de gestation par échographie sur une génisse n'était pas plus fiable qu'un tirage au sort. L'embryon peut être détecté au plus tôt vers le **20ème 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 **28ème jour** de gestation (Pierson et Ginther, 1984). Entre le **22ème et le 30ème jour**, l'embryon présente une configuration dite « en C » due à la flexion de ses parties postérieures et antérieures. 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). Les premiers battements cardiaques

peuvent être observés chez l'embryon vers **le 21ème jour** de gestation (Curran *et al.* 1986b). La visualisation des pulsations cardiaques est un signe de viabilité de l'embryon.

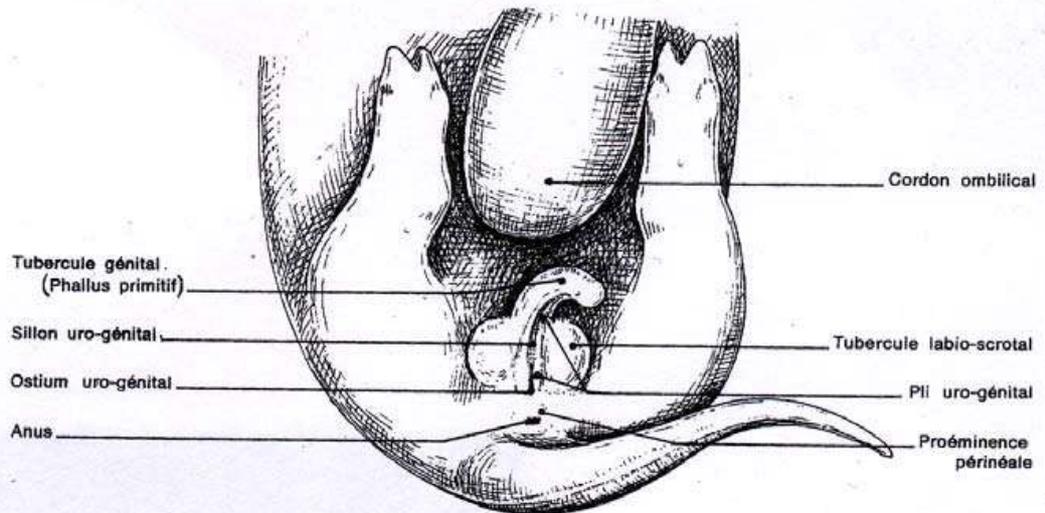
**REMARQUE :**

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 Bencherif, 2002).

