

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPPERIEUR ET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE

المدرسة الوطنية للبيطرة

PROJET DE FIN D'ETUDE

EN VUE DE L'OBTENTION

DU DIPLOME DE DOCTEUR VETERINAIRE

THEME

DIAGNOSTIC DE GESTATION PRECOCE PAR ECHOGRAPHIE CHEZ LA VACHE

Présenté par :

Melle. BELKEBLA SOUAD

Mr. BEN RAGOUBA ABDELKADER

Mr. BEN ZERAFKA KAMEL

Encadré par: Melle CHOUYA F
(Maître assistant)
ENV- ALGER

Soutenu le : 28 / 06 / 2005

Le jury:

Président : Mme REBOUH M. (Chargée de cours ENV – Alger)

Examineur: Mme BOUDIAF S. (Chargée de cours ENV - Alger).

Examineur: Mr SOUAMES S. (Maître assistant ENV – Alger).

Année universitaire : 2004 / 2005

REMERCIEMENTS

A Madame REBOUH, chargée de cours de l'Ecole Nationale Vétérinaire d'el Harrach,
Qui nous fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de PFE,
Qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

A Madame BOUDIAF, chargée de cours à de l'école nationale vétérinaire d'el Harrach,
Pour avoir bien voulu faire partie de ce jury,
Qu'elle trouve également ici notre profonde reconnaissance.

A Monsieur SOUAMES, Maître assistant à l'école nationale vétérinaire,
Pour avoir bien voulu faire partie de ce jury,
Qu'il trouve ici l'expression de notre respect le plus fort.

A Mademoiselle CHOUYA F, Maître assistant à l'école nationale vétérinaire
Pour son aide et son enthousiasme tout au long de la réalisation de ce travail,
Qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

DEDICACES

A ma mère LA KCHE F.ZOHRA,

*Pour son soutien et son dévouement pendant toutes ces années d'études,
Qu'elle trouve ici l'aboutissement de tous ces efforts et le témoignage de ma profonde
reconnaissance et affection.*

A mes parents

Pour leur soutien pendant certaines années difficiles,

A mes frères, et a ma sœur,

A toute ma famille,

*Pour son soutien,
Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma tendresse.*

Ben zerafa. K

DEICACES

Je dédie CE travail avant tous :

*A mes chers parents qui m'ont soutenu pendant ce cursus
A mes frères et sœurs*

A mes neveux AMIN BILAL ZAKOU IKRAM

*A mes amies surtout MOH et a tous les étudiants et le personnels de
l'ENV*

BEN RAGOUBA. A

Dedicaces:

Je dédie ce modeste travail avant tous :

A mes chers parents qui m'ont soutenu pendant toute la période de mes études, et sur ça je prie le dieu pour les protéger et les orienter toujours dans le bon sens.

A mes sœurs et mes frères.

A ma grande famille surtout mes deux neveux Amine et Selma

A tous mes ami(e)s

Et à tous les étudiants et le personnels de l'ENV

SOUAD.B

Résumé

L'échographie est une technique d'imagerie médicale qu'il est possible d'utiliser de façon courante à la ferme.

Un diagnostic de gestation sur des vaches multipares est réalisé par palpation manuelle et par échographie.

Après vidange du rectum de la vache et recherche de l'appareil génital par palpation transrectal, le transducteur est introduit dans le rectum pour la recherche de la présence d'une vésicule embryonnaire.

L'utilisation de l'échographie a permis d'effectuer précocement un diagnostic de gestation qui est plus fiable en comparaison à la palpation manuelle.

Mots clés :

Vache, échographie, diagnostic de gestation précoce, palpation transrectale.

ملخص

الصورة الصدايية هي تقنية تصوير طبي يمكن استعمالها بصفة عادية في المزرعة. يتم تشخيص الحمل عند الأبقار عن طريق الجس الشرجي و التصوير الصدايي، بعد إفراغ المعى الغليظ من الفضلات و البحث عن الجهاز التناسلي، نقوم بإدخال مجس جهاز التصوير الصدايي للبحث عن الجنين. إن استعمال التصوير الصدايي طريقة ناجعة تمكننا من التشخيص المبكر لحالة الحمل بمقارنتها مع الجس الشرجي.

SUMMARY

Ultrasonography in bovine gynecology is reliable and rapid technique and allows the ovaries and uterus to be examined in order to determine the psychopathological state of the reproductive tract. In addition, early pregnancy diagnosis.

KEYWORD:

Cow, Ultrasonography, early pregnancy diagnosis,

Sommaire

RESUME

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE.

Chapitre I : Rappels anatomiques

I. RAPPELS ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUE

| | |
|-------------------------------------|---|
| I.1. LE SINUS UROGENITAL | 1 |
| I.1.1. <i>Le vestibule du vagin</i> | 1 |
| I.1.2. <i>La vulve</i> | 1 |
| I.2. LE VAGIN | 3 |
| I.3. L'UTERUS | 3 |
| I.4. L'OVIDUCTE | 6 |
| I.5. LES OVAIRES | 6 |

II. RAPPELS PHYSIOLOGIQUES

| | |
|---|----|
| II.1. LES HORMONES DE LA REPRODUCTION | 8 |
| II.1.1. <i>GnRH</i> | 8 |
| II.1.2. <i>FSH</i> | 8 |
| II.1.3. <i>LH</i> | 9 |
| II.1.4. <i>Œstrogènes</i> | 9 |
| II.1.5. <i>La progestérone</i> | 9 |
| II.1.6. <i>La prostaglandine (PGF₂α)</i> | 10 |
| II.1.7. <i>Ocytocine</i> | 10 |
| II.2. MECANISME HORMONAL | 10 |
| II.3. LE CYCLE DE REPRODUCTION CHEZ LA VACHE | 12 |
| II.3.1. <i>Cycle œstral</i> | 12 |
| II.3.2. <i>Le pro-œstrus</i> | 12 |
| II.3.3. <i>L'œstrus</i> | 12 |
| II.3.4. <i>Le metoœstrus</i> | 13 |
| II.3.5. <i>Le di-œstrus</i> | 13 |

Chapitre II : Rappels sur le développement embryonnaire

I. RAPPELS SUR LE DEVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE

| | |
|-------------------------------------|----|
| I.1. LA GESTATION | 14 |
| I.2. LA FECONDATION | 14 |
| I.3. LA VIE INTRASALPINGIENNE | 14 |
| I.4. L'ARRIVEE DANS L'UTERUS | 15 |
| I.5. LE DEVELOPPEMENT DANS L'UTERUS | 16 |
| I.6. LA NUTRITION DE L'EMBRYON | 18 |

Chapitre III : Diagnostic de gestation chez les ruminants

| | |
|---|-----------|
| I. LE DIAGNOSTIC MANUEL PAR VOIE TRANSRECTALE ----- | 19 |
| I.1. SIGNE A RECHERCHER LORS D'UN EXAMEN PAR VOIE TRANSRECTALE ----- | 19 |
| I.1.1. <i>Corps jaune de gestation</i> ----- | 19 |
| I.1.2. <i>Palpation des artères utérine médianes au niveau du ligament larges</i> ----- | 19 |
| I.1.3. <i>Asymétrie des cornes</i> ----- | 20 |
| I.1.4. <i>Fluctuation du liquide des annexes fœtales</i> ----- | 21 |
| I.1.5. <i>Palpation de la vésicule amniotique</i> ----- | 21 |
| I.1.6. <i>Glissement des membranes annexielles</i> ----- | 21 |
| I.1.7. <i>Palpation de cotylédons</i> ----- | 21 |
| I.1.8. <i>Palpation du fœtus</i> ----- | 22 |
| II. PRINCIPE DES DOSAGES DE LA PROGESTERONE ----- | 22 |
| II.1. PRINCIPE DU DOSAGE DE PROGESTERONE DANS LE SANG ----- | 22 |
| II.2. PRINCIPE DU DOSAGE DE LA PROGESTERONE DANS LE LAIT ----- | 24 |
| II.2.1. <i>Variations du taux de progestérone dans le lait</i> ----- | 24 |
| III. LE DOSAGE PROTEINES EMBRYONNAIRES ----- | 25 |
| III.1. PROPRIETES ----- | 25 |
| IV. L'EARLY PREGNANCY FACTOR ----- | 26 |
| V. LA ZYGOTINE ----- | 27 |
| VI. L'HORMONE PLACENTAIRE ----- | 27 |
| VII. LES OESTROGENES ----- | 27 |
| VIII. LA TROPHOBLASTINE ----- | 27 |

Chapitre IV : Réalisation d'un examen échographique gynécologique

| | |
|---|-----------|
| I. PRINCIPES DE L'ECHOGRAPHIE ----- | 29 |
| I.2. FORMATION DES IMAGES ECHOGRAPHIQUE ----- | 30 |
| I.2.1. <i>Les images de contours</i> ----- | 31 |
| I.2.1.1. <i>Les images d'interface</i> ----- | 31 |
| I.2.1.2. <i>Les images de paroi et de cloison</i> ----- | 31 |
| I.2.2. <i>Les images de tissus</i> ----- | 31 |
| I.2.2.1. <i>Les tissus mous</i> ----- | 31 |
| I.2.2.2. <i>Les tissus gras</i> ----- | 32 |
| I.2.2.3. <i>Les tissus osseux</i> ----- | 32 |
| I.2.3. <i>Les images de liquide</i> ----- | 32 |
| I.2.4. <i>Les images de gaz et de calculs</i> ----- | 33 |
| I.2.5. <i>Les artefacts</i> ----- | 33 |
| - <i>la réverbération ou l'écho de répétition</i> ----- | 33 |
| - <i>Le cône d'ombre</i> ----- | 33 |
| - <i>Le renforcement postérieur</i> ----- | 33 |

| | |
|--|-----------|
| - la « queue de comète » | 34 |
| - L'artefact en miroir | 34 |
| - L'effet marge | 35 |
| I.3. INNOCUITE | 35 |
| I.4. CONTRAINTES TECHNIQUES | 37 |
| <i>I.4.1. Choix de la sonde</i> | 37 |
| I.4.1.1. Différents types de sondes | 37 |
| I.4.1.2. Propriétés des sondes linéaires | 38 |
| I.4.1.3. Propriétés des sondes sectorielles | 39 |
| I.4.1.4. Choix de la fréquence des ultrasons | 39 |
| <i>I.4.2. Choix de l'appareil</i> | 40 |
| I.5. CONTRAINTES ECONOMIQUES | 41 |
| II. CONDITIONS A RESPECTER POUR UN BON EXAMEN ECHOGRAPHIQUE CHEZ LES BOVINS | 42 |
| II.1. CHOIX DU LOCAL D'EXAMEN | 42 |
| II.2. CONTENTION DES ANIMAUX | 42 |
| II.3. NECESSITE D'UN EXAMEN TRANSRECTAL PREALABLE | 44 |
| II.4. EXAMEN ECHOGRAPHIQUE METHODIQUE DE L'APPAREIL GENITAL | 44 |

Chapitre V : Utilisation de l'échographe en gynécologie bovine

| | |
|--|-----------|
| I. UTILISATION DE L'ECHOGRAPHIE POUR DETERMINER L'ETAT PHYSIOPATHOLOGIQUE DE L'APPAREIL GENITAL DE LA VACHE NON GRAVIDE | 47 |
| I.1. EXAMEN ECHOGRAPHIQUE DE L'UTERUS NON GRAVIDE | 47 |
| <i>I.1.1. Echographie de l'utérus non gravide physiologique</i> | 47 |
| I.1.1.1. Evolution des images utérines au cours du cycle œstral | 47 |
| I.1.1.2. Evolution des images utérines au cours de l'involution utérine | 50 |
| II. UTILISATION DE L'ECHOGRAPHIE POUR LE SUIVI DE GESTATION | 52 |
| II.1. DIAGNOSTIC DE GESTATION PRECOCE | 52 |
| <i>II.1.1. Fiabilité des résultats de diagnostic de gestation obtenus par échographie</i> | 52 |
| <i>II.1.2. Images de gestation précoce</i> | 54 |
| III. FACTEURS DE VARIATION DE L'INTERPRETATION DE L'IMAGE ECHOGRAPHIQUE | 58 |
| III.1. L'AGE DE L'ANIMAL | 58 |
| III.2. L'OPERATEUR | 58 |
| III.3. LA POSITION DE L'UTERUS | 58 |
| III.4. LA MORTALITE EMBRYONNAIRE | 59 |

DEUXIEME PARTIE : PARTIE EXPERIMENTALE

| | |
|--------------------|-----------|
| I. OBJECTIF | 60 |
|--------------------|-----------|

| | |
|---------------------------------|-----------|
| II. MATERIEL ET METHODES | 60 |
| I.1. MATERIEL | 60 |
| I.2. METHODES | 61 |

TROISIEME PARTIE :

| | |
|--------------------------------|-----------|
| Résultats et Discussion | 63 |
| CONCLUSION | 65 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|---------|
| Figure 1 : Conformation Intérieure De L'appareil Génital D'une Vache..... | Page 2 |
| Figure 2 : Col De L'uterus De La Vache | Page 5 |
| Figure 3 : Récapitulatif Du Contrôle Hormonal Du Cycle Ovarien | Page 8 |
| Figure 4 : Représentation Du Cycle Sexuelle De La Vache..... | Page 10 |
| Figure 5: Migration Et Développement Embryonnaire Depuis La Fécondation Jusqu'au Blastocyste..... | Page 15 |
| Figure 6 : Développement Embryonnaire Chez La Vache Au Cours Des Jours Qui Suivent La Fécondation | Page 16 |
| Figure 7 : Développement Embryonnaire De J14 A J20 Entre J14 Et J20 | Page 17 |
| Figure 8 : Mise En Evidence De L'asymétrie Utérine | Page 20 |
| Figure 9 : Principe Du Diagnostic Précoce De Gestation Par Dosage De La Progesterone..... | Page 23 |
| Figure 10 : La Diffusion Au Sein D'un Parenchyme..... | Page 29 |
| Figure 11 : Image En « Queue De Comète » Sur Echographie..... | Page 34 |
| Figure 12 : Artefact En Miroir Sur Une Coupe Récurrente De Foie | Page 34 |
| Figure 13: Sonde Sectorielle | Page 37 |
| Figure 14: Sonde Linéaire | Page 38 |
| Figure 15 : Echographe Sur Support Mobile..... | Page 42 |
| Figure 16 : Echographe Sur Support Fixe..... | Page 43 |
| Figure 17 : Diamètres « Dorsal », « Crânial » Et « Ventral » Moyens Des Cornes Utérines Non Gravides Au Cours Du Cycle Ovarien..... | Page 48 |
| Figure 18 : Echographie In Vivo D'un Utérus Pendant L'oestrus..... | Page 48 |
| Figure 19 : Représentation Schématique De La Corne Utérine Chez La Vache Au Cours Du Cycle | Page 49 |
| Figure 20 : Echographie In Vivo D'un Utérus En Involution (20jours Après Mise | Page 50 |

| | |
|--|---------|
| Bas) | |
| Figure 21 : Echographie In Vivo D'un Utérus Présentant Un Pyomètre..... | Page 51 |
| Figure 22 : Echographie D'un Utérus De Génisse A 27 Jours De Gestation..... | Page 54 |
| Figure 23 : Image En Lâcher De Ballon Au 41 ^e Jour De Gestation, Image En Lâcher De Ballon Au 33 ^e Jour De Gestation..... | Page 55 |
| Figure 24 : Echographie D'un Embryon De 30 Jours De Gestation | Page 55 |
| Figure 25: Croissance Embryonnaire Chez Les Bovins..... | Page 56 |
| Figure26: Echographe Pie Medical 100 | Page 60 |
| Figure 27 : Sonde Linéaire..... | Page 60 |
| Figure 28 : Contention De L'animal..... | Page 61 |
| Figure 29: L'échographe Est Placé Sur Une Brouette..... | Page 61 |
| Figure 30 : Palpation manuelle de l'appareil génital..... | Page 62 |
| Figure 31: Examen Echographique De L'appareil Génital..... | Page 62 |

Tableau :

1. **Tableau 1** : Exemples de coût de matériel échographique (prix 2001 donnés hors taxes).
2. **Tableau 2**: Résultats du diagnostic de gestation par palpation manuelle et échographe

INTRODUCTION

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

La palpation manuelle de l'utérus est la méthode de diagnostic de gestation classiquement utilisée pour l'espèce bovine. Cependant, son exactitude, qui varie avec l'opérateur, n'est correcte qu'à partir du deuxième mois de gestation (Royal *et al.*, 1981). L'échographie, quant à elle, offre dès la quatrième semaine une très bonne fiabilité (TAINTURIER *et al.*, 1983).

Au-delà du simple diagnostic de gestation suscité par la demande des éleveurs, l'échotomographie est également un outil de gestion de troupeau et une aide précieuse au diagnostic dans les cas d'infertilité et d'infécondité. Cette technique est par ailleurs utilisée dans les biotechnologies de pointe comme l'ovum pick-up ou 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.

Première partie

Chapitre I

Rappels anatomiques et Physiologiques

I. Rappels anatomiques

I.1. Le sinus urogénital

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

I.1.1. Le vestibule du vagin

Est un conduit large et impair d'une longueur de 8 à 10 cm dans lequel s'ouvre tout à la fois le vagin et l'urètre (ostium large de 2 cm). Orienté obliquement en direction dorso-crâniale, il possède comme le vagin des parois très distensibles. L'urètre s'y ouvre ventralement juste en arrière de l'hymen. (Figure 1)

L'irrigation du vestibule est assurée par les artères vaginale et honteuse interne. Son innervation provient du nerf honteux et du plexus pelvien. (BARONE ,1990).

I.1.2. La vulve

Constitue la partie externe de l'appareil génital femelle. Elle occupe la partie ventrale du périnée. Elle est constituée de deux lèvres qui délimitent la fente vulvaire. Les deux lèvres se raccordent sur deux commissures, l'une dorsale séparée de l'anus par ce que l'on appelait avant le « **périnée gynécologique** » et l'autre ventrale plus épaisse et saillante située ventralement par rapport au bord postérieur de l'arcade ischiatique (Figure 2). C'est au niveau de cette commissure ventrale que se trouve **le clitoris**. Situé sous un repli de la muqueuse 5 à 6 mm de diamètre et d'une longueur de 10 à 12 cm.

L'irrigation de la vulve est assurée par des branches de l'artère honteuse externe. Son innervation provient principalement des nerfs honteux. (BARONE ,1990).

