



153THV-2

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

THESE

PRESENTEE AU DEPARTEMENT DES SCIENCES VETERINAIRES  
FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES ET BIOLOGIQUES  
UNIVERSITE SAAD DAHLAB -BLIDA-

EN VUE DE L'OBTENTION :  
DU DIPLOME DE MEDECIN VETERINAIRE

# L'UTILITE DE L'ECHOGRAPHIE EN GYNECOLOGIE BOVINE



Présentée par :

TEBBAL Mohamed Anwar  
DEBIEB Imad

Jury :

Président du jury: Dr.BERBER. A  
Promoteur: Dr.BENYAHIA. A  
Co-promoteur: Dr.AMMI. M  
Examineur: Dr.AKLOUL. K  
Examineur: Dr.DELLALI. R

Maître de conférences  
Docteur vétérinaire  
Maître assistant  
Docteur vétérinaire  
Docteur vétérinaire

Promotion 2008

## DEDICACE

*Ce modeste travail symbolise l'aboutissement d'un travail de longue haleine, qui ma demandé des efforts soutenues et dans lequel j'ai investi toute mon énergie.*

*Je le dédie à tous ceux qui sont chers à mon cœur:*

*Mon père, ma mère que dieu les garde et les préserve*

*Ma grande mère*

*Mes frères, Mehdi, Ilyes, Ihcène et sa femme Souad*

*Ma sœur Selma et son mari Mahfoud*

*Mon neveu Yacine*

*Ma nièce Sarah*

*Je tiens aussi à le dédier à ChouchouXx et toute sa respectueuse famille*

*A mes chères amis: Hafid, Imad, Djilou, Mohamed, Seifou, Tertouza,*

*Oussama, Ismail, Sid Ali, Amine, Rahou, Fraoui, Abdou...*

*A tous nos confrères en premier lieu ceux de la promotion 5<sup>ème</sup> Année.*

**ANWAF**

## DEDICACE

*J'ai l'honneur de dédier ce modeste travail à ceux qui ont fait de moi ce que je suis et qui sont toujours présents pour me soutenir à tout moment.*

*A mon père*

*A ma mère*

*A ma grande mère mama el Hadja*

*A ma grande mère Mimi*

*A mes frères, Yacine, Mohamed Nadjib, Mahmoud et Tadjou*

*A ma sœur Siham*

*A ma femme Nadia et toute sa respectueuse famille sans oublier toutes les franges de ma famille*

*A mes chères amis: Hafid, Anwar, Hicheme, Mohamed, Djilou, Seifou, Oussama, Hamza tissu, Sid Ali, Amine, Rahou, Abdou, Rachid, Fraoui...*

*A tous ce qui m'aiment et me respectent*

*A tous nos confrères en premier lieu ceux de la promotion 5<sup>ème</sup> Année.*

**Unat**

## REMERCIEMENT

*Au terme de ce travail nous tenons à remercier dieu tout puissant de nous avoir accordé la force et la volonté d'achever ce modeste travail.*

*Nos remerciements s'adressent particulièrement au docteur A.Seddik BENYAHIA, promoteur de ce travail, pour son aide tout au long de la réalisation de ce travail, et pour de nous avoir bénéficié de son expérience, Qu'il trouve ici l'expression de notre profonde reconnaissance.*

*Nos remerciements s'adressent aussi :*

*À Monsieur M.AMMI notre co- promoteur pour ses conseils apportés à maintes reprises, Qu'il trouve également ici notre profonde reconnaissance.*

---

---

*À Monsieur A .BERBER chef de département de la Faculté de médecine vétérinaire, Qui nous fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse, Hommage respectueux.*

*À Monsieur R.R.DELLALI et K.AKLOUL Qui nous ont fait l'honneur d'examiner ce mémoire.*

## TABLE DES MATIERES

Liste des abréviations.....	1
Liste des tableaux.....	2
Liste des figures.....	3
Liste des photos.....	5
RESUME.....	6
INTRODUCTION.....	7

## PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

### Chapitre I: PRINCIPES DE L'ECHOGRAPHIE

<b>A.BASES PHYSIQUES DE L'ECHOGRAPHIE.....</b>	<b>8</b>
<b>A.1. Les ondes ultrasonores.....</b>	<b>8</b>
A.1.1. La fréquence .....	8
A.1.2. La longueur d'onde .....	8
A.1.3. La célérité de l'onde .....	9
<b>A.2. Interactions des ultrasons avec la matière .....</b>	<b>9</b>
A.2.1. La propagation des ultrasons .....	9
A.2.2. Formation des échos .....	10
A.2.2.1. Réflexion de type miroir.....	11
A.2.2.2. Réflexion de type multidirectionnel ou diffusion.....	11
A.2.2.3. Caractéristique du milieu: l'impédance acoustique.....	11
A.2.3. Pénétration des ultrasons .....	13
A.2.4. Atténuation des ultrasons .....	13
<b>B.L'ECHOGRAPHIE: PRINCIPE ET FONCTIONNEMENT.....</b>	<b>15</b>
<b>B.1. Principe de base : la transduction .....</b>	<b>15</b>
<b>B.2. Emission et réception des ultrasons .....</b>	<b>16</b>
<b>B.3. Construction de l'image échographique .....</b>	<b>16</b>
<b>B.4. Modes échographiques .....</b>	<b>17</b>
B.4.1. Mode A (Mode Amplitude) .....	17
B.4.2. Mode B (Mode Brillance) .....	17
B.4.3. Mode BD (Mode Bidimensionnel) .....	18
B.4.4. Mode TM (Mode Temps Mouvement) .....	19
<b>B.5. Qualité de l'image échographique .....</b>	<b>19</b>
B.5.1. Résolution .....	19
B.5.1.1. La resolution axiale.....	20
B.5.1.2. La resolution latérale.....	20
<b>B.6. Artéfacts .....</b>	<b>20</b>
B.6.1. Différents types d'artefacts de l'image échographique .....	21

<b>B.6.2. Artéfacts utilisés en échographie bovine.....</b>	<b>21</b>
B.6.2.1. Le cône d'ombre .....	21
B.6.2.2. Echo de renforcement postérieur .....	21

**Chapitre II: CONTRAINTES TECHNIQUES**

<b>A. CHOIX DE LA SONDE.....</b>	<b>22</b>
<b>A.1. Les types de sondes échographiques .....</b>	<b>22</b>
A.1.1. Sondes mécaniques .....	22
A.1.2. Sondes électroniques.....	23
<b>A.2. Propriétés des sonde linéaires .....</b>	<b>24</b>
<b>A.3. Propriétés des sonde sectorielles .....</b>	<b>24</b>
<b>A.4. Choix de la fréquence .....</b>	<b>25</b>
<b>B. CHOIX DE L'APPAREIL.....</b>	<b>26</b>

**Chapitre III: MISE EN OEUVRE PRATIQUE DE L'ECHOGRAPHIE EN GYNECOLOGIE BOVINE**

<b>A. LOCAL D'EXAMEN .....</b>	<b>28</b>
<b>B. CONTENTION DES ANIMAUX .....</b>	<b>28</b>
<b>C. EXAMEN TRANSRECTAL PREALABLE .....</b>	<b>30</b>
<b>D. METHODOLOGIE DE L'EXAMEN ECHOGRAPHIQUE DE L'APPAREIL GENITAL DE LA VACHE .....</b>	<b>31</b>

**Chapitre IV: UTILISATION DE L'ECHOGRAPHIE GYNECOLOGIQUE CHEZ LA VACHE NON GRAVIDE**

<b>A. RAPPELS ANATOMO-TOPOGRAPHIQUES .....</b>	<b>33</b>
<b>B. EXAMEN ECHOGRAPHIQUE DE L'UTERUS NON GRAVIDE .....</b>	<b>35</b>
<b>B.1. Echographie de l'utérus non gravide physiologique.....</b>	<b>35</b>
B.1.1. Echographie de l'utérus au cours du cycle oestral .....	35
B.1.2. Appréciation de l'involution utérine .....	37
<b>B.2. Echographie de l'utérus non gravide pathologique .....</b>	<b>38</b>
<b>C. EXAMEN ECHOGRAPHIQUE DES OVAIRES .....</b>	<b>39</b>
<b>C.1. Echographie du follicule.....</b>	<b>40</b>
<b>C.2. Echographie du corps jaune.....</b>	<b>41</b>
<b>C.3. Echographie des kystes ovariens.....</b>	<b>42</b>
<b>C.4. Tumeurs ovariennes.....</b>	<b>44</b>
<b>C.5. Diagnostic différentiel.....</b>	<b>45</b>

**Chapitre V:UTILISATION DE L'ECHOGRAPHIE GYNECOLOGIQUE CHEZ LA  
VACHE GRAVIDE**

**A. DIAGNOSTIC DE GESTATION PRECOCE.....46**  
A.1. Rappels concernant le développement de la vésicule embryonnaire .....46  
A.2. Principe .....47  
A.3. Intérêts de l'échographie pour le diagnostic de gestation .....48  
**B. DETERMINATION DE L'AGE DE L'EMBRYON ET DU FŒTUS.....50**  
B.1. Identification des enveloppes fœtales.....50  
B. 2. Identification des structures anatomiques du conceptus.....51

**PARTIE EXPERIMENTALE**

**I.OBJECTIF..... 55**  
**II. MATERIEL ET METHODES.....55**  
A. LIEU ET PERIODE. ....55  
B. MATERIEL..... 55  
B.1. Les animaux d'élevage privé.....55  
B.2. Matériel d'échographie..... 56  
B.3. Autres matériels.....58  
C.METHODES .....58  
C.1. Contention .....58  
C.2. Palpation trans-rectale préalable.....58  
C.3. Examen échographique proprement dit .....59  
**III. RESULTATS ET DISCUSSION.....61**  
**CONCLUSION GENERALE.....74**  
**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....76**

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

***f***: Fréquence

**$\lambda$** : Longueur d'onde

***c***: Célérité

**MHz**: Mégahertz

**A**: Amplitude

**Z**: Impédance acoustique

**Z1** = Impédance du milieu 1

**Z2** = Impédance du milieu 2

**PN**: Pie noire

**PR**: Pie rouge

**CJL**: Corps jaune lutéal

**F**: Follicule

**Ve**: Vésicule embryonnaire

**V**: Vessie

**E**: Embryon

**CO**: Cordon ombilical

**P**: Placentome

**Fo**: Foetus

**PP**: Post-partum

**PSBP** : Pregnancy Specific Protein B

**IA** : Insémination Artificielle

## LISTE DES TABLEAUX

<b><u>Tableau I:</u></b> Nature de l'onde sonore en fonction de sa fréquence [MORETTI 1982].....	8
<b><u>Tableau II:</u></b> Vitesse de propagation des sons dans les différents tissus [NYLAND et al 1995].....	9
<b><u>Tableau III:</u></b> Impédance acoustique de différents milieux [CHETBOUL 1999].....	12
<b><u>Tableau IV:</u></b> Valeurs de la réflexion (en %) de différentes interfaces [NYLAND et al. 1995].....	12
<b><u>Tableau V:</u></b> Relation entre la profondeur d'exploration et la fréquence de la sonde [CARNIEL 1987].....	13
<b><u>Tableau VI:</u></b> Coefficient d'atténuation des tissus ou matériaux [CARNIEL 1987].....	14
<b><u>Tableau VII:</u></b> Fréquences des sondes en fonction des indications en gynécologie chez la vache [MIALOT JP, CONSTANT F, RAVARY B, RADIGUE P].....	25
<b><u>Tableau VIII :</u></b> Diagnostic différentiel des organites ovariens par échographie chez la vache [CHASTANT-MAILLARD S, BOIN E, GRIMARD B, MIALOT JP].....	45
<b><u>Tableau IX:</u></b> Développement de la vésicule embryonnaire chez les bovins [CHAFFAUX et al. 1982].....	46
<b><u>Tableau X :</u></b> Relation entre la longueur de l'embryon et son âge [Hugues et Davies, 1989].....	51
<b><u>Tableau XI :</u></b> Dates d'apparition des structures embryonnaires, fœtales ou utérines lors de l'examen échographique chez la vache [Curran <i>et al.</i> , 1986b].....	54

**LISTE DES FIGURES**

**Figure 1: Longueur d'onde ( $\lambda$ ) [PENNINCK et CUVELLIEZ 1985].....8**

**Figure 2: Représentation du faisceau ultrasonore [LEGRAND et CARLIER 1981].....9**

**Figure 3: Réflexion et réfraction de l'onde ultrasonore au niveau d'un dioptre [POLLET T 1993].....10**

**Figure 4: Effet piézo-électrique [BARTHEZ 2001].....15**

**Figure 5: Emission et réception des ultrasons [BARTHEZ 2001]..... 16**

**Figure 6: Mode A=Amplitude [BARTHEZ 2001].....17**

**Figure 7: Mode B= Brillance [BARTHEZ 2001].....18**

**Figure 8: Mode BD= Bidimensionnel [BARTHEZ 2001].....18**

**Figure 9: Mode TM= Temps mouvement [BARTHEZ 2001].....19**

**Figure 10 : Sonde sectorielle [DECANTE,1990].....22**

**Figure 11 : Sonde linéaire [DECANTE,1990].....23**

**Figure12: Appareil fixe [DECANTE 1990].....28**

**Figure 13: Appareil mobile avec animaux à l'attache [DECANTE 1990].....29**

**Figure 14: Coupe médiane du bassin d'une vache [BARONE 2001].....34**

**Figure 15 : Diamètres « dorsal », « crânial » et « ventral » moyens des cornes utérines non gravides au cours du cycle ovarien [Kähn, 1994].....36**

**Figure 16 : Représentation schématique de la corne utérin chez la vache au cours du cycle [Pierson et Ginther, 1987a] 1 : œstrus ; 2, 3, 4 : différents stades du dioestrus.....39**

**Figure 17: Echographie in vivo d'un ovaire portant des follicules [BOIN; 2001].....40**

**Figure 18 : Echographie in vivo d'un ovaire portant un corps jaune cavitaire [BOIN; 2001].....42**

**Figure 19 : Echographie in vivo d'un ovaire avec un kyste folliculaire [BOIN; 2001].....43**

**Figure 20 : Echographie in vivo d'un kyste lutéinisé [BOIN; 2001].....44**

**Figure 21: Embryon âgé de 38 jours (UCRA-ENVL).....48**

**Figure 22: Embryon âgé de 50 jours (UCRA-ENVL).....48**

**Figure23: Image échographique montrant une matrice vide.....61**

**Figure24: Image échographique montrant un utérus atteint d'une endométrite avec sécrétion peu échogène dans sa cavité (30jours PP).....62**

**Figure26:** Image échographique montrant un ovaire avec follicule de 11mm (F) et trois autres petits follicules (f).....63

**Figure27:** Image échographique montrant un ovaire droit inactif avec quelques petits follicules (f).....63

**Figure28:** image échographique montrant un corps jaune lutéal (CJl) de 22 x 14 mm et un follicule (F) de 17 x 8 mm sur l'ovaire gauche.....64

**Figure29:**vésicule embryonnaire (Ve) de 16mm de diamètre au niveau de la corne droite.....64

**Figure30:**vésicule embryonnaire (Ve) de 19mm de diamètre au niveau de la base de la corne gauche.....65

**Figure31:**vésicule embryonnaire (Ve) anéchogène de 18mm de diamètre au niveau de la base de la corne gauche. La lettre (V) représente la vessie qui apparaît à droite de (Ve) comme une zone anéchogène.....65

**Figure32:**Embryon (E) échogène de 43 jours de gestation mesurant 22mm, baignant dans sa vésicule (Ve) anéchogène, l'ébauche du placentome (P) fait saillie en haut. Une partie du cordon ombilical (Co) visible au dessous de l'embryon.....66

**Figure33:**Embryon (E) échogène de 45 jours de gestation mesurant 24mm, baignant dans sa vésicule (Ve) anéchogène.....66

**Figure34:**vésicule embryonnaire (Ve) de 48mm avec Embryon (E) de 45 jours de gestation mesurant 26mm, vu sur sa face latérale. Le cordon ombilical (Co) est bien visible a gauche de l'embryon... ..67

**Figure35:**Embryon (E) de 50 jours de gestation mesurant 39mm, vu sur sa face ventrale baignant dans sa vésicule embryonnaire (Ve).....67

**Figure36:**image échographique représente: une vésicule embryonnaire (Ve) anéchogène, cordon ombilical (Co) peu échogène attaché au placentome (P) échogène et une partie de l'embryon(E) apparaît a gauche.....68

**Figure37:**Fœtus (Fo) de 65 jours mesurant 69mm qui apparaît échogène, baignant dans sa vésicule anéchogène (Ve).....68  
La tête (T), les onglons antérieurs (O) et le cordon ombilical (Co) sont bien visibles.

**Figure38:**image échographique des placentomes (P).....69

## LISTE DES PHOTOS

<b><u>Photo 1</u> : Echographe porté en bandoulière (Pie Medical®).....</b>	<b>27</b>
<b><u>Photo 2</u> : Echographe porté à l'avant-bras (Pie Medical®) .....</b>	<b>27</b>
<b><u>Photo 3</u>:Echographe «SONOACE 600» (SA-600V).....</b>	<b>56</b>
<b><u>Photo 4</u>: Palpation trans-rectale.....</b>	<b>57</b>
<b><u>Photo 5</u>: Manipulation au cours d'un examen échographique.....</b>	<b>57</b>
<b><u>Photo 6</u>: Palpation trans-rectale préalable.....</b>	<b>59</b>
<b><u>Photo 7</u>:Manipulation au cours d'un examen échographique.....</b>	<b>.60</b>

## RESUME

Ce travail a été réalisé dans le but de nous offrir une meilleure connaissance sur l'utilité de l'échographie en gynécologie bovine, afin de pouvoir s'adapter avec cette technique moderne. Pour cela, et dans le cadre de suivi de reproduction; nous avons réalisé un examen échographique chez douze vaches de race améliorée. En vue de la détermination de l'état physiopathologique de l'appareil génital femelle; en particulier, celui des ovaires et de l'utérus.

Les résultats obtenus seront démontrés comme suit:

Pour les vaches non gravides; l'image échographique de l'utérus en phase oestrale montre que la lumière utérine est souvent moins dilatée ( voire pas du tout), tandis que sa paroi est épaissie mais plus régulière dans ses contours.

Par contre, l'examen échographique des endométrites sera d'autant plus facile à établir que la lumière utérine sera remplie de sécrétions.

En outre, l'examen des ovaires montre que les follicules apparaissent comme des formations sphériques anéchogènes. Par ailleurs, le corps jaune lutéal (cavitaire) est plus facile à visualiser grâce au contraste entre la cavité centrale (noire) et la périphérie (grise).

Concernant les vaches gravides, l'échographe va nous permettre de visualiser les différents stades de gestation observés au cours de notre étude, en allant de la simple vésicule embryonnaire passant par le décollement embryonnaire de la paroi utérine, arrivant jusqu'au développement du future produit (veau), ainsi que la distinction de ses principales structures.

### Mots clés:

Echographie	Gestation
Utérus	Ovaires
Gynécologie	Vache de race améliorée
Follicules	Corps jaune lutéal

# **INTRODUCTION**

L'échographie en gynécologie bovine s'est largement développée depuis une vingtaine d'années. Elle s'est surtout imposée, parmi les différents outils de diagnostic de gestation, comme le meilleur compromis entre précocité, fiabilité et sécurité.