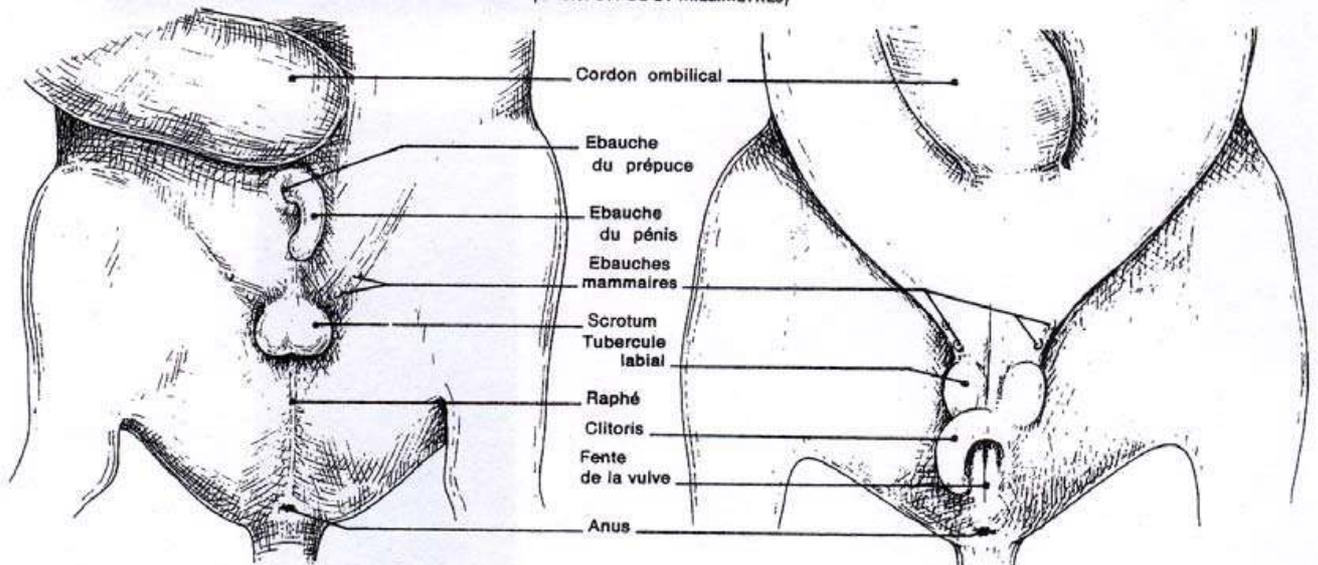
**B.2-Sexage foétale :**

Le sexage repose sur la recherche des organes génitaux externes foétaux. La figure 6 présente l'évolution anatomique de ces organes au cours du développement et montre qu'en fonction du stade de gestation, les structures recherchées ne seront pas les mêmes.

**Figure 6 :** Les organes génitaux externes foétaux (Barone 1990).

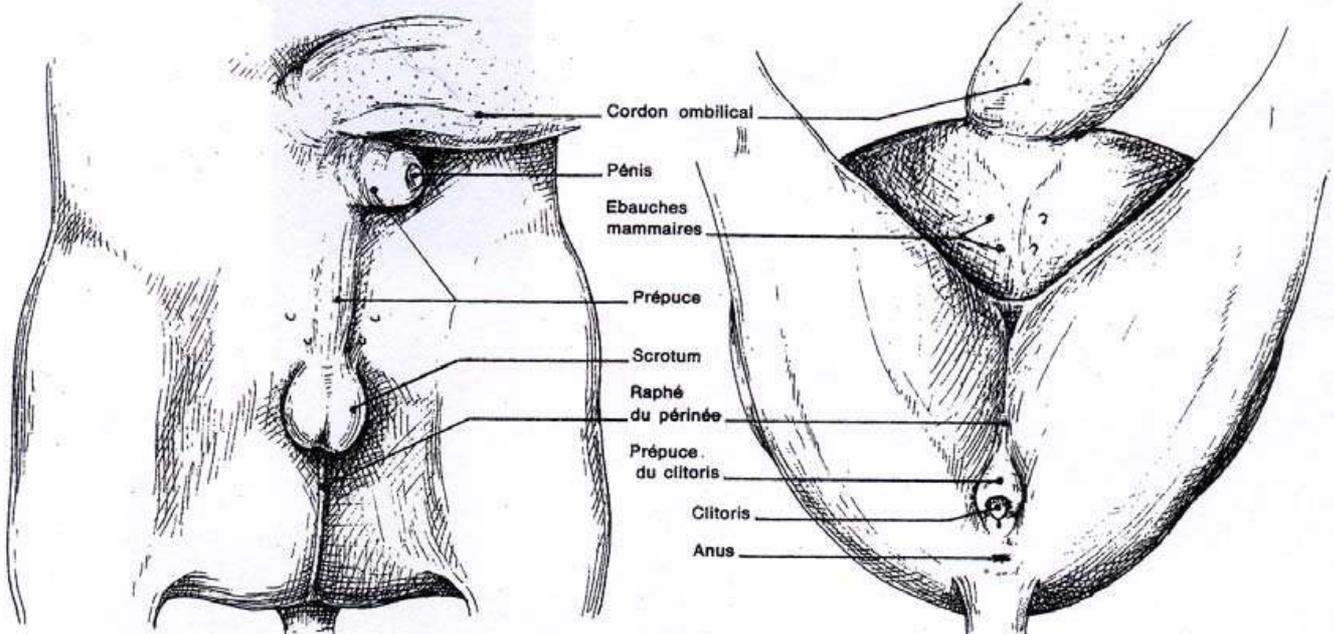


STADE INDIFFERENCIE  
(EMBRYON DE 24 MILLIMETRES)