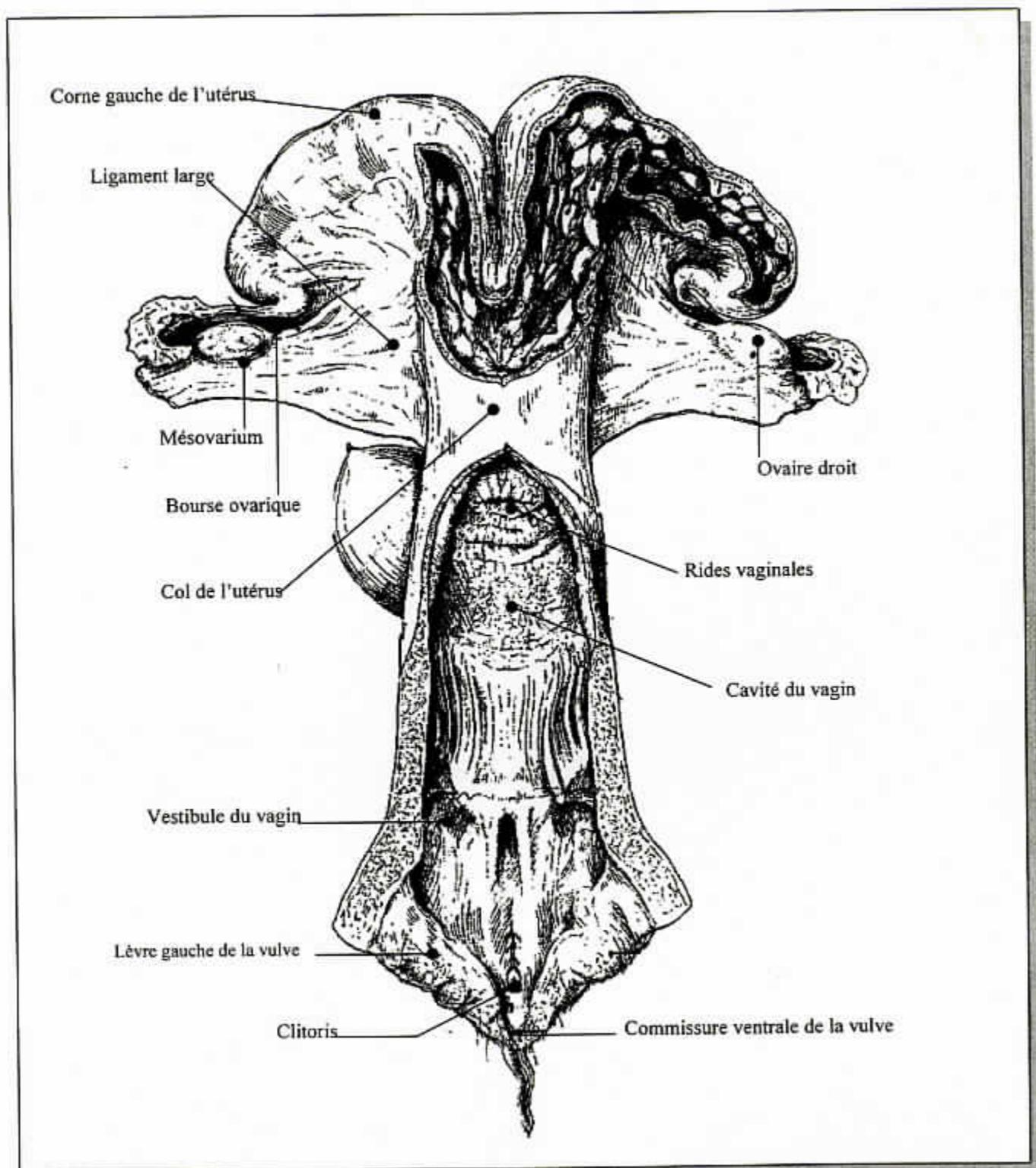


Figure 1 : CONFORMATION INTERIEURE DE L'APPAREIL GENITAL D'UNE VACHE

Vue dorsale, Après ouverture et étalement de l'utérus,
Du vagin et du sinus urogénital, Vache nullipare (BARONE, 1990)

1.2. Le vagin

C'est un conduit impair et médian, très dilatable d'une longueur moyenne de 30 cm chez la vache prolongeant vers l'avant le vestibule du vagin, s'insérant crânialement autour du col utérin ménageant ainsi autour du col un cul de sac circulaire plus ou moins profond selon les individus appelé le fornix du vagin (Figure 1).

La muqueuse vaginale forme des plis longitudinaux peu visibles mais surtout des plis radiaires formant une collerette de trois à cinq replis entourant l'ouverture vaginale du col. Vers l'arrière, le vagin communique avec le vestibule vaginal par l'ostium du vagin dont le pourtour est marqué par un vestige de l'hymen, cloison mince et incomplète de développement variable (BARONE, 1990).

1.3. L'utérus

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

La paroi de l'utérus se compose de trois tuniques une séreuse ou périmètre, une musculuse ou myomètre et une muqueuse ou endomètre. Le périmètre se prolonge sur les ligaments larges. Le myomètre se compose en fait de trois couches une superficielle longitudinale, une moyenne renfermant un important plexus vasculaire et une profonde de type circulaire. Ces couches se prolongent au niveau du corps et du col mais relativement peu au niveau du vagin.

L'endomètre comporte un épithélium simple à cellules ciliées et non ciliées de type sécrétoire et une propria épaisse aussi qualifiée de stroma endométrial présentant comme l'épithélium de grandes variations au cours du cycle. L'épaisseur et l'œdème de la propria diminuent au cours de la phase progestéronique du cycle et augmentent au cours de la phase oestrogénique. Cela contribue avec les contractions myométriales à rendre l'utérus plus tonique en phase oestrale. (BARONE ,1990)

Les vaisseaux sanguins et lymphatiques de l'endomètre s'accroissent beaucoup au cours de l'oestrus et du metoestrus. Un liquide interstitiel envahit alors la couche profonde de l'endomètre qui devient oedémateuse. Au niveau du col, la muqueuse est fort différente de l'endomètre proprement dit. Plus mince, dépourvue de glandes, elle ne présente que peu de modifications au cours du cycle. Le col ne renferme chez la vache que peu de fibres musculaires. Sa consistance fibreuse tirant son origine de l'abondance de tissu fibreux.

Les cornes utérines et le corps utérin sont fixés à la paroi dorsale de l'abdomen et du bassin par les ligaments larges. Ils renferment une importante vascularisation et des fibres élastiques impliquées dans le déplacement de l'utérus en fin de gestation. (BARONE ,1990)

L'irrigation de l'utérus est assurée principalement par l'artère utérine qui naît de l'artère iliaque interne. L'artère utérine présente deux ou trois branches. Cette irrigation se trouve complétée par une branche de l'artère vaginale (irrigation du col et du corps utérin) et accessoirement d'une branche de l'artère ovarique. En cours de gestation, se développe sur les côtés du vagin une anse intrapelvienne (rameau caudal de l'artère utérine), portion vaginale de l'artère utérine, particulièrement mobile qui devient frémissante (thrill) à partir du 4ème mois de gestation. L'innervation est surtout assurée par des fibres sympathiques voire parasympathiques. (BARONE, 1990)

- Le **col utérin** ou **cervix** (Figure 2) est peu discernable en surface. (10 cm environ). Le canal cervical est tapissé de plis muqueux longitudinaux fragmentés par 4 replis circulaires ou **fleurs épanouies** dont le premier crânial entoure l'ouverture du col dans le corps utérin et dont le dernier distal forme constitue l'ouverture vaginale du corps utérin. (BARONE, 1990)

- **Le corps utérin** (3 cm) Sur ses bords latéraux se prolonge le ligament large (Figure 2).

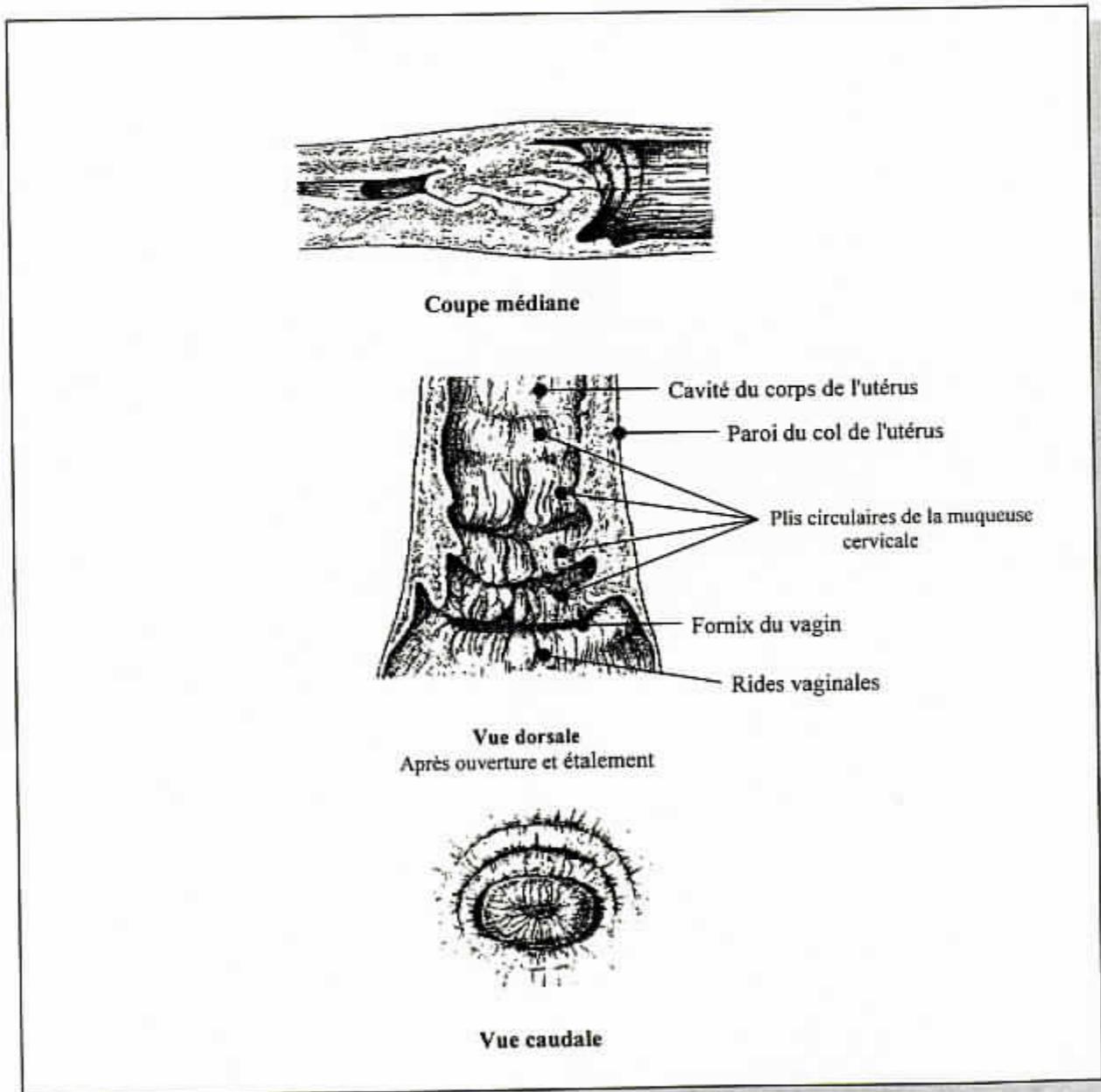


Figure 2 : COL DE L'UTERUS DE LA VACHE (BARONE, 1990)

- **Les cornes utérines**, incurvées en spirale, leurs apex sont très divergents et situés latéralement à peu près dans l'axe de la spirale. Cette disposition positionne les ovaires à hauteur du col de l'utérus. Leur bord mésométrial (petite courbure) est concave et situé ventralement chez les ruminants. Leur bord libre ou grande courbure est convexe et situé à l'opposé du précédent (BARONE, 1990).

Les deux cornes sont unies à leur base par deux ligaments intercornuaux l'un ventral et l'autre dorsal plus court que le précédent. Intérieurement, les deux cornes débouchent séparément dans la cavité du corps utérin de part et d'autre du voile utérin, prolongation interne de la partie séparant les deux cornes (BARONE, 1990).

I.4. L'oviducte

Encore appelé **trompe** utérine ou **salpinx** ou **trompe de Fallope** (Figure 1), il constitue la partie initiale des voies génitales femelles. Il reçoit l'ovocyte, s'y déroule la fécondation et les premiers stades (J1 à J4 de gestation) du développement de l'embryon. Très flexueux, l'oviducte a une longueur de 30 cm chez la vache un diamètre de 3 à 4 mm. Il se compose d'un infundibulum s'ouvrant sur la bourse ovarique, d'une **ampoule**, et d'un **isthme** de diamètre de 2 mm se raccordant progressivement à la corne utérine. L'oviducte comporte une séreuse, une musculuse et une muqueuse. (BARONE, 1990).

I.5. Les ovaires

Ont une forme aplatie, ovoïde en forme d'amande. Il comporte un bord libre et un bord sur lequel se fixe le mésovarium, zone du hile recevant une importante vascularisation (Figure 1).

L'ovaire comporte une zone vasculaire centrale (medulla) et une zone parenchymateuse périphérique (cortex). Les dimensions de l'ovaire varient en fonction du développement de ses structures fonctionnelles. En moyenne, sa longueur est de 35 à 40 mm, sa hauteur de 20 à 25 mm et son épaisseur comprise entre 15 et 20 mm. Son poids de 1 à 2 g à la naissance est de 4 à 6 g à la puberté et d'une quinzaine de grammes chez l'adulte (10 à 20 g). En général l'ovaire droit est 2 à 3 g plus lourd que l'ovaire gauche (BARONE, 1990).

L'irrigation de l'ovaire est assurée par l'artère ovarique issue de la partie caudale de l'aorte abdominale. Elle délègue avant d'atteindre l'ovaire une petite

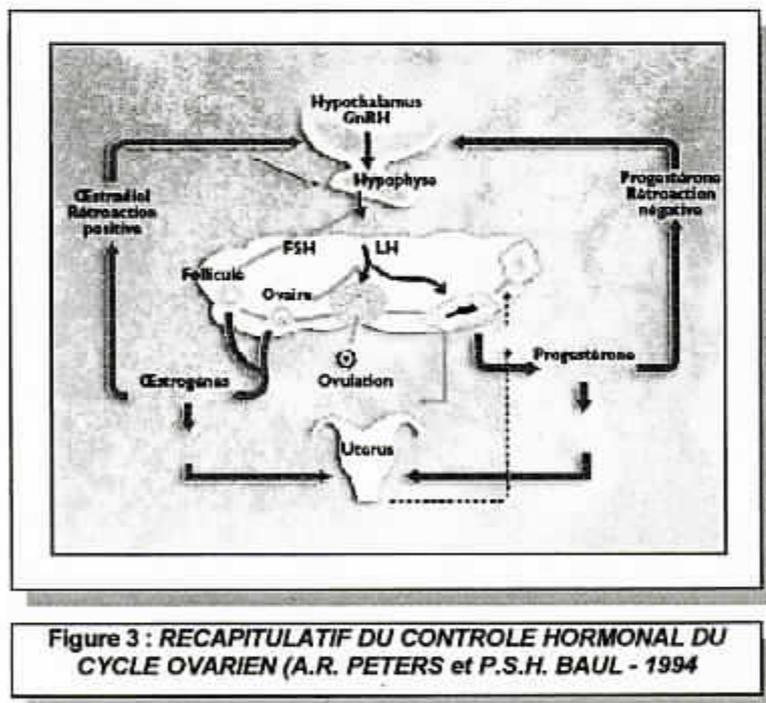
branche utérine. Au terme de nombreuses ramifications, elle atteint le hile de l'ovaire au travers du mésovarium. On précisera la coexistence étroite entre la veine utérine d'une part et l'artère ovarique d'autre part. Ce plexus est directement impliqué dans la régulation du cycle, la prostaglandine F2alpha passant chez la vache directement de la veine utérine dans l'artère ovarienne (BARONE, 1990).

II. Rappels physiologiques :

II.1. Les hormones de la reproduction :

II.1.1. GnRH :

La Gonadolibérine ou Gonadotrophine Releasing Hormone (GnRH) est l'initiateur et le régulateur fondamental de la fonction reproductrice chez les mammifères (Figure 3). Est un peptide synthétisée et libérée par des neurones de l'hypothalamus. La GnRH est transportée par le système porte hypophysaire vers le lobe antérieur de l'hypophyse. Une fois arrivée au niveau hypophysaire, la GnRH provoque la sécrétion et la libération des gonadotropines Hormone Folliculo-Stimulante (FSH) et l'Hormone luteïnisante (LH) (THIBAUT, 1994).



II.1.2. FSH

L'Hormone FolliculoStimulante, est une glycoprotéine synthétisée par l'antéhypophyse (Figure 3). Elle contrôle le développement de l'ovaire et la croissance folliculaire, elle stimule la multiplication des cellules de granulosa et la formation de l'antrum (RIEUTORT, 1995). Stimule la synthèse des œstrogènes par

les follicules (OZIL et LANCEAU 1988), elle contrôle l'aromatase, enzyme responsable de l'aromatation des androgènes en oestrogènes et dont l'activité est plus importante dans le follicule dominant que dans les follicules dominés (HANZEN, 2000). Prépare l'action de LH par synthèse de récepteur de cette dernière (RIEUTORT 1995).

II.1.3. LH

L'Hormone Lutéinisante, est une glycoprotéine sécrétée par l'antéhypophyse. Contrôle la maturation finale des follicules avec la FSH ; elle provoque l'ovulation, induit la formation du corps jaune et la synthèse de progestérone (DERIVAUX et ECTORS, 1980 ; DRIANCOURT et al., 2001).

Elle stimule la sécrétion de progestérone à partir de cholestérol. La LH associée ou non à FSH, stimule la sécrétion de différents stéroïdes : oestrogènes, progestérone (Figure 1).

II.1.4. Œstrogènes :

Ce sont des stéroïdes synthétisés par les follicules ovariens (Figure 3). L'œstradiol est considéré comme la véritable folliculine d'origine ovarienne, il se forme au niveau des cellules interstitielles et des cellules thécales interne sous l'influence de FSH et de LH Elle exerce une rétroaction sur les sécrétions hypophysaires (DERIVAUX et ECTORS, 1980 ; RIEUTORT, 1995, DRIANCOURT et al., 2001).

II.1.5. La progestérone :

Elle provient essentiellement des cellules lutéales du corps jaune (Figure3). Elle exerce une action sur l'endomètre. A forte dose elle provoque un rétrocontrôle négatif sur la sécrétion de la GnRH, FSH et LH.

Chez la vache, la concentration de progestérone dans le sang reste élevée pendant toute la gestation, elle diminue progressivement durant 3 à 4 semaine avant le vêlage (LEGRAND et al., 1993).

II.1.6. La prostaglandine (PGF2α):

C'est une hormone synthétisée par les cellules de l'utérus. Elle a un rôle très important dans la lutéolyse ou la régression du corps jaune. (DERIVAUX et ECTORS, 1980). Dans la cellule lutéale bovine, la PGF2α, stimule la production d'insitol triphosphate connu pour induire la libération dans le cytosol du calcium stocké dans le réticulum endoplasmique (DAVIS et al.,1987). D'autre part la PGF2α influence sur la gonadotrophine LH, en effet SPICER et al., (1981) ont observés que pendant la lutéolyse, elle provoquait une diminution du nombre de récepteurs de LH du corps jaune

Elle provoque les contractions de myomètre lors de la mise bas et lors d'involution utérine (LEGRAND et al.,1993).

II.1.7. Ocytocine :

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

II.2. Mécanisme hormonal :

Les hormones hypothalamiques, hypophysaires et ovariennes interagissent assurant ainsi la régulation du cycle sexuel (Figure 4)

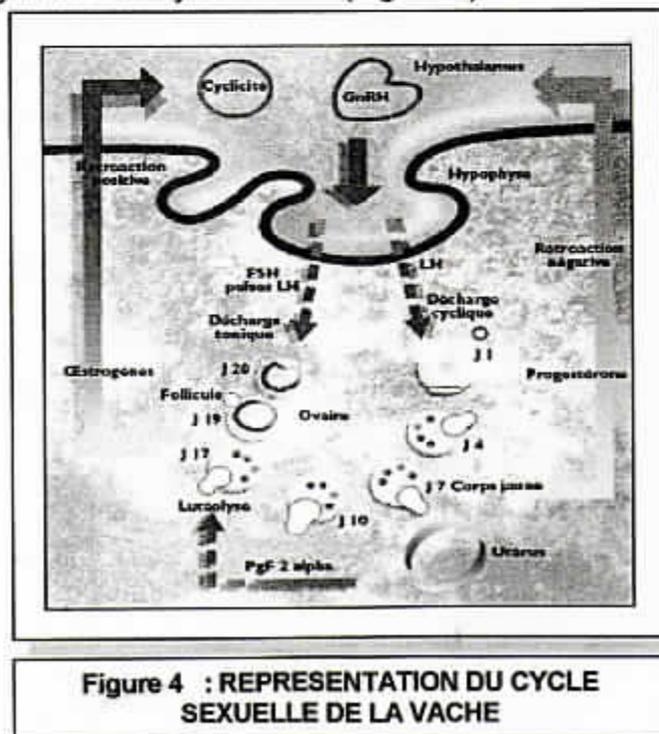


Figure 4 : REPRESENTATION DU CYCLE SEXUELLE DE LA VACHE

Au début du cycle oestral l'hypothalamus sécrète la GnRH. Cette dernière se fixe aux cellules gonadotropes de l'antéhypophyse et provoque la synthèse et la sécrétion de FSH et de LH. La FSH libérée, assure le développement de follicule primaire en follicule mure et dominant (MAILLARD et MIALOT, 2003).

Le follicule qui a déjà commencé à sécréter les œstrogènes continue à se développer jusqu'au stade final avec apparition des signes de l'œstrus.

L'augmentation des œstrogènes dans le sang provoquant un feed-back positif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire. L'auto sensibilité de l'hypothalamus à l'augmentation des œstrogènes permet une décharge massive de GnRH qui stimule la synthèse de FSH et LH (DRIANCOURT et al., 2001).

L'accumulation de LH dans l'antéhypophyse et sa décharge rapide et importante (décharge ovulante) en l'association avec les œstrogènes et d'autres facteurs provoquant l'ovulation et la formation d'un corps jaune qui va commencer à sécréter de la progestérone. Cette dernière prépare l'utérus à la nidation et provoque l'hyperplasie de l'endomètre (DRIANCOURT et al., 2001).