En médecine vétérinaire, les ultrasons peuvent trouver une utilisation pour l'étude des différents organes animaux. L'échographie est une technique non invasive d'imagerie médicale de plus en plus employée comme étant un diagnostic complémentaire de la palpation trans-rectale chez la vache, premier examen durant lequel il est nécessaire de bien repérer les différentes structures en procédant de manière systématique, avant de mettre en place la sonde. Toutefois, à la différence de la palpation transrectale, l'échographie présente les avantages de permettre, avec une grande exactitude, de visualiser les organites ovariens, d'évaluer le stade physiologique de l'utérus et enfin d'établir des diagnostics de gestation précoces.

Cette technique est par ailleurs utilisée dans les biotechnologies de pointe lors de ponction du follicule dominant avant la mise en place du traitement de superovulation. Enfin, par son objectivité, le diagnostic par échographie est essentiel à la réalisation des expérimentations cliniques concernant la gynécologie bovine.

L'objectif recherché par notre travail est d'apprécier l'utilité de l'échographie en gynécologie bovine. Dans un but pratique et pédagogique, deux parties seront successivement abordées:

- Une partie bibliographique décrit quelques rappels sur le principe de l'échographie, les différents matériels disponibles et la méthodologie de l'examen échographique de l'appareil génital de la vache, ainsi que, la description des utilisations de l'échographie en gynécologie bovine.
- Une partie expérimentale sera consacrée aux images échographiques susceptibles d'être obtenues dans les situations physiologiques et pathologiques hors gestation, ainsi que celles obtenues lors de la gestation.

# **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

**Chapitre I:**  
**PRINCIPES DE L'ECHOGRAPHIE**

Dans ce chapitre, nous abordons les principales bases physiques de l'échographie, le principe et le fonctionnement d'un échographe, afin de permettre aux personnes non initiées de se familiariser avec l'échographie.

## A. BASES PHYSIQUES DE L'ECHOGRAPHIE

### A.1. Les ondes ultrasonores

L'onde ultrasonore est définie comme étant une propagation d'énergie sous la forme d'une vibration des particules d'un milieu; Elle est caractérisée par :

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

$$\text{Avec } c = \lambda \cdot f$$

#### A.1.1. La fréquence

La fréquence ( $f$ ) de l'onde sonore correspond au nombre de compressions et d'expansions que subissent les molécules du milieu en une seconde. Elle s'exprime en Hertz (Hz) ou cycle/ seconde [JAUDON et al. 1991].

La nature de l'onde sonore (infrasons, sons, ultrasons, hypersons) est définie par sa fréquence (Tableau I). Seuls les sons, ayant une fréquence comprise entre 16 Hz et 18 kHz, sont audibles par l'oreille humaine.

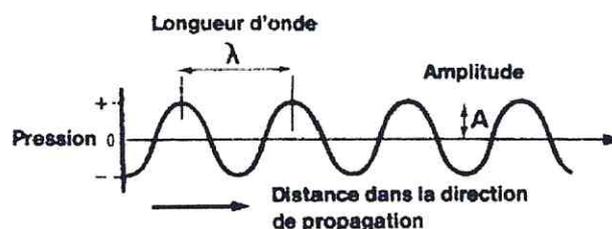
Nature	Fréquence
Infrasons	0 – 16 Hz
Sons	16 Hz – 18 kHz
Ultrasons	18 kHz – 150 MHz
Hypersons	150 MHz

**Tableau I:** Nature de l'onde sonore en fonction de sa fréquence [MORETTI, 1982]

En échographie, les ultrasons utilisés ont une fréquence qui oscille entre 1 et 10 MHz [VALON et LEGRAND 1981].

#### A.1.2. La longueur d'onde

La longueur d'onde ( $\lambda$ ) d'un faisceau ultrasonore représente la distance entre deux ondes successives (Figure 1).



**Figure 1:** Longueur d'onde ( $\lambda$ ) [PENNINCK et CUVELLIEZ 1985]

### A.1.3. La célérité de l'onde

La célérité de l'onde ( $c$ ) correspond à la vitesse de propagation de l'onde dans le milieu. Elle varie en fonction du milieu considéré (Tableau II).

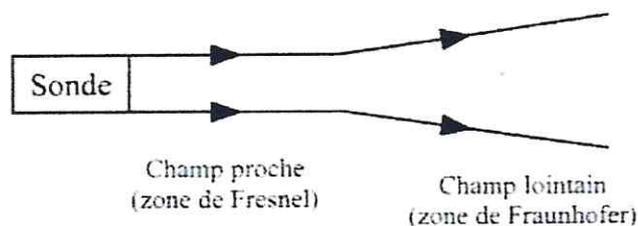
Tissus ou matériaux	Vitesse de propagation du son en mètre par seconde (m/s)
Air	331
Graisse	1450
Eau	1495
Tissu mou (moyenne)	1540
Cerveau	1541
Foie	1549
Rein	1561
Sang	1570
Muscle	1585
Os	4080

**Tableau II:** Vitesse de propagation des sons dans les différents tissus [NYLAND et al 1995]

## A.2. Interactions des ultrasons avec la matière

### A. 2.1. La propagation des ultrasons

Dans un milieu homogène, la propagation des ultrasons se fait en ligne droite dans une zone de champ proche (zone de Fresnel) [LEGRAND et CARLIER 1981 ; MORETTI 1982 ; JAUDON et al. 1991 ; SIGOGNAULT 1992]. Puis, dans un champ lointain (zone de Fraunhofer), les bords du faisceau ultrasonore ne sont plus parallèles mais sont divergents (Figure 2) [LEGRAND et CARLIER 1981].



**Figure 2:** Représentation du faisceau ultrasonore [LEGRAND et CARLIER 1981]

Lorsque les tissus à explorer sont situés dans la zone de Fresnel, l'utilisation des ultrasons est optimale car :

- le faisceau ultrasonore est bien parallèle donc les interfaces sont perpendiculaires aux ultrasons,
- l'intensité des ultrasons est plus élevée dans la zone de champ proche. La zone de Fresnel est d'autant plus courte que la fréquence de la sonde est basse [MORETTI 1982].

Ainsi, on peut penser qu'il est intéressant d'augmenter la fréquence. Toutefois, la situation n'est pas si simple puisque une fréquence élevée s'accompagne d'un faible pouvoir de pénétration de l'onde ultrasonore.

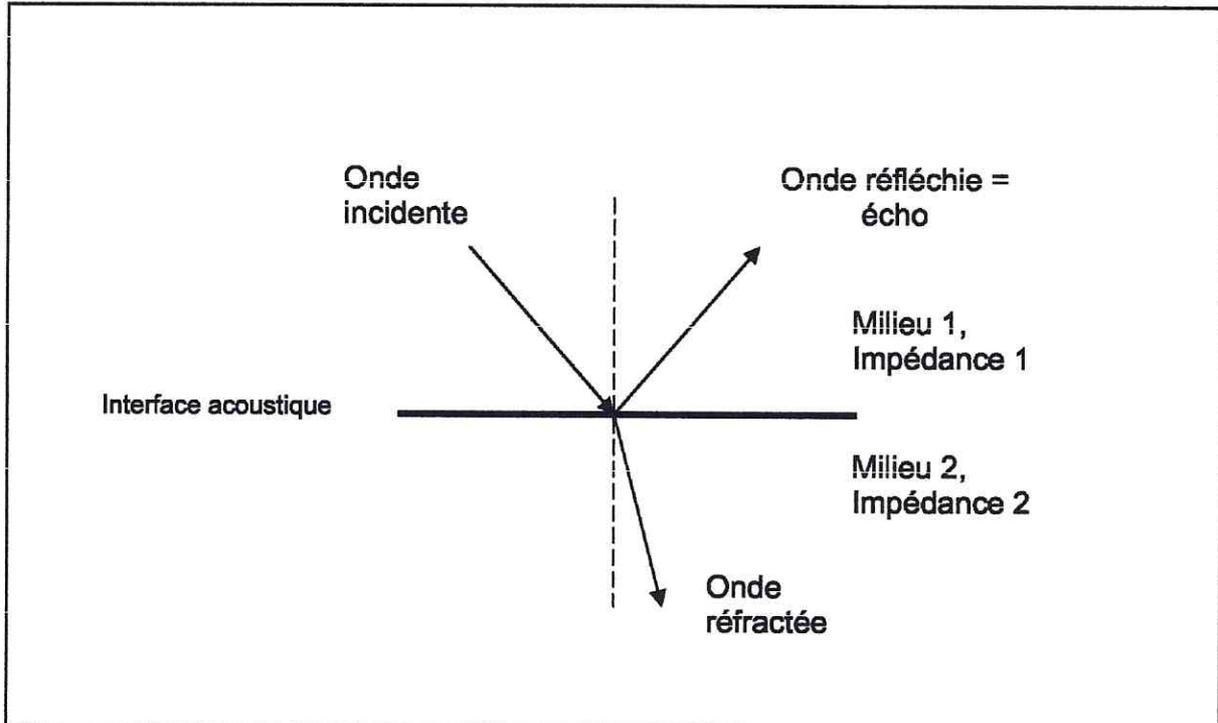
La divergence du faisceau ultrasonore, encore appelée dispersion est une des causes d'atténuation de l'intensité des ultrasons. Elle influe aussi sur la résolution latérale du faisceau [LEGRAND et CARLIER 1981].

### A.2.2. Formation des échos

La surface séparant des milieux d'impédances acoustiques différentes s'appelle une interface acoustique. Les lois de Descartes concernant la réflexion et la réfraction au niveau d'un dioptre y sont totalement applicables. [MAI W.1999].

La propagation de l'onde ultrasonore s'effectuant en ligne droite dans un milieu homogène, lorsque cette onde arrive à une interface acoustique, une partie se réfléchit (écho) tandis que l'autre se réfracte (**Figure 3**).

On rencontrera deux types de réflexions :



**Figure 3:** Réflexion et réfraction de l'onde ultrasonore au niveau d'un dioptre [POLLET T 1993]

### **A.2.2.1. Réflexion de type miroir**

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

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

- Autrement, on sera en présence de la situation décrite précédemment (**Figure 3**), où une partie du faisceau est réfléchi et l'autre réfractée, c'est-à-dire transmise.

Dans ce dernier cas, il sera possible de récupérer des échos de structures plus profondes, si toutefois : [MAI W.1999].

- le milieu de propagation présente des variations d'impédances acoustiques suffisantes,
- le faisceau incident est perpendiculaire à l'interface (sinon le faisceau réfléchi ne sera plus dirigé vers la sonde et l'information sera perdue),
- le faisceau incident atteint la structure réfléchissante.

### **A.2.2.2. Réflexion de type multidirectionnel ou diffusion**

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

Les deux types de réflexion participeront à la formation de l'image échographique. Par exemple, lors de l'échographie d'un organe arrondi, l'échogénicité sera forte pour les zones perpendiculaires au faisceau (réflexion de type miroir) et plus faible pour le reste des contours (réflexion de type multidirectionnel). [MAI W. 1994-1999].

### **A.2.2.3. Caractéristique du milieu : l'impédance acoustique**

Les tissus de l'animal examiné constituent des milieux différents que les ultrasons doivent traverser.

Ces milieux sont caractérisés par un paramètre physique, l'impédance acoustique (**Z**).

Ce paramètre se définit comme la résistance que le milieu oppose au cheminement de l'onde ultrasonore [GINTHER 1995].

L'impédance acoustique (**Z**) correspond au produit de la densité ou masse volumique (**d**) du milieu et la célérité de l'onde sonore (**C**) [REEF 1998] :

$$Z = d \times C$$

## **B. L'ECHOGRAPHE : PRINCIPE ET FONCTIONNEMENT**

### **B.1. Principe de base : la transduction**

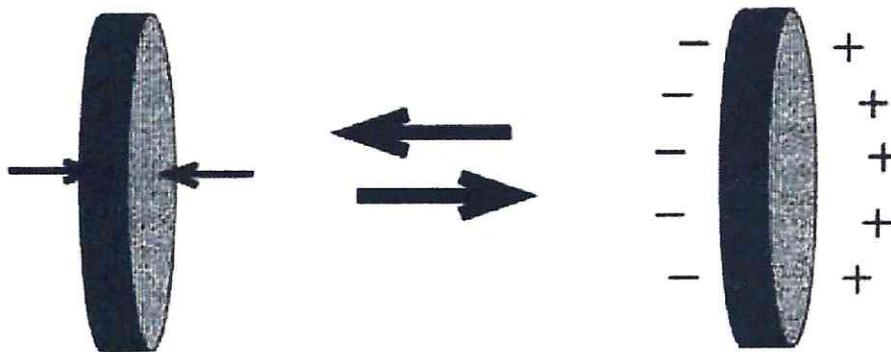
La transduction est un phénomène permettant de transformer une énergie en une énergie de nature différente. Des éléments piézo-électriques (cristal de quartz, céramique) ont cette faculté de transduction.

La sonde de l'échographe contient un élément piézo-électrique, c'est pourquoi elle est parfois appelée « transducteur » [PENNINCK et CUVELLIEZ 1985]. Dans le cadre de l'échographie, l'énergie électrique est transformée en énergie mécanique de type vibratoire (énergie acoustique), ou inversement.

### **\* PRODUCTIONS DES ULTRASONS : L'EFFET PIEZOELECTRIQUE**

La production des ultrasons est basée sur l'effet piézo-électrique. L'effet piézo-électrique a été découvert par Pierre et Jacques CURIE. Son principe repose sur la faculté de transformer une énergie électrique en énergie mécanique et vice-versa. Ce phénomène permettant de transformer un type d'énergie en un autre type d'énergie s'appelle la transduction [BARTHEZ 2001].

Les ultrasons sont produits par un élément piézo-électrique (cristaux de quartz, céramiques de Plomb Zirconate de Titane ou polymères fluorés) présent dans la sonde de l'échographe. En effet, les cristaux de quartz (ou les céramiques) ont la capacité de se charger lorsqu'ils sont comprimés (effet piézo-électrique direct) et, inversement de se déformer lorsqu'ils sont chargés (effet piézo-électrique inverse) (Figure 4).



**Figure 4: Effet piézo-électrique [BARTHEZ 2001]**

Ainsi, en appliquant un courant alternatif à un cristal piézo-électrique, ce dernier se comprime et se décomprime alternativement, et émet un son (effet piézoélectrique inverse) dont la fréquence dépend des caractéristiques du cristal.

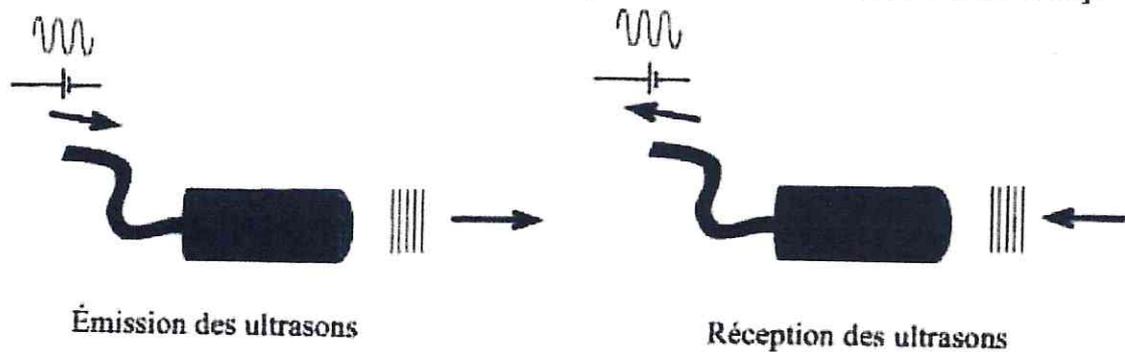
Cet élément piézo-électrique permet également de transformer en courant électrique les ultrasons qui reviennent à la sonde après avoir été réfléchis (effet piézo-électrique direct).

Ce phénomène de transduction représente le principe de base du fonctionnement de l'échographe.

## **B.2. Emission et réception des ultrasons**

L'émission des ultrasons utilise l'effet piézo-électrique inverse : l'application d'un courant alternatif sur le cristal piézo-électrique contenu dans la sonde entraîne la formation d'ultrasons.

L'effet piézo-électrique direct est mis en jeu, lors de la réception des ultrasons, pour transformer les échos qui reviennent à la sonde en signal électrique qui sera analysé par le logiciel de l'échographe et transcrit à l'écran (**Figure 5**) [PENNINCK et CUVELLIEZ 1985].



**Figure 5:** Emission et réception des ultrasons [BARTHEZ 2001]

L'excitation du transducteur s'effectue en régime pulsé, un seul élément piézoélectrique suffit [MORETTI 1982]. Au cours d'un cycle, ce dernier se comporte comme un émetteur pendant la période d'émission et comme un récepteur, c'est-à-dire que le cristal (ou céramique) est « à l'écoute » pour capter les ultrasons, durant la période de réception.

La sonde n'émet donc pas les ultrasons en continu, mais en salve. Chaque cycle dont la durée est d'environ une milliseconde se compose d'une période d'émission d'1  $\mu$ s et d'une période de réception de 999  $\mu$ s [BARTHEZ 2001].

**Remarque :** L'excitation du transducteur de manière continue est possible, c'est souvent le cas pour le procédé Doppler. Néanmoins, cela nécessite d'avoir deux éléments piézo-électriques, un émetteur et l'autre récepteur.

## **B.3. Construction de l'image échographique**

L'image échographique est construite seulement à partir des informations (échos) recueillies par la sonde. Ces informations sont traitées par un logiciel de l'appareil qui permet :

- de déterminer la position et l'intensité de l'écho,
- de représenter après amplification, le signal à l'écran sous forme d'image échographique interprétable par l'opérateur.

La position de l'écho est déterminée en étalonnant l'échographe avec une vitesse de propagation moyenne des ultrasons dans les tissus de 1540 m/s. La distance séparant la sonde de l'interface (point où se produit l'écho) est ainsi calculée par le « temps de vol » [BARTHEZ 2001].

## **B.4. Modes échographiques**

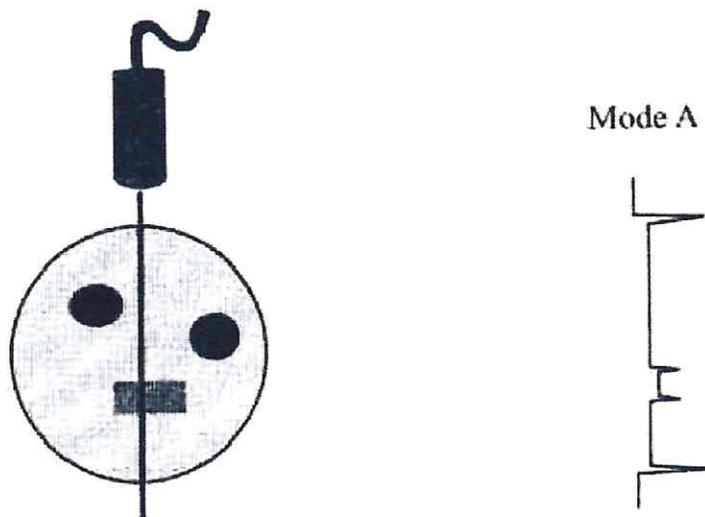
Les modes échographiques représentent la manière dont sont traités les signaux électriques issus des échos captés par la sonde.

### **B.4.1. Mode A (Mode Amplitude)**

Le mode A est le mode de représentation de l'image le plus primitif. Il consiste à afficher à l'écran l'amplitude du signal recueilli par la sonde en fonction de la profondeur.

Les « pics » d'amplitude dépendent de l'intensité de l'onde réfléchie. Un faisceau unique de direction constante est utilisé (Figure 6).