FOETUS MALE DE 56 MILLIMETRES

FOETUS FEMELLE DE 52 MILLIMETRES



FOETUS MALE DE 107 MILLIMETRES

FOETUS FEMELLE DE 125 MILLIMETRES

Le sexage précoce, entre **55 et 70 jours**, se fait selon la position du tubercule génital : à **45 jours** de gestation il est dans sa position initiale, entre les membres postérieurs, à mi-distance du cordon ombilical et de la queue, et ce quel que soit le sexe du fœtus. C'est la migration du tubercule génital que l'on cherche à apprécier : elle débute **au 50ème jour** pour se terminer au 60ème jour. Chez le mâle, il migre vers le cordon ombilical, chez la femelle, il migre vers la queue. D'autres éléments de diagnostic chez le mâle sont le pénis, qui apparaît sous la forme d'une ligne échogène entre l'anus et le cordon, et les bourrelets scrotaux qui forment comme deux points échogène entre les membres postérieurs, de part et d'autre du corps du pénis, bien visibles à partir **du 57ème jour** (Tainturier, 2001). Le sexage tardif, entre **75 et 100 jours** selon Tainturier (2001), entre **70 et 120 jours** selon Lebas tard (1998) repose sur la visualisation du scrotum et du pénis chez le mâle, des bourgeons mammaires chez la femelle. Pour réaliser le sexage, trois coupes sont utilisées : (Lebastard1998)

- La coupe transversale semble la plus utile : elle permet de bien visualiser le scrotum et les trayons lorsqu'elle est réalisée en région abdominale postérieure ou inguinale.
- La coupe sagittale peut permettre de visualiser le scrotum, mais surtout le pénis, à la base de l'attache abdominale du cordon ombilical.
- La coupe horizontale peut en théorie montrer les trois éléments mais elle n'est pas toujours simple à interpréter.

Dans son étude, Tainturier a observé un taux d'avortement de 2 %, ce qui correspond aux taux généralement rencontrés en élevage laitier : cet examen paraît donc sans danger pour la gestation. Lebas tard (1998) propose un degré de fiabilité du diagnostic en fonction des éléments de diagnose rencontrés. Tableau.

**Tableau** : Diagnostic du sexe du fœtus bovin entre **70 et 120 jours** de gestation : éléments de diagnose et fiabilité relatives des diagnostics.

(Lebas tard 1998)

Eléments fœtaux observables (ou non observables)	Diagnostic	Fiabilité
scrotum	M	++
scrotum + pénis	M	+++
absence de scrotum et de pénis	F	+
absence de pénis et de scrotum + trayons	F	+++

**M: Male**

**F : Femelle**

Les différentes études (Curran et al. 1991 et 1992, Stroud 1996, Wideman et al. 1989) annoncent des résultats très satisfaisants quant à l'exactitude de leur diagnostic : 96, 97 et 100% respectivement. Le taux de réussite plus faible de l'étude de Tainturier, 81%, s'explique selon lui par la moindre expérience du manipulateur.

### **B.3- La détermination de l'âge du fœtus :**

Ceci est particulièrement intéressant dans les élevages allaitants, pour compenser le manque d'informations sur les saillies : avec le stade de gestation, on peut prédire la date de terme d'une vache et ainsi mieux maîtriser la surveillance des vêlages. En élevage laitier, il sert aussi à vérifier si la fécondation a bien eu lieu lors de la dernière insémination artificielle et non pas lors d'une précédente.

Cette détermination peut se faire de manière globale, en fonction des structures visualisées connaissant leur date d'apparition à l'échographie. Curran *et al.* (1986b) ont ainsi échographié 15 génisses Holstein quotidiennement entre 20 et 60 jours de gestation et ont noté pour chaque organe le premier jour de sa détection. Leurs résultats sont présentés dans le tableau.

#### **Tableau :**

Premier jour de détection des caractères du fœtus bovin par échographie. (Curran *et al.* 1986b)

Caractère	Nombre de génisses	Premier jour de détection		
		Moyenne	Ecart type	Intervalle
Embryon	15	20,3	0,3	19-24
Battement cardiaque	15	20,9	0,3	19-24
Allantoïde	9	23,2	0,3	22-25
Allure en C de l'embryon	11	25,4	0,8	22-30
Moelle épinière	14	29,1	0,5	26-33
Ebauche des antérieurs	14	29,1	0,3	28-31
Amnios	14	29,5	0,5	28-33
Orbite	14	30,2	0,4	29-33
Ebauche des postérieurs	13	31,2	0,3	30-33
Allure en L de l'embryon	12	32,7	1,1	29-39
Placentomes	6	35,2	1,0	33-38
Séparation des onglons	10	44,6	0,7	42-49
Mouvements fœtaux	9	44,8	0,8	42-50
Côtes	7	52,8	0,5	51-55