La progestérone exerce un rétrocontrôle négatif sur le complexe hypothalamo-hypophysaire, bloquant toute production de GnRH. La diminution de la progestérone est due à la lyse du corps jaune qui se fait par $PGF_{2\alpha}$ et on aura la levée de l'inhibition de la sécrétion de GnRH et des gonadotropines ces derniers préparent les follicules du prochain cycle (INRAP, 1988).

Si on a une fécondation, le placenta prend le relais du corps jaune gestatif dès sa formation. La concentration de progestérone reste élevée pendant toute la gestation, elle diminue progressivement durant les 3 - 4 semaines avant le vêlage et rapidement 2-3 jours avant la parturition (SMITH et al., 1980).

Lors de la mise bas, l'ouverture du col est assurée par la prostaglandine. La décharge de l'ocytocine provoque les contractions du myomètre entraînant l'expulser le fœtus vers l'extérieur.

II.3. Le cycle de reproduction chez la vache :

II.3.1. Cycle œstral :

Le fonctionnement sexuel de la vache est cyclique tout au long de l'année. L'appareil génital de la vache, subit des transformations au cours d'un cycle de 20-21 jours en moyenne. On distingue dans ce cycle quatre (04) phases :

II.3.2. Le pro-œstrus :

Synchrone du déclin d'activité du corps jaune ; il débute vers le 17^{ème} jour et il est nettement précis au 19^{ème} jour avec le début de l'ascension du taux plasmatique des œstrogènes dû au développement d'un ou plusieurs follicules ovariens (FONTAINE et CADOR, 1995).

L'épithélium de l'endomètre s'épaissit, se vascularise et se garnit d'abondantes glandes tubulaires. Le col commence à s'entrouvrir (1cm de diamètre), le mucus cervical commence à se liquéfier (SOLTNER, 1993).

II.3.3. L'œstrus :

Correspond à la maturation du follicule et la sécrétion maximale d'œstrogènes. Période où la vache accepte le chevauchement. Dure en moyenne 12 à 22 heures.

L'ovulation qui est spontanée survient environ 14 heures après la fin des chaleurs. Il existe à cet égard d'assez grandes variants et les génisses ont tendance à ovuler plus prématurément que les vaches adultes (DERIVAUX et ECTORS, 1980).

Au moment de l'œstrus le congestionnement de l'utérus se poursuit, surtout au niveau des cotylédons. Le col s'ouvre davantage (2 cm environ), et le mucus cervical liquéfié apparaît à l'extérieur de la vulve de la vache en longs filaments. Pendant le pro-œstrus et surtout l'œstrus la paroi musculaire de l'utérus est parcourue de contractions qui deviennent maximales sitôt l'ovulation. Ces contractions ont pour but de favoriser la remontée éventuelle des spermatozoïdes (SOLTNER, 1993).

II.3.4. Le metoestrus:

Se caractérise par la formation du corps jaune et la sécrétion croissante de progestérone, dure en moyenne huit (08) jours.

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

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

II.3.5. Le di-œstrus :

Durant cette phase on a une prédominance suivie d'une diminution de la progestérone plasmatique ce qui correspond à la période d'activité du corps jaune et à sa lutéolyse (SOLTNER, 1999). Dure environ dix (10) jours.

La chute de taux de progestérone dû à une libération de prostaglandine $F2\alpha$ sécrétée par l'utérus entraîne la régression de l'endomètre.

Le col se ferme hermétiquement par un bouchon de mucus cervical épais, qui, en cas de gestation, prend la consistance du caoutchouc (SOLTNER, 1993).

Chapitre II

RAPPELS SUR LE DEVELOPPEMENT EMBRYONNAIRE

I. Rappels sur le développement embryonnaire :

I.1. La gestation

Correspond à la période qui s'écoule de la fécondation à la mise bas. L'événement essentiel est le développement de l'ovocyte en œuf. A la suite de fusion des de membrane nucléaire l'œuf entre immédiatement en division et donne naissance a deux cellule filles.

Dés ce moment, le produit de conception ou conceptus s'appelle **embryon**.

I.2. La fécondation :

Après ovulation, l'ovule est attiré et recueilli dans la bourse ovarique sous l'action de mouvements de succion de la frange du pavillon et de mouvement vibratiles des cils des cils tubaires (TAINTURIER ,2003).

Les spermatozoïdes remontent les voies génitales a la vitesse de 1.5 mm/min pour rencontré l'ovule au niveau de la portion initiale de l'oviducte, ampoule de la trompe. Plusieurs spermatozoïdes s'accroche en couronne à la membrane de l'ovule, mais un seul pénètre dans l'ovule : c'est la fécondation. La fusion des **pronuclei** a lieu 45 heures après le début des chaleurs (TAINTURIER ,2003).

I.3. La vie intrasalpingienne :

Vingt-quatre heurs après la fécondation, l'œuf se divise pour atteindre le stade de 16 cellules (*soit quatre-vingt divisions*) le quatrième ou cinquième jour, sans modification de taille (Figure 5), il se présente alors sous la forme d'un agglutinat de cellule volumineuses et homogènes ressemblant à une mure, d'où le nom **morula**. Ces cellules présentent au début une cohésion assez faible, puisqu'une section réalisée avec un micro-manipulateur les disperse isolément. (TAINTURIER ,2003)

Puis, des liaisons cellulaires se développent, permettant une cohésion plus grande de l'ensemble. La morula se caractérise par un aspect plus dense et plus sombre et se dénomme alors **morula compactée (j5)**.Le diamètre de la morula n'a pas augmenté, il est de l'ordre 0.1 mm. La morula et en faite enferme dans une sorte

de coquille, la zone pellucide, qui est composé de trois glycoprotéines.

Réfringente au microscope optique, elle mesure entre 140 et 150 μm de diamètre. (TAINTURIER ,2003)

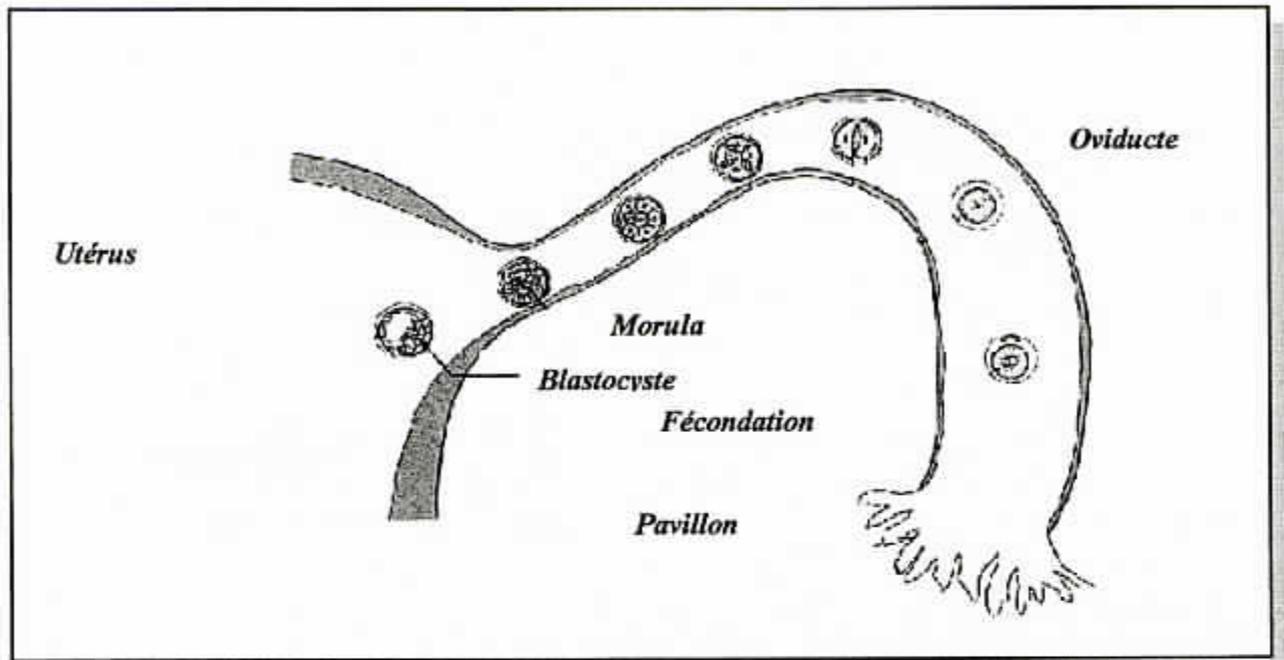


Figure 5: Migration et développement embryonnaire depuis la fécondation jusqu'au blastocyste (INRAP, 1988)

I.4. L'arrivée dans l'utérus :

Au cours du quatrième jour après la fin des chaleurs, parfois le cinquième ou le sixième jour, l'embryon après avoir cheminé dans l'oviducte, tombe dans la cavité utérine (Figure 5) (TAINTURIER ,2003).

De petite cavité apparaissent déjà à la périphérie de la morula. Leur coalescence donne naissance à une cavité ou **blastocyste**. L'embryon prend le nom de **jeune blastocyste**. Celui-ci comprend alors trois structures différentes (Figure 6):

- ◆ **une couche cellulaire périphérique** : le trophoblaste, les futures annexes ;
- ◆ **un épaissement de cette couche** : le bouton embryonnaire ;
- ◆ **une cavité** : le blastocoele

I.5. Le développement dans l'utérus :

Vers j7 et j8, l'augmentation du volume du **blastocoele** et l'accroissement du nombre de cellules (70 à 180) entraînent un accolement du **trophoblaste** contre la **zone pellucide**, qui parallèlement diminue d'épaisseur. Nous sommes alors en présence d'un blastocyste épanoui (TAINTURIER ,2003).

Vers j9, l'embryon subit de rapides augmentation de volume. Il se dilate puis se contracte une ou plusieurs fois de suites entraînant une pression sur la zone pellucide (TAINTURIER ,2003).

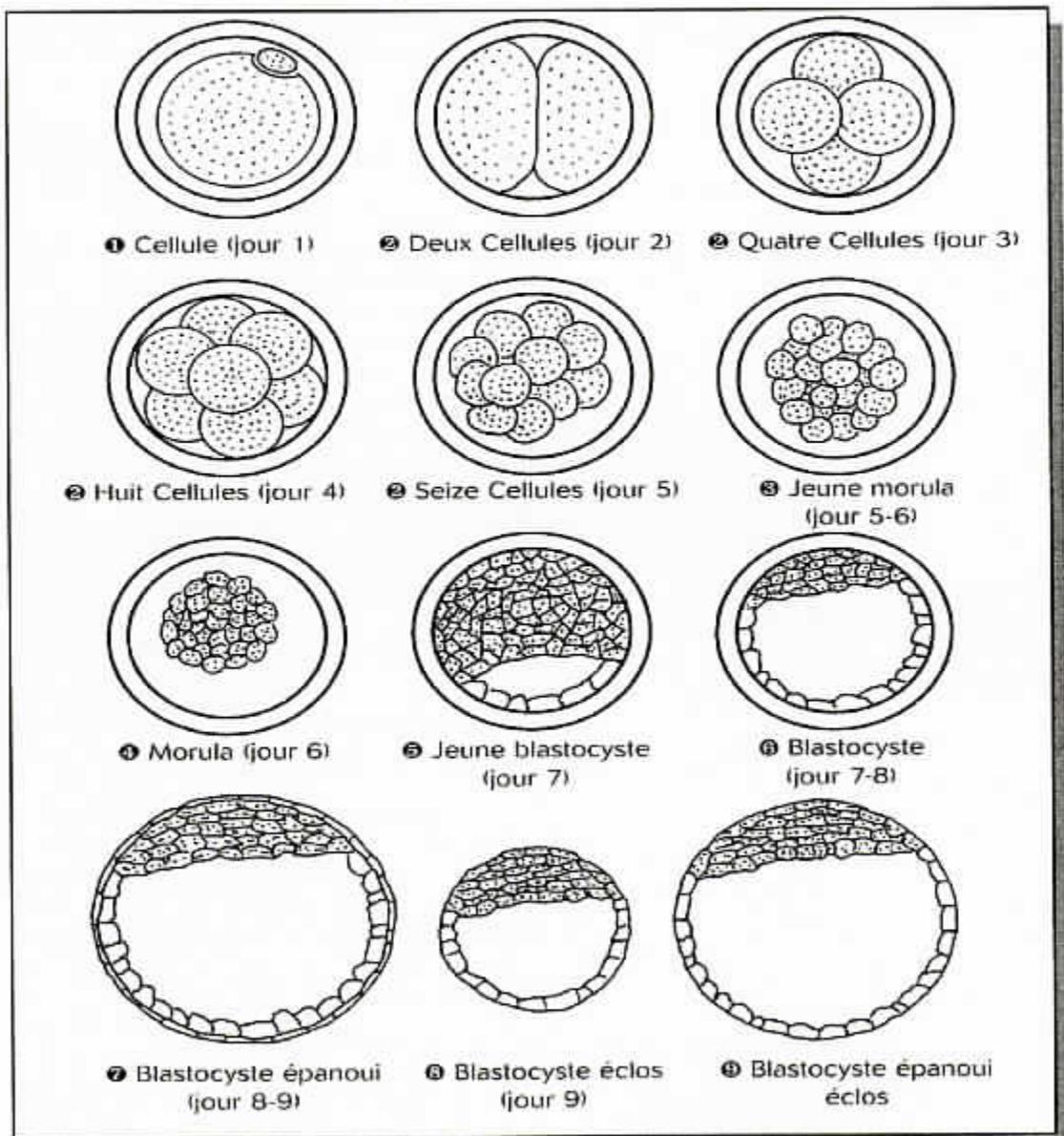


Figure 6 : Développement embryonnaire chez la vache au cours des jours qui suivent la fécondation (TAINTURIER ,2003)

Ce facteur mécanique, certainement associé aux activités protéolytiques conjuguées de l'embryon et de l'endomètre, provoque une déchirure de la zone pellucide permettant une sortie active du **blastocyste**. Le trophoblaste embryonnaire émet alors de sorte de pseudopodes qui vont envahir chaque une des cornes utérines (TAINTURIER ,2003).

Leur diamètre est de 2 mm et leur longueur totale atteint 150 mm a j14 et plus de 1 m à j20 (Figure 6).

Le bouton embryonnaire : se développe entre j12 et j14, **l'amnios** commence à se formé à partir de deux replis qui se rejoignent vers le 23^e jour. Le diamètre du bouton embryonnaire et de l'ordre de 1 cm à 28 jours, il devient décelable par échographie (Figure 7).

L'allantoïde apparaît vers le 18^e jour et se développe à l'intérieur des pseudopodes. Il est bien développé le 23^e jours. (TAINTURIER ,2003)

La nidation commence le 20^e jour et dure plusieurs semaines. **La placentation** se réalise dans 90% des cas dans la corne ipsilatérale au corps jaune (TAINTURIER ,2003).

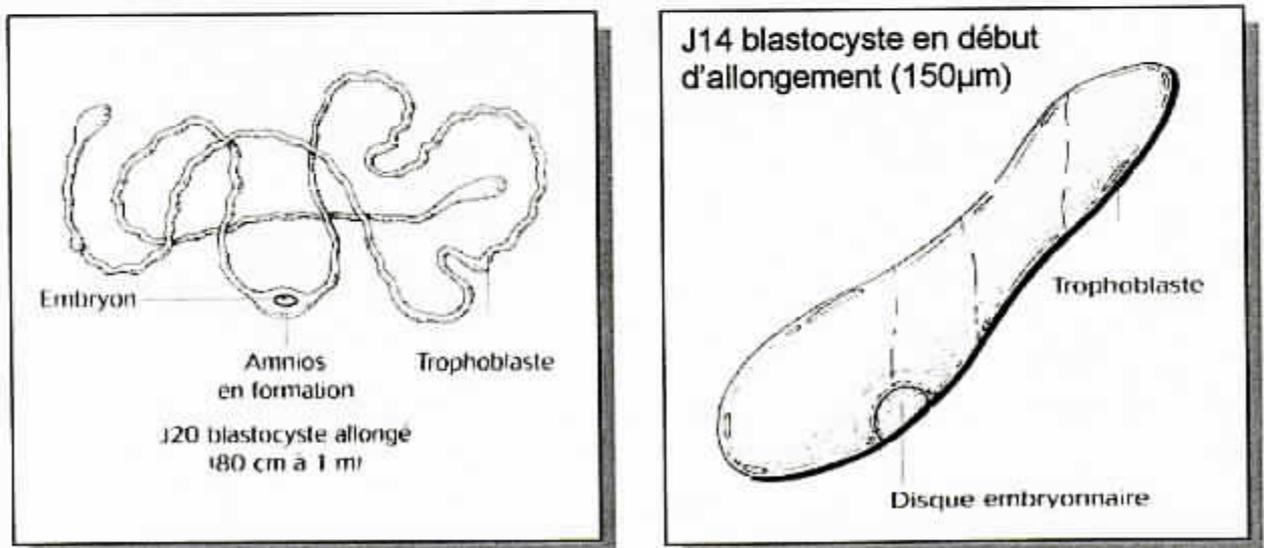


FIGURE 7 : développement embryonnaire de j14 à j20
 Entre j14 et j20 le blastocyste passe de 150µm à 1m (TAINTURIER ,2003)

I.6. La nutrition de l'embryon

Au début, l'embryon se nourrit par osmose dans les sécrétions utérines, appelées « *lait utérin* », dont la composition se modifie tous les jours en fonction des besoins de l'embryon. C'est la raison pour laquelle au cours des transferts d'embryon, la vache donneuse doit être exactement au même stade du cycle oestral que la receveuse. Seul un écart de 24 heures est toléré, sinon il y a automatiquement résorption embryonnaire. (TAINTURIER ,2003)

La composition du lait utérin est mal connue. il est constitué essentiellement de produit de filtration d'origine sanguine et seulement de 2% de molécule synthétisé par l'uterus, ce qui permet qu'une simple métrite au 1^{er} degré, une carence minérale ou un déséquilibre hormonal modifient la composition du lait utérin et provoque des résorptions embryonnaires. (TAINTURIER ,2003)

Chapitre III

DIAGNOSTIC DE GESTATION CHEZ LEZ RUMINANTS

I. LE DIAGNOSTIC MANUEL PAR VOIE TRANSRECTALE

Le principe est de rechercher manuellement des modifications de l'appareil génital, voire des structures embryonnaires (ou fœtales) à travers la paroi rectale

I.1. Signe à rechercher lors d'un examen par voie transrectale :

I.1.1. Corps jaune de gestation :

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

Le corps jaune siège sur l'ovaire du côté de la corne. Ce corps jaune de gestation est nettement en relief et facilement palpable sur l'ovaire, pendant le premier tiers de gestation. Selon SAGET (1971), l'ovaire s'hypertrophie graduellement, allant jusqu'à doubler son volume initial. La glande lutéale grossit jusqu'au 30-40^e jour de gestation pour diminuer ensuite de volume aux environ du 3^e mois. Le corps jaune ne devient plus palpable une fois la gestation avancée (vers le 100-120^e jour) (ROYAL et al.1981 ; ARTHURE et al., 1982), car le volume et le poids de l'uterus font plonger les ovaire dans la cavité abdominale. Dans de rares cas, les deux ovaires peuvent être détectées jusqu'au 150^e jour, bien qu'à ce moment-là, il peuvent être confondue avec les cotylédons (ARTHUR et al., 1982).

I.1.2. Palpation des artères utérine médianes au niveau du ligament larges :

Le diamètre de l'artère utérine commence à s'accroître vers le 40-50^e jour (après l'insémination) du côté de la corne gravide. Elle s'allonge et devint fluctueuse. Son diamètre est de 6-8mm à 4 mois, puis de 15 à 7mois (PIETERSE et WILLEMSE, 1983). Elle se dirige le long du ligament large, en passant en bas et devant le bord pelvien, au 2/3 de la branche de l'iléon. Elle est très mobile, et devient palpable vers les 80 -90 jours.

La pulsation de cet artère va se modifier au cours du temps. En effet, elle cesse d'être une pulsation habituelle pour devenir un frémissement caractéristique appelé « thrill » à partir du 80 jours. C'est entre le 100^e et le 175^e jour qu'est détecté le plus souvent ce thrill du côté de la corne gravide. Il devient continu à partir du 175^e jours. Le thrill apparaît vers le 5^e mois sur l'artère médiane du côté non gravide de la corne selon PIETERSE et WILIAMSE (1983). Cependant pour TSOLV (cité par ARTHUR et al 1982) le frémissement est détecté vers le 235-279^e jours sur la corne non gravide.