Ce mode était utilisé en ophtalmologie, neurologie pédiatrique et en expertise des viandes pour mesurer les masses musculaires [MERCIER 1989].



**Figure 6: Mode A [BARTHEZ 2001]**

### **B.4.2. Mode B (Mode Brillance)**

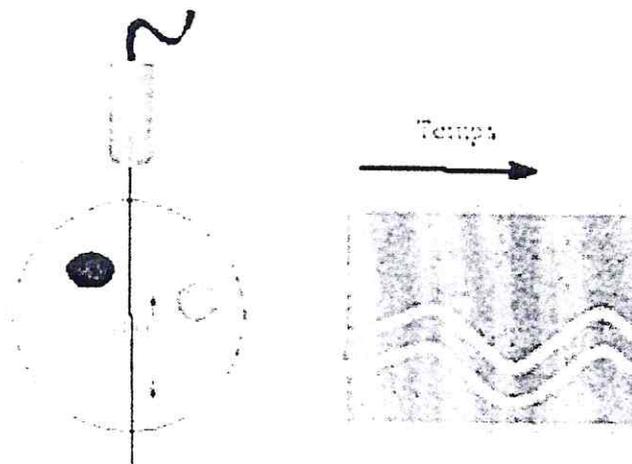
Les pics du mode A sont remplacés par des points lumineux, dont la brillance est proportionnelle à l'intensité de réflexion (Figure 7).

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

#### **B.4.4. Mode TM (Mode Temps Mouvement)**

Ce mode consiste à faire défiler sur l'oscilloscope le mode brillance à vitesse constante le plus souvent horizontalement, et de gauche à droite (Figure 9).

L'intérêt de ce mode réside dans l'étude des structures en mouvement (cardiologie). En effet, celles-ci apparaîtront comme des structures ondulantes à l'écran alors que les structures fixes apparaîtront comme des droites horizontales.



**Figure 9: Mode TM [BARTHEZ 2001**

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

Nous évoquerons seulement la qualité de l'image formée en mode dynamique, mode le plus couramment utilisé.

En mode bidimensionnel, la qualité de l'image dépend essentiellement des caractéristiques de l'appareil (résolution) et des possibilités de réglage (réglage des gains).

##### **B.5.1. Résolution**

La résolution ou finesse de l'image est la possibilité de différencier deux points très proches.

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

### **B.5.1.1. La résolution axiale**

(Entre deux points situés dans le sens de propagation du faisceau incident) est d'autant meilleure que la longueur d'onde est faible ou que la fréquence est élevée.

Cependant, les fréquences élevées ont, nous l'avons vu, une atténuation en profondeur importante.

On devra donc trouver un compromis entre la profondeur des structures à visualiser et la qualité de l'image attendue. [JAUDON JP 1991/ MAI 1994-1999/ POLLET 1993].

### **B.5.1.2. La résolution latérale**

Dépend du phénomène de divergence : elle concerne deux points situés sur un même axe perpendiculaire à l'axe d'émission. Plus on s'éloigne de la source, plus le faisceau ultrasonore est large et donc plus l'incertitude augmente.

Cependant, il est possible sur les appareils de régler la focale, axe vertical sur l'écran : celui-ci, par des systèmes de lentilles acoustiques, focalise le faisceau sur la profondeur voulue.

Ainsi, des structures profondes auront une résolution latérale nettement meilleure en réglant la « focale » sur l'élément concerné. [MAI 1994-1999/ POLLET 1993].

## **B.6. Artéfacts**

Les artéfacts sont des altérations de l'image produites artificiellement lors d'un examen. Ils ne correspondent à aucune anomalie ou lésion. Afin d'éviter toute erreur d'interprétation, il est essentiel de les connaître.

Certains artéfacts sont nuisibles car ils dégradent la qualité de l'image et rendent l'interprétation plus compliquée. Ils résultent d'une mauvaise préparation de l'animal, d'un réglage incorrect de l'appareil ou d'une mauvaise méthode d'exploration avec la sonde.

D'autres artéfacts sont utiles car ils résultent d'interactions spécifiques des ultrasons avec la matière et leur reconnaissance apporte des informations sur les structures examinées [KIRBERGER 1995 ; MAI 1999b].

**B.6.1. Différents types d'artefacts de l'image échographique sont rencontrés:**

- Le renforcement postérieur
- Le cône d'ombre
- La réverbération
- La « queue de comète »
- Ombre acoustique de bord
- L'image en miroir
- Lobes accessoires
- Artéfact de vitesse constante
- Artéfact dû à la réflexion spéculaire : anisotropie

**B.6.2. Artefacts utilisés en échographie gynécologique bovine:**

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

**B.6.2.1. Cône d'ombre**

Le cône d'ombre est une image hypo ou anéchogène située au-delà de structures atténuant fortement les ultrasons : c'est le cas des interfaces entre des milieux d'impédances acoustiques très différentes, comme les interfaces tissu mou/air ou tissu mou/os (par exemple en arrière des côtes).

Ces interfaces sont en effet associées à un pourcentage de réflexion important; ainsi peu d'ultrasons sont transmis (réfractés). [MAI.1999].

**B.6.2.2. Echo de renforcement postérieur**

Le faisceau incident traversant un milieu peu échogène (par exemple liquidien) est peu atténué : ainsi, en arrivant aux structures sous jacentes, il apparaît plus intense.

C'est pourquoi, en région postérieure de cette zone, les tissus apparaîtront à l'écran plus échogènes que les tissus adjacents. [JAUDON 1991]

C'est souvent le cas des échographies d'ovaires présentant un kyste folliculaire.

**Chapitre II:**  
**CONTRAINTES TECHNIQUES**

## A. CHOIX DE LA SONDE

En échographie vétérinaire, il existe différents types de sondes qui ont chacun des avantages et des inconvénients. Selon la zone de l'organisme examinée, un certain type de sonde peut être préféré.

Les sondes échographiques sont généralement classées en fonction du mécanisme de balayage du plan de coupe :

Il existe des sondes mécaniques et des sondes électroniques

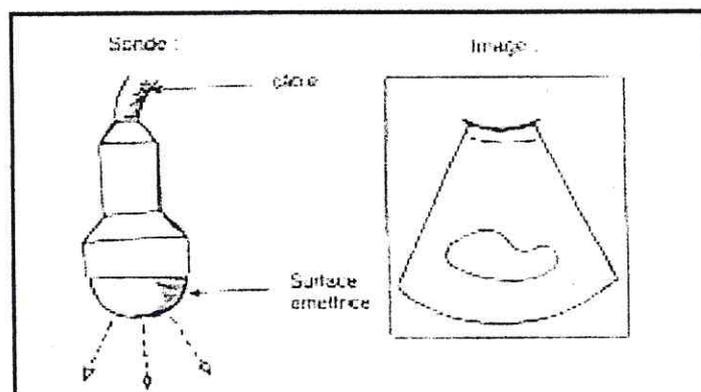
### A.1. Les types de sondes échographiques

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

#### A.1.1. Sondes mécaniques

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 (Figure 10).



**Figure 10 : Sonde sectorielle [DECANTE,1990]**

## **A.2. Propriétés des sondes linéaires**

Ce type de sonde présente de nombreux avantages [Mialot et al. 1991]:

- 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.

En revanche, la surface de contact avec la partie à examiner doit être importante et l'utilisation par voie externe transcutanée chez les petits ruminants est parfois limitée.

Ce matériel est cependant idéal pour les vétérinaires l'utilisant en gynécologie bovine et équine. En revanche, leur utilisation est impossible pour certaines applications telle que l'échocardiographie chez les carnivores domestiques.

## **A.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 délicate.

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].

#### **A.4. Choix de la fréquence**

Il dépend du type d'examen à réaliser, de la profondeur des structures à visualiser et de la résolution attendue (nous avons vu auparavant que la résolution est d'autant meilleure que la fréquence est élevée).

Il faut donc trouver un compromis entre qualité et profondeur : [BOIN.2001]

En effet, la sonde de 7,5 MHz a une pénétrance de 4 à 5 cm, celle de 5 MHz, de 8 à 10 cm et celle de 3,5 MHz, de 12 à 15 cm.

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

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

**Tableau VII: Fréquences des sondes en fonction des indications en gynécologie chez la vache [MIALOT JP, CONSTANT F, RAVARY B, RADIGUE P]**

## **B.CHOIX DE L'APPAREIL**

Pour choisir un échographe, différents critères sont à prendre en compte. Toutes les échographies se faisant chez les éleveurs, l'échographe devra forcément pouvoir être transporté dans les fermes. [MIALOT JP.1991].

- **Quelle sera l'espèce de destination ?**

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

- **Le poids** est également un critère important surtout si un faible nombre d'examen par exploitation sera réalisé. Inversement, si les visites concernent à chaque fois un grand nombre d'animaux, que l'appareil soit léger ou non importe peu, puisqu'il faut alors pouvoir disposer d'une brouette ou d'un chariot.

En effet, il est peu concevable de demander à quelqu'un de tenir l'échographe pendant 60 échographies ou plus !

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

- **Existence ou non d'une batterie :**

Dans certaines fermes, l'électricité n'est pas à proximité des bêtes, il est donc souhaitable d'avoir une batterie.

De plus, les rallonges traînent souvent par terre, et les animaux peuvent marcher dessus. Cependant, il n'est pas rare que, lors de visite longue sur de gros troupeaux, la charge de la batterie soit insuffisante pour terminer les examens.

- **Possibilité d'enregistrement des images sur disquette, carte mémoire, ou vidéo :**

Certains trouveront appréciable de pouvoir enregistrer leurs images. Que ce soit pour pouvoir confirmer une suspicion en consultant ultérieurement des ouvrages ou pour garder la trace d'un cas clinique intéressant.

- **Qualité des images obtenues avec l'échographe.**

Elle dépend des caractéristiques intrinsèques de l'appareil.

- **Longueur du câble :**

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

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

- **Etanchéité :**

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

- **Facilité de nettoyage:**

On privilégiera les claviers plans, sans bouton de réglage saillant, toujours très délicats à nettoyer.

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

Par ailleurs, nous rappelons les fréquences et type de sondes les plus couramment employés chez la vache:

Pour une utilisation transrectale, sonde linéaire de 5 ou 6 MHz



**Photo 1:** Echographe porté en bandoulière  
(Pie Medical®)



**Photo 2:** Echographe porté à l'avant-bras  
(Pie Medical®)

**Chapitre III:**

**MISE EN OEUVRE PRATIQUE DE  
L'ECHOGRAPHIE EN GYNECOLOGIE  
BOVINE**

### **A. LOCAL D'EXAMEN**

Lors de l'examen échographique, une luminosité ambiante excessive gêne la bonne visualisation de l'image apparaissant sur l'écran. Au contraire, l'obscurité permet d'utiliser au maximum toutes les nuances de gris, donnant une qualité optimale de l'image.

En pratique, il convient de réaliser l'examen échographique dans un local sombre (vieilles étables, salle de traite). L'emploi d'un échographe à l'extérieur ou dans un bâtiment ouvert et très lumineux est à éviter. Dans ces conditions, l'utilisation d'un volet de protection (pare-soleil) fourni avec certains appareils, peut protéger l'écran de la lumière.

Pour les échographes qui fonctionnent sur secteur, une alimentation électrique doit être prévue [DECANTE 1990].

### **B. CONTENTION DES ANIMAUX**

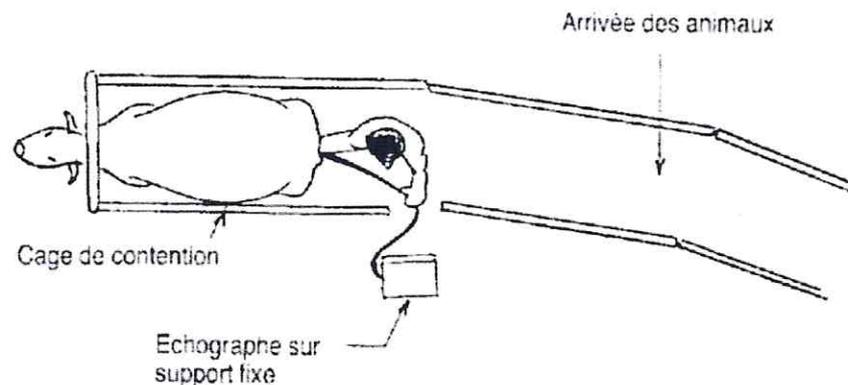
Il existe 2 cas, selon la mobilité ou non de l'appareil :

#### **B.1. Vaches en cage de contention**

L'échographe est alors fixe. La vache est placée dans une cage de contention, un box d'examen ou amenée dans la salle de traite. L'avantage majeur de cette méthode est d'avoir l'appareil hors du moyen de contention, donc protégé des mouvements d'animaux (coups de pattes, bousculades,...) et des éclaboussures. Afin d'éviter le recul des animaux, il est nécessaire d'installer une barre anti-recul [DECANTE 1990]

Amener chaque vache à la salle de traite ou même les faire passer une à une dans une cage à contention prends du temps ; ceci aura pour conséquence une durée d'examen beaucoup plus longue et donc un travail plus fastidieux. Par ailleurs, leur déplacement rend les animaux nerveux et stressés. [DECANTE 1990]

C'est pourquoi sur de petits troupeaux, ou pour contrôler seulement quelques vaches, il est pratique d'utiliser un échographe, portable afin de pouvoir se déplacer de vache en vache et éviter ainsi les mouvements d'animaux (Figure 12).



**Figure12: Appareil fixe [DECANTE 1990]**

## **B.2. Vaches au cornadis**

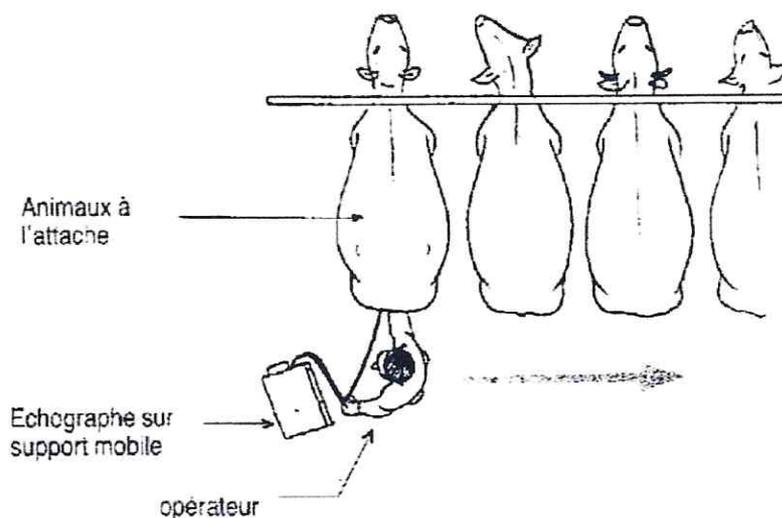
L'échographe est alors mobile, placé sur une table roulante, dans une brouette ou porté par un aide (**Figure 13**). La mise en place d'une telle installation étant assez lourde, elle sera donc principalement réservée à l'examen d'un grand nombre d'animaux. [MIALOT.2003]

Les animaux sont alors à l'attache ou au cornadis, le praticien passant derrière avec un chariot par exemple. Cette méthode offre le principal avantage d'être rapide et donc la possibilité d'examiner un grand nombre de vaches en peu de temps.

Cependant l'appareil, placé juste derrière les animaux, est exposé aux coups de pieds qui pourront pour la majorité être évités en plaçant le chariot à bonne distance des vaches ; les éclaboussures sont quant à elles inévitables.

Ainsi, la contention en cage (générant stress et nervosité des animaux) ou aux cornadis (où l'appareil est exposé) ne sont ni l'une ni l'autre une solution idéale [DECANTE 1990]. Pourtant, l'examen des vaches aux cornadis reste le moyen de contention le plus couramment utilisé, offrant le meilleur compromis entre sécurité et rapidité.

Les appareils légers, portables sur soi en bandoulière ou en bracelet, permettent de simplifier l'organisation du chantier. Ils seront plus particulièrement appréciés lors de l'examen de quelques bêtes seulement.



**Figure 13:** Appareil mobile avec animaux à l'attache [DECANTE 1990]

### C.EXAMEN TRANSRECTAL PREALABLE

Chez les bovins, l'échographie doit être considérée comme un examen complémentaire [MIALOT et al. 1991]. C'est pourquoi avant d'échographier une vache, les commémoratifs (date de vêlage, date des chaleurs, date d'IA, interventions sur l'animal...) sont recueillis et une palpation trans-rectale de l'appareil génital est effectuée [CHAFFAUX et al. 1982 ; KAHN 1994].

L'opérateur s'équipe d'un gant protecteur d'exploration trans-rectale 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. Cet examen trans-rectal permet d'apprécier la topographie des différents organes dans la filière pelvienne, leurs rapports et d'éventuelles modifications anatomiques (variation de taille, consistance, forme, adhérences) liées à un processus physiologique ou pathologique.

L'examen de l'utérus commence par le col et le corps de l'utérus (taille, consistance, position), puis les cornes utérines (taille, position par rapport au pubis, consistance, symétrie, présence ou non d'éléments figurés dans une corne (cotylédons, fœtus)). Ensuite, l'examen des ovaires consiste à déterminer leur taille, position, mobilité et les structures présentes (corps jaune, follicule, kyste ou tumeur).

Toutefois, même si **DECANTE (1990)** conseille de ramener délicatement l'utérus vers l'arrière pour qu'il repose sur le plancher du bassin, nous ne recommandons pas d'effectuer un examen trans-rectal préliminaire lors de diagnostic de gestation par échographie. En effet, un des intérêts de l'échographie dans le diagnostic de gestation est d'être sans danger ce qui n'est pas toujours le cas lors de palpation manuelle d'un utérus gravide de 30 jours (risque de mortalité embryonnaire par rupture des enveloppes annexielles).

En revanche, lors de diagnostic de gestation négatif, il est impératif de réaliser un examen trans-rectal de l'utérus afin de vérifier que l'ensemble de l'utérus a été échographié et confirmer la non gestation. [BOIN;2001]

La palpation trans-rectale préalable est déconseillée également pour le diagnostic du sexe du fœtus car elle entraîne une modification de la position du fœtus qui plonge dans la cavité abdominale. Or, **TAINTURIER B. (2001)** a constaté que le fœtus était souvent situé sur le plancher du bassin, dans une position permettant d'obtenir une coupe intéressante pour la détermination du sexe du fœtus.

Pour ces deux derniers cas (diagnostic de gestation et sexage du fœtus), nous déconseillons de réaliser un examen trans-rectal préalable. Une vidange partielle des fèces du rectum peut être effectuée. Cette dernière doit être faite avec précaution, sans appuyer sur l'utérus, mais ne semble pas indispensable chez la vache, contrairement à la jument dont les fèces sèches sont à l'origine d'artéfacts. [BOIN;2001]

## **D.METHODOLOGIE DE L'EXAMEN ECHOGRAPHIQUE DE L'APPAREIL GENITAL DE LA VACHE**

Au préalable, la sonde enduite de gel de contact est recouverte d'une gaine plastique à usage unique pour des raisons sanitaires et aussi parce que les fèces sont, à long terme, corrosives pour les matériaux la constituant. La sonde protégée est introduite dans le rectum de la vache.

Le manipulateur la tient dans le creux de la main et veillera à ne jamais la pousser sur une onde de contraction rectale au risque de provoquer une déchirure de la muqueuse (accident rare chez les bovins).