De nombreux auteurs ont cherché à mettre en relation une mesure échographique objective, chiffrée, avec l'âge du fœtus. La mesure la plus utilisée est la longueur tête-croupe : il existe en effet une excellente corrélation entre cette longueur et l'âge ( $r = + 0.98$ ) (Hansen et Delsaux 1987). Cette corrélation peut s'exprimer de façon pratique en équation. Hugues et Davies (1989)

La présentent sous la forme :

$$A = G \times \ln(L) + C$$

Avec A = âge en semaines, G = coefficient de croissance, L = longueur en cm, C = constante.

L'analyse de leurs résultats, sur des vaches Frisonnes, leur donne l'équation suivante :

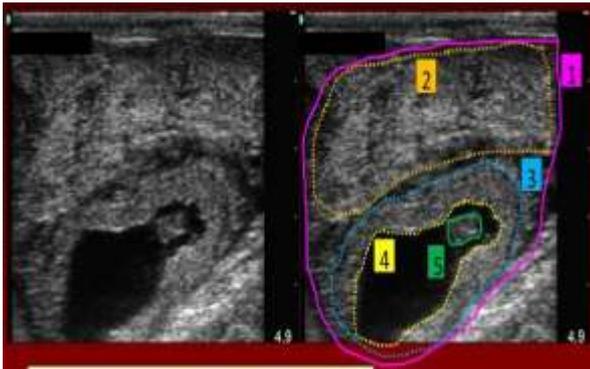
$$A = 2.85 \times \ln(L) + 4.08$$

Il suffit alors de mesurer la longueur du fœtus et l'insérer dans l'équation pour avoir une estimation de son âge.

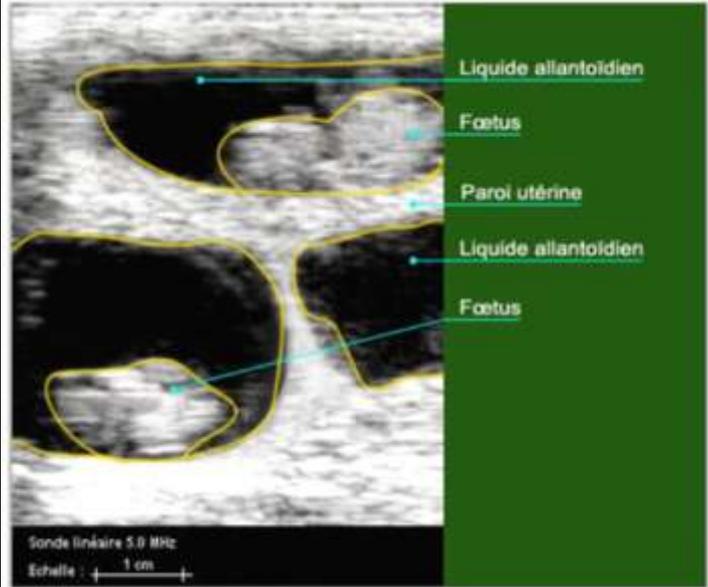
### **B.5- La mortalité embryonnaire :**

Les échecs de gestation constituent un problème économique important chez les bovins. De très nombreuses causes peuvent être à l'origine d'un arrêt de gestation (Hagen-Picard *et*