Pour mettre en évidence cette sensation de frémissement, il faut presser légèrement l'artère. Si on appuie trop fort on ne sent qu'une pulsation normale.

I.1.3. Asymétrie des cornes :

Pour mettre en évidence l'utérus, il faut d'abords repérer le bassin (ilium et bord du pubis). Une fois localisé, on balaie l'entrée du bassin avec la main ouverte pour trouvé le col utérin. Sinon, on recommence le balayage mais à une profondeur différente. Le col n'est pas toujours situé dans le plan de symétrie de l'animal. On peut utiliser la technique de rétraction de l'utérus qui permet un examen complet et rapide des deux cornes (Figure 8).



Figure 8 : Mise en évidence de l'asymétrie utérine: 60^e jour de gestation (ROYAL et TAINURIER, 1981)

À partir de j75, l'utérus commence à plonger dans la cavité abdominale, il devient plus difficile de détecter l'asymétrie. Il faut palper les deux corne et sur toute la longueur.

I.1.4. Fluctuation du liquide des annexes fœtales :

Cette méthode consiste à mettre en évidence une éventuelle fluidité dans une des deux cornes utérines. Cette fluctuation résulte d'une accumulation de liquides au sein d'une annexe embryonnaire. La détection de cette fluctuation est envisageable dès le 35^e jour de gestation.

I.1.5. Palpation de la vésicule amniotique :

Cette technique a été décrite par PISSEL et RUTLER en 1923 (cité par ARTHUR et al, 1982). La vésicule amniotique est palpable entre le 30-35^e jour de gestation, jusqu'au 65^e jour environ.

En effet, avant le 30-35^e jour, celle-ci est trop petite pour être détectée, alors qu'au delà du 65^e elle devient trop mole, trop dépressible pour être identifiée.

I.1.6. Glissement des membranes annexielles :

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

Les membranes chorio-allantoïdienne peuvent être glissées entre les doigts, puisqu'elles ont la particularité de n'être fixées à l'utérus qu'au niveau des carencules.

Une fois la bifurcation utérine identifiée, il faut pincer la corne gravide entre le pouce et l'index, juste avant la bifurcation, et presser doucement toute l'épaisseur de la corne. L'allanto-chorion est alors senti comme une fine structure qui se glisse après avoir laissé glisser la proie utérine. Cette technique est réalisable dès le 40^e jours, jusqu'au 90^e jour (PIETERSE et al.; 1983,).

I.1.7. Palpation de cotylédons :

La palpation des cotylédons est réalisable dès le 70^e jour de gestation, est indiscutable à partir du 75^e jour (la proie utérine étant devenue trop flasque). Les cotylédons sont d'abord sentis au milieu, et à la base des cornes. Au stade précoce il est difficile d'identifier les cotylédons comme des structures individuelles distinctes. Ainsi, l'utérus donne l'impression d'avoir une surface irrégulière en tôle ondulée (comme un sac rempli de pomme de terre selon ARTHUR et al., 1982).

La gestation avançant les cotylédons augmentent de taille et donc deviennent plus aisés à identifier, et surtout évitent la confusion avec les ovaires.

I.1.8. Palpation du fœtus :

La détection du fœtus ne devient possible que vers le 65-70^e jour, et ce pour deux raisons. D'une part, il atteint à ce stade, une taille raisonnable (6-8 cm) et d'autre part la vésicule amniotique devient assez molle pour permettre de palper le fœtus (ARTHUR et al 1982).

La palpation du fœtus reste possible jusqu'au 5^e mois l'embryon mesure alors entre 25-35 cm de longueur, mais partir du 5^e mois, l'uterus, du fait de son poids et de celui de son contenu bascule vers l'abdomen ce qui rend très difficile (voire impossible) de palper le conceptus, le veau redevient accessible vers le 7^e mois (LAING, 1979), toutefois, à partir du 6^e mois, il est possible par succussion de mettre en évidence indirectement le fœtus. En effet, il suffit de placer le poing serré, en région déclive de l'abdomen à droite, en avant du grasset. Après une poussée brusque (destinée à déplacer l'uterus gravide), le poing serré, collé à la proie abdominale, sent très rapidement, le choc de retours de l'uterus qui reprend sa place initiale. Il est souvent nécessaire de répéter cette manipulation pour être sur.

II. PRINCIPE DES DOSAGES DE LA PROGESTERONE :

L'identification d'un état de gestation est intimement liée à la physiologie de l'embryon et du placenta.

II.1. PRINCIPE DU DOSAGE DE PROGESTERONE DANS LE SANG :

La P4 a constitué une des premières méthodes de diagnostic hormonal.

La progestéronémie, baisse à l'ovulation, augmente rapidement entre le 4^e et le 7^e jour (J1 étant le premier jour de l'œstrus); pour atteindre un plateau jusqu'au 18-19^e jour du cycle œstral.

C'est à cet instant qu'il est possible de différencier une femelle gravide d'une femelle non gravide. En effet, chez une femelle cyclée, la progestérone va brutalement chuter à partir du 19^e jour pour retourner à un taux basal au 21^e jour (Figure 9). Cette chute de la progestéronémie correspond à la lyse du corps jaune périodique. Par

contre, chez la femelle gravide, suite à la persistance du corps jaune (devenu corps jaune gestatif), le taux de progestérone se maintient.

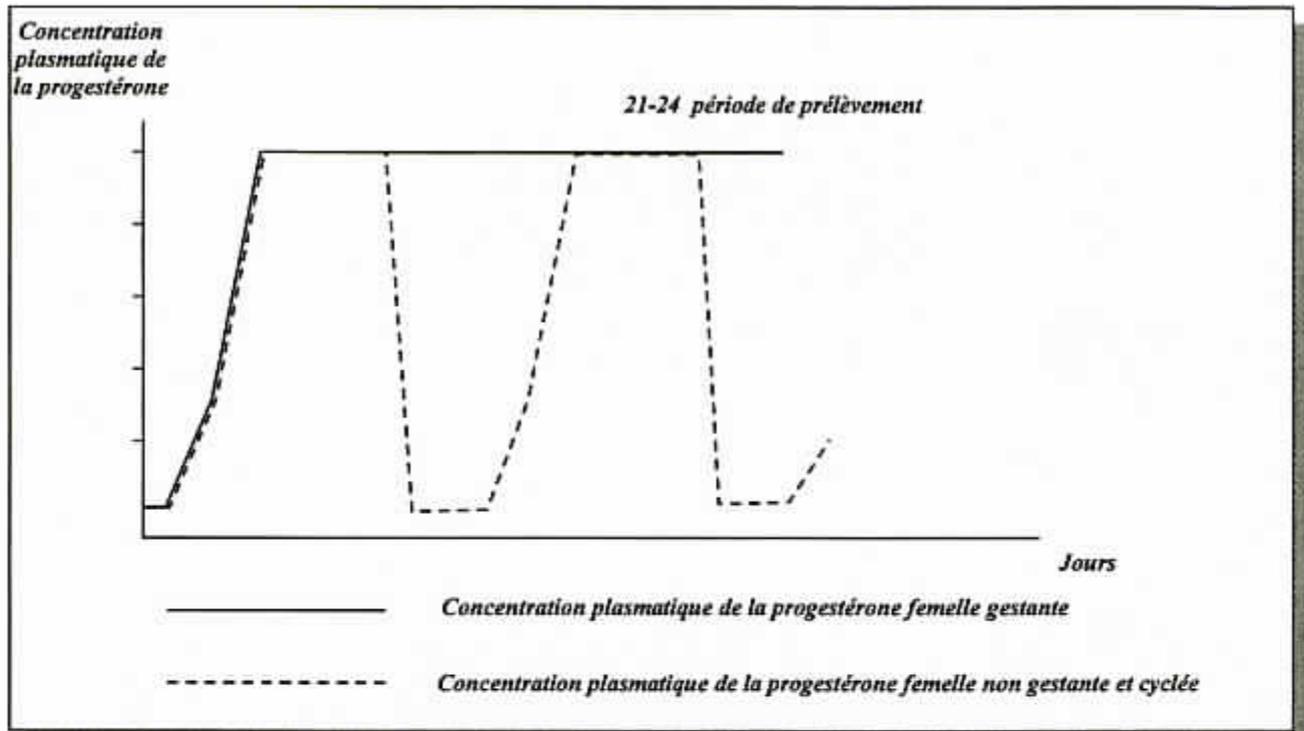


Figure 9 : Principe du diagnostic précoce de gestation par dosage de la progestérone (THIBIER, 1981)

THIBIER (1976) a énoncé 2 points fondamentaux qui permettent d'interpréter un dosage de progestérone : d'une part, il n'y a de gestation possible qu'en présence d'un corps jaune sécrétant de la progestérone en quantité importante (du moins jusqu'au 165^e jour De gestation (BERTRAND et CHARTRE, 1976), D'autre part, la sécrétion de progestérone par le CJ cyclique est identique à celle du CJ gestatif. Par conséquent, si à J19-J24, le taux de progestérone est faible, la vache est en phase folliculaire, et elle est assurément vide.

Par contre, si le taux de progestérone est à cette période élevée, la vache est en phase lutéale, ce qui signifie qu'il est possible qu'elle soit gestante (mais ce ne peut être qu'une présomption et non une certitude).

Le taux de progestérone est relativement stable chez les femelles gravides, et, n'est que peu sujet à des variations.

De même; le fait qu'il existe des variations de la progestéronémie selon la race n'a aucune importance dans la réalisation des dosages. (TAINTURIER; 1977)

Mais si, *in vivo*, les variations de la progestéronémie n'ont que peu de conséquences, la méthode de conservation des prélèvements reste capitale. En effet, le taux de ce stéroïde varie de façon très importante dans le prélèvement, si des mesures adéquates ne sont pas prises.

La progestérone en présence des hématies est métabolisée ce qui diminue fortement l'exactitude des résultats (CHUPIN et ANDRE, 1977).

De même, la température joue un rôle dans la dégradation de la progestérone ainsi VAHDAT et al., (1981) Montrent que plus la température est élevée, plus la dégradation de la progestérone, dans le sang total, est rapide.

Au vu de ces données, il apparaît que les conditions de prélèvement et de conservation avant analyses, doivent être excellentes si l'on ne veut pas que la valeur diagnostique des dosages de progestéronémie en soit altérée.

II.2. PRINCIPE DU DOSAGE DE LA PROGESTERONE DANS LE LAIT :

II.2.1. Variations du taux de progestérone dans le lait :

La correspondance entre la concentration plasmatique de la progestérone et sa concentration dans le lait a été démontrée par de nombreux auteurs, DOBSON et al. (1975), GINTHER et al. (1974), TAINURIER (1977), RAJAMAHENDRAN et al. (1990),

Ainsi, les variations du taux de progestérone dans le lait et dans le plasma sont identiques. Il faut juste signaler que la concentration de ce stéroïde est plus élevée dans le lait que dans le plasma (GINTHER et al., 1976). Le dosage de la progestérone dans le lait comme moyen de diagnostic de gestation est donc possible au même titre que le dosage plasmatique (ou sérique) de la progestérone.

Le taux de progestérone dans le lait est fonction de la composition de ce milieu (taux butyreux, taux azoté) (TAINTURIER, 1977). Les quantités de progestérone dans le lait sont donc moins régulières que celles du plasma. Mais, ces variations étant

moins importantes que la fluctuation brutale due à la lutéolyse, elles ne remettent pas en cause la valeur diagnostique de ce dosage,

III. Le Dosage Protéines Embryonnaires

Dans l'espèce bovine, ont été identifiées des molécules directement produites par le conceptus; et leur dosage dans le cadre du diagnostic de gestation a été proposé. BOZZOLO et al. en 1981, proposaient déjà un diagnostic sérique de gestation basé sur la recherche d'antigènes "embryonnaires" (sans les avoir réellement identifiés) dans le sérum maternel. Depuis, les 3 principales molécules identifiées et retenues comme marqueurs spécifiques de la gestation sont la (b) PSPB (bovine Pregnancy Spécifie Protein B), la PSP60 (Pregnant Sérum Protein (60 kDa)) et la bPAG (bovine Pregnancy Associated Glycoprotein).

III.1. Propriétés :

La PSPB, encore appelée protéine B, fut isolée à partir de membranes placentaires par BUTLER et al. en 1982. Celle-ci est une glycoprotéine acide ayant un poids moléculaire compris entre 47 et 53 kDa. En fait, la PSPB correspondrait plutôt à un complexe protéique, ayant une parenté immunologique (SASSER et al., 1986). La PSP60 fut isolée par CAMOUS et al. À partir de cotylédons foetaux; quant à la bPAG, elle fut isolée par BECKERS et al. 1988. À partir d'extraits placentaires. La bPAG et la PSP60 correspondent en fait à une des 5 formes de PSPB. Ainsi, la PSP60 possède des caractéristiques biochimiques différentes de la PSPB, mais elle est de parenté immunologique très proche (CAMOUS et al., 1988).

La PSP60 a un poids moléculaire de 60 kDa (MIALON et al 1993), la bPAG de 67 kDa (ZOLI et al 1991). Cette différence de poids moléculaire entre ces 2 molécules résulterait de degrés de glycosylation différents (MIALON, 1993).

Le rôle de la PSPB (ainsi que celui de la PSP60 et de la bPAG) est mal connu; mais il a été montré qu'elle était douée de propriétés immunosuppressives (DUMBAR et al., 1990).

Les 3 molécules sont produites par les cellules binucléées du trophoblaste, et plus exactement du trophectoderme (MIALON et al., 1993; RIEMERS et al., 1990).

Diverses études ont précisé leur cinétique pendant la gestation. Chez les bovins, leurs concentrations augmentent dans le plasma ou le sérum entre le 20^{ème} et le 30^{ème} jour de gestation. La précocité de ce moment de détection varie cependant d'un individu à l'autre. En pratique, le prélèvement sera effectué plus de 30 à 35 jours après l'insémination. La concentration est habituellement inférieure à 1 ng/ml avant le 30^{ème} jour de gestation et atteint plusieurs centaines de ng/ml au moment de la parturition (HANZEN, 2004).

Ainsi, ces protéines sont spécifiques du conceptus vivant, et ne sont donc pas trouvées dans le sérum de femelles non gestantes (SASSER et al., 1986). Cependant, ZOLI et al. (1992) ont signalé qu'environ 20% des génisses non saillies ou des vaches non gestantes présentaient des niveaux détectables de bPAG.

La PSPB est retrouvée également dans le lait, mais seulement une fois que la concentration sanguine en PSPB devient particulièrement élevée : en fin de gestation ainsi que dans la semaine suivant la parturition. Par contre, on ne retrouve pas de PSPB dans l'urine, les larmes, la salive, ou les sécrétions vaginales et cervicales des vaches gestantes (SASSER et al., 1989).

IV. L'Early Pregnancy factor :

De nature glycoprotéique, l'Early Pregnancy Factor (EPF) encore appelé Early Conception Factor (ECP) apparaît quelques heures après la fécondation dans le sang de la plupart des espèces animales dont la vache. Ce facteur existe en fait sous deux formes: l'une sécrétée par l'ovaire ipsilatéral à la corne gestante (EPF-B) et l'autre synthétisée par l'oviducte (EPF-A) (HANZEN, 2004).

La détermination de sa concentration constituerait un bon moyen d'identification d'une mortalité embryonnaire si ce n'était le manque de reproductibilité de son évaluation plasmatique, imputable au fait qu'elle est influencée par de nombreux facteurs biologiques (HANZEN, 2004).

V. La zygotine :

Son rôle exact reste à démontrer. Molécule de faible poids moléculaire, elle induit la production par l'oviducte et l'ovaire porteur du corps jaune d'un facteur précoce de la gestation appelé EPF (Early Pregnancy factor). Elle ne serait pas impliquée directement dans la synthèse de progestérone par le corps jaune ou de prostaglandines par l'endomètre (HANZEN, 2004).

VI. L'hormone placentaire

Sécrétée par les cellules binucléées, cette hormone est détectée dans le sang maternel entre le 26ème et le 110ème jour de gestation et son taux plasmatique est maximal (1 à 2 ng/ml) aux environs du vêlage. Sa sécrétion restant faible durant les premiers mois de la gestation, elle ne constitue pas un bon indicateur de mortalité embryonnaire et en rend peu pratique l'utilisation dans le cadre d'un diagnostic clinique de gestation (HANZEN, 2004).

VII. Les oestrogenes

Le placenta est une source importante d'oestrogènes. Ils sont détectables dès le trentième jour de gestation dans le liquide amniotique et le 50ème jour dans le liquide allantoïdien. Le dosage du sulfate d'oestrone dans le lait est possible à partir du 110ème jour de gestation. Cette contrainte en limite nettement l'utilisation pratique (HANZEN, 2004).

VIII. La trophoblastine

De nature protéique, la trophoblastine est synthétisée par le trophoctoderme (GODKIN et al., 1984 (bTP-1 : bovine Trophoblast Protein 1)). La trophoblastine est identifiée dans le liquide de lavage de la cavité utérine vers le 12ème jour chez la vache (HUMBLOT et DALLA-PORTA 1984, THATCHER et al., 1985 ; BAZER, 1989). Sa concentration augmente de manière synchrone avec les changements morphologiques de l'embryon.

Chez la vache elle peut encore être détectée jusqu'au 38ème jour de gestation (BAZER, 1989).

Localisée au niveau de l'endomètre, la trophoblastine n'est pas retrouvée dans le sang et par conséquent ne peut être utilisée comme méthode de diagnostic de gestation.

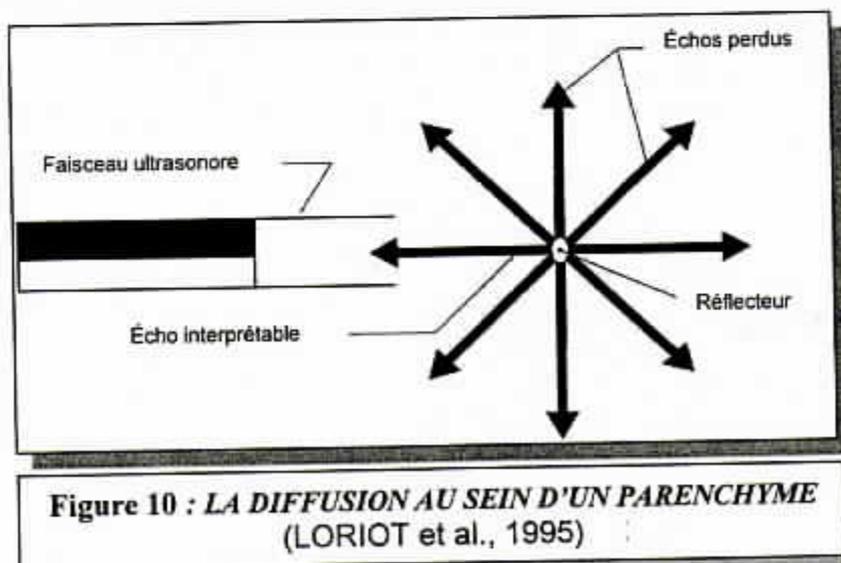
Chapitre IV

Principes de l'échographie

Un des atouts majeurs de l'échographie est de permettre la visualisation directe du conceptus. Elle permet ainsi, de contrôler directement la viabilité de l'embryon. Pour cela, il suffit de contrôler l'existence de battements cardiaques (apparaissant vers le 21-22^e jour de gestation. En outre, la mortalité du conceptus est souvent accompagnée d'une diminution du volume liquidien de la vésicule, et d'une augmentation de l'échogénéité de la masse embryonnaire. En visualisant le conceptus, l'échographie permet de dénombrer les fœtus chez une femelle gravide (CURRAN et al., 1986 ; DOBSON et al., 1993).