L'opérateur oriente la sonde de sorte que le côté émetteur soit dirigé vers le bas pour les sondes linéaires ou vers l'avant pour les sondes sectorielles. Le dos des sondes linéaires est souvent creusé ce qui facilite leur contention et leur orientation. Bien entendu, l'opérateur ne doit pas placer ses doigts sur la partie émettrice de la sonde.

Les sondes sectorielles peuvent être tenues à pleine main ou seulement avec les doigts car seule l'extrémité est émettrice. Le dos des sondes sectorielles est caractérisé par la présence d'un processus. Les structures examinées proches de ce repère apparaissent sur la partie gauche de l'écran. Ceci permet au manipulateur de progresser plus facilement dans le déroulement de l'examen.

Ainsi, une structure située à droite sur l'écran est recentrée pour faciliter son appréciation, en faisant pivoter la sonde vers le bas. Des artéfacts de réverbérations peuvent être observés lors de mauvais contact entre la sonde protégée et la muqueuse rectale ou lors de présence de bulles d'air au sein du gel de contact contenu dans la gaine protectrice. Pour obtenir une meilleure transmission des ultrasons, il faut chasser la bulle d'air ou appuyer plus fermement sur l'utérus avec la sonde après avoir enlevé à l'aide d'un doigt les matières fécales situées entre la sonde et la muqueuse rectale.

Le déroulement de l'examen échographique doit se faire de façon systématique, c'est-à-dire que chaque animal est examiné de la même manière [CHAFFAUX et al. 1982].

Tout d'abord, c'est la vessie qui est visualisée en coupe longitudinale. Elle apparaît comme une structure anéchogène délimitée par une paroi échogène. Puis, au dessus et crânialement à cet organe, le col et le corps utérins sont examinés (coupe longitudinale) en maintenant le faisceau ultrasonore dans le plan médian de la filière pelvienne. L'utérus présente des contours plus échogènes que son contenu qui n'est cependant jamais totalement vide d'échos.

Ensuite, le manipulateur fait progresser la sonde crânialement, les cornes utérines sont successivement mise en évidence en déplaçant ou en inclinant la sonde d'un côté ou de l'autre. Les cornes utérines étant repliées sur elles-mêmes, plusieurs coupes transversales de cornes peuvent être observées simultanément à l'écran.

En pratique, le manipulateur peut aussi essayer de tenir la sonde avec le pouce dans le creux de la main et regrouper l'utérus sous la sonde à l'aide des autres doigts. Pour les sondes de grande taille, ce geste est délicat, voire impossible à obtenir.

Enfin les ovaires sont examinés selon deux modalités possibles. La première méthode consiste à réaliser un balayage de la filière pelvienne jusqu'à rencontrer un ovaire. La distinction des ovaires est parfois difficile, et ceci d'autant plus que ces derniers sont petits, mobiles et ne présentent pas d'organites (corps jaune, follicule).

Dans ce cas, il faut recourir à la méthode suivante : la sonde est maintenue au moyen du pouce, de l'index et du majeur tandis que la manipulation de l'ovaire et son maintien contre la sonde sont assurés par l'annulaire et l'auriculaire [HANZEN et al. 1993a]. L'ovaire peut également être bloqué entre la sonde et la branche montante de l'ilium. L'examen échographique des ovaires est donc plus difficile que celui de l'utérus.

L'examen échographique de l'appareil génital de la vache demande des connaissances en anatomie et physiopathologie de la reproduction :

« On ne trouve que ce qu'on cherche, on ne cherche que ce qu'on connaît » [DECANTE 1990]. L'expérience de l'opérateur joue également un rôle décisif dans la qualité de l'examen.

**Chapitre IV:**

**UTILISATION DE L'ECHOGRAPHIE  
GYNECOLOGIQUE CHEZ LA VACHE  
NON GRAVIDE**

## **A. RAPPELS ANATOMO-TOPOGRAPHIQUES**

L'utérus de la vache est dit bipartitus, c'est-à-dire que son corps est court (3 à 4 cm) et ses cornes sont longues (35 à 45 cm). Ces dernières sont accolées l'une à l'autre sur 10 cm environ. Elles sont larges (3 à 4 cm) à leur base puis se rétrécissent progressivement pour atteindre 5 à 6 mm à leur extrémité ovarique. Leurs parois s'amincissent également en s'éloignant du corps de l'utérus :

leur épaisseur est de l'ordre de 12 mm à la base et de 2 mm près des trompes. Elles sont plus ou moins circonvolutionnées selon le stade oestral.

Le col de l'utérus correspond à un tube de 10 cm de long dont la consistance plus ferme que le reste de l'utérus facilite la détermination de sa position dans la filière pelvienne.

Les trompes utérines sont des conduits plus ou moins fluctueux de 20 à 30 cm de long et 2 à 3 mm de diamètre reliant les ovaires aux cornes utérines. Elles ne sont ni palpables par voie transrectale, ni visualisables à l'échographie.

Chez la génisse, l'utérus est situé entièrement dans la cavité pelvienne. Puis, au cours des gestations, le relâchement des ligaments larges fait que chez les multipares une partie des cornes utérines peut plonger dans la cavité abdominale.

L'utérus non gravide reste cependant peu volumineux, pèse 400 g environ et se situe ventralement au rectum et dorsalement à la vessie qui repose sur le plancher du bassin (Figure 14).

L'utérus gravide augmente de taille et s'engage dans la cavité abdominale en repoussant les intestins et le rumen.

Les ovaires ont la forme d'amande aplatie. Ils sont fermes et mesurent en l'absence d'organite 2-4 cm de long, 1-3 cm de large et 1-2 cm d'épaisseur. Ils se situent à 30 cm de la paroi lombaire, à l'entrée du bassin chez la génisse et un peu plus crânialement et plus ou moins bas selon le relâchement des ligaments chez les multipares [BARONE 2001].

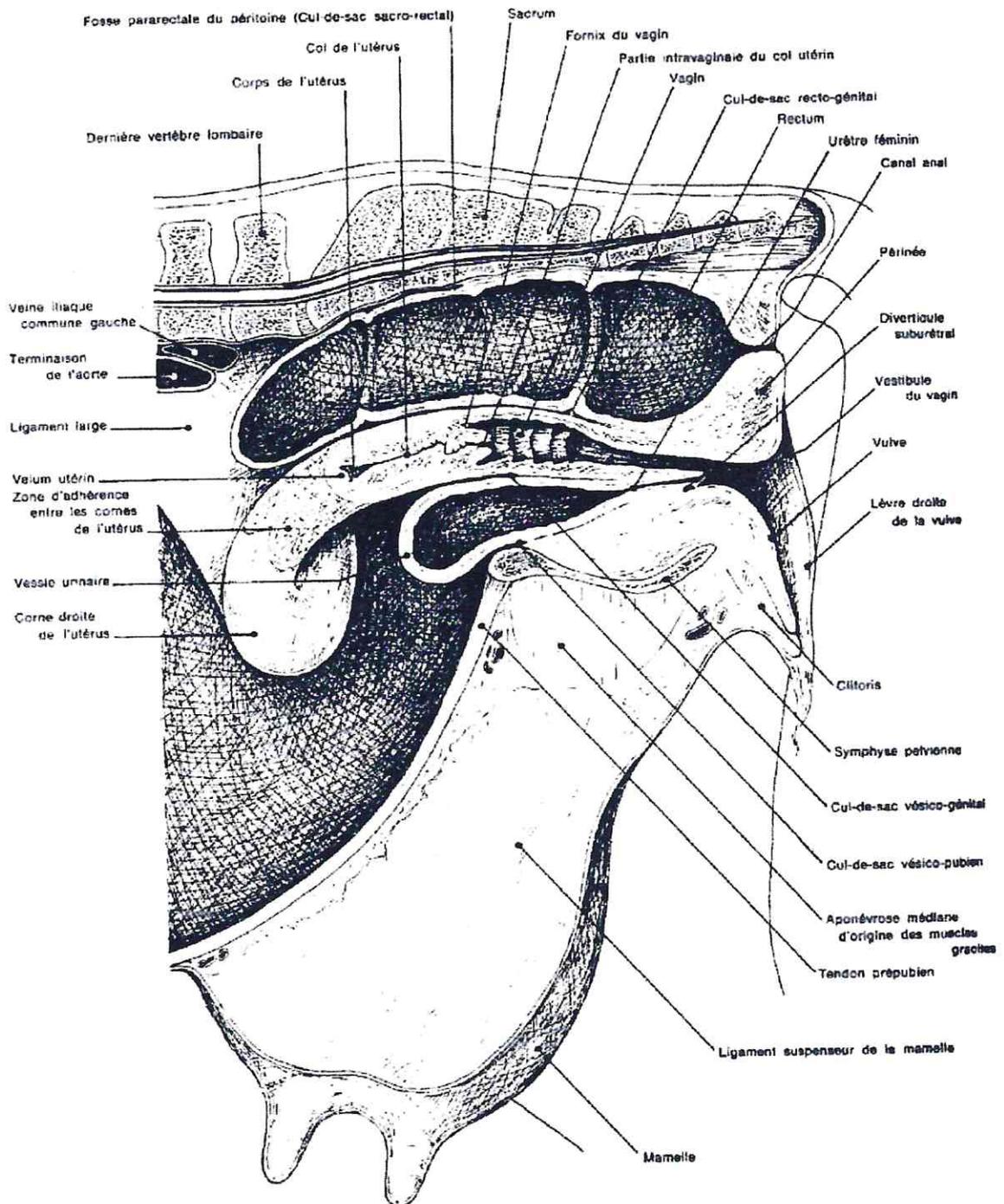


Figure 14: Coupe médiane du bassin d'une vache [BARONE 2001]

## **B. EXAMEN ECHOGRAPHIQUE DE L'UTERUS NON GRAVIDE**

### **B.1. Echographie de l'utérus non gravide physiologique**

L'utérus 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. Isolé chez l'adulte en dehors de la gestation, il pèse en moyenne autour de 400 grammes (avec des variations de 200 à 500 grammes) et représente 1/1500<sup>ème</sup> du poids vif [BARONE 1990].

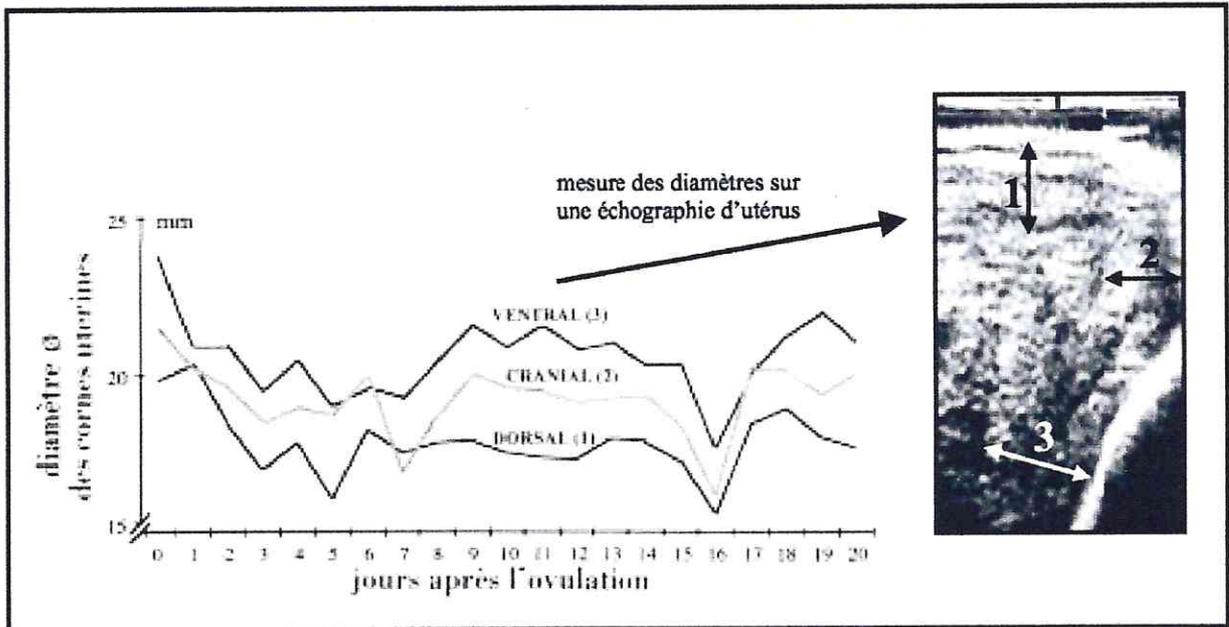
Les cornes étant incurvées en spirale, l'examen de l'utérus à l'aide d'une sonde linéaire permet d'obtenir une image longitudinale de la partie distale de la corne gauche et droite, et des images transversales de l'extrémité des cornes.

#### **B.1.1. Echographie de l'uterus au cours du cycle œstral**

Les caractéristiques échographiques de l'utérus changent au cours du cycle [Pierson et Ginther, 1987a]. 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.

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

Ces trois diamètres sont maximaux à l'œstrus. Puis ils diminuent du metœstrus jusqu'au dioœstrus. Les cornes utérines s'épaississent de nouveau et atteignent leur dimension maximale au milieu du cycle (entre le 8<sup>ème</sup> et le 14<sup>ème</sup> jour du cycle). Vers le 16<sup>ème</sup> jour, leur diamètre diminue fortement (Figure 15).

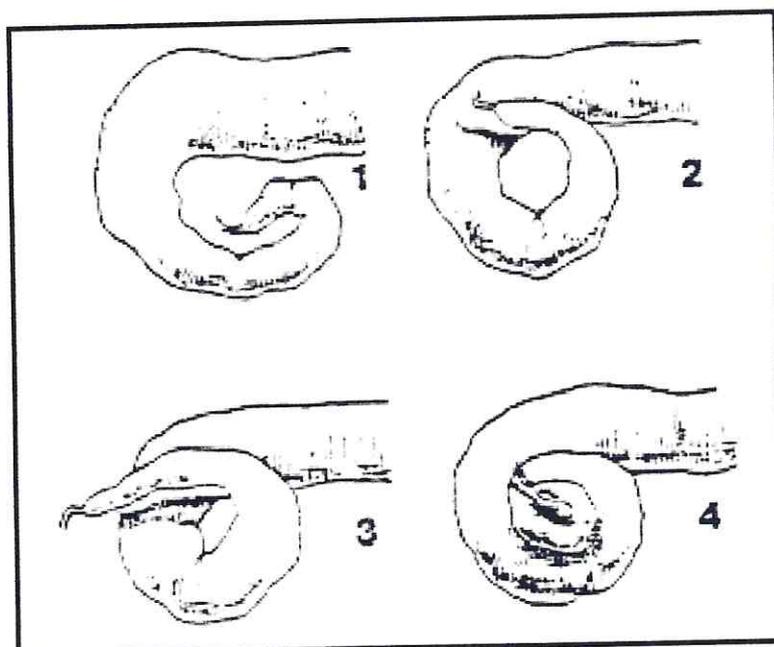


**Figure 15 : Diamètres « dorsal », « crânial » et « ventral » moyens des cornes utérines non gravidées au cours du cycle ovarien [Kähn, 1994]**

Par ailleurs, l'échographie révèle des collections liquidiennes dans l'utérus au moment des chaleurs [Pierson et Ginther, 1984a]. Les quantités de liquide utérin augmentent entre le 17<sup>ème</sup> et le 18<sup>ème</sup> jour du cycle [Pierson et Ginther, 1987a]. Lors de l'œstrus et du diœstrus, des collections de liquide de 30 à 40 mm de longueur et de 5 à 10 mm d'épaisseur peuvent être observables à l'échographie [Kähn, 1994].

Enfin, durant la période qui encadre les chaleurs, la paroi utérine présente une échostructure hétérogène avec une zone proche de la lumière moins échogène et une zone périphérique plus échogène. Cette stratification, consécutive à l'augmentation de la vascularisation et à l'œdème des cornes utérines [Boyd et Omran, 1991], donne une image en section transversale caractéristique dite « en cocarde ».

Au cours du diœstrus, l'utérus reprend une échostructure plus homogène (à partir du 5<sup>ème</sup> ou 6<sup>ème</sup> jour du cycle). A cette période, les cornes utérines sont par ailleurs davantage circonvolutionnées [Pierson et Ginther, 1987a ; figure 16].



**Figure 16 : Représentation schématique de la corne utérine chez la vache au cours du cycle [Pierson et Ginther, 1987a]**

**1 : œstrus ; 2, 3, 4 : différents stades du diœstrus**

Ces différents changements intervenant au cours du cycle sont corrélés aux variations hormonales.

### **B.1.2. Appréciation de l'involution utérine**

La différenciation échographique du myomètre et de l'endomètre est possible lors de l'involution utérine [Okano et Tomizuka, 1987].

Anatomiquement, le lendemain du vêlage, la corne gravide se présente comme un sac d'un mètre de long environ pesant entre 8 et 10 kg. Sous l'effet des contractions myométriales et de la vasoconstriction des vaisseaux utérins, son diamètre se réduit de moitié en 5 jours et sa longueur en 15 jours. Cette régression est habituellement terminée 25 à 40 jours après vêlage. L'utérus pèse à ce moment 900 grammes environ et le diamètre de la corne précédemment gravide est inférieure à 5 cm [Hanzen *et al.*, 1996].

D'après **Bekana et al. (1994)**, l'échographie permet d'évaluer ce degré d'involution utérine de manière plus objective que l'examen transrectal. Au cours du postpartum, les cotylédons en voie d'involution peuvent être identifiés par échographie.

En effet, leur centre est moins échogène que leur périphérie. Jusqu'au quinzième jour après le vêlage, l'utérus présente une paroi œdémateuse et une lumière importante contenant des lochies. La faible échogénéicité de ces structures (image noire) donne à l'utérus un aspect spongieux. Puis la paroi utérine redevient plus échogène et une involution complète de l'utérus est observée à 40 jours par échographie [**Okano et Tomizuka, 1987**].

### **B.2. Echographie de l'utérus non gravide 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 échogénéicité des autres liquides utérins comme ceux de l'œstrus ou des liquides fœtaux en début de gestation. Des liquides anéchogènes n'apparaissent en général que dans les états physiologiques [**Pierson et Ginther, 1987a**].

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

Le pyomètre, forme rare de l'endométrite, 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 échogénéicité peut ressembler à celle de la paroi utérine. Le diagnostic de pyomètre basé sur l'échographie doit être établi avec soin. [**Pierson et Ginther, 1987a**].

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. [**Pierson et Ginther, 1987a**].

### C. EXAMEN ECHOGRAPHIQUE DES OVAIRES

Lors des suivis de troupeaux, certaines vaches seront présentées pour anœstrus : ce sont les vaches non revues en chaleur par l'éleveur.

Dans ce cas, outre l'exploration de l'utérus, les ovaires seront plus particulièrement examinés. Il est alors nécessaire d'évaluer le statut de ces animaux : sont-ils cyclés ou non ? La présence d'un corps jaune de diamètre supérieur à 2 cm sur un des deux ovaires en dehors de la période périovulatoire permettra de déclarer cet animal comme cyclé, et donc d'adapter le traitement.

L'exactitude de l'identification des organites ovariens est nettement améliorée par l'utilisation de l'échographie. Le diagnostic est correct dans 90% des cas pour les corps jaunes et dans 75% pour les follicules. [FRICKE PM.2002]

De plus, l'échographie sera intéressante lors de la présence d'ovaires lisses à la palpation, pour la mise en évidence d'éventuels organites internes [SAUVE R.2000]. Si l'ovaire est petit, l'identification de l'organite interne importe peu car l'ovaire est déclaré non fonctionnel. Cependant, si l'ovaire est gros, l'échographie permettra de préciser la nature de cet organite : corps jaune ou kyste. [ADAMS GP.2000]

De plus, la différenciation entre kyste folliculaire et lutéal est plus délicate, mais rendue possible grâce à l'échographie.