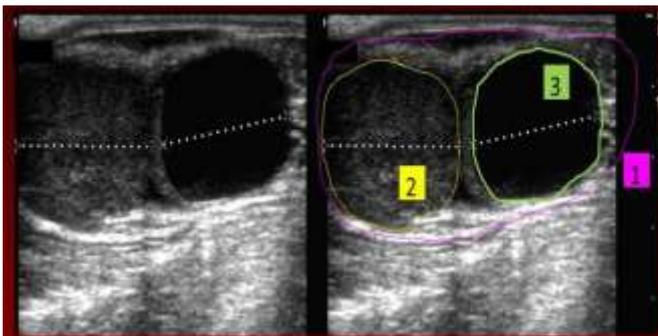
*al.* 2002) : avortements d'origine immunitaire, anomalies génétiques de l'embryon, développement insuffisant, insuffisance lutéale de la mère, désynchronisation âge du fœtus- âge de l'utérus, problèmes infectieux... Il est donc important, lors d'un suivi de gestation, d'identifier rapidement les pertes embryonnaires ou fœtales. Des études récentes (Pinto *et al.* 2000, Dunne *et al.* 2000), ont confirmé des données plus anciennes (Ayalon 1978, Humblot 1983), en montrant que la mortalité embryonnaire est essentiellement précoce, avant **16 jours**. Pour le montrer, Dunne *et al.* ont séparé les génisses de leur étude en deux groupes : dans un groupe les génisses ont été opérées au **14ème jour** de gestation pour effectuer un lavage des cornes utérines et récupérer les éventuels embryons, l'autre groupe étant suivi par échographie à **J30, J72 et J84** puis laissées jusqu'au vêlage. **A J14** ils ont ainsi trouvé 68% d'embryons dont la taille et la morphologie étaient normales, donc supposés viables. Une étude statistique a montré que les résultats à **J14** n'étaient pas différents de ceux de l'autre groupe à **J30** et à terme (respectivement 76 et 72% de gestation). Ces pertes embryonnaires très précoces passent inaperçues et sont confondues avec une non-fécondation car l'animal revient en chaleur à **21 jours**, sans décalage. Lors de mortalité embryonnaire tardive, après 16 jours, suivant l'origine du dysfonctionnement, la diminution des concentrations de progestérone peut précéder ou suivre la mort embryonnaire. Si la mortalité embryonnaire est consécutive à la lutéolyse, elle se caractérise par une expulsion rapide (en quelques jours) du conceptus non dégénéré. Si l'interruption de gestation est consécutive à la mort embryonnaire, le maintien du corps jaune entraîne la rétention prolongée du conceptus dans l'utérus (jusqu'à plusieurs semaines), jusqu'à la survenue des chaleurs et la dégénérescence du conceptus (Kastelic et Ginther, 1989). Le volume du conceptus peut ne pas être modifié plusieurs jours après la mort embryonnaire. Dans ce cas le diagnostic échographique repose sur l'arrêt de battements cardiaques, une taille insuffisante de l'embryon par rapport à son stade de gestation et sur l'aspect dégénéré. Dans le suivi quotidien des gestations de son étude, Curran *et al.* (1896b) a pu observer une mort embryonnaire **au 26ème jour** de gestation, diagnostiquée par l'absence de battements cardiaques. L'échogénicité des structures embryonnaires a alors progressivement augmenté tandis que la quantité de liquides fœtaux a elle diminué, jusqu'à expulsion au cours de l'œstrus, **17 jours** plus tard. Le stade fœtal, **de 45 jours** à la mise bas, présente moins de pertes : 2.5-3.5% de mortalité (Pinto *et al.* 2000).



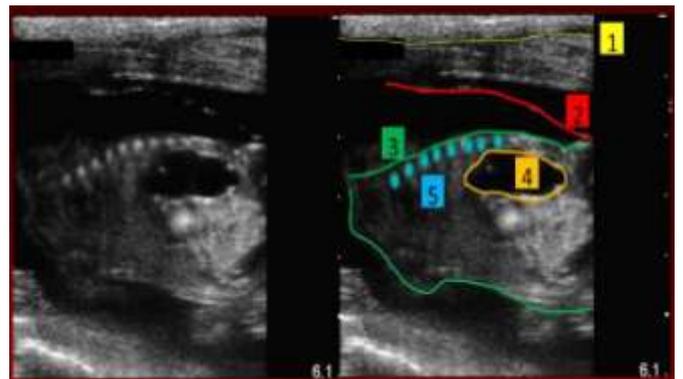
- 1 . Limite approximative de la corne utérine
- 2. Limite du tiers supérieur de la corne
- 3. Limite du tiers inférieur de la corne
- 4. Limite de la vésicule embryonnaire
- 5. Embryon (29 jours)



- Liquide allantoïdien
- Fœtus
- Paroi utérine
- Liquide allantoïdien
- Fœtus



- 1 . Limite approximative de l'ovaire
- 2. contour du CJ
- 3. Follicules : (zones anéchogènes)