I. Principes de l'échographie

L'échographie est une technique non invasive d'imagerie médicale. L'image échographique résulte de l'analyse des échos émis par la sonde et lui revenant. L'élément piézo-électrique, contenu dans la sonde, encore appelée transducteur, est excité pendant une courte période généralement de l'ordre de 1 à 2 secondes, ce qui provoque une impulsion ultrasonore de deux ou trois cycles. A la fin de cette excitation, l'élément piézo-électrique se met au repos et le train d'ondes ultrasonores se propage dans l'organisme exploré (LORIOT et al., 1995). Des échos sont produits au cours de son trajet et une partie d'entre eux revient à l'élément piézo-électrique produisant ainsi une vibration de ce dernier, ce qui induit un courant électrique : le signal échographique. (Figure 10)



Les échos sont donc issus de la réflexion d'interface (limite de séparation entre deux milieux de nature différente) sur les structures rencontrées lors du trajet des ultrasons. La réflexion multidirectionnelle, encore appelée diffusion, se produit lorsque la structure réfléchissante est de très petite dimension par rapport à la longueur d'onde ultrasonore. Cette réflexion permet de former l'image des structures internes des organes (LORIOT et al., 1995)

L'amplitude de l'écho est proportionnelle à l'intensité de l'onde réfléchie par la structure explorée. Cette intensité dépend de la nature du tissu rencontré par l'onde et de la différence d'impédance acoustique Z (Z est égale au produit de la densité du milieu par la célérité de l'onde ultrasonore dans ce milieu) entre les divers tissus. Ainsi à l'interface de deux milieux d'impédance acoustique très différente (os et tissu mou, air et tissu mou...), la réflexion est quasi totale : l'os et l'air forment des écrans, il n'y a plus d'onde sonore réfractée (on parle encore d'ombre acoustique) et les structures plus profondes ne peuvent donc plus être explorées. C'est pourquoi, d'une part, un gel minéral est utilisé pour éliminer toute poche d'air entre la sonde et la partie de l'animal avec laquelle elle est en contact. D'autre part, la sonde doit être placée à un endroit (appelé *fenêtre acoustique*) où ne s'interpose pas d'os entre elle et l'organe étudié. Ainsi, l'échogénéité d'un tissu est son aptitude à renvoyer plus ou moins bien l'écho ultrasonore après en avoir absorbé une partie (LORIOT et al., 1995).

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

1.2. Formation des images échographique

L'examen de l'image se fait en plusieurs temps :

1. reconnaissance du parenchyme et identification de l'organe.
2. étude des contours de l'organe.
3. étude de l'homogénéité de l'échostructure

I.2.1. Les images de contours

I.2.1.1. Les images d'interface

Les images d'interface sont formées par la réflexion des ultrasons au niveau de la zone de contact entre deux milieux d'impédance acoustique différente. Cette limite se traduit à l'écran par une ligne échogène qui délimite le contour de l'organe. Cette ligne est d'autant plus visible que le faisceau incident aborde l'interface de façon perpendiculaire (réflexion de type miroir).

Si le faisceau incident est parallèle à l'interface, il n'y a pas de réflexion et aucune image n'est formé sur l'écran (LORIOT et al., 1995).

I.2.1.2. Les images de paroi et de cloison

Elles sont représentées par une ligne échogène continue quelque soit l'incidence des ultrasons. Ces parois sont visibles même si les deux milieux qu'elles séparent ont des impédances acoustiques voisines. Les parois traversé par en incidence perpendiculaire sont très échogène tandis que les tangentes ne sont pas toujours visible à l'écran. L'image échographique des vaisseaux est caractérisée en coupe transversale par un disque noir plus au moins border de blanc selon les caractéristiques de la paroi, et en coupe longitudinale par une image canalaire noire bordé de blanc (LORIOT et al., 1995).

I.2.2. Les images de tissus

I.2.2.1. Les tissus mous

Il s'agit des muscles et des divers parenchymes organiques. On obtient sur l'écran une image de texture granuleuse, alternant des taches blanches, grises et noires ; plus au moins fines et plus au moins contrastées. Cette texture, appelée « speckle » est due à la diffusion des ondes ultrasonores au sein du tissu. L'aspect de l'image dépend de plusieurs facteurs (LORIOT et al. 1995):

- ♦ des caractéristiques structurales du tissu, de la répartition des réflecteurs (unité structurale au niveau de laquelle a lieu la réflexion de l'onde ultrasonore). De leur densité et de leur nature.

- ◆ Des caractéristiques de la sonde ; la dimension des taches dépend de la résolution de l'échographe qui est définie par la fréquence de la sonde et la focalisation du faisceau.
- ◆ Des caractéristiques de l'échographe, et notamment le réglage du gain, du contraste du seuil de l'élimination. L'utilisation d'un gain trop faible, ou d'un seuil d'élimination trop élevée peuvent faire apparaître vide d'écho un parenchyme seulement hypoéchogène et la confusion avec un liquide est possible. Il en résulte que l'aspect échographique d'un foie, par exemple, sera différent selon l'espèce, la race, l'âge, la sonde, l'échographe et le réglage. c'est pour cette raison que le praticien doit parfaitement connaître son appareil et doit manipuler de nombreuses heures sur des animaux sains, d'espèces, de race et d'âge différents, avant de prétendre identifier une modification de l'aspect échographique d'un organe

1.2.2.2. Les tissus graisseux

Les tissus graisseux sont des tissus mous très échogènes. Ils sont souvent à l'origine d'images de mauvaise qualité car l'onde ultrasonore est très atténuée et très diffractée. De ce fait, Les animaux obèses sont difficiles à échographier (LORIOT et al. 1995).

1.2.2.3. Les tissus osseux

L'os est un tissu à forte cohésion moléculaire avec une impédance acoustique élevée. La différence d'impédance acoustique entre l'os et les tissus avoisinants est telle qu'il y a une réflexion très importante au niveau de son interface. Il n'y a pas donc pas d'image derrière un tissu osseux, et sa description se limite à celle sa surface (LORIOT et al., 1995).

1.2.3. Les images de liquide

En échographie les liquide purs sont assimilable à de l'eau, il transmettent parfaitement les ultrasons. Sur l'écran, ils apparaissent comme des zones vides d'écho donc anéchogène, même si on augmente les gains. L'urine, le liquide amniotique, la bile, sont des liquides purs. Par contre les liquide à cellularité élevée et/ou contenant des particules en suspension, liquide impurs, tel que le pus les ultrasons rencontre une

multitude de réflecteurs, une image piquetée de blanc à gain élevé apparaît sur l'écran (LORIENT et al., 1995).

1.2.4. Les images de gaz et de calculs

A l'interface tissu- milieu gazeux, les ultrasons sont totalement réfléchis car la différence d'impédance est élevée. Sur l'écran, nous avons une image d'interface hyperéchogène suivi d'un cône d'ombre les calculs sont aussi à l'origine d'un cône d'ombre car la totalité des ultrasons est réfléchi (LORIENT et al., 1995).

1.2.5. Les artefacts

Les artefacts sont des altérations produites artificiellement lors d'un examen. Ils ne correspondent à aucune anomalie ou lésion. Ces altérations sont dues à des phénomènes physiques inhérents aux lois de propagation des ultrasons. L'interprétation de ces images échographiques doit tenir compte de ces images, « parasites », il est donc essentiel de les connaître (LORIENT et al., 1995).

- *la réverbération ou l'écho de répétition*

Il se manifeste par une succession de courbe hyperéchogène parallèles. Il résulte de réflexion multiple entre deux interfaces très réfléchissantes ou entre une interface et la surface de la sonde, seul le premier écho correspond à une structure réel, les autres apparaissant comme des copies conformes d'intensité plus faible (LORIENT et al., 1995).

- *Le cône d'ombre*

Est une zone noir, résultant de l'absence d'échos suite à la réflexion total de l'onde ultrasonore au niveau d'une interface avec de l'air, de l'os, ou des calculs (LORIENT et al., 1995).

- *Le renforcement postérieur*

Se traduit par une image plus échogène que l'on observe en aval d'une structure qui n'atténue pas les ondes sonores. Une onde qui traverse la vessie, la vésicule biliaire ou une vésicule embryonnaire est peu atténuée. Sous ces structures les ondes se comporteront comme si elle était amplifiée (LORIENT et al., 1995).

- *la « queue de comète »*

C'est un trait vertical hyperéchogène que l'on rencontre lorsque le faisceau ultrasonore rencontre une bulle d'air ou de petite surface minéralisé. C'est un phénomène de réverbération (Figure 11).

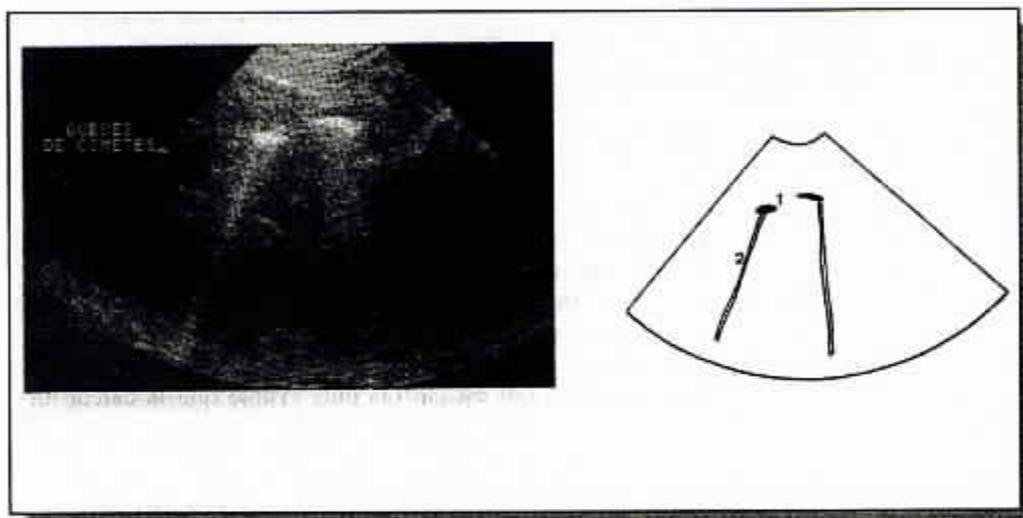


Figure 11 : IMAGE EN « QUEUE DE COMETE » SUR ECHOGRAPHIE DIGESTIVE (sonde 3.5mhz ; prof : 13cm) (LORIOT et al., 1995)

- *L'artefact en miroir*

C'est l'apparition sur l'écran de deux image identique, symétrique par rapport à une ligne très échogène (Figure 12).

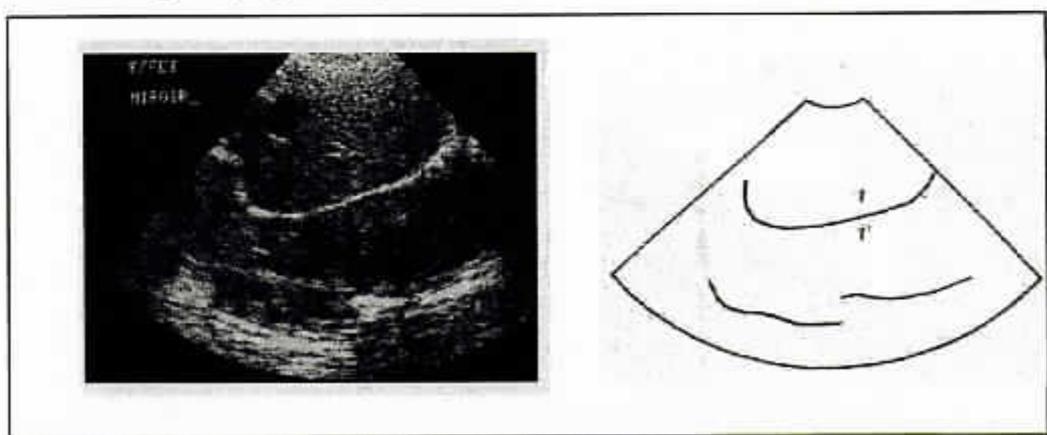


Figure 12 : ARTEFACT EN MIROIR SUR UNE COUPE RECURRENTE DE FOIE ; prof : 13 cm. I : foie ; I' : image en miroir du foie (LORIOT et al., 1995)

- *L'effet marge*

C'est la formation d'une image échogène dans un liquide, alors que celui-ci ne contient aucune cellule ou autre élément, le faisceau ultrasonore est caractérisé par trois dimensions : une largeur, une profondeur et une petite épaisseur. Cette dernière est responsable de l'effet marge (LORIOT et al., 1995).

I.3. INNOCUITE :

L'échographie est sans danger pour le manipulateur, du moins si la contention des animaux examinés est correctement réalisée.

Pour l'animal, elle est relativement peu invasive, et semble dépourvue de quelconques effets néfastes puisqu'il n'y a pas d'effets biologiques décelés sur des tissus aux fréquences et intensités utilisées en échographie médicale (PELZER, 1985).

En effet, la chaleur produite (effet thermique) est négligeable aux intensités sonores utilisées en diagnostic médical : de l'ordre de 0,001 à 0,1 W/cm¹; alors qu'il faudrait une puissance sonore de 20 W/cm² pour avoir une production de 0,001 °C/s à une fréquence de 1 MHz. De même, si des effets chimiques (par la production de peroxydes et la rupture des macromolécules cytoplasmiques et nucléaires) sont reconnus; ceux-ci n'apparaissent qu'à de très hautes intensités. Enfin, la cavitation (accroissement des bulles de gaz qui finissent par éclater, et, ainsi libérer de l'énergie qui se propage comme une onde de choc capable de détruire le milieu environnant) n'apparaît qu'à de très fortes intensités (500 mW/cm² pour 1 MHz) (LEGRAND et CARLIER, 1981),

De plus, ces effets décrits ici, ne sont observés que lors d'expositions continues aux ultrasons (il y a alors formation d'un champ ultrasonore et d'ondes stationnaires). Or une sonde n'émet que pendant un bref instant (BADTRAM et al., 1991) alors qu'elle "écoute" pendant un temps plus long (10⁻³ s). D'où, pour un examen d'une heure, la durée d'émission réelle des ultrasons est très faible (environ 3 secondes) (LEGRAND et CARLIER, 1981).

Par contre, en ce qui concerne l'innocuité de l'échographie envers l'embryon, les avis sont plus partagés. En effet, COULTHARD (COULTHARD et DALTON, 1994) relate des incidents qui viendraient remettre en cause l'innocuité des ultrasons. Au cours de suivis échographiques de transferts d'embryons; le taux de mise-bas s'est avéré catastrophique, et surtout bien en dessous de ce que pouvait laisser espérer les examens échographiques. Suite à quoi, il a mené une expérience qui tendrait à montrer que ce n'est pas l'exactitude de l'échographie qui est mise en doute, mais bel et bien son innocuité chez les embryons transférés. L'étude de MEE et al., (1994) rejoint les conclusions de ce dernier, en soulignant l'augmentation anormale de mortalités embryonnaires chez des femelles échographiées entre 25-45 jours après insémination.

Cependant, BAXTER et WARD (1997) ont montré que l'utilisation de l'échographie à 30-40 jours n'augmente pas le taux de mortalité foetale. De même, BALL et LOGUE (1994) ne notent pas de différence de ce taux entre des animaux échographiés entre 28 et 42 jours avec ceux qui ne sont pas échographiés pendant cette période. Pour FILTEAU et DESCÔTEAUX (1998), le taux de mortalité embryonnaire ne varie pas de façon significative en fonction du moment où est fait l'échographie (pour la période 25-40 jours après insémination). Quant à HANZEN et DELSAUX (1987), ils concluent leur étude expérimentale en affirmant que les ultrasons restent moins risqués que la palpation transrectale, entre 35-50 jour après insémination.

I.4. Contraintes techniques

I.4.1. Choix de la sonde

I.4.1.1. Différents types de sondes

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

- les *sondes mécaniques* sont constituées d'éléments piézo-électriques (uniques ou groupés), soit oscillants (élément unique), soit en rotation autour d'un axe (éléments uniques ou groupés). Ces sondes présentent le double avantage un coût réduit 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 13).

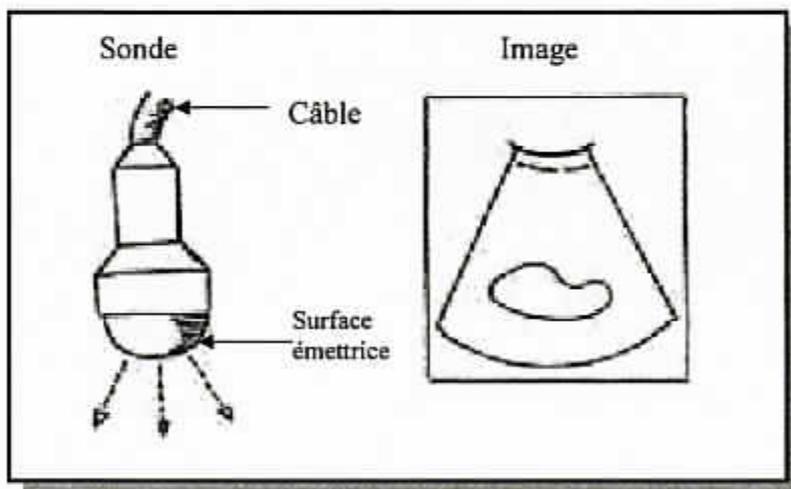


Figure 13: *SONDE SECTORIELLE (DECANTE, 1990)*



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

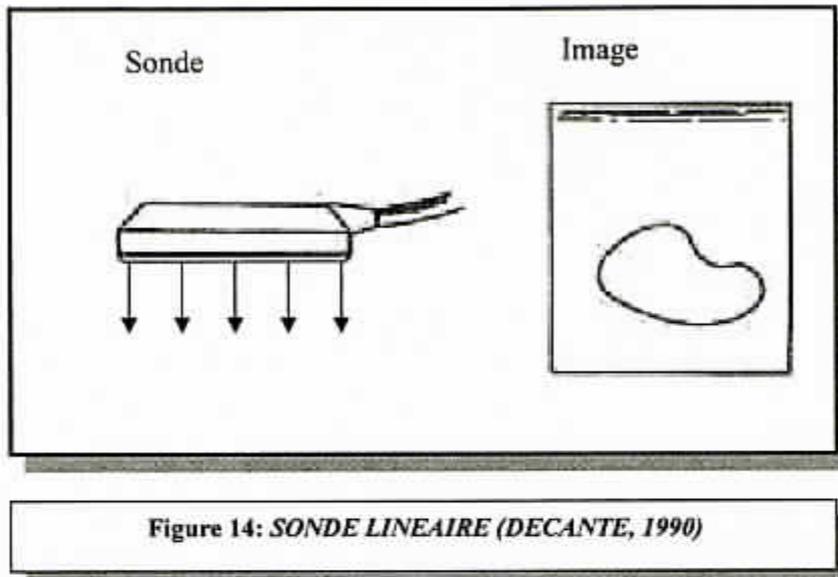


Figure 14: *SONDE LINEAIRE (DECANTE, 1990)*

Selon nos recherche bibliographique les échographes équipés de sondes linéaires sont les plus fréquemment utilisés quelques publications font toutefois référence à l'emploi de sonde sectorielle en gynécologie bovine (PIETERSE *et al.*, 1988 ; HUGHES et DAVIES, 1989 ; KÄHN, 1989 ; VOS *et al.*, 1990 ; KOT *et al.*, 1999). En fait, les deux types sondes sont utilisables chez les bovins. Finalement, en clientèle vétérinaire, le choix de l'échographe doit être raisonné en fonction des applications envisagées.

1.4.1.2. 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.

1.4.1.3. Propriétés des sondes sectorielles

Le principal avantage de ce type de sonde est sa polyvalence. Cependant, les lignes d'échos réfléchis n'étant pas parallèles, la résolution latérale change en fonction de la profondeur d'exploration. Par ailleurs, les structures de grandes dimensions sont de visualisation plus difficile à proximité de la sonde. Enfin, l'apprentissage de la matérialisation du plan de coupe est plus délicat. Ce matériel sera donc choisi lorsque l'échographie est pratiquée chez plusieurs espèces, les vétérinaires ayant une activité mixte réelle sont donc concernés (MIALOT *et al.*, 1991).

1.4.1.4. Choix de la fréquence des ultrasons

En médecine vétérinaire, les sondes de 3,5 MHz, 5 MHz et 7,5 MHz sont majoritairement utilisées. La pénétrance d'une sonde de 7,5 MHz n'est que de 4 à 5 cm, seules les structures proches de la sonde peuvent donc être examinées précisément (follicules, corps jaune, petits embryons). Une sonde de 5 MHz a une pénétrance de 8 à 10 cm, permettant de visualiser les ovaires, l'utérus et les éléments structuraux de début de gestation. La pénétrance de la sonde de 3,5 MHz est de 12 à 15 cm, elle permet d'examiner des gestations plus avancées et les états pathologiques de l'utérus tel que le pyomètre (CHASTANT-MAILLARD, 2003)

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

Enfin, les sondes commercialisées peuvent émettre deux fréquences différentes. De plus un même échographe peut être équipé de différentes sondes de types (sectoriel ou linéaire) et de fréquences différentes.

I.4.2. Choix de l'appareil

Les appareils anciens ont pour principaux inconvénients un encombrement trop important (26 kg pour ALOKA SSD 220) et une longueur du câble reliant la sonde à l'unité centrale souvent inférieure à deux mètres. Aujourd'hui, un effort est fait pour améliorer la maniabilité des échographes (poids moyen entre 7 à 15 kg, longueur du câble de la sonde d'environ 3 mètres).