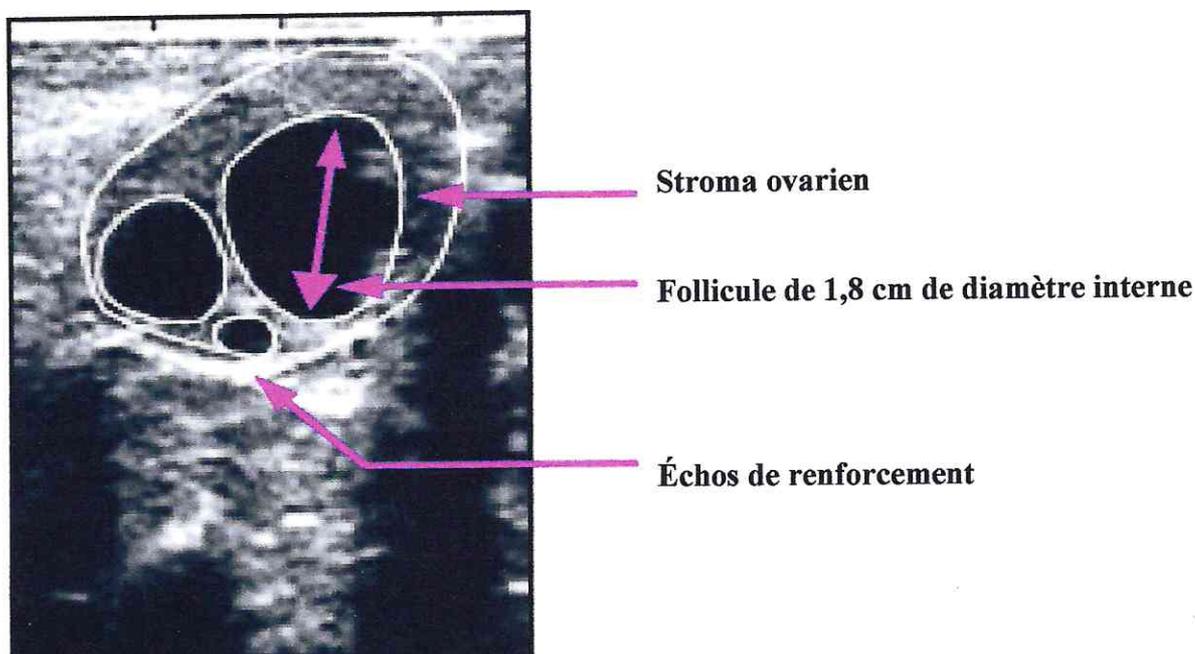
Cependant, il est important de souligner que l'échographie est pratiquée dans les élevages à un temps T de l'activité sexuelle des ovaires.

Or, certaines structures normales à un moment donné peuvent se révéler pathologiques si elles persistent ; c'est notamment le cas des kystes. C'est pourquoi dans le cadre de suivis de troupeaux réguliers, généralement tous les mois, il est courant de demander à revoir une vache à la visite suivante pour préciser le diagnostic et, éviter ainsi un traitement superflu. [ADAMS GP.2000/SAUVE R.2000].

### **C.1.Echographie des follicules**

L'échographie sous-évalue le diamètre anatomique du follicule (de 2 à 3 mm environ) car seule la cavité folliculaire est observable de manière précise. [BOIN.2001/HANZEN 2004].

Le liquide de la cavité folliculaire apparaît anéchogène. Néanmoins, il est possible d'y observer quelquefois, avant l'ovulation, des échos ponctiformes. La cavité a un diamètre maximum de 15-20 mm. Si elle est supérieure à 25 mm, on parlera de kyste folliculaire. La paroi du follicule est fine (1 à 2 mm d'épaisseur) et le sépare du reste de l'ovaire, également visible (Figure 17). [CHASTANT.2003].



**Figure 17: Echographie in vivo d'un ovaire portant des follicules**

[BOIN; 2001]

Par ailleurs, le manque d'atténuation de l'onde ultrasonore par le liquide folliculaire est responsable de la présence d'une zone hyperéchogène de renforcement des échos à la partie ventrale du follicule. [HANZEN 2004].

Selon certains auteurs, il serait possible d'observer des follicules d'un diamètre égal ou supérieur à 2 mm avec une sonde de 5 MHz alors qu'une sonde de 3,5 MHz ne permettrait pas de voir les follicules de taille inférieure à 6 mm. Cependant, d'autres auteurs estiment à 5 mm la limite de détection des follicules avec une sonde de 5 MHz. [HANZEN 2004].

## C.2.Echographie du corps jaune

Il existe 3 types de corps jaunes visibles :

- plein et uniformément homogène (**Figure 17**)
- plein, avec un trait échogène central allongé,
- cavitaire (**Figure 18**)

Le corps jaune fait suite à la lutéinisation des cellules de la granulosa après l'ovulation. En début de formation, on parle de « corps hémorragique » car il se forme un caillot dans la cavité antrale, dont l'aspect est hétérogène .

Un corps jaune fonctionnel présente un diamètre supérieur à 2 cm. Echographiquement, le corps jaune ne devient individualisé et visible qu'à partir de 4 jours après l'ovulation, lorsque la cavité a été comblée par des cellules de la granulosa lutéinisées[MIALOT.2003/HANZEN 2004]. Il se présente alors sous la forme d'une surface ovale grise, grossière, granuleuse et nettement délimitée du tissu ovarien.

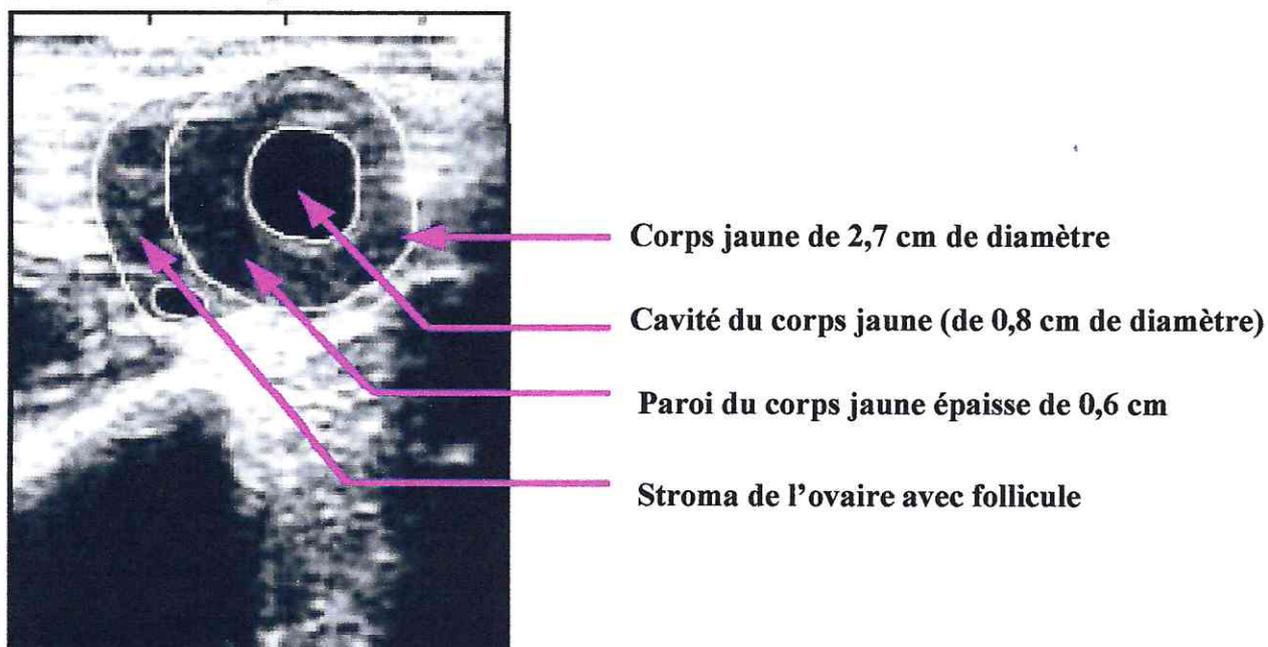
Son échogénicité est homogène (moins intense que celle du stroma ovarien) et varie au cours du cycle : elle est plus importante en début et fin de cycle. Cependant ces variations sont difficiles à évaluer et ne sont pas utilisables pour le diagnostic. Un trait hyperéchogène peut apparaître au centre du corps jaune, correspondant à du tissu conjonctif ramifié [KAHN.1994]. Entre le 5<sup>ème</sup> et le 8<sup>ème</sup> jour suivant l'ovulation, le corps jaune peut présenter une excroissance extra ovarienne, appelée « bouchon de champagne », caractéristique à la palpation.

Plusieurs corps jaunes simples ou cavitaires, de même taille et de même échogénicité, peuvent coexister sur un ovaire, lors d'une double ovulation par exemple. [MIALOT.2003].

Il est à noter qu'aucune différence n'est observée entre les corps jaunes cycliques et les corps jaunes gestatifs (bien qu'ils soient plus gros en général). Cependant, on ne rencontre presque jamais de corps jaune cavitaire chez la vache gestante.[CHASTANT.2003].

Lorsqu'il s'agit d'un corps jaune cavitaire, on observe une cavité anéchogène entourée d'une paroi épaisse. Celle-ci est ovale, parfois ronde et centrale. Son diamètre peut mesurer de quelques millimètres à 2 cm maximum. Le volume du corps jaune cavitaire est en général [HANZEN.2004] supérieur à celui du corps jaune plein.

Les corps jaunes cavitaires représentent 40% des corps jaunes et ne sont pas pathologiques. [CHASTANT.2003].



**Figure 18 : Echographie in vivo d'un ovaire portant un corps jaune cavitaire**

[BOIN; 2001]

### **C.3. Echographie des kystes ovariens**

Une étude réalisée par **DOBSON et al.** a montré que l'utilisation de l'échographie améliorerait le diagnostic des kystes ovariens.

Une méta analyse de 70 publications, étudiant les facteurs cliniques susceptibles d'affecter la fertilité, a confirmé que les kystes ovariens représentaient un facteur de risque majeur, augmentant l'intervalle vêlage-insémination fécondante (ou saillie) d'une moyenne de 20 à 30 jours.

Les répercussions économiques d'une telle augmentation sur un troupeau permettent de comprendre l'intérêt de l'échographie dans la recherche des kystes ovariens.

Les kystes ovariens sont des structures liquidiennes dont le diamètre de la cavité est supérieur à 25 mm et qui persistent anormalement dans le temps (plus de 15 à 20 jours).

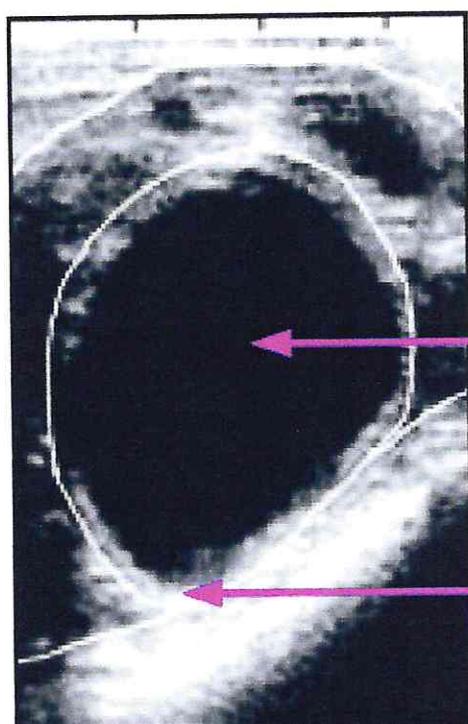
Pourtant, les conditions d'apparition et d'évolution des kystes sont encore mal connues : de nombreux kystes considérés comme persistants se sont en réalité renouvelés.

### C.3.1.Kyste folliculaire

Il possède les mêmes caractéristiques échographiques que le follicule :

Structure anéchogène à paroi mince (1 à 2 mm) mais dont le diamètre est supérieur à 25 mm et qui persiste dans le temps (**Figure 19**). Rencontré avant 50 jours post-partum, le kyste régresse naturellement, au-delà, il conviendra de le traiter. Sa forme est souvent sphérique, voire elliptique sous la pression de la sonde échographique. Le contenu est anéchogène, mais lorsque le kyste folliculaire est partiellement lutéinisé, on observe des flocons grisâtres en suspension et des travées conjonctives dans la cavité. Il est courant de rencontrer plusieurs kystes folliculaires sur un même ovaire. [CHASTANT.2003].

Il est à noter que des kystes de petite taille existent aussi et ne seraient identifiables que par leur persistance anormale.



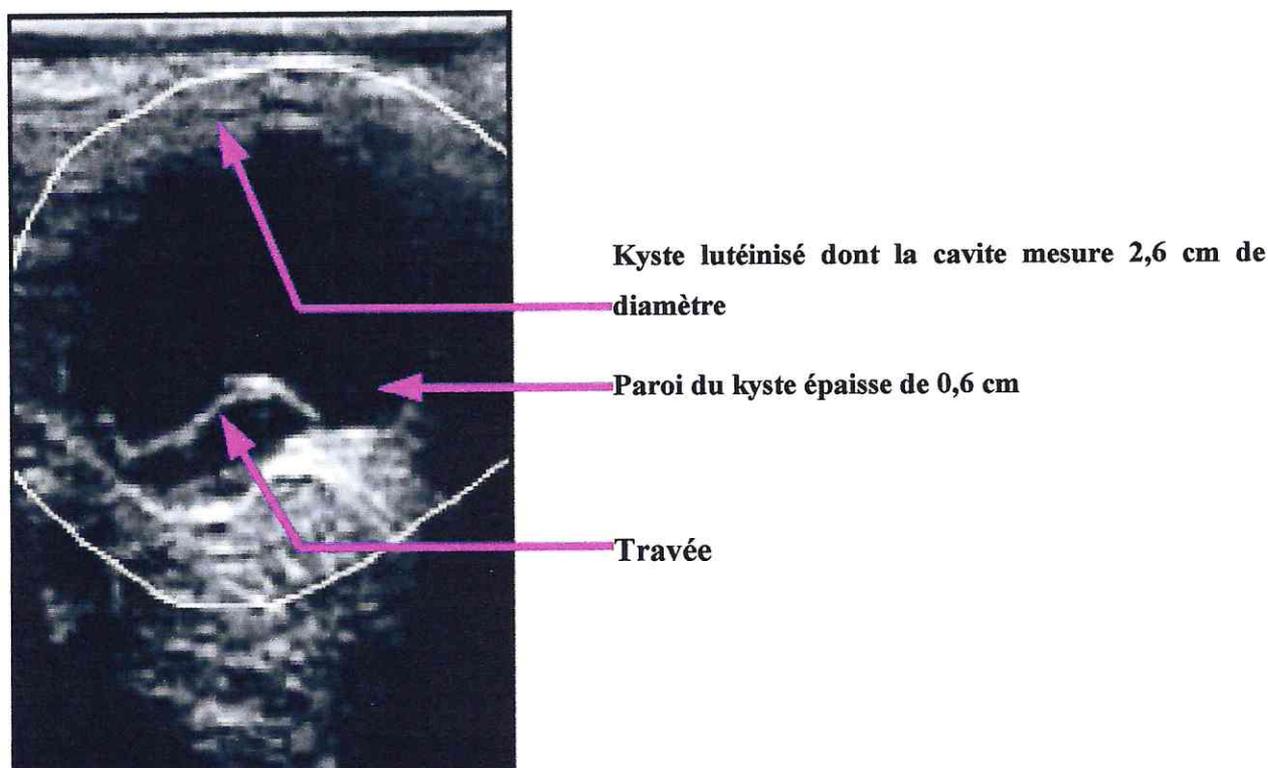
**Kyste folliculaire dont la cavité mesure 3 cm de diamètre**

**Paroi du kyste épaisse de 0,3 cm**

**Figure 19 : Echographie in vivo d'un ovaire avec un kyste folliculaire [BOIN;2001]**

### **C.3.2. Kyste lutéal**

Ce kyste possède une paroi épaisse (3 à 5 mm), critère pour le différencier du kyste folliculaire. Il présente une cavité centrale anéchogène dont le diamètre dépasse 25 mm. Cette cavité peut être parcourue par des travées conjonctives échogènes (**Figure 20**) [CHASTANT.2003]. A la différence du kyste folliculaire, il est considéré comme pathologique, quel que soit la date post partum à laquelle il est observé.



**Figure 20** : Echographie in vivo d'un kyste lutéinisé [BOIN;2001]

### **C.4. Tumeurs ovariennes**

Les tumeurs ovariennes sont rares chez la vache. Elles correspondent souvent à des tumeurs de la granulosa dont l'image échographique peut être très variable. Ces structures sont d'échogénicité hétérogène avec des zones anéchogènes ou peu échogènes : présence de tissu tumoral, de nombreux vaisseaux sanguins et d'éventuelles cavités au contenu séreux ou hémorragique. [HANZEN.2004].

### C.5.Diagnostic différentiel

Il est important de pouvoir différencier : follicule, corps jaune, kyste folliculaire, kyste lutéal, vaisseaux utérins, gestation précoce et vessie. Les éléments de ce diagnostic sont exposés dans le **Tableau VIII**.

<b>Affection ou élément anatomique</b>	<b>Caractéristiques de la zone anéchogène Particularités de la structure</b>	<b>Caractéristiques de la paroi entourant la zone anéchogène</b>
<b>Follicule</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contours de l'ovaire visibles sur l'écran</li> <li>- Zone sphérique</li> <li>- Contenu parfaitement anéchogène entouré d'une paroi fine</li> </ul>	Paroi 1 à 2 mm
<b>Corps jaune</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contours de l'ovaire visibles sur l'écran</li> <li>- Sphérique +/- bouchon de champagne</li> <li>- Echogénicité moyenne, homogène (sauf renforcement hyperéchogène en son centre)</li> <li>- Dans 40% des cas, cavité anéchogène entourée d'une paroi épaisse</li> </ul>	Si la cavité existe paroi de 5 mm minimum
<b>Kyste folliculaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zone anéchogène de diamètre &gt; 25 mm</li> <li>- Parfois flocons grisâtres en suspension</li> <li>- Fréquemment plusieurs sur le même ovaire</li> </ul>	Paroi 1 à 2 mm
<b>Kyste lutéal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zone anéchogène &gt; 25 mm</li> <li>- Souvent travées conjonctives traversant la lumière</li> </ul>	Paroi épaisse > 3-5 mm
<b>Vaisseaux utérins</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pouls visible et palpable</li> <li>- Lumière prenant une forme allongée lors du changement d'orientation de la sonde</li> </ul>	Paroi 1 à 2 mm très échogène
<b>Gestation précoce</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lumière à peu près circulaire (au moins jusqu'à 35 j)</li> <li>- Visualisation de l'embryon et/ou des cotylédons</li> <li>- Position de la sonde !</li> </ul>	Echogénicité tissulaire (grisâtre) Epaisseur d'environ 5 mm
<b>Vessie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lumière piriforme</li> <li>- Eléments en suspension</li> <li>- Position de la sonde !</li> </ul>	Paroi fine (2-3 mm) parfois multilamellaire

**Tableau VIII : Diagnostic différentiel des organites ovariens par échographie chez la vache [CHASTANT-MAILLARD S, BOIN E, GRIMARD B, MIALOT JP]**

**Chapitre V:**

**UTILISATION DE L'ECHOGRAPHIE  
GYNECOLOGIQUE CHEZ LA VACHE  
GRAVIDE**

## **A. DIAGNOSTIC DE GESTATION PRECOCE**

En espèce bovine, l'échographie est utilisée en majorité pour établir un diagnostic de gestation. Les premières études concernant le diagnostic de gestation des vaches par échographie remontent au début des années 80 [CHAFFAUX et al. 1982 ; TAINTURIER D. et al. 1983 ; PIERSON et GINTHER 1984b].