- 1 : limites de la corne utérine
- 2. Membrane amniotique
- 3. Limite du fœtus (80 jours)
- 4. Estomacs
- 5. Vertèbres thoraco-lombaires

Le diagnostic de gestation constitue une activité essentielle en médecine vétérinaire, dans un souci de s'impliquer dans la gestion de la reproduction. Plus que par le passé, le praticien dispose pour ce faire de méthodes adaptées à des exigences et à celles requises par l'optimisation de la période de reproduction des élevages laitiers et viandeux de type intensif ou extensif. Leur choix doit être dicté par les conditions pratiques et financières de mise en place mais également par la connaissance des possibilités et limites des six différentes méthodes actuellement utilisables en reproduction bovine.

Méthode	Délai	Exactitude	Avantages	Inconvénients
Détection des chaleurs	19-20	variable	coût faible	peu fiable temps nécessaire lié aux conditions d'élevage
Progestérone (RIA ou ELISA)	19-24	85 % + 95 % -	autres applications méthode non invasive (lait) résultat immédiat (ELISA)	date d'IA nécessaire laboratoire délai de 24 heures (RIA) méthode invasive (sang)
PAG	>30	90 % + 98 % -	indépendant du stade	laboratoire délai de 48 heures > 100 J PP
Echographie	>30	91 % + 80 % -	indépendant du stade résultat immédiat autres applications méthode non invasive	Investissement Formation
Palpation manuelle	>50	Variable	résultat immédiat méthode non invasive	Expérience nécessaire

### Comparaison des méthodes de diagnostic de gestation en élevage bovin

ALLEN W.R., CARTER A.M. CHAVATTE-PALMER P., CANTZER V., ENDERS A.C., FREYER C., LEISER R. et MIGLINO M.A. Comparative placentation – a workshop report. *Placenta* 2003, 24, 100-103.

ANONYME. Acquisition du volume, avantages et limites de l'échographie 3D. 2003.  
[www.echographie3d-4d.com](http://www.echographie3d-4d.com)

BARONE R. Splanchnologie II. Anatomie comparée des mammifères domestiques. 2nd ed., Vigot éd., Paris, 1990, tome 4, 1-951.

CHASTANT S., RENARD J.-P. Les nouveaux embryons : clones et animaux transgéniques. Journées nationales des GTV, Tours 27, 28 et 29 mai 1998, 551-556

CHAVATTE-PALMER P., HEYMAN Y. et RENARD J.-P. Clonage et physiopathologies de la Gestation associées. *Gynécol. Obstét. Fertile.* 2000, 28, 633-642.

CURRAN S., PIERSON R.A. et GINTHER O.J. Ultrasonographic appearance of the bovine concept us from day 10 trough 20. *J. Am. Vet. Med. Ass.*, 1986a, 189, 1289-1294.

DECANTE F. Le diagnostic de gestation par échographie en clientèle rurale bovine. *Bull. GTV*, 1990, 45-51.

HAGEN-PICARD D., GAYRARD V. et BERTHELOT X. Développement embryonnaire et Fœtale, immunologie de la gestation et applications à la mortalité embryonnaire. SFB éd., Paris 2002, 80-94.

HEYMAN Y., CHESNE P. et LEBOURHIS D. Clonage et sexage embryonnaires : recherches et perspectives d'applications chez les bovins. *Point Vét.*, 1996, 28, 873-880.

Thèse pour le DOCTORAT VETERINAIRE Intérêts diagnostique et pronostique de l'échographie fœtale chez les bovins clonés. Présente par Chloé JUILLIEN.

Le constat de gestation chez les ruminants. Année 2008-2009 Prof. Ch. Hanzen.

Diagnostic sérique de la gestation chez la vache avec la technique d'agglutination passive de particules de latex G. Bozzolo, W. Terry Carrillo, P. Raynaud.

Diagnostic précoce de la gestation chez le bovin : un nouveau test à réaliser sur le sang ou le lait *Early cow pregnancy détection : a new test used on blood or Milk.*

Le constat de gestation chez les ruminants Prof. Ch. Hanzen

Utilisation de la PSPB pour le diagnostic de gestation des ruminants P Humblo

Diagnostic de gestation chez les bovin Dr : AYAD Med Amine institut science vétérinaire Tiaret