Les appareils proposés actuellement sont donc petits et légers (Ultra scan 50L et S, Echo Control, Angoulême, France : moins de 4 kg ; Ultra scan 900, Echo Control, Angoulême, France : 5,8 kg). Ils peuvent fonctionner sur secteur ou sur batterie, avec une autonomie variant de une heure (Scanner 100LC, Pie Medical, Hospimedi, Pouilly, France) à deux ou trois heures (Ultra scan 900, Echo Control, Angoulême, France).

Il est également possible de figer l'image, de mesurer des distances, volumes ou circonférences. Certains échographes permettent également l'enregistrement des échographies sur disquette et leur impression sur papier.

Enfin, les fabricants des toutes dernières générations d'échographes ont cherché à optimiser la facilité d'utilisation de leurs appareils : l'écran de l'échographe 50S TRINGA de Pie Medical (Hospimedi, Pouilly, France) s'attache sur l'avant bras resté libre.

L'échographe choisi doit donc être résistant, de nettoyage facile et portable.

I.5. Contraintes économiques

Le prix d'un échographe est rarement inférieur à 9231 euro TTC auquel il faut y ajouter le prix de la sonde. En effet, cette pièce majeure et fragile représente généralement 30 % du prix total d'achat (tableau 1). Il est donc nécessaire de bien définir tous les paramètres relatifs aux utilisations futures de son appareil au moment de l'investissement

Tableau 1 : Exemples de coût de matériel échographique (prix 2001 donnés hors taxes en euro)

| Echographes | Sonde | Prix total |
|----------------------------------|---------------------------|------------|
| ULTRA SCAN 900 (Echo Control) | linéaire de 5 MHz | 14129 |
| | linéaire de 7,5 MHz | 14430 |
| ULTRA SCAN 50L (Echo Control) | linéaire de 5 MHz | 12918 |
| | linéaire de 7,5 MHz | 13219 |
| ULTRA SCAN 45L (Echo Control) | linéaire de 5 MHz | 12211 |
| | linéaire de 7,5 MHz | 12513 |
| 100 FALCO Vet (Pie Médical) | linéaire de 6/8 MHz | 11538.50 |
| | microconvexe de 5/7,5 MHz | 15231 |
| 485 ANSER (Pie Médical) | linéaire de 6/8 MHz | 10000 |
| | microconvexe de 5/7,5 MHz | 13692 |

II. CONDITIONS A RESPECTER POUR UN BON EXAMEN ECHOGRAPHIQUE CHEZ LES BOVINS

II.1. Choix du local d'examen

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

II.2. Contention des animaux

Deux modalités sont possibles selon DECANTE (1990) et TAINTURIER *et al.*, 1998 :

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

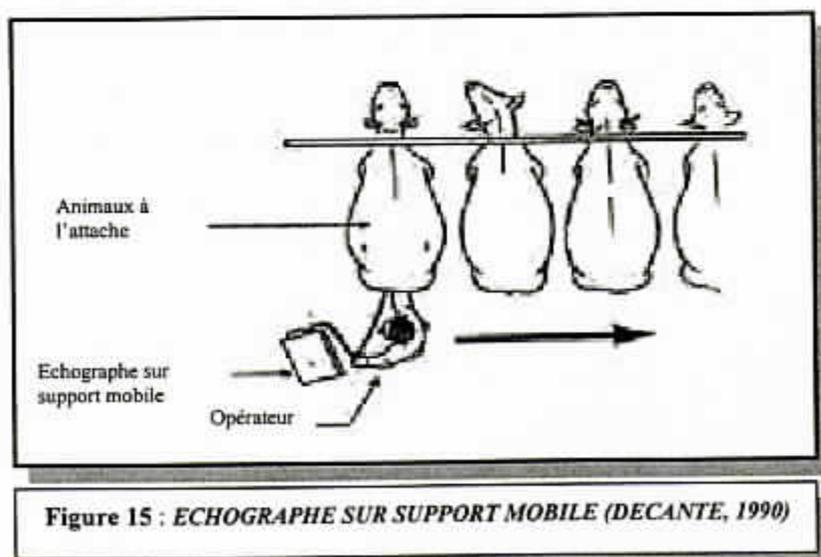
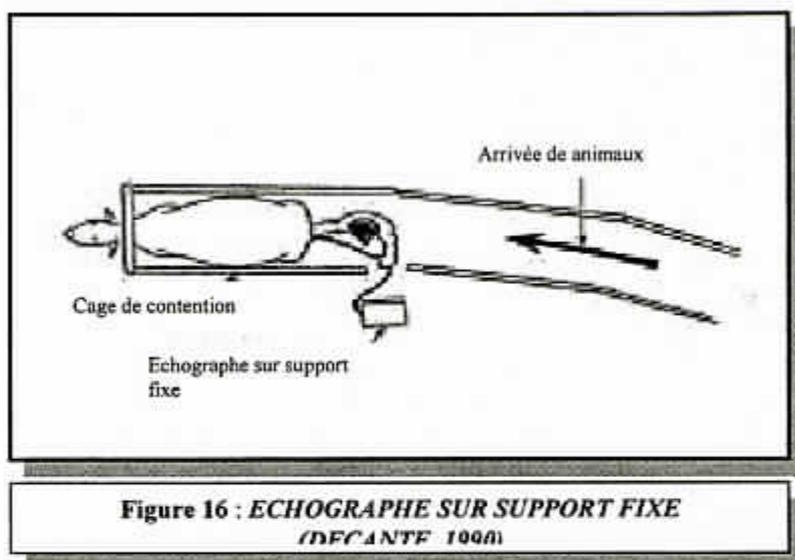


Figure 15 : ECHOGRAPHE SUR SUPPORT MOBILE (DECANTE, 1990)

L'autre possibilité est de disposer d'un endroit précis à l'écart du troupeau comme un couloir de contention disposant d'une prise électrique à proximité. L'échographe reste en position fixe et ce sont les animaux qui sont déplacés un à un. L'appareil reste ainsi en sécurité (Figure 16).



En élevage laitier, en stabulation à logettes, l'échographe peut être placé dans une logette et les vaches sont présentées dans la logette voisine.

En fait, il n'y a pas de solution idéale. Transporter l'appareil l'expose certes davantage, mais les animaux sont beaucoup plus nerveux lorsqu'ils sont déplacés. Or pour réaliser un examen échographique dans les meilleures conditions, le calme de l'animal est primordial.

II.3. Nécessité d'un examen transrectal préalable

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

Tout d'abord, le rectum est vidé partiellement des fécès qu'il contient. Le tractus génital (col, cornes utérines puis ovaires) et la vessie sont palpés. Cet examen préliminaire permet d'estimer les différents rapports existants entre ces organes, de repérer leur position dans la filière pelvienne et de noter d'éventuelles modifications anatomiques liées à un processus physiologique ou pathologique.

L'examen des ovaires consiste à rechercher par palpation sa taille, sa mobilité, sa position et les structures présentes (corps jaune, follicules, kystes ou tumeur). L'examen de l'utérus consiste à déterminer la taille des cornes, leur position par rapport au pubis, leur consistance, leur symétrie et éventuellement la présence d'éléments figurés dans l'utérus (cotylédons, fœtus). L'examen échographique peut ensuite débiter (DECANTE, 1990 ; TAINURIER *et al.*, 1998).

II.4. Examen échographique méthodique de l'appareil génital

Il est nécessaire de procéder de façon systématique dans la progression et le déroulement de l'examen échographique. La sonde de l'échographe est introduite dans le rectum de sorte que le côté cristal émetteur soit orienté vers le bas. Suivant les appareils, le dos de la sonde est plus ou moins facile à reconnaître. Sur les sondes linéaires, il est souvent creusé de telle sorte que l'on puisse y placer facilement l'index. Une bande noire verticale (résultant de la non transmission des ultrasons) peut apparaître sur l'écran si des matières fécales sont collées sur le côté émetteur de la sonde, il est alors nécessaire de passer son doigt entre la sonde et la muqueuse rectale pour obtenir un contact maximal (CHAFFAUX *et al.*, 1982).

Sont successivement visualisés la vessie, puis le col et le corps utérin en maintenant la sonde horizontale, dans le plan médian de la filière pelvienne. Il est également possible de commencer par la partie la plus crâniale des cornes, puis de reculer vers le vagin en suivant successivement le trajet des deux cornes.

En pratique, si la sonde est de petite taille, il faut essayer de la tenir avec le pouce dans le creux de la main, les autres doigts regroupant l'appareil génital sous la sonde. Les deux cornes sont examinées systématiquement l'une après l'autre en déplaçant la sonde latéralement et vers l'avant. Elles sont alors coupées longitudinalement par le faisceau d'ultrasons, ou tangentiellement lorsqu'elles sont repliées sur elles - mêmes.

Les sondes de grande taille permettent d'examiner pratiquement toute la longueur des cornes utérines au cours d'un seul déplacement latéral de la sonde. Elles présentent cependant l'inconvénient de rendre très difficile, voire impossible, le regroupement des cornes dans le creux de la main et la manipulation de la sonde.

La mobilité de l'ovaire rend son examen échographique plus difficile que celui de l'utérus. La sonde est habituellement 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 le petit doigt (HANZEN *et al.*, 1993a). L'ovaire peut également être bloqué entre la sonde et la branche montante de l'ilium.

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

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

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

L'échographie est une méthode très facile à mettre en œuvre, même si les appareils dits portables sont encombrants. L'examen peut parfois être pénible quand il s'agit de transporter, d'un animal à l'autre, l'échographe avec ses mètres de câble électrique derrière. C'est une technique relativement rapide : 20 à 30 échographies par heure (BISSON, 1992). Mais, tout comme la palpation transrectale, l'échographie n'est envisageable que sur des troupeaux d'effectifs raisonnables : en effet, l'échographie est relativement épuisante à la longue (pour le bras et pour les yeux).

Chapitre V

UTILISATION DE L'ECHOGRAPHE EN GYNECOLOGIE BOVINE

I. UTILISATION DE L'ECHOGRAPHIE POUR DETERMINER L'ETAT PHYSIOPATHOLOGIQUE DE L'APPAREIL GENITAL DE LA VACHE NON GRAVIDE

I.1. Examen échographique de l'utérus non gravide

I.1.1. Echographie de l'utérus non gravide physiologique

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.

I.1.1.1. *Evolution des images utérines au cours du cycle œstral*

Les caractéristiques échographiques de l'utérus changent au cours du cycle. 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 » (PIERSON et GINTHER, 1987a ; 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^{ème} et le 14^{ème} jour du cycle). Vers le 16^{ème} jour, leur diamètre diminue fortement (Figure 17).

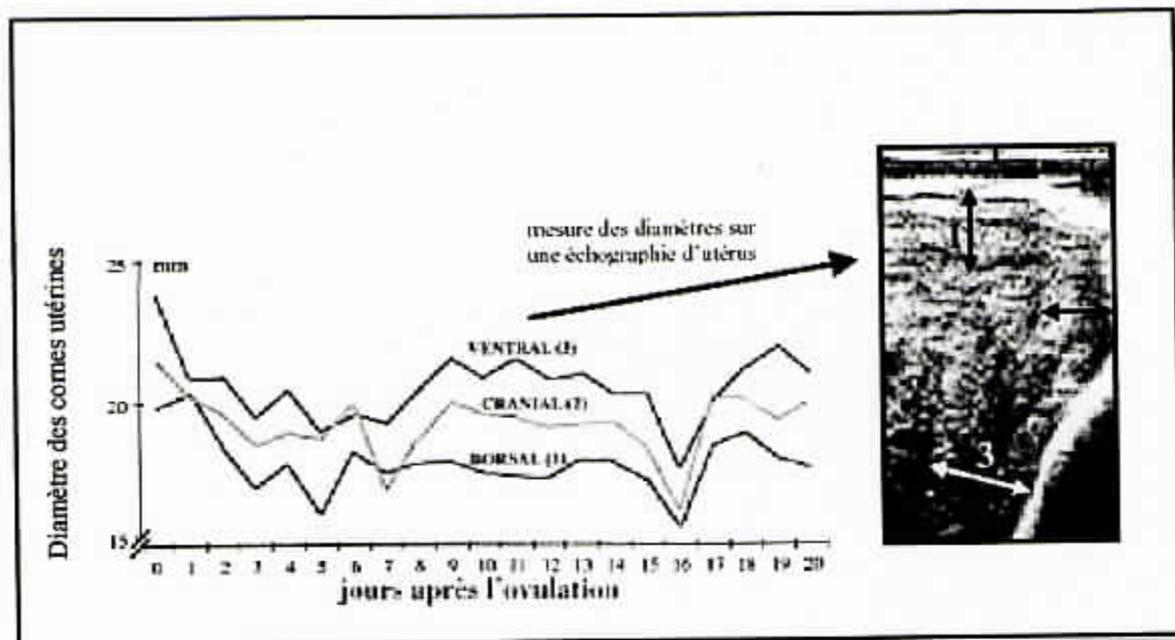


Figure 17 : DIAMETRES « DORSAL », « CRANIAL » ET « VENTRAL » MOYENS DES CORNES UTERINES NON GRAVIDES AU COURS DU CYCLE OVARIEN (KÄHN, 1994)

Par ailleurs, l'échographie révèle des collections liquidiennes dans l'utérus au moment des chaleurs (Figure 18). Les quantités de liquide utérin augmentent entre le 17^{ème} et le 18^{ème} 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).

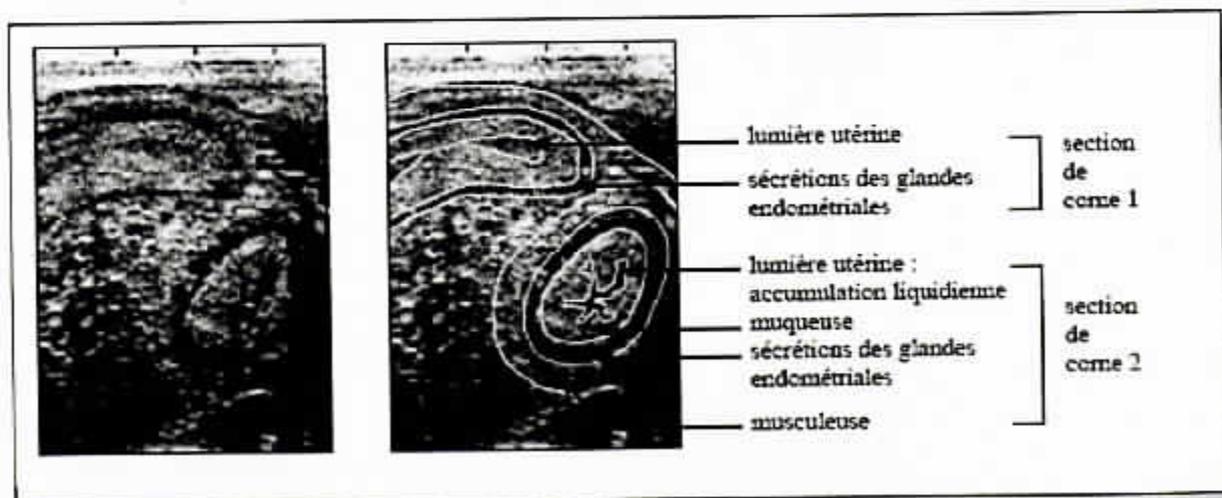


Figure 18 : Échographie in vivo d'un utérus pendant l'œstrus (BOIN, 2001)

Enfin, durant la période qui en cadre 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, donne une image en section transversale caractéristique dite « *en cocarde* » (BOYD et OMRAN, 1991).

Au cours du diœstrus, l'utérus reprend une échostructure plus homogène (à partir du 5^{ème} ou 6^{ème} jour du cycle). A cette période, les cornes utérines sont par ailleurs davantage circonvolutionnées (Figure 19). Ces différents changements intervenant au cours du cycle sont corrélés aux variations hormonales.

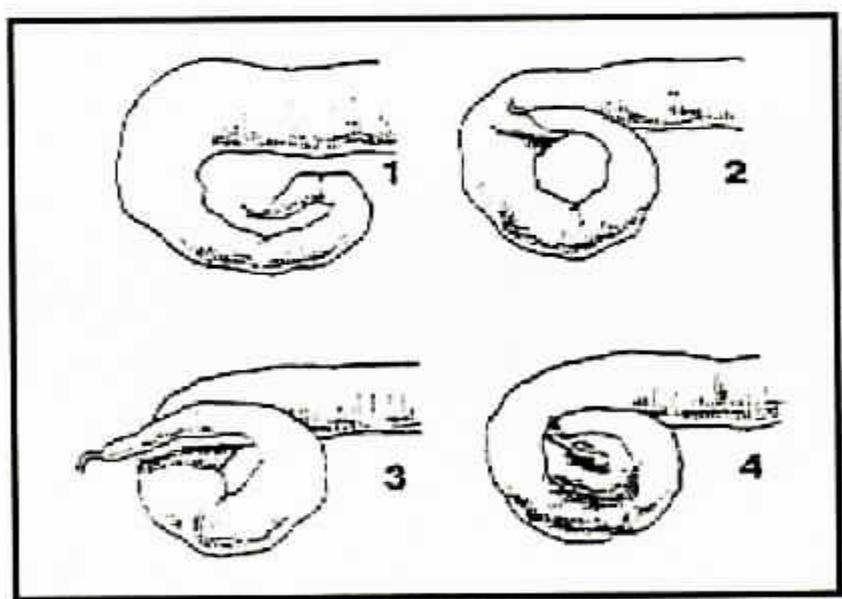


Figure 19 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE DE LA CORNE UTERINE CHEZ LA VACHE AU COURS DU CYCLE (PIERSON ET GINTHER, 1987a)

1 : GESTRUS ; 2, 3, 4 : DIFFERENTS STADES DU DIOESTRUS

1.1.1.2. Evolution des images utérines au cours 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 inférieur 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 post-partum, 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 (Figure 20). 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).

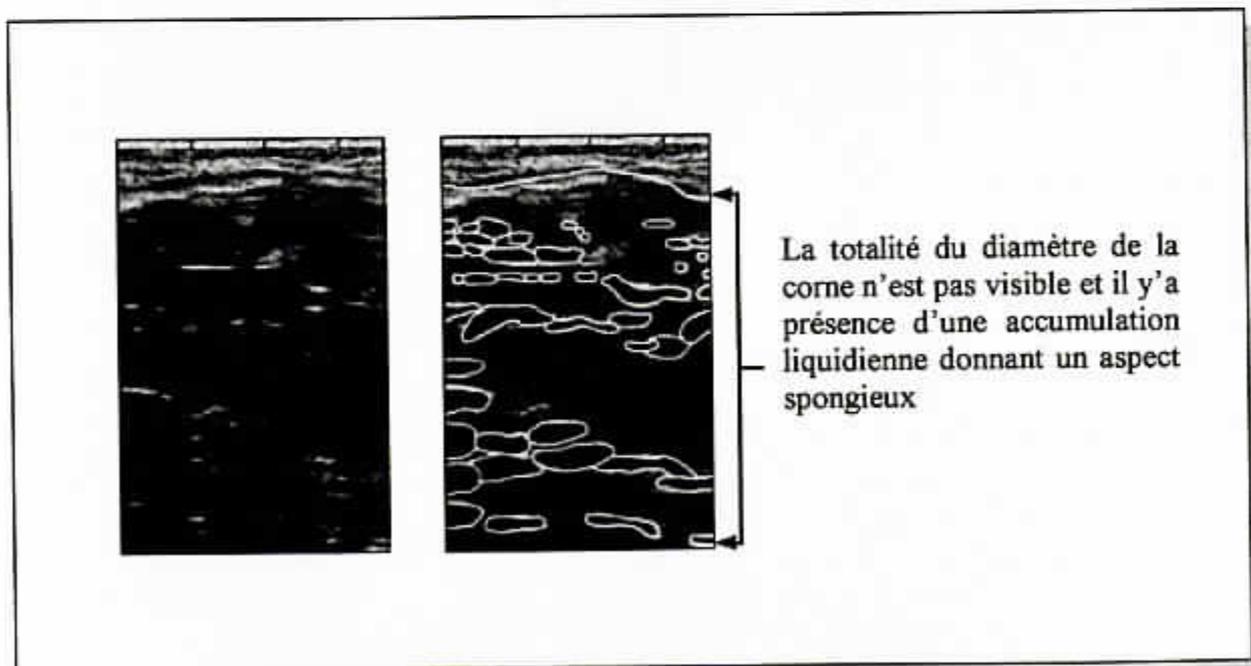


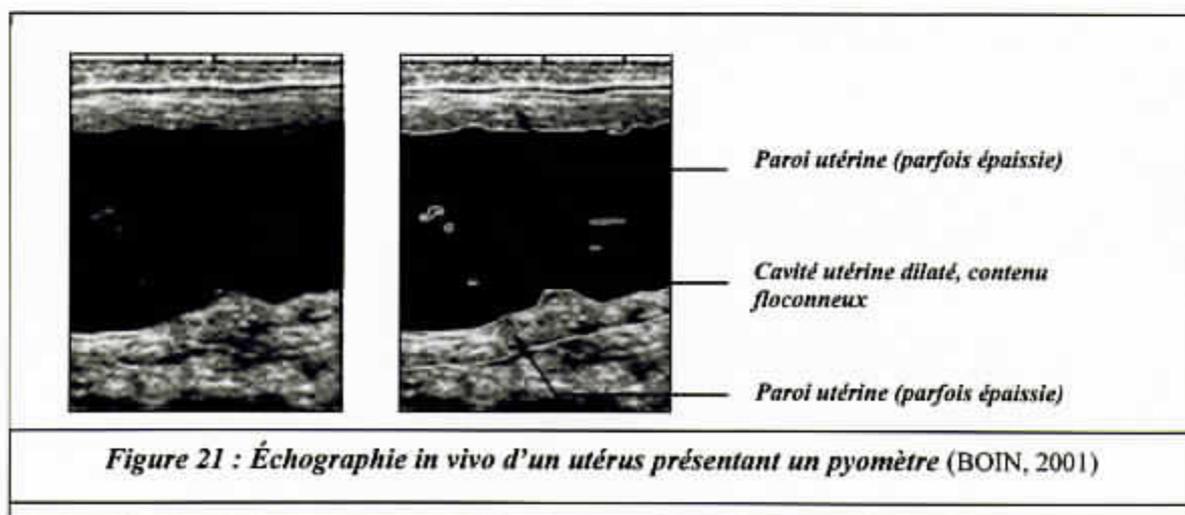
Figure 20 : Échographie in vivo d'un utérus en involution (20 jours après mise bas) (BOIN, 2001)

I.1.2. 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 foetaux 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 grave 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 (Figure 21).