### **A.1. Rappels concernant le développement de la vésicule embryonnaire**

Chez la vache, six jours après la fécondation, le blastocyste a la forme d'une sphère de 0,2 mm de diamètre. Après la rupture de la membrane pellucide vers le 9<sup>ème</sup> jour de gestation, la vésicule embryonnaire s'allonge (**Tableau IX**). Son diamètre est quasi constant alors que sa longueur augmente de façon exponentielle.

A ce stade, elle correspond à une « tubulure » longue mais très fine qu'il est impossible de visualiser à l'échographie.

Stade de gestation	Diamètre × Longueur
6 jours	0,2 mm
9 jours	0,25 mm × 0,4 mm
13 jours	1,5 mm × 10 mm
15 jours	1,5 mm × 20 mm
16 jours	1,5 mm × 50 mm
17 jours	2 mm × 150 mm

**Tableau IX: Développement de la vésicule embryonnaire chez les bovins**  
**[CHAFFAUX et al. 1982]**

La vésicule embryonnaire colonise dans un premier temps la corne afin d'informer l'ensemble de l'utérus de sa présence et ainsi éviter une lutéolyse, puis vers le 20<sup>ème</sup> jour la cavité du corps utérin. Vers 28 jours, sa longueur dépasse un centimètre et son extrémité atteint la jonction tubo-utérine de la corne opposée [GAYARD et al. 2003].

## **A.2. Principe**

Le diagnostic de gestation précoce par échographie est basé, pour toutes les espèces, sur la détection de la vésicule embryonnaire liquidienne, anéchogène, puis de l'embryon, tâche échogène au sein des liquides fœtaux (**Figure 21**) [MERCIERPARISOT et al. 1991].

La précocité du diagnostic de gestation dépend des particularités du développement du blastocyste et du pouvoir de résolution de la sonde. Cela permet d'expliquer pourquoi le diagnostic de gestation est plus précoce chez la jument que chez la vache. Chez la jument, il est possible dès le 12-14<sup>ème</sup> jour de gestation [BRUYAS et al. 1996] et dès le 9<sup>ème</sup> jour avec une sonde 7,5 MHz selon BOYD et al. (1988).

Chez la vache, la vésicule embryonnaire peut être décelée dès J12-J14, l'embryon dès J20 [CURRAN et al. 1986a] et les battements cardiaques vers J21 [CURRAN et al. 1986b] avec une sonde de 5MHz, mais cela nécessite un examen minutieux, irréalisable en routine. PIERSON et GINTHER (1984b) observent la vésicule embryonnaire à partir de J28.

En pratique, le diagnostic de gestation par observation de la vésicule embryonnaire, peut être effectué à partir de 28 jours de gestation chez les bovins [CHAFFAUX et al. 1982]. L'embryon est aisément discerné vers J30 mais ne s'individualise bien de la paroi utérine qu'autour de J34 [MERCIER-PARISOT et al. 1991]. Il présente une forme de « C » très épais. Avec un appareil offrant une très bonne résolution (7,5 MHz), les battements cardiaques peuvent être observés.

Vers J42, l'embryon a une forme ovoïde avec quatre reliefs correspondant aux bourgeons des membres. Le cœur est nettement visible [MERCIER-PARISOT et al. 1991].

Vers J53, nous pouvons visualiser un fœtus bien développé avec la tête, les quatre membres et la queue (**Figure22**) [MERCIER-PARISOT et al. 1991].

A J55, la différenciation du foetus est bien avancée, le diagnostic du sexe est possible [NIBART 1993].

A J60, le squelette du fœtus devient plus échogène.

A J65, les cotylédons se dessinent légèrement à la surface de la paroi utérine mais ils sont bien différenciés qu'à partir de J80. A J80, il est généralement impossible d'obtenir le fœtus en entier à l'écran.



**Figure 21: Embryon âgé de 38 jours  
(UCRA-ENVL)**



**Figure 22: Embryon âgé de 50 jours  
(UCRA-ENVL)**

### **A.3. Intérêts de l'échographie pour le diagnostic de gestation**

- **Précocité**

Le diagnostic de gestation peut être réalisé dès 28 jours de gestation [CHAFFAUX et al. 1982 ; TAINTURIER D. et al. 1983 ; CHAFFAUX et al. 1988]. Il est toutefois préférable d'attendre J34-J35 pour réaliser l'examen car l'embryon est alors bien visualisable [LEBASTARD 1997].

L'échographie permet de faire un diagnostic de gestation au moins 10-15 jours plus tôt que la palpation trans-rectale [TAINTURIER D. et al. 1983 ; CHAFFAUX et al. 1988].

Le diagnostic de gestation par échographie est aussi précoce que celui par dosage de PSPB, réalisable au moins 30 jours après l'IA (et au moins 100 jours après le vêlage), mais plus tardif que le dosage de progestérone effectué vers 21 jours.

- **Fiabilité**

La fiabilité de la méthode dépend du stade de gestation, de l'âge de l'animal, des critères de diagnostic de gestation retenus, de la fréquence de la sonde échographique et de l'expérience de l'opérateur.

En effet, l'exactitude du résultat est meilleure si le manipulateur établit le diagnostic de gestation uniquement après avoir visualisé l'embryon [DECANTE 1990 ; HANZEN et LAURENT 1991 ; LEBASTARD 1997]. De plus, il existe une corrélation négative ( $R=-0,97$ ) entre l'exactitude du diagnostic et l'âge de la vache [HUGHES et DAVIES 1989]. C'est pourquoi le diagnostic de gestation par échographie est plus précoce chez la génisse que chez la vache multipare.

En pratique, l'exactitude globale du diagnostic de gestation est de 100 % à 30 jours de gestation chez la génisse et à 35 jours chez la vache jusqu'à 7 ans [MIALOT et al. 1991]. Au-delà de cet âge, les 100 % de fiabilité sont atteints vers 42 jours de gestation [HUGHES et DAVIES 1989].

Si le stade de diagnostic de gestation selon l'âge des animaux est respecté, un résultat positif est toujours sûr. Cependant, ceci n'empêche pas ultérieurement une mortalité embryonnaire tardive ou un avortement précoce d'où l'intérêt de confirmer la gestation après 65 jours car à partir de ce stade, il y a peu de résorption embryonnaire.

- **Rapidité**

Vers 37 jours de gestation, les cornes utérines très dilatées par le liquide contenu dans les enveloppes fœtales, offrent un contour interne très régulier ; l'embryon est lui bien distinct de la paroi utérine [MERCIER-PARISOT et al. 1991]. TAINTURIER D. et al. (2003a) parlent d'images en « lâcher de ballons ».

A ce stade, le diagnostic de gestation par échographie est très rapide. De manière générale, le diagnostic de gestation positif est toujours plus rapide que le diagnostic de gestation négatif. En effet, si aucune vésicule embryonnaire est observée, nous recommandons de vérifier par palpation trans-rectale, que l'ensemble de l'utérus a bien été balayé avant d'affirmer que la vache est non gestante.

Quelque soit les contractions rectales, il est également moins fatiguant que le diagnostic de gestation par palpation trans-rectale. Cela permet à l'opérateur de réaliser un grand nombre d'animaux à la suite.

Enfin, le résultat de l'examen est instantané, ce qui est un avantage très important par rapport aux techniques de diagnostic de gestation par dosage d'hormones (progestérone, PSPB...) dont le délai de réponse est de 2-3 jours.

- **Innocuité**

A condition que l'examen soit bien conduit, le diagnostic de gestation par échographie est une méthode non traumatisante qui ne présente pas de risque d'interruption de la gestation [TAINTURIER D. et al. 1983 ; BOYD et OMRAN 1991 ; MIALOT et al. 1991 ; BAXTER et WARD 1997].

En revanche, lors de diagnostic manuel avant 60 jours de gestation, par palpation de la vésicule amniotique ou glissement des membranes annexielles, l'opérateur peut provoquer l'avortement dans 2 à 9,5 % des interventions, en rompant la vésicule amniotique, voir en écrasant le fœtus [ALEXANDER et al. 1995].

## **B. DETERMINATION DE L'AGE DE L'EMBRYON ET DU FŒTUS**

### **B.1. Identification des enveloppes fœtales**

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

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

Les ébauches cotylédonnaires 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. Au 60<sup>ème</sup> jour, leur longueur atteint environ 20 mm [Hanzen *et al.*, 1993b].

## **B. 2. Identification des structures anatomiques du conceptus**

Plusieurs études ont été consacrées à la détermination de l'âge fœtal par la mesure de ses différentes structures anatomiques [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 X**). 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 ; Hughes et Davies, 1989 ; Kähn, 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

**Tableau X:** Relation entre la longueur de l'embryon et son âge [Hughes et Davies, 1989]

La longueur entre la base de la tête et la queue (Y) présente une corrélation étroite avec l'âge foetal X ( $r = 0,98$ ) et des équations ont été proposées par Kähn en 1989 ( $Y = -10,76 + 0,0199 X^2$  ; Y en mm et X en jour) et par Hughes et Davies en 1989 ( $X = 2,85 \log Y + 4,08$  ; X en semaines et Y en cm).

Une étude plus spécifique de la croissance foetale a montré que les corrélations les plus élevées ont été obtenues par la mesure de la longueur du foetus, du fémur, du métacarpe, du tibia, de l'épaule, de l'ischium et du plus large diamètre de la cavité orbitaire, de la boîte crânienne, du tronc et du cordon ombilical ( $r = 0,97$ ) [Kähn, 1989].

Le développement des structures anatomiques de l'embryon et du foetus a été étudié en détail par [Kähn, 1989] :

- Les *membres antérieurs et postérieurs* de l'embryon mesurent respectivement 3 et 2 mm environ au 31<sup>ème</sup> jour de gestation puis 21 et 12 mm au 60<sup>ème</sup> jour de gestation : il est alors possible de les identifier par échographie. La croissance des membres devient par la suite exponentielle pour atteindre une longueur comprise entre 55 et 65 mm vers le 6<sup>ème</sup> mois de gestation.
- Au 40<sup>ème</sup> jour de gestation, la *cavité orbitaire* anéchogène est identifiable. Une à deux semaines plus tard, le cristallin est visible en section transversale de la tête. Les cavités orbitaires ont un diamètre de 4 mm au 2<sup>ème</sup> mois de gestation, 10 mm au 3<sup>ème</sup> mois, et 3 cm en fin de gestation.
- Les premières *structures osseuses* hyperéchogènes de la tête apparaissent au niveau de la bouche puis au niveau du crâne entre les 50<sup>ème</sup> et 60<sup>ème</sup> jours de gestation. L'ossification du crâne et des côtes apparaît entre le 55<sup>ème</sup> et le 60<sup>ème</sup> jour de gestation. Entre le 61<sup>ème</sup> et 65<sup>ème</sup> jour, les mâchoires, les vertèbres cervicales, thoraciques, lombaires et sacrées et les membres s'ossifient. Les épaules, ilium et ischium deviennent visibles entre le 66<sup>ème</sup> et le 70<sup>ème</sup> jour. Les vertèbres de la queue s'ossifient entre le 71<sup>ème</sup> et le 80<sup>ème</sup> jour, le sternum et les phalanges entre le 81<sup>ème</sup> et 85<sup>ème</sup> jour.

- 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.
- Des centres d'ossification apparaissent au niveau du bassin aux environs du deuxième mois de gestation. Un mois plus tard, l'ilium et l'ischium peuvent être identifiés sous la forme de quatre bâtonnets hyperéchogènes, l'ischium étant un peu plus court que l'ilium. Au troisième et sixième mois de gestation, leur longueur est comprise respectivement entre 8 et 10 mm, et 35 et 45 mm.
- Avec la colonne cervicale, la *trachée* constitue la structure la plus développée du cou. Son diamètre est d'environ 4 mm au 100<sup>ème</sup> jour de gestation et de 10 mm vers le 6<sup>ème</sup> mois. En coupe longitudinale, elle se présente comme une structure cylindrique anéchogène bordée de points plus échogènes correspondant aux parois cartilagineuses.
- Les *poumons* et le *foie* présentent une échogénicité similaire. Ils occupent la partie postérieure de la cavité thoracique.
- Les *reins* sont identifiables dès le 4<sup>ème</sup> mois de gestation. Leur cortex est échogène et leur médullaire anéchogène. La vessie est rarement observable. Par ailleurs, son diamètre interne est variable, entre 3 et 10 mm vers le troisième mois et entre 20 et 30 mm au 7<sup>ème</sup> mois.
- Le *scrotum* peut être identifié vers le 50 – 60<sup>ème</sup> jour de gestation. Les *testicules* ne sont détectés que vers le 4<sup>ème</sup> mois avec une échogénicité habituellement inférieure à celle du scrotum qui les entoure. La descente testiculaire intervient entre le 3<sup>ème</sup> et le 5<sup>ème</sup> mois de gestation chez les bovins.

- Les dates d'apparition des structures anatomiques de l'embryon, du fœtus et de l'utérus chez la vache ont été résumées dans un tableau par [Curran *et al.* 1986b]

**Tableau XI.**

<b>STRUCTURES</b>	<b>AGE EN JOURS</b>		
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 fœtaux	44,8	+/-	0,8
Côtes	52,8	+/-	0,5

**Tableau XI : Dates d'apparition des structures embryonnaires, fœtales ou utérines lors de l'examen échographique chez la vache [Curran *et al.*, 1986b]**

# **PARTIE EXPERIMENTALE**

## **I. OBJECTIF**

Les objectifs que nous recherchons par notre travail consistent à :

- maîtriser l'outil échographique afin de pouvoir caractériser des gestations précoces chez le bovin
- se familiariser avec cette technique de diagnostic moderne.
- Une meilleure connaissance du fonctionnement des différentes parties de l'échographe.
- Nous permet de se familiariser avec l'image échographique des différents organes et approfondir notre savoir faire dans l'interprétation de ces images.

## **II. MATERIEL ET METHODES**

### **A. LIEU ET PERIODE**

Notre étude a été réalisée au cours du mois de Mars et Avril 2008, et s'est déroulée dans trois fermes privées d'élevage bovin, l'une est située à Médéa et les deux autres à Blida

(Chiffa – Mouzaya).

### **B. MATERIEL**

#### **B.1. Les animaux d'élevage privé**

Ce travail est réalisé sur des vaches de race améliorée dans des fermes d'élevage situées à Blida et Médéa, et suivies par notre promoteur ; Dr.A.Seddik Benyahia.

- Vache pie noire N° 04001
- Vache pie rouge N° 02001
- Vache pie rouge N° 04001
- Vache pie rouge N° 01001

- Vache pie rouge N° 04010
- Vache pie rouge N° 02004
- Vache pie rouge N° 06001
- Vache pie rouge N° 03002
- Vache pie rouge N° 02002
- Vache pie rouge N° 99001
- Vache pie noire N° 06002
- Vache pie rouge N° 4334

## **B.2. Matériel d'échographie**

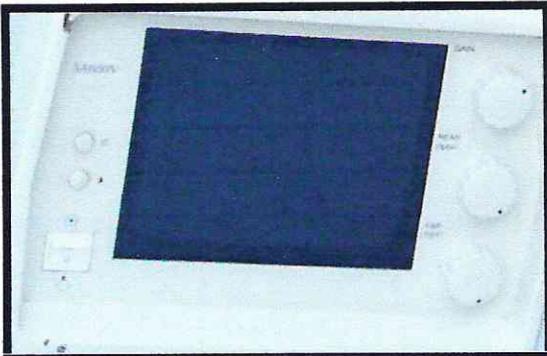
### **Echographe :**

L'appareil échographique utilisé est un échographe de marque «**SONOACE 600**» (SA-600V) MAN-600SV-EP23300 équipé d'une sonde linéaire à fréquence double 5 et 7 Mhz (Photo 3). Pour notre examen échographique, nous avons utilisé la fréquence 5 Mhz, les images échographiques obtenues sont rectangulaires.

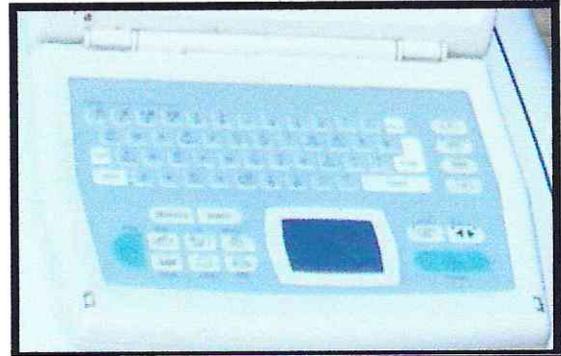


**Photo 3:** Echographe «SONOACE 600» (SA-600V).

**Les différents composants de l'échographe:**



**Photo 4:** l'écran de l'échographe.



**Photo 5:** le clavier de l'échographe.

Dés l'ouverture de l'appareil, on trouve en face un écran rectangulaire comprenant 6 boutons sur ses deux cotés:

À gauche: 3 boutons, dont l'inférieur pour allumer ou éteindre l'appareil et les deux autres pour le réglage de la luminosité et le contraste.

À droite: 3 autres boutons gradués servant respectivement, de haut en bas, à traiter l'image échographique (gain, rapprochement et éloignement).

Le clavier est composé de 69 touches qui sont réparties en deux parties:

La partie supérieure comprend des chiffres, des lettres et 4 touches à droite pour le choix du mode échographique.

Le milieu de la partie inférieure est occupé par une surface noire (sorte de souris) permettant le déplacement du curseur et la mesure des éléments à tester; de part et d'autre, une touche verte (Freeze) permet de geler l'image et d'autres touches accessoires afin de programmer le menu correspondant.

### **B.3. Autres matériels**

- \* Travail de contention (cage de contention)
- \* Cordes pour attacher la tête des vaches au cornadis.
- \* Gants de protection pour la palpation et l'examen trans-rectal de l'appareil génital.
- \* Un seau rempli d'eau pour le nettoyage de la sonde et la protection de cette dernière après chaque utilisation.
- \* Un gel pour lubrifier les gants et la sonde avant chaque examen échographique.
- \* Appareil photo numérique.

## **C.METHODES**

### **C.1. Contention**

Avant toute manipulation de la vache, il faut assurer une bonne contention de l'animal. Cette dernière consiste à attacher la tête de l'animal à l'aide d'une corde au cornadis, ensuite la vache est mise en place dans un travail de contention afin de restreindre les déplacements latéraux de l'animal pour éviter d'éventuels accidents et préserver le matériel échographique.

### **C.2. Palpation trans-rectale préalable**

Cet examen consiste à introduire dans le rectum la main en cône et le bras recouvert d'un gant protecteur à usage unique et lubrifié au moyen d'un gel.

Ensuite, le rectum est vidé de ses féces tout en évitant les entrées d'air (pour éviter les artefacts)

Le premier élément à rechercher par cet examen est le col, puis on cherche les cornes et les ovaires.

Le but de cet examen préliminaire est de repérer la position des organes du tractus génital dans la filière pelvienne et de noter d'éventuelles modifications anatomiques liées à un processus physiologique ou pathologique.



**Photo 6: Palpation trans-rectale préalable.**

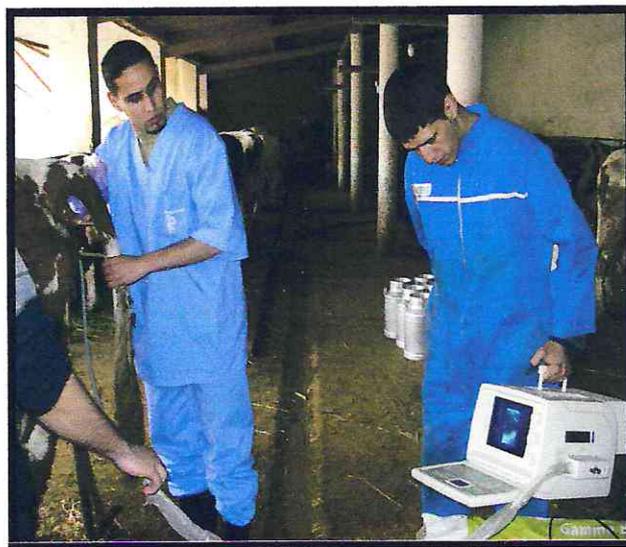
La palpation des ovaires joue un rôle très important dans la détermination des critères suivants :

- la taille.
- la mobilité
- la position
- les structures présentes (corps jaune, follicules, kystes ou tumeurs)

### **C.3. Examen échographique proprement dit**

L'échographe doit être placé à gauche de la vache pour un vétérinaire droitier et vice versa pour un gaucher.

Après avoir évacuer le contenu du rectum et réaliser une palpation trans-rectale pour identifier et localiser les différentes parties de l'appareil génital, la sonde est introduite progressivement et maintenue entre le pouce, l'index et le majeur pour voir le corps et les cornes de l'utérus qui peuvent être vus en coupe longitudinale ou transversale en inclinant d'un coté puis de l'autre de la sonde.



**Photo 7: Manipulation au cours d'un examen échographique.**

Les ovaires sont examinés chacun de son coté par une rotation de la sonde.

La réalisation de l'examen échographique se fait par progression de l'extérieur vers l'intérieur en évitant les manœuvres brusques.

**\*REMARQUE:**

La détermination de l'age des embryons et des fœtus se fait a l'aide de l'anamnèse (date d'insémination artificielle)

### **III. RESULTATS ET DISCUSSION**

#### **A.RESULTATS**

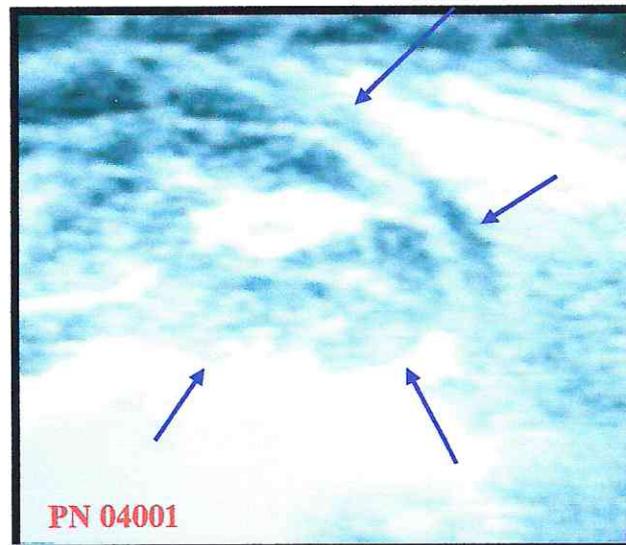
##### **A.1.Examen échographique de la vache non gravide**

###### **Echographie de l'utérus au cours du cycle oestral:**



**Figure23:** Image échographique montrant une matrice vide

**Appréciation de l'utérus non gravide pathologique:**

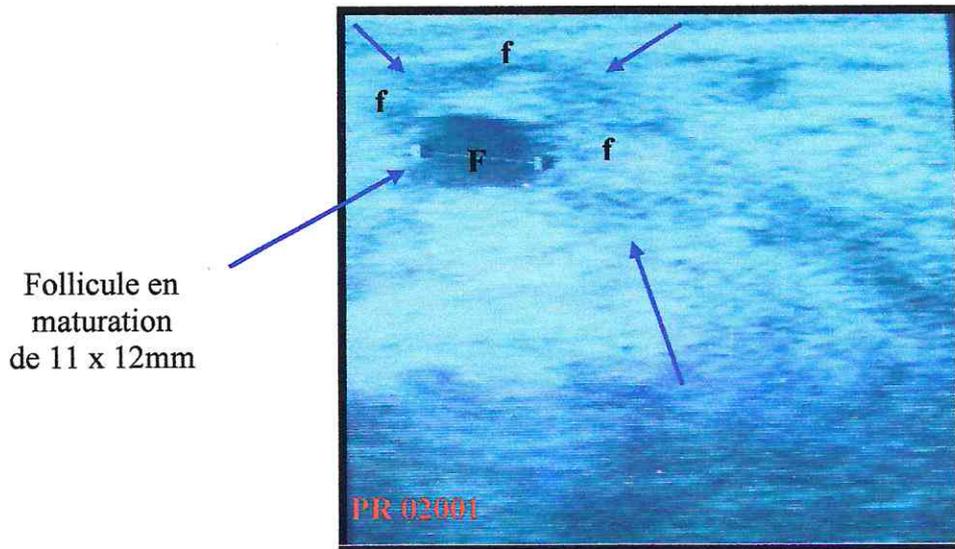


**Figure24:** Image échographique montrant un utérus atteint d'une endométrite avec sécrétion peu échogène dans sa cavité; les flèches indiquent les contours de l'utérus (30jours PP)

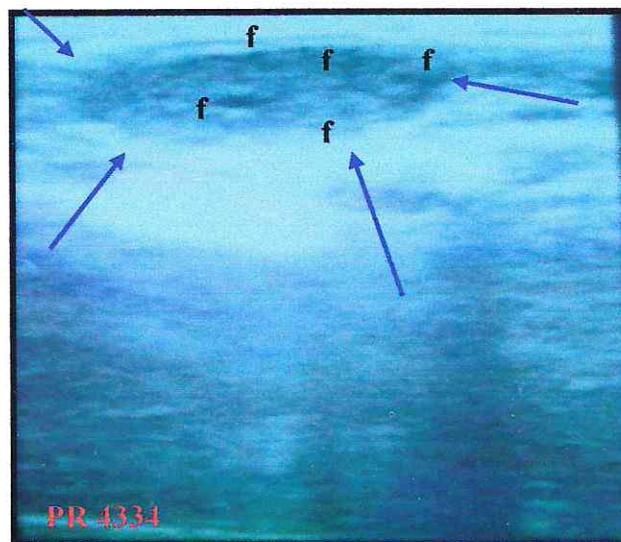


**Figure25:** Image échographique montrant un utérus atteint d'une endométrite avec sécrétion très échogène; les flèches indiquent les contours de l'utérus (40jours PP)

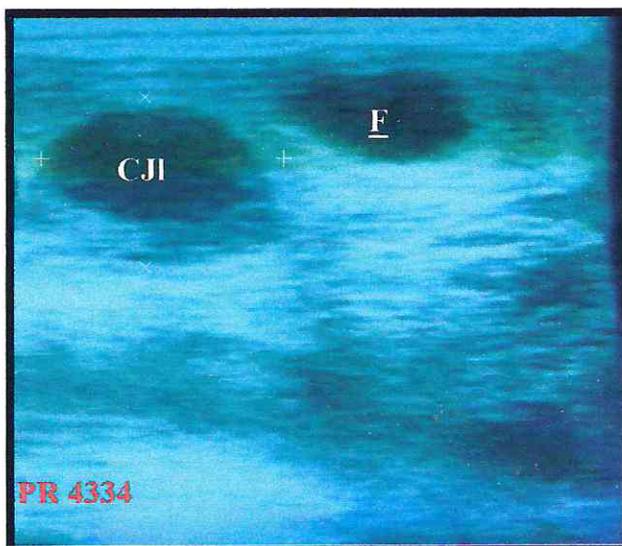
**Examen échographique des ovaires:**



**Figure26:** Image échographique montrant l'ovaire droit avec un follicule (F) de 11x12mm et trois autres petits follicules (f).



**Figure27:** Image échographique montrant un ovaire droit inactif avec quelques petits follicules (f).



**Figure28:** image échographique montrant un corps jaune lutéal (CJL) de 22 x 14 mm et un follicule (F) de 17 x 8 mm sur l'ovaire gauche.

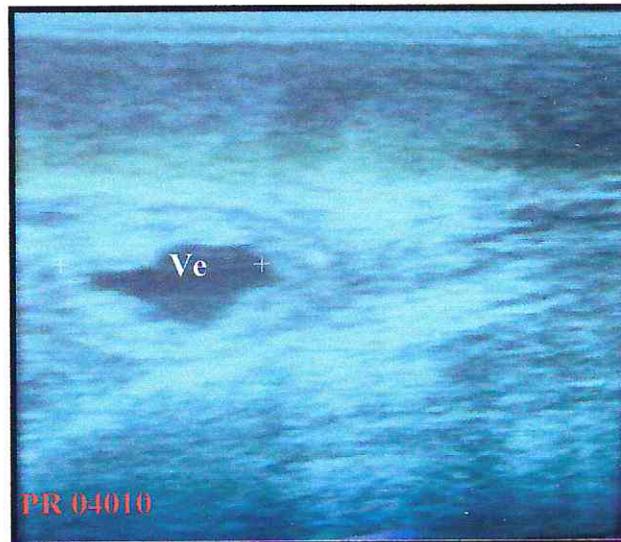
**A.2.Examen échographique de la vache gravide**

**Diagnostic au 28<sup>ème</sup> jour:**

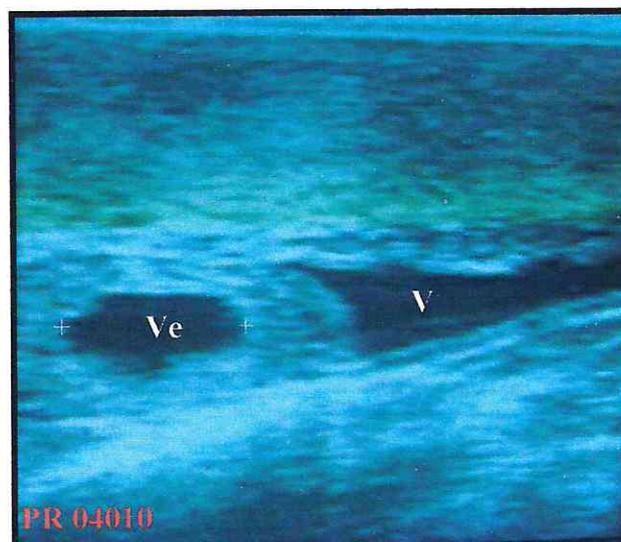


**Figure29:**vésicule embryonnaire (Ve) de 16mm de diamètre au niveau de la corne droite.

**Diagnostic au 30<sup>ème</sup> jour:**

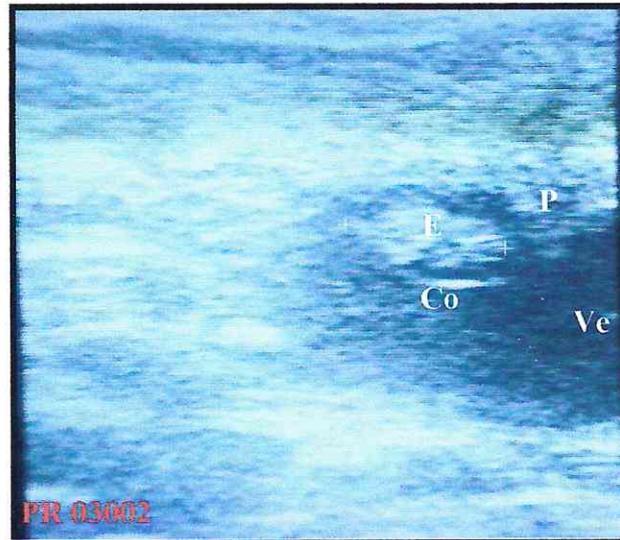


**Figure30:** vésicule embryonnaire (Ve) de 19mm de diamètre au niveau de la base de la corne gauche.



**Figure31:** vésicule embryonnaire (Ve) anéchogène de 18mm de diamètre au niveau de la base de la corne gauche. La lettre (V) représente la vessie qui apparaît à droite de (Ve) comme une zone anéchogène.

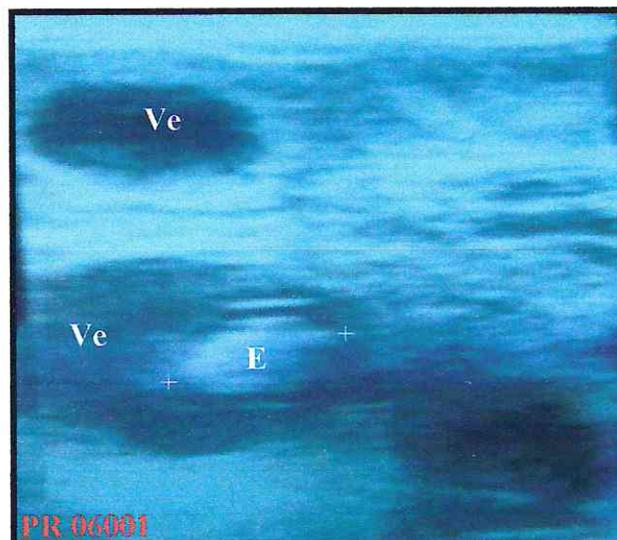
**Diagnostic au 43<sup>ème</sup> jour:**



**Figure32:** Embryon (E) échogène de 43 jours de gestation mesurant 22mm, baignant dans sa vésicule (Ve) anéchogène, l'ébauche du placentome (P) fait saillie en haut. Une partie du cordon ombilical (Co) visible au dessous de l'embryon.

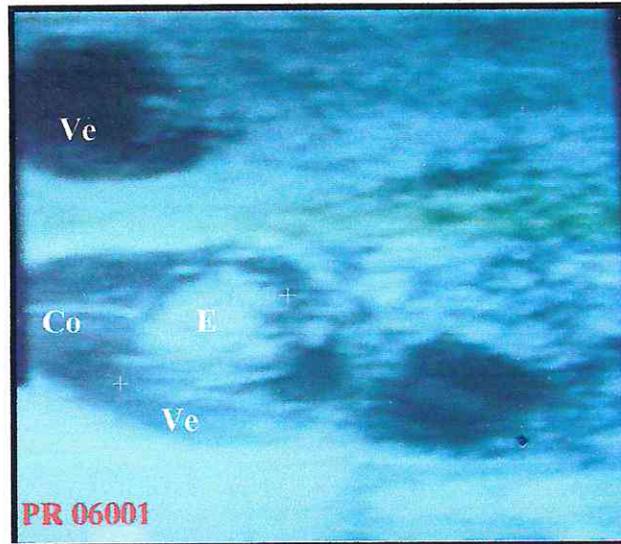
**Diagnostic au 45<sup>ème</sup> jour:**

**Première position:**



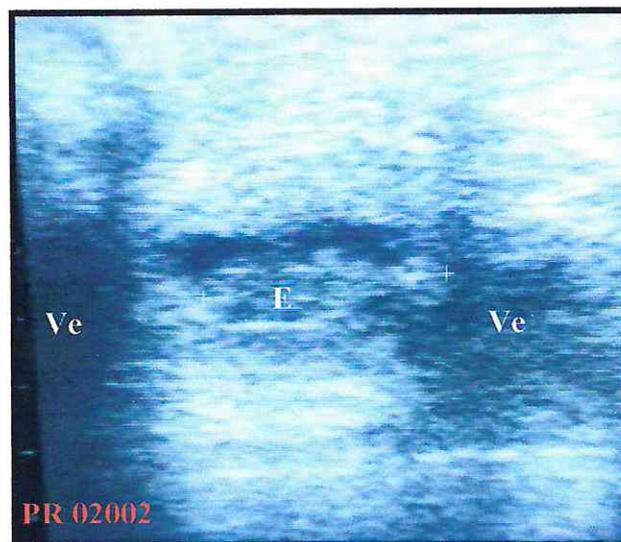
**Figure33:** Embryon (E) échogène de 45 jours de gestation mesurant 24mm, baignant dans sa vésicule (Ve) anéchogène.

Deuxième position:



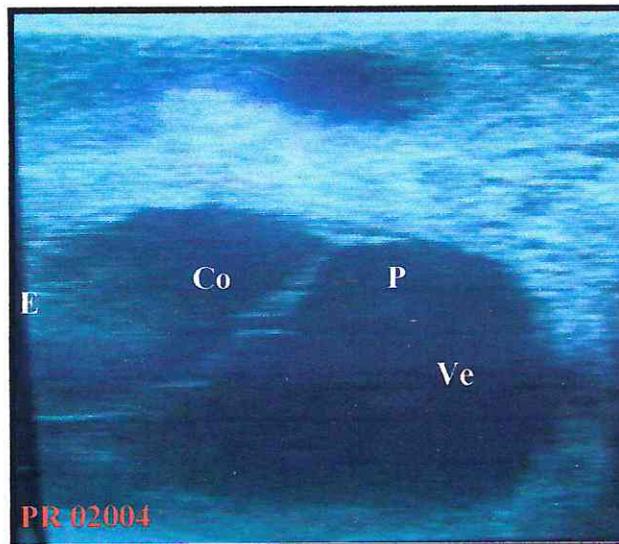
**Figure34:**vésicule embryonnaire (Ve) de 48mm avec Embryon (E) de 45 jours de gestation mesurant 26mm, vu sur sa face latérale. Le cordon ombilical (Co) est bien visible a gauche de l'embryon.

Diagnostic au 50<sup>ème</sup> jour:



**Figure35:**Embryon (E) de 50 jours de gestation mesurant 39mm, vu sur sa face ventrale baignant dans sa vésicule embryonnaire (Ve).

**Diagnostic au 55<sup>ème</sup> jour:**



**Figure36:**image échographique représente: une vésicule embryonnaire (Ve) anéchogène, cordon ombilical (Co) peu échogène attaché au placentome (P) échogène et une partie de l'embryon(E) apparaît a gauche.

**Diagnostic au 65<sup>ème</sup> jour:**



**Figure37:**Fœtus (Fo) de 65 jours mesurant 69mm qui apparaît échogène, baignant dans sa vésicule anéchogène (Ve).

La tête (T), les ongles antérieurs (O) et le cordon ombilical (Co) sont bien visibles.

**Diagnostic au 90<sup>ème</sup> jour:**



**Figure38: image échographique des placentomes (P).**

**A.DISCUSSION**

Ce travail a été réalisé par un échographe de marque SONOACE 600, équipé d'une sonde linéaire à fréquence de **5 MHz**.

Les intérêts majeurs de cette méthode de diagnostic réside dans :

- La détection précoce des animaux gestants et ceux non gestants (Repeat bridging).
- Une intervention thérapeutique immédiate sur des pathologies qui peuvent survenir au cours de l'involution utérine (Endométrites).

**Figure 23:** cette figure est indicatrice d'un utérus vide de la vache pie rouge immatriculée 02001.

Un aspect faiblement échogène est bien visible sur la surface de la corne qui peut être dû à des accumulations liquidiennes; aucune structure particulière de gestation ou de pathologie ne peut être mise en évidence.

**Figure 24 et 25:** elles représentent successivement deux images échographiques prises respectivement des deux vaches pie noire et pie rouge immatriculées 04001 et 01001.