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



II. UTILISATION DE L'ECHOGRAPHIE POUR LE SUIVI DE GESTATION

II.1. Diagnostic de gestation précoce

II.1.1. Fiabilité des résultats de diagnostic de gestation obtenus par échographie

En pratique, le diagnostic de gestation par échographie est une méthode très appréciée par les éleveurs qui voient, immédiatement, sur l'écran si leur vache est gravide ou non. Le diagnostic de gestation chez cette espèce peut être établi par échographie autour du 30^{ème} jour après l'insémination fécondante avec une bonne exactitude (TAINTURIER *et al.*, 1983) sans augmenter le taux de mortalité embryonnaire. Ce délai peut être rapporté au 26^{ème} ou 27^{ème} jour chez la génisse (BAXTER *et* WARD, 1997).

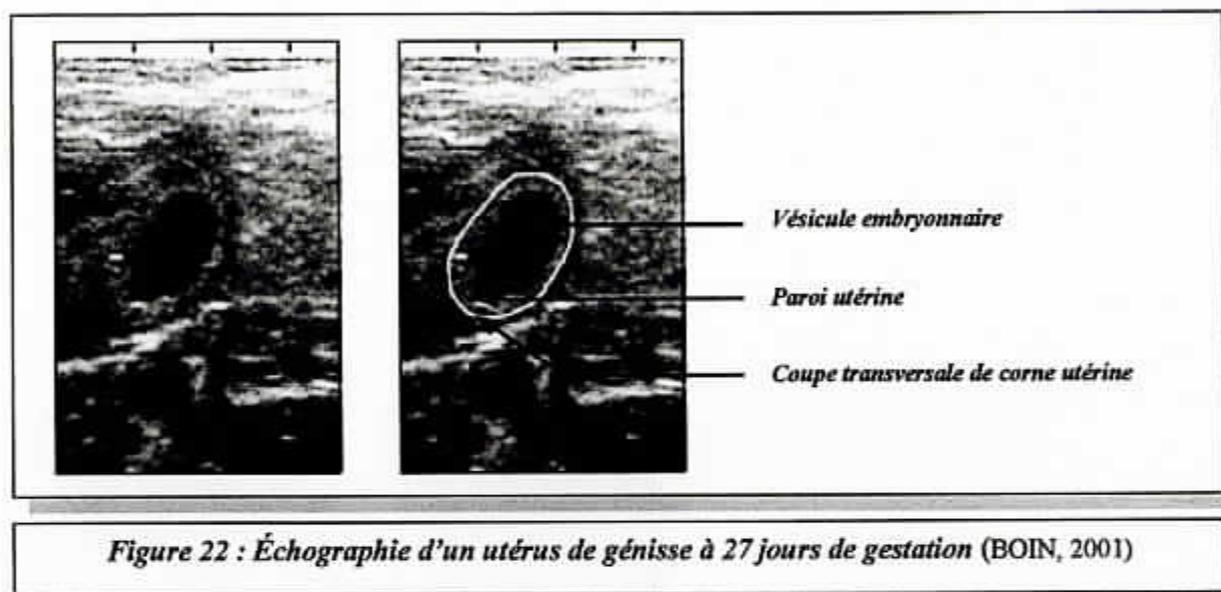
Chez la vache, l'embryon arrive dans la cavité utérine le 4^{ème} jour après la fécondation, il mesure alors un dixième de millimètre. Il sort de sa zone pellucide vers le 8^{ème} – 9^{ème} jour, et sa croissance s'effectue en longueur : le trophoctoderme s'allonge et envahit les deux cornes utérines vers le 20^{ème} jour. Le bouton embryonnaire est visible vers un mois lorsque son diamètre est de l'ordre du centimètre. Cette croissance en longueur a pour conséquence que l'embryon bovin conserve très tardivement au cours de son développement un faible diamètre et qu'il faut donc attendre assez longtemps pour que la résolution de l'échographe permette de détecter cette tache anéchogène de faible taille. Le diamètre de la vésicule embryonnaire reste constant (2 à 4 mm en moyenne) entre le douzième et le vingtième jour de gestation. Il subit en revanche une importante élongation jusqu'à occuper toute la longueur de la corne ipsilatérale du corps jaune vers le 17^{ème} jour suivant l'ovulation. La corne controlatérale est occupée entièrement entre le 20^{ème} et le 32^{ème} jour de gestation (PIERSON *et* GINTHER, 1984a ; CURRAN *et al.*, 1986a).

La qualité de la méthode échographique dans le cadre d'un diagnostic de gestation est analysée et présentée dans de nombreuses publications (TAVERNE *et al.*, 1985 ; WHITE *et al.*, 1985 ; HANZEN et DELSAUX, 1987 ; CHAFFAUX *et al.*, 1988 ; HUGHES et DAVIES, 1989 ; KASTELIC *et al.*, 1989 ; BADTRAM *et al.*, 1991 ; HANZEN et Laurent, 1991 ; SZENCI *et al.*, 1999). L'exactitude d'un diagnostic de gestation positif (rapport du nombre de vaches déclarées gravides après échographie et confirmées gravides par palpation sur le nombre de vaches réellement gravides) est de 100 % à 35 jours et celle d'un diagnostic de gestation négatif (rapport du nombre de vaches déclarées non gravides après échographie et confirmées non gravides par palpation sur le nombre de vaches réellement non gravides) est de 100 % à 45 jours (CHAFFAUX *et al.*, 1988). HUGHES et DAVIES (1989) ont par ailleurs constaté que l'exactitude globale est inversement proportionnelle à l'âge de l'animal ce qui explique le diagnostic plus précoce chez la génisse que chez la multipare.

De nombreux auteurs se sont par ailleurs intéressés aux erreurs de diagnostic inhérentes à l'utilisation de l'échographie. Les résultats faussement positifs seraient la conséquence d'une mortalité embryonnaire tardive ou d'une confusion avec des images de métrite (TAVERNE *et al.*, 1985 ; HANZEN et DELSAUX, 1987 ; KASTELIC *et al.*, 1991). Par ailleurs, une quantité insuffisante de liquide dans les stades précoces de gestation, la position de l'utérus ou une erreur de l'opérateur pourraient être à l'origine de diagnostics faussement négatifs (TAVERNE *et al.*, 1985 ; HANZEN et DELSAUX, 1987 ; SZENCI *et al.*, 1995).

II.1.2. Images de gestation précoce

La vésicule embryonnaire bovine peut être détectée avec une sonde de 7,5 MHz dès le neuvième jour de gestation (BOYD *et al.*, 1988) et dès le douzième jour avec une sonde de 5 MHz. Elle se présente alors sous la forme d'une zone anéchogène de 2 mm de hauteur et de 7 à 12 mm de longueur. Elle est sphérique dans 73 % (Figure 22) des cas et ovale dans 27 % des cas (PIERSON et GINTHER, 1984a ; CURRAN *et al.*, 1986a).



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

A partir du 30^{ème} jour de gestation (Figure 23), la muqueuse utérine forme des cloisons qui séparent la lumière utérine en compartiments à l'intérieur desquels pénètrent les enveloppes fœtales : l'échographie a une image caractéristique (figure 24) dite en *lâcher de ballons* (TAINTURIER *et al*, 1998).



Figure 23 :IMAGE EN LACHER DE BALLON AU 41^e JOUR DE GESTATION (TAINTURIER, 2003)

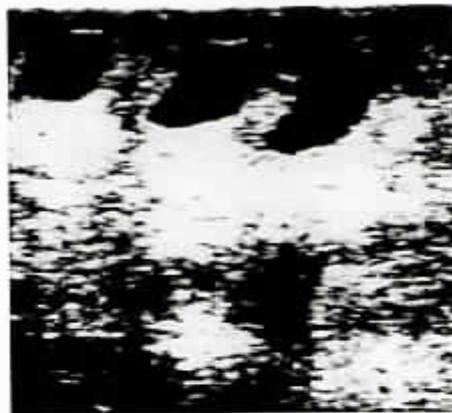


IMAGE EN LACHER DE BALLON AU 33^e JOUR DE GESTATION (TAINURIER, 2003)

L'embryon peut être détecté au plus tôt vers le 20^{ème} jour de gestation avec une sonde de 5 MHz (CURRAN *et al*, 1986a). Il se présente sous la forme d'une ligne plus échogène d'environ 4 mm de longueur. Cependant sa visualisation se fait en pratique vers le 28^{ème} jour de gestation (PIERSON et GINTHER, 1984a). Entre le 22^{ème} et le 30^{ème} jour de gestation (Figure 24).



- embryon
- cordon ombilical
- liquide amniotique
- amnios
- liquide allantoïdien
- paroi utérine

Figure 24 : Échographie d'un embryon de 30 jours de gestation (BOIN, 2001)

A cette période, l'embryon présente une configuration dite « en C » résultant de la flexion de ses parties antérieures et postérieures (Figure 25). Au cours de la semaine suivante, avec l'allongement du cou et le redressement de la tête, l'embryon adopte une forme « en L » (CURRAN *et al*, 1986b).

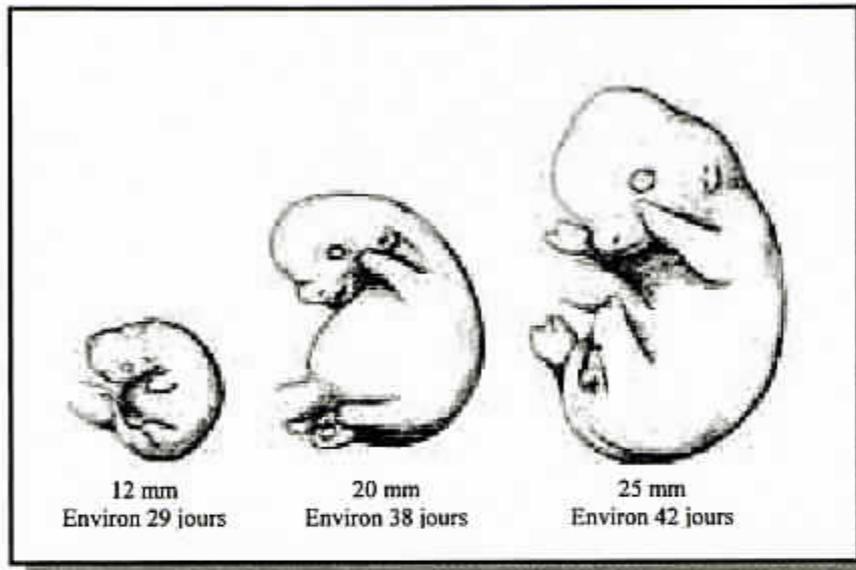


Figure 25: CROISSANCE EMBRYONNAIRE CHEZ LES BOVINS
(BARONE, 1990)

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

III. Facteurs de variation de l'interprétation de l'image échographique

III.1. L'âge de l'animal :

Le nombre de faux négatifs ne semble pas être affecté par l'âge de l'animal dans la plupart des études (BADTRAM et al., 1991 ; HANZEN et LAURENT, 1991 ; SZENCI et al., 1995) même si certains auteurs ne sont pas de cet avis (RAJAMAHENDRAN et al., 1994). Pour d'autre, La mortalité embryonnaire est plus fréquente chez les vaches âgées que chez les génisses. Aussi, HUGHES et DAVIES (1989) ont montré, via l'échographie, que l'exactitude de la gestation était inversement proportionnelle à l'âge de la vache.

III.2. L'opérateur :

Le diagnostic de gestation par échographie exige une certaine dextérité (comparé par exemple à une simple prise de sang en vue d'un dosage de progestérone). C'est pourquoi, il paraît évident que la fiabilité et l'exactitude soient variables selon l'opérateur, c'est ce qu'ont relevé RAJAMAHENDRAN et al. (1994), dans leur étude comparative, ainsi que HANZEN et DELSAUX (1987).

Cependant, dans certaines études, faisant intervenir plusieurs opérateurs, les auteurs ne notent pas de différence entre les opérateurs (BADTRAM et al., 1991). De même, dans l'étude de KASTELIC et al., (1989), les différences entre les 3 manipulateurs ne semblent pas évidentes. En fait, il semble que cette variation de l'exactitude et de la fiabilité entre 2 opérateurs, s'estompe dès que ceux-ci ont un minimum d'expérience.

III.3. La position de l'utérus :

L'échographie est mal adaptée aux femelles âgées sur le plan technique. En effet, l'utérus de ces dernières bascule souvent dans l'abdomen, sans compter que les cornes utérines sont très longues et ptosées (CHAUFFAUX et al., 1988), L'examen complet du tractus génital devient alors très difficile, ce qui déprécie l'exactitude positive et la fiabilité négative.

SZENCI et al., (1995) ont montré que la position de l'utérus dans la filière pelvienne peut influencer l'incidence des faux négatifs. Ainsi, ils obtiennent un plus grand nombre de faux négatifs entre le 24^e - 33^e jour après insémination, quand l'utérus est localisé très crânialement (loin du bord pelvien), ce que relevaient déjà HANZEN et DELSAUX (1987).

De même, SZENCI et al., (1998) rapportent que sur les 6 faux négatifs de leur étude, 5 avaient un utérus situé très crânialement par rapport à l'entrée du bassin. Pour limiter cet inconvénient, il suffirait de tirer sur l'utérus doucement. Cependant SZENCI et al., (1998) déconseillent de le faire car cela entraînerait des mortalités embryonnaires selon FRANCO et al., (1987).

III.4. La mortalité embryonnaire :

WHITE et al., montraient en 1985, l'existence de résorptions embryonnaires, qui, d'ailleurs, faussaient leur exactitude négative. FILTEAU et DESCÔTEAUX (1998) ainsi que SZENCI et al., (1998) considèrent que la forte proportion de faux négatifs au cours de leurs études expérimentales serait principalement liée à la mortalité embryonnaire.

L'étude de BOYD et al., (1990) souligne le fait que connaître la date de l'insémination (surtout lors d'examens échographiques assez précoces) est avantageux pour l'opérateur. En effet, elle montre que si ce dernier ne connaît pas cette date, cela l'amène à commettre plus de faux diagnostics positifs.

PARTIE EXPERIMENTALE

I. Objectif

L'objectif de notre travail est de réaliser un diagnostic de gestation précoce par échographie entre un mois et deux mois chez la vache.

Avant d'entamer notre partie expérimentale nous avons effectué, au préalable, des essais sur matrice que nous avons récupéré au niveau de l'abattoir afin de nous familiariser avec les images échographiques,

II. Matériel et méthodes

I.1. Matériel :

Nous avons réalisé notre expérimentation à Hamadi, Larbatach chez des éleveurs privé, et à l'exploitation d'El Alia. L'effectif total est de 9 vaches multipares. Les femelles choisies sont des femelles ayant reçues un traitement de synchronisation des chaleurs à base de PRID, et qui n'ont pas été revues en chaleurs après insémination artificielle.

L'échographe utilisé pour réaliser le diagnostic de gestation est un Pie Medical 100 (Hopimedi, Pouilly, France), La sonde est de type linéaire, et, la fréquence utilisée est de 5MHZ (Figure 26 et 27).



Figure26 : Echographe Pie Medical 100 (Hospimedi, Pouilly, France)



Figure 27 : Sonde linéaire

Méthodes :

La contention des vaches est assurée par l'éleveur (Figure 28), et l'échographe est placé sur une brouette afin de le déplacer d'une femelle à l'autre (Figure 29).

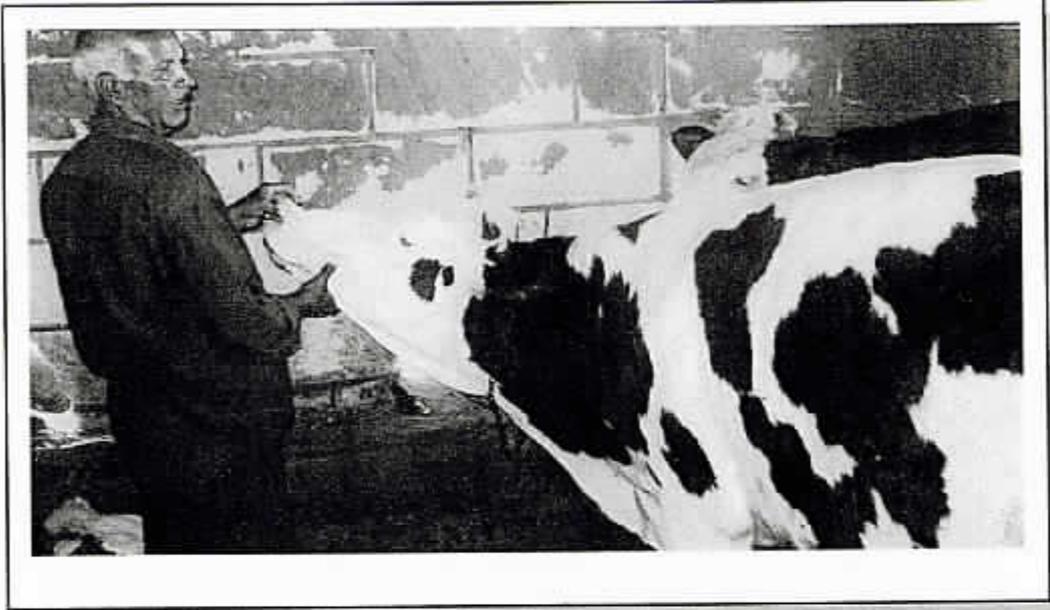


Figure 28 : Contention de l'animal.



FIGURE 29: l'échographe est placé sur une brouette.

Dans un premier temps, le rectum est vidé de ses fèces, ensuite une palpation manuelle systématique de l'appareil génital est effectuée pour établir notre diagnostic de gestation (Figure 30).



FIGURE 30: le rectum est vidé de ses fèces, Palpation manuelle systématique de l'appareil génital.

Dans un deuxième temps, nous avons utilisé l'échographe (Figure 31). La sonde est placée à hauteur de la bifurcation, dont la surface inférieure est à la fois émettrice et réceptrice des ultrasons, et, sa surface supérieure et latérale permet sa préhension. Le transducteur est déplacé selon un axe longitudinal et des mouvements de roulement sont effectués pour permettre de balayer l'entier de la zone utérine.



FIGURE 31: Examen échographique de l'appareil génital.

PARTIE
RESULTAS ET DISCUSSION

La palpation manuelle de l'appareil génital femelle, nous a permis de diagnostiquer 4 femelles gestantes et 5 femelles non gestantes.