Nous voyons ici des matrices atteintes d'endométrite où il est constaté un aspect hétérogène dont l'échogénicité varie de zone en zone suite à la variation du contenu utérin.

Il est à noter aussi que les cornes utérines atteintes sont plus au moins dilatées où l'échogénicité est très variable donnant un aspect de flocons de neiges.

D'après l'anamnèse cette endométrite a été déclarée suite à une mauvaise délivrance non traitée.

**Figure 26:** sur cette image échographique de la vache pie rouge immatriculée 02001 nous voyons en haut de l'image l'ovaire droit de 45 mm de diamètre avec présence de quelques petites cavités anéchogènes de diamètres différents; à la base de l'ovaire et un peu à gauche, une cavité plus au moins importante de 11 mm x 12 mm de taille qui représente un follicule en maturation.

**Figure 27 et 28:** les deux figures ont été obtenues de la vache pie rouge immatriculée 4334.

**Figure 27:** cette figure nous laisse voir en haut de l'image échographique, l'ovaire droit inactif avec la présence de quelques petites cavités anéchogènes de diamètres différents représentant des follicules; aucune structure décelable n'a été démontrée.

**Figure 28:** ici nous voyons en haut de l'image échographique, l'ovaire gauche qui présente deux cavités anéchogènes; montrant à droite un follicule (17 x 8 mm) bloqué par le corps jaune lutéale (22 x 14 mm) situé à gauche de cette figure.

**Diagnostic au 28<sup>ème</sup> jour:**

**Figure 29:** l'image a été prise à partir de la vache pie rouge immatriculée 04001.

Cette figure représente la corne droite à 28 jours de gestation; nous avons constaté la présence d'une vésicule embryonnaire anéchogène de 16 mm de diamètre, l'embryon n'est pas visible ici.

Il est à noter que la lumière utérine au niveau de la vésicule embryonnaire prend un aspect étoilé.

**Diagnostic au 30<sup>ème</sup> jour:**

**Figure 30 et 31:** les deux images sont obtenues à partir de la même vache pie rouge immatriculée 04010.

L'image échographique démontrée dans la figure 30 représente une vésicule embryonnaire anéchogène à la base de la corne droite; elle est obtenue tout en dirigeant cranialement de l'utérus et vers la base des cornes. Le diamètre de la vésicule embryonnaire dans sa partie la plus large est de 19 mm.

La figure 31 montre la même vésicule embryonnaire déjà démontrée au dessus, avec comme seule différence qui existe entre les deux images c'est bien la présence de la vessie qui apparaît anéchogène à contour irrégulier tel que décrit par **KAHN**.

**Diagnostic au 43<sup>ème</sup> jour:**

**Figure 32:** une seule image échographique a été prise de la vache pie rouge immatriculée: 03002.

Nous avons ici un embryon de 43 jours bien visible, mesurant environ 22 mm, baignant dans le liquide anéchogène de sa vésicule embryonnaire.

Une partie du cordon ombilical mesurant 12 mm apparaît sous forme d'une ligne hyperéchogène au dessous de l'embryon; alors que sur le plafond de la vésicule, nous remarquons une structure échogène en forme de V caractérisant l'ébauche du placentome.

**Diagnostic au 45<sup>ème</sup> jour:**

Nous avons a ce stade deux images de la gestation d'une vache pie rouge immatriculée 06001.

**Figure 33:** représente une coupe sagittale d'une corne gravide de 45 jours de gestation où la vésicule embryonnaire semble divisée en plus, de deux par la paroi échogène de l'utérus selon **CASTAIGNE jean loup**.

L'embryon qui mesure 24 mm ayant un aspect échogène est bien visible, la vésicule embryonnaire est facilement identifiable par son aspect anéchogène.

**Figure 34:** on a une image presque identique à la figure précédente; où le constat de l'embryon est aisé et apparaît sous forme d'une masse ovoïde, dont l'échogénicité est bien marquée. Ce dernier mesure 26 mm dans cette position et flottant dans sa vésicule plus au moins anéchogène, l'embryon est attaché a son cordon ombilical sous la forme d'une ligne échogène sur la gauche de l'image.

**Diagnostic au 50<sup>ème</sup> jour:**

**Figure 35:** une seule image de gestation a été récupérée de la vache pie rouge immatriculée 02002.

Sur cette figure nous observons un embryon de 50 jours de gestation mesurant 39 mm.

Cette image représente la face ventrale de l'embryon, sur lequel la tête occupe la partie droite qui est nettement distincte du tronc et apparaît sous une forme arrondie.

Sur la surface du tronc apparaissent quatre traits échogènes qui représentent les onglons.

**Diagnostic au 55<sup>ème</sup> jour:**

**Figure 36:** l'image échographique de la vache pie rouge immatriculée 02004 détermine un utérus gravide à 55 jours de gestation, où la vésicule embryonnaire est de volume important avec un aspect nettement anéchogène; sur le plafond de celle-ci s'implante l'ébauche du placentome . Depuis ce dernier, Le cordon ombilical prend un trajet de haut en bas et de la droite vers la gauche en donnant la forme d'un arc.

**Diagnostic au 65<sup>ème</sup> jour:**

**Figure 37:** cette figure prise de la vache pie rouge immatriculée 99001 représente un fœtus à 65 jours mesurant 69 mm, sur lequel la mise en évidence des différentes sections du corps; tel que la tête et les membres antérieurs est sans difficultés même pour un opérateur peu expérimenté. On peut aussi repérer une partie du cordon ombilical attachée au fœtus et apparaissant échogène sur la droite de l'image échographique.

**Diagnostic au 90<sup>ème</sup> jour:**

**Figure 38:** cette image échographique obtenue de la vache pie noire immatriculée 06002 révèle deux placentomes apparaissent comme deux boutons hyperéchogènes de forme ovoïde.

# **CONCLUSION GENERALE**

Le diagnostic de gestation par échographie est un diagnostic fiable, précoce et sûr.

Ce service dont la réputation est déjà faite, pourrait à l'avenir être de plus en plus retenu par nos clients.

Un praticien bien entraîné peut, à la faveur de ce diagnostic, apporter des informations supplémentaires à son client (datation, gémeité, sexe), de plus l'utilisation systématique de l'échographie lors du suivi de la fécondité, permet grâce à un examen régulier des animaux, d'acquérir assez rapidement une bonne expérience.

L'examen échographique des ovaires peut aussi dans certains cas, apporter un complément diagnostique très utile à la palpation rectale, cet examen sert à visualiser les différentes structures physiologiques (les follicules, le corps jaune) et même des structures pathologiques (kystes folliculaires et kystes folliculaires lutéinisés). Cet examen permet aussi d'observer l'aspect physiologique et les aspects pathologiques de l'utérus vide. Par contre, en cas de gestation, cette technique permet une visualisation de l'embryon, et favorise la caractérisation des différents moments de gestation.

La précision apportée par l'échographie est un atout permettant de gagner la confiance de l'éleveur. De plus, c'est une technique rapide, répétable, non invasive et surtout très bien tolérée par l'animal. Cependant, elle nécessite un investissement important lors de l'achat de l'échographe et des sondes, ainsi qu'un apprentissage de l'opérateur. Celui-ci doit en particulier savoir s'organiser sur le terrain, savoir respecter une démarche rigoureuse dans l'examen de l'appareil génital et bien sûr interpréter les images.

A la fin, on peut dire que, l'échographie en gynécologie bovine, demeure un examen complémentaire d'aide au diagnostic, qui doit toujours être précédé d'un examen préalable par palpation trans-rectale.

Les difficultés qui sont souvent rencontrées lors de l'examen échographique sont multiples et parmi lesquelles :

- Ce service supplémentaire payant rend la consultation beaucoup plus cher.
- Les difficultés de déplacement vers les fermes.
- Les coupures d'électricité.
- Les ondes péristaltiques intestinales rendent la manipulation de la sonde difficile.

**Les recommandations:**

- Même si certaines gestations peuvent être détectées de manière fiable très tôt, vers 28 ou 30 jours, il est préférable d'attendre 35 jours en moyenne pour pratiquer l'examen échographique. il convient donc de se méfier d'un diagnostic de gestation trop rapide, fondé sur la présence d'une vésicule sans visualisation de l'embryon.
- Il est indispensable de maîtriser l'anatomie et la topographie du tractus génital femelle, ainsi que la connaissance des différents stades du développement embryonnaire et fœtal.
- Pour obtenir une excellente maniabilité de l'échographe, il faut avoir une main d'un praticien bien expérimenté.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**ADAMS GP.** Developments in the use of ultrasonography in buiatrics. In : *Giornate buiatriche*, Asiago, 5, 6 et 7 mai 2000, 32, 63-68.

**ALEXANDER B.M. JOHNSON M.S., GUARDIA R.O., VAN DE GRAAF W.L., SENGER P.L. et SASSER R.G. (1995)**

Embryonic loss from 30 to 60 days post breeding and the effect of palpation per rectum on pregnancy. *Theriogenology*, 43, (3), 551-556

**BARONE R. (1990/2001)**

Splanchnologie II In : Anatomie comparée des Mammifères domestiques. 2<sup>ème</sup>, 3<sup>ème</sup> éd., Editions Vigot, Paris, Tome 4, 951p/896p.

**BARTHEZ P. (2001)**

Imagerie médicale.  
Cours magistral de 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> année de 2<sup>o</sup> cycle

**BAXTER S.J. et WARD W.R. (1997)**

Incidence of fetal loss in dairy cattle after pregnancy diagnosis using an ultrasound scanner. *Veterinary Record*, 140, (11), 287-288

**BEKANA M., EKMAN T. et KINDAHL H. (1994)**- Ultrasonography of the bovine postpartum uterus with retained fetal membranes. *J. Vet. Med.*, 41, (9), 653-662.

**BOIN E.** *Atlas d'échographie en gynécologie bovine*. Thèse Méd. Vét., Alfort, 2001, n°86.

**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. *Veterinary Record*, 123, (2), 8-1

**BRUYAS J.F., FIENI F., BATTUT I. et TAINTURIER D.**

(1996) Le diagnostic de gestation chez la jument. *Le Point Vétérinaire*, 28, (176), 123-132

**CARNIEL P. (1987)**

Données de base de l'échographie.  
*Le Point Vétérinaire*, 19, (105), 199-212

**CHAFFAUX S., VALON F. et MARTINEZ J.**

(1982) Evolution du produit de conception chez la vache.  
*Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*, 55, 213-221

**CHASTANT-MAILLARD S, BOIN E, GRIMARD B, MIALOT JP.** Echographie ovarienne chez la vache. *Point Vét.*, 2003, 34 (N° spécial : « Examens paracliniques chez les bovins »), 112-117.

**CHETBOUL V., POUCHELON J.L., BUREAU-AMAGLIO S. et TESSIER D.**

(1999) Echocardiographie et écho-doppler du chien et du chat Masson, Paris, 169 p.

**CHEVALIER F. (1988)**

Echographie de l'appareil génital des femelles domestiques.  
*Recueil de Médecine Vétérinaire*, 164, (2), 81-100

**CURRAN S., PIERSON R.A. et GINTHER O.J. (1986a)**

Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 10 through 20. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 189, (10), 1289-1294

**CURRAN S., PIERSON R.A. et GINTHER O.J. (1986b)**

Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 20 through 60. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 189, (10), 1295-1302

**DECANTE F.** Le diagnostic de gestation par échographie en clientèle rurale bovine. *Bull. GTV*, 1990, 4, 45-51.

**DOBSON H, DOUTHWAITE R, NOBLE KM, O'DONNELL MJ, RIBADU AY, TEBBLE JE et al.** Cystic ovaries in cattle. *Cattle Pract.*, 2001, 9, 185-189.

**FOURICHON C, SEEGER H, MALHER X.** Effect of disease on reproduction in the dairy cow : a meta analysis. *Theriogenology*, 2000, 53, 1729-1759.

**FRICKE PM.** Scanning the future – Ultrasonography as a reproductive management tool for dairy cattle. *J.Dairy Sci.*, 2002, 85, 1918-1926.

**GAYRARD V., PICARD-HAGEN N., BERTHELOT X. et HUMBLLOT P. (2003)**

La gestation chez les ruminants: comment l'embryon se développe et se maintient dans l'utérus  
*Bulletin des G.T.V.*, n°21, 23-30

**GINTHER O.J. (1995)**

Waves and Echoes.

In : *Ultrasound imaging and animal reproduction : Fundamentals*. Book 1.

Equiservices, Cross Plains, USA, 225 p., 27-36

**HANZEN C. et LAURENT Y. (1991)**

Application de l'échographie bidimensionnelle au diagnostic de gestation et à l'évaluation de l'incidence de la mortalité embryonnaire dans l'espèce bovine.

*Annales de Médecine Vétérinaire*, 135, 481-487

**HANZEN C., LAURENT Y. et JAKOVLJEVIC S. (1993a)**

Applications de l'échographie en reproduction bovine 1. Examen des ovaires.

*Annales de Médecine Vétérinaire*, 137, 13-18

**HANZEN C., HOUTAIN J-Y. et LAURENT Y. (1996)-** Les infections utérines dans l'espèce bovine : 1. Aspects étiologiques et épidémiologiques. *Point Vét.*, 28, (numéro spécial), 169-173.

**HANZEN C, CASTAIGNE JL.** Propédeutique de l'appareil génital de la vache. In : HANZEN C, CASTAIGNE JL. *Obstétrique et Pathologie de la Reproduction des Ruminants, Equidés et Porcs* [en ligne] (Faculté de médecine vétérinaire et de l'université de Liège), **Juin 2001** (modifié le **02 Février 2002**), [<http://www.fmv.ulg.ac.be/oga/formation/chap01/index.htm?page=1-1.htm>], (consulté le **20 Mai 2004**).

**HUGHES E.A. et DAVIES D.A.R. (1989)**

Practical uses of ultrasound in early pregnancy in cattle.

*Veterinary Record*, 124, (17), 456-458

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

**KAHN W. (1989)**

Sonographic fetometry in the bovine.  
Theriogenology, 31, (5), 1105-1121

**KAHN W.** Examen échographique des bovins. In : *Atlas de diagnostics échographiques*. Editions Maloine, Paris, 1994, 83-185.

**KIRBERGER R.M. (1995)**

Imaging artifacts in diagnostic ultrasound – A review.  
Veterinary Radiology and Ultrasound, 36, (4), 297-306

**KOT K., ANDERSON L.E., TSAI S-J., WILTBANK M.C. et GINTHER O.J. (1999)** - Transvaginal, ultrasound-guided biopsy of the corpus luteum in cattle. *Theriogenology*, 52, 987-993.

**LEBASTARD D. (1997)**

Echographie en gynécologie bovine : utilisations dans le cadre d'un exercice en clientèle rurale. *Le Point Vétérinaire*, 28, (181), 1089-1096

**LEGRAND J.J. et CARLIER B. (1981)**

Bases physiques de l'échotomographie.  
Recueil de Médecine Vétérinaire, 157, (7-8), 553-559

**LORiot N., MARTINOT S. et FRANCK M.**

(1995) Echographie abdominale du chien et du chat.  
Masson, Paris, 142 p.

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

**MAI W.** L'image échographique : formation ; qualité et artefacts de l'image échographique. *Point Vét.*, 1999, 30 (201), 499-537.

**MERCIER P. (1989)**

Echographie et gynécologie des femelles domestiques de rente.  
Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon, n°88, 74 p.

**MERCIER-PARISOT P., MARTINOT S., THIRIAT F. et FRANCK M.**

(1991) Echographie et gestion de la reproduction chez les bovins. *Le Point Vétérinaire*, 23, (135), 33-39

**MIALOT JP, CHASTANT-MAILLARD S, REMY D.** *Reproduction bovine. Infertilité femelle*. Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité Pédagogique de Pathologie de la Reproduction, 2001, 17-51.

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

**MIALOT JP, RADIGUE P, HOUARD J, MARCHON D, CONSTANT F, PONTER A et al.** Les kystes ovariens chez la vache laitière : l'apport de l'échographie. In : *Journées Nationales des GTV*, Nantes, 14, 15 et 16 mai 2003, 657-664.

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

**MORETTI J.L. (1982)**

Eléments de physique ultrasonore. Echographie.  
Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France, 55, (2), 159-176

**NIBART M. (1993)**

Détermination du sexe du fœtus par échographie.  
Bulletin Technique de l'Insémination Artificielle, 69, 6

**NYLAND T.G., MATTOON J.S. et WISNER E.R. (1995)**

Physical principles, instrumentation and safety of diagnostic ultrasound.  
In : NYLAND T.G. and MATTOON J.S. (ed.), Veterinary diagnostic ultrasound. W.B. Saunders, Philadelphia, 357 p., 3-18

**OKANO A. et TOMIZUKA T. (1987)**

Ultrasonic observation of postpartum uterine involution in the cow.  
Theriogenology, 27, (2), 369-376

**PENNINCK D. et CUVELLIEZ S. (1985)**

Principes physiques et méthodes d'exploration échographique.  
Annales de Médecine Vétérinaire, 129, (6), 381-391

**PIERSON R.A. et GINTHER O.J.**

**(1984a)** Ultrasonography of the bovine ovary. Theriogenology, 21, (3), 495-504

**PIERSON R.A. et GINTHER O.J. (1984b)**

Ultrasonography for detection of pregnancy and study of embryonic development in heifers.  
Theriogenology, 22, (2), 225-233

**PIERSON R.A. et GINTHER O.J. (1987a)**- Ultrasonographic appearance of the bovine uterus during the estrous cycle. J. Am. Vet. Med. Ass., 190, (8), 955-1001.

**PIETERSE M.C., TAVERNE M.A.M., KRUIP T.A.M. et WILLEMSE A.H. (1990)**

Detection of corpora lutea and follicles in cows : a comparison of transvaginal ultrasonography and rectal palpation.  
Veterinary Record, 126, (2), 552-554

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

**REEF V.B. (1998)**

Equine Diagnostic Ultrasound.  
W.B. Saunders, USA, 560 p.

**SAUVE R, BERGAMINI PF.** L'échographe, instrument de la trousse médicale. *In : Giornate buiatriche, Asiago, 5, 6 et 7 mai 2000, 32, 63-68.*

**SIGOGNAULT A. (1992)**

Diagnostic de gestation par échotomographie par voie rectale chez la brebis.  
Thèse de Doctorat Vétérinaire, Faculté de Médecine, Nantes, n°17, 147 p.

**TAINTURIER D., ANDRE F., CHAARI M., SARDJANA K.W., LE NET J.L. et LIJOUR L.**

**(1983)**- Intérêt de l'échotomographie pour le contrôle de la reproduction d'un grand troupeau de vaches laitières. Rev. Méd. Vét., 134, (7), 419-424

**TAINTURIER B. (2001)**

Le diagnostic du sexe du foetus par échotomographie chez la vache.  
Thèse de Doctorat Vétérinaire, Université de Nantes, n°74, 163 p.

**TAINTURIER B., TAINURIER D. et BENCHARIF D.**

**(2003a)** Sexage précoce du foetus par échographie chez la vache.  
Le Point Vétérinaire, N° Spécial Examens paracliniques chez les bovins, 34, 106-110

**VALON F. et LEGRAND J.J. (1981)**

Les ultra-sons : leur utilisation pour le diagnostic médicale des équidés.  
Pratique Vétérinaire Equine, 13, (2), 89-95

**VOS P.L.A.M., PIETERSE M.C., VAN DER WEYDEN G.C. et TAVERNE M.A.M. (1990)**-Bovine fetal fluid collection : transvaginal, ultrasound-guided puncture technique. Vet. Rec., 127, 502-504.