L'examen échographique a révélé 06 vaches gestantes et 03 vaches non gestantes.

La comparaison entre les deux techniques montre que l'échographe s'est révèle une méthode plus exacte et plus fiable que la palpation manuelle (tableau 2).

Tableau 2: Résultats du diagnostic de gestation par palpation manuelle et échographe

| Nombre de vache | Palpation manuelle | Echographie |
|-----------------|--------------------|-------------|
| 1 | + | + |
| 2 | + | + |
| 3 | + | + |
| 4 | + | - |
| 5 | - | - |
| 6 | - | - |
| 7 | - | + |
| 8 | - | + |
| 9 | - | + |

- ◆ + : diagnostic de gestation positif
- ◆ - : diagnostic de gestation négatif

Les femelles diagnostiquées vides suite à la palpation rectale est due au fait qu'avant le 35^{ème} jour de gestation, il est pratiquement exclu de poser un diagnostic avec une exactitude qui soit significativement différente de celle due au hasard (HANZEN, 2004).

A L'examen échographique des vaches diagnostiquées vides à la palpation manuelle, nous avons pu observer une zone anéchogène sphérique qui est la vésicule embryonnaire, ce qui nous a permis de confirmer une gestation. En effet TAINTURIER et al. (1983), rapporte qu'à l'examen échographique, le diagnostic de gestation peut être établi autour du 30^{ème} jour après l'insémination fécondante avec

une bonne exactitude. L'exactitude d'un diagnostic de gestation positif est de 100 % à 35 jours (TAINTURIER *et al.*, 1983 ; CHAFFAUX *et al.*, 1988).

Les femelles diagnostiquées positive à la fois à la palpation rectale et à l'examen échographique peut être attribuer au fait que se sont des femelles se trouvant entre 60 voir 70^{ème} jours de gestation.

A la palpation rectale, de ces vaches, nous avons noté une asymétrie des cornes, la corne gestante a la forme d'une banane et sa taille est le double de la corne non gestante.

A l'examen échographique, on a observé une vésicule amniotique contenant l'embryon. La muqueuse utérine forme des cloisons qui séparent la lumière utérine en compartiments à l'intérieur desquels pénètrent les enveloppes fœtales c'est l'image caractéristique dite en « lâcher de ballons ».

Les deux femelles diagnostiquées vide suite aux deux différents examens étaient considérés gestante par l'éleveur car elles n'ont pas été observées en chaleurs. Ceci dénote, de l'importance à effectuer un diagnostic de gestation par le vétérinaire, pour pouvoir affirmer ou infirmer une gestation. Néanmoins, il est plus prudent de renouveler l'examen échographique une semaine plus tard avant de décider d'injecter un traitement à base de prostaglandines (TAINTURIER *et al.*, 2003).

Bien que notre partie expérimental n'ai porté que sur un effectif total de 09 vaches, l'évaluation de la probabilité de poser un diagnostic de gestation inexact (vrai négatif/faux négatif+vrai négatif), par palpation manuelle est de l'ordre de 40% et, le degré d'exactitude des diagnostics de gestation au delà de 35^{ème} jour par échographie est de 100%. Cependant, il est important de rappeler l'antagonisme existant entre la précocité de la méthode et le degré d'exactitude des diagnostics positifs. Du fait, en effet du risque d'interruption de gestation ; plus la précocité est élevée et moins l'exactitude des diagnostics de gestation sera grande (HANZEN, 2004). Ainsi le diagnostic précoce de gestation par échographie s'est révélé plus fiable que la palpation manuelle entre 1 mois et 2 mois.

CONCLUSION

L'utilisation de l'échographe, chez les bovins, pour le diagnostic précoce de gestation est une technique plus fiable et plus précoce que la palpation manuelle. Le degré d'exactitude de l'examen échographique à partir du 35^{ème} jour est de 100% et, le degré de diagnostic de gestation inexact par palpation manuelle est de 40%. Cette technique constitue une aide précieuse pour la gestion des élevages.

De ce fait, l'échographie est une technique intéressante qui peut être utilisée couramment en médecine vétérinaire aussi bien pour les animaux de rente, que pour les carnivores domestiques. De plus, elle peut être non seulement utilisée en gynécologie mais peut être également utilisée pour d'autres indications tel que l'appareil digestif, respiratoire, urinaire et l'appareil reproducteur mâle.

Toutefois, le coût élevé du matériel échographique, la nécessité d'une parfaite connaissance des structures étudiées, et, l'apprentissage pour la manipulation et la lecture des images échographiques pour une maîtrise suffisante de l'échographie peuvent limiter son développement en médecine vétérinaire.

**REFERENCE
BIBLIOGRAPHIQUE**

1. ARTHUR G.H., NOAKES D.E., PEARSON H. : Veterinary reproduction & obstetrics (Theriogenology). 5è Edition, 1982, 55-70.
2. ANTOINE M, DRIANCOURT, GOUGEAU A., MARIAUX D., ROYERE D., THIBAUT C, In : THIBAUT C , Levasseur M.C(EDS) la reproduction chez les mammifères et l'homme,INRA. Ellipses,paris 316 – 345.
3. BADTRAM G.A., GAINES J.D., THOMAS C.B., BOSU W.T.K.: Factors influencing the accuracy of early pregnancy detection in cattle by real-time ultrasound scanning of the uterus. Theriogenology, 1991, 35, (6), 1153-1167.
4. BALL P.J.H., LOGUE D.D.N.: Ultrasound diagnosis of pregnancy in cattle. Vét. Rec., 1994, B4, 532.
5. BAXTER S.J. et WARD W.R. (1997) - Incidence of fetal loss in dairy cattle after pregnancy diagnosis using an ultrasound scanner. Vet. Rec., 140, 287-288.
6. BECKERS J.F, WOUTERS-BALLMAN P., ECTORS F.: Isolation and radioimmunoassay of a bovine pregnancy specific protein. Theriogenology, 1988, 29, (1), 219 (Abstract).
7. 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.
8. BERTRAND M., CHARTRE J.L. : Physiopathologie lutéale chez la vache. Rev. Méd. Vét., 1976, 4, 541-574.
9. BISSON B : Diagnostic de gestation chez la vache par dosage d'une protéine trophoblastique : la protéine bovine associée à la gestation (bPAG : Bovin Pregnancy Associated Glycoprotein).Th. Med. Vet., Nantes, 1992, (6).
10. 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. Vet. Rec., 123, 8-11.
11. BOYD J.S., OMRAN S.N., AYLIFFE T.R. : Evaluation of real time B-mode ultrasound scanning for detecting early pregnancy in cows. Vet. Rec., 1990. (11), 350-352.
12. BOYD J.S. et OMRAN S.N. (1991)- Diagnostic ultrasonography of the bovine female reproductive tract. In-Practice, 13, (3), 109-118.

13. BOZZOLO G., CARILLO W.T., RAYNAUD P. : Diagnostic sérique de la gestation chez la vache avec la technique d'agglutination passive de particules de latex. *Reprod. Nutr. Develop.*, 1981, 21., (1), 19-29.
14. CAMOUS S., CHARPIGNY G., GUILLOMOT, MARTAL J. : Purification of one pregnancy-specific protein by high-performance liquid chromatography (HPLC). In : *Proc. Bard. Workshop, maternal recognition of pregnancy and maintenance of the corpus luteum*, Jérusalem, 1988, 20-24 Mars (Abstract2)-
15. CHAFFAUX S., VALON F. et MARTINEZ J. (1982)- Evolution de l'image échographique du produit de conception chez la vache. *Bull. Acad. Vét. Fr.*, 55, 213-221.
16. CHAFFAUX S., BIANCI M., BHAT P., HEDGE G.V., REDDY G.N.J. et THIBIER M. (1988)- L'échographie en temps réel par voie transrectale ; intérêt pour le diagnostic de gestation chez la vache. *Rec. Méd. Vét.*, 164, (2), 101-108.
17. CHAVATTE-PALMER P., HEYMAN Y. et RENARD J.P. (2000)- Clonage et physiopathologies de la gestation associées. *Gynécol. Obstét. Fertil.*, 28, 633-642.
18. CHUPIN D., ANDRE D. : Les diagnostics de gestations chez la vache. *L'Eleveur de Bovins*, 1977, 46, 25-29.
19. COULTHARD H., DALTON J.R.F. : Ultrasound diagnosis of pregnancy in cattie. *Vét. Rec.*, 1994, 134. 06), 427-428.
20. CURRAN S., PIERSON R.A. et GINTHER O.J. (1986a)- Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 10 through 20. *J. Am. Vet. Med. Ass.*, 189, (10), 1289-1294.
21. CURRAN S., PIERSON R.A. et GINTHER O.J. (1986b)- Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 20 through 60. *J. Am. Vet. Med. Ass.*, 189, (10), 1295-1302.
22. DAVIS R, KROSOWSKI Z, Mc LACHLAN RI, BOURJERA G.1987. Inhibingen expression in human corpus luteal. *J. endocrinal.* 115, R21- R23.
23. DECANTE F. (1990)- Le diagnostic de gestation par échographie en clientèle rurale bovine. *Bull. GTV*, 4, 45-51.

24. DERIVAUX. J, ECTORS. F;(1980) physiopathologie de la gestation et obstétrique vétérinaire
25. DOBSON H., ROWAN T.G., KJPPAX I.S., HUMBLLOT P.: Assessment of fetal number, and fetal and placental viability throughout pregnancy in cattle. *Theriogenology*, 1993, 40, (2), 411-425.
26. DUMBAR M.M., WONG T.S., RUDER-MONTGOMERY C.A., CHEW B.P., SASSER R.G.: Partial characterization of the immuno-suppressive properties of pregnancy specific protein B (PSPB). *Theriogenology*, 1990, 33, Abstract220.
27. BOIN E M : thèse 2001, école national vétérinaire d'alford.
28. FILTEAU V., DESCÔTEAUX L. : Valeur prédictive de l'utilisation de l'appareil échographique pour le diagnostic précoce de la gestation chez la vache laitière. *Le Médecin du Québec*, 1998,28, (2), 81-85
29. FONTAINE M et CADOR J.L, sept 1995 : VADE-MECUM du vétérinaire.
30. FRANCO O.J., DROST M., THATCHER M.-J., SHILLE V.M., THATCHER W.W. : Fetal survival in the cow after pregnancy diagnosis by palpation per rectum. *Theriogenology*, 1987, 27, (4), 631 -634.
31. GINTHER O.J., NUTI L.C., WENTWORTH B.C., TYLER W.J. : Progesterone concentration in milk and blood during pregnancy in cows. *Proceedings of the society for experimental biology and medicine*, 1974, 146. 354-357.
32. GINTHER O.J., NUTI L.C., GARCIA M.C., WENTWORTH B.C., TYLER W.J. : Factors affecting progesterone concentration in cow's milk and dairy product. *J. Anim. Sci.*, 1976,42, (1), 155-159.
33. HANZEN. CH, propédeutique et pathologie de la reproduction male et femelle, biotechnologie de la reproduction. pathologie de la glande mammaire. 1ere partie 4^e édition, 2000, p 28.
34. HANZEN C. et DELSAUX B. (1987) - Use of transrectal B-mode ultrasound imaging in bovine pregnancy diagnosis. *Vet. Rec.*, 121, 200-202.

35. 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. *Ann. Méd. Vét.*, 135, 481-487.
36. HANZEN C., LAURENT Y. et JAKOVLJEVIC S. (1993a)- Applications de l'échographie en reproduction bovine 1.Examen des ovaires. *Ann. Méd. Vét.*, 137, 13-18.
37. 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.
38. HANZEN, cours 2004.
39. HUGHES E.A. et DAVIES D.A.R. (1989) - Practical uses of ultrasound in early pregnancy in cattle. *Vet. Rec.*, 124, 456-458.
40. INRAP. Institut national de la recherche agronomique et reproduction 1988
41. KAHN W. (1989) - Sonographic fetometry in the bovine. *Theriogenology*, 31, 1105-1121.
42. KAHN W. (1990)- Sonographic imaging of the bovine fetus. *Theriogenology*, 33, 385-396.
43. KAHN W. (1994)- Examen échographique des bovins. In : Atlas de diagnostics échographiques. Editions Maloine, Paris, 83-185.
44. KASTELIC J.P., CURRAN S. et GINTHER O.J. (1989) - Accuracy of ultrasonography for pregnancy diagnosis on days 10 to 22 in heifers. *Theriogenology*, 31, 813-820.
45. KASTELIC J.P., BERGFELT D.R. et GINTHER O.J. (1991) - Ultrasonic detection of the conceptus and characterization of intrauterine fluid on days 10 to 22 heifers. *Theriogenology*, 35, 569-581.
46. 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.
47. LAING J.A. : Fertility and infertility in domestic animals. Edition BAILLIERE-TINDALL, London, 1979,42-48,

48. LEGRAND C., MALTIE J.P., MARGE S., 1993. Hormones et reproduction .In: DUPOUY J.P. (EDS), Hormones et grandes fonctions. Tome II., ELLIPSES, paris 390-492.
49. LEGRAND J.J., CARLIER B. : Bases physiques de l'échotomographie. Rec. Méd. Vét., 1981, 157. (7-8), 553-559.
50. LORIOT.N, MARTINOT. S, FRANCK. M : échographie abdominale du chien et du chat, MASSON, 1-14
51. MAARTEN D. et PIETERSE M.C. (1998) - Ultrasound in bovine reproduction : uterus, ovaries, diagnosis and treatment. Le nouveau peripartum, SFB, Paris 25 et 26 novembre 1998, 213-220.
52. MEE J.F., RYAN D.P., CONDON T. : Ultrasound diagnosis of pregnancy in cattle. Vet, Rec., 1994, 134, 532
53. MERCIER PARISOT P., MARTINOT S., THIRIAT F. et FRANCK M. (1991)- Echographie et gestion de la reproduction chez les bovins. Point vét., 23, (135), 33-40.
54. MIALON M.M., CAMOUS S., RENAND G., MARTIAL J., MENISSIER F.: Peripheral concentrations of a 60-kDa pregnancy serum protein during gestation and after calving and inrelationship to embryonic mortality in cattle. Reprod. Nutr. Dév., 1993, 33, (3), 269-282.
55. MIALOT J.P., LEVY I. et GRIMARD B. (1991) - L'échographie dans la gestion de la reproduction chez les bovins. Rec. Méd. Vét., 167, (1), 21-31.
56. OKANO A. et TOMIZUKA T. (1987) - Ultrasonic observation of postpartum uterine involution in the cow. Theriogenology, 27, 369-376.
57. PELZER S. : Diagnostic de gestation par échotomographie chez la vache. Th. Méd. Vét., Nantes, 1985, (50).
58. PIERSON R.A. et GINTHER O.J. (1984a)- Ultrasonography for detection of pregnancy and study of embryonic development in heifers. Theriogenology, 22, 225-233.
59. 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.

60. PIERSON R.A., KASTELIC J.P. et GINTHER O.J. (1988) - Basic principles and techniques for transrectal ultrasonography in cattle and horses. *Theriogenology*, 29, 3-20.
61. PIETERSE M.C., WILLEMSE A.H. : Diagnostic manuel de gestation chez la vache. *Pro Veterinario*, 1983, 2, 5-6.
62. PIETERSE M.C., KAPPEN K.A., KRUIP T.A.M. et TAVERNE M.A.M. (1988)- Aspiration of bovine oocytes during transvaginal ultrasound scanning of the ovaries. *Theriogenology*, 30, 751-762.
63. RAJAMAHENDRAN R., AMBROSE D.J., BURTON B.: Clinical and research applications of real-time ultrasonography in bovine reproduction: a review. *Can. Vêt, J.*, 1994, 35. (9), 566-567.
64. RAJAMAHENDRAN R., KEELING B.J., ROBINSON J., RAVTNDRAN V. : the use of rapid on-farm milk progesterone tests as an aid to reproductive management in dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 1990, 70, (4), 997-1003.
65. REIMERS T.J., SASSER R.G., RUDER C.A. : Production of pregnancy-specific protein by bovine trophoblastic cells. *Biol. Reprod.*, 1985, 32 (Suppl. I 1), 65 (Abstract).
66. RIEUTORT. M, 1995 : ABREGÉ, physiologie animale, 2 : les grandes fonctions.
67. Robert Barone : Anatomie comparée des mammifères domestiques Tome 4, Splanchnologie II (Vigot 1990) pp 269 à 447.
68. ROYAL L., TAINTURIER D., FERNEY J. : Mise au point sur les possibilités actuelles de diagnostic de la gestation chez la vache. *Rev. Méd. Vêt.*, 1981, 132, (6), 413-432.
69. SAGET Y. : Le diagnostic de la gestation chez la vache. *Th. Méd. Vet.*, Maisons-Alfort, 1971, (55).
70. SASSER R.G., RUDER C.A., IVANI K.A., BUTLER J.E., HAMILTON W.C. : Detection of pregnancy by radioimmunoassay of a novel pregnancy-specific protein in serum of cows and a profile of serum concentrations during gestation. *Biol. Reprod.*, 1986, 35, 936-942.
71. SASSER R.G., RUDER C.A. : Detection of early pregnancy in domestic Ruminants. *J. Reprod. Fert.*, 1989, Suppl. 37, 109-113.

72. SMITH JF; BEAL WE ; HANEL W .oestrus synchronization in dairy heifers and lacting beef cattle using progesterone releasing intravaginal . Device and PGF2 α .9th inter. Cong. Anim. Reprod and artificial insemination (Madrid) vol II.1980, 141.
73. SOLTNER, 1993. la reproduction des animaux d'élevage.
74. SOLTNER, 1999. la reproduction des animaux d'élevage.
75. SZENCI O., GYULAI G., NAGY P., KOVACS L., VARGA J. et TAVERNE M.A.M. (1995)- Effect of uterus position relative to the pelvic inlet on the accuracy of early bovine pregnancy diagnosis by means of ultrasonography. Vet. Quarter., 17, (1),37-39.
76. SZENCI O., TAVERNE M.A.M., BECKERS J.F., SULON J., VARGA J., BÔRZSÔNYI L., HANZEN C., SCHEKK G.: Evaluation of false Ultrasonographic diagnoses in cows by measuring plasma levels of bovine pregnancy-associated glycoprotein 1. Vet. Rec., 1998, 142. 304 -306.
77. SZENCI O., VARGA J. et BAJCSY A.C. (1999) - Role of early pregnancy diagnosis by means of ultrasonography in improving reproductive efficiency in a dairy herd: a retrospective study. Bovine Practitioner, 33, 67-69.
78. 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.
79. TAINTURIER D., FIENI F., BRUYAS J-F. et BATTUT I. (1998)- Diagnostic de gestation chez la vache, application au diagnostic du sexe. Journées nationales des GTV, Tours 27, 28 et 29 mai 1998, 397-404.
80. TAINTURIER D., BENCHARIF D., TAINTURIER B., BATTUT I.,(2003) Diagnostic de gestation chez la vache par échographie.point.vét.numero spécial.(34) 98-104
81. TAINTURJER D. : Progestérone et pathologie de la reproduction, Rev. Méd. Vét., 1977, 2,130-140.
82. TAVERNE M.A.M., SZENCI O., SZETAG J. et PIROS A. (1985) - Pregnancy diagnosis in cows with linear-array real-time ultrasound scanning: a preliminary note. Vet. Q., 7, (4), 264-270.
83. THIBAUT CH; 1994.abrégé de reproduction animal.

84. THIBIER M. : Le diagnostic de gestation chez la femelle de l'espèce bovine. Point Vêt., 1976, 5, (2), 61-68.
85. THIBIER M. : Hormonologie sexuelle de la vache et quelques conséquences pratiques en médecine vétérinaire. Bull. Mens. Soc. Vêt. Prat. Fr., 1976, 60, (9), 549-562.
86. VAHDAT F., HURTGEM J.P., WHITMORE H.L., SEGUIN B.E., JOHNSTON S.D.: Decline in assayable progesterone in bovine plasma : effect to time, temperature, anticoagulant, and presence of blood cells. Am. J. Vet. Res., 1981, 42, 521-523.
87. 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.
88. WHITE I.R., RUSSEL A.J.F., WRIGHT I.A. et WHYTE T.K. (1985) - Real-time ultrasonic scanning in the diagnosis of pregnancy and the estimation of gestational age in cattle. Vet. Rec., 117, 5-8.
89. ZOLI A.P., GUILBAULT L.A., DELAHAUT P., WASHINGTON B.O., BECKERS J.F.: Radioimmunoassay of bovine pregnancy associated glycoprotein in serum: Its application for pregnancy diagnosis. Biol. Reprod., 1992, 46, 83-92.

