

République Algérien Démocratique Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université IBN-Khaldoun

Institut des sciences vétérinaires

Département de la santé animale

*Projet de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de docteur
vétérinaire Sous le thème :*

Identification et suivie de la gestation par échographe chez les bovins

Présenté par :

Menad Mohamed Boudiaf

Encadré par :

Ayad Mohamed Amine

*Année Universitaire
2017/2018*

Remerciements

Je dédie ce modeste travail a :

***A mes parents et toute ma famille et mes professeurs de l'institut des sciences
VETERINAIRE-Tiaret***

Pour votre écoute et vos conseils, Pour votre soutien inconditionnel

A mes amis proches

Pour tous ces bons moments partagés et à venir

A tous les membres de club scientifique EL-RAZI

Table des matières

<i>Liste des Figures</i>	I
<i>Liste des Tableaux</i>	II
<i>Introduction</i>	01
Chapitre.1 Principe de l'échographie en reproduction vétérinaire	
1. Historique	02
2. Les ondes ultrasonores et leurs caractéristiques	02
• Fréquence.....	03
• Longueur d'onde	04
3. Le principe de fonctionnement de la sonde	04
4. Le traitement et la formation de l'image	04
5. Les différents modes échographiques	05
• Mode A.....	05
• Mode B	05
• Mode TM	06
• Mode doppler.....	06
6. Les différentes sondes échographiques	08
• Les différents types de sondes	08
• Les différentes fréquences	10
• Le choix de la sonde pour les différentes espèces	10
7. Le choix de l'appareil	11
8. Les artefacts	12
• Mauvais contact	12
• Réglage incorrect	13
• Artefact de réverbération	14
• Cône d'ombre	15
• Renforcement postérieur	15
• Artefact d'anisotropie	16
• Artefact d'ombre de bord	16
• Image en miroir.....	17
• Lobe accessoire	17
9. Méthodes de réalisation d'une échographie en reproduction chez les différentes espèces	19
• Espèce bovine	19
• Espèce équine	20
• Espèces canine et féline	22

1. Etapes du développement embryonnaire.....	23
• Intérêts.....	23
• A partir de quand.....	23
2. Diagnostic de gestation précoce	26
• Intérêts.....	26
• A partir de quand ?	26
• Méthode.....	26
3. Diagnostic du sexe du fœtus	30
• Intérêts	30
• Méthodes.....	30
4. Diagnostic de gémellité	35
• Intérêts.....	35
• Quand ?	35
• Méthode.....	35
5. Diagnostic et la pathologie de la gestation	37
• Pour évaluer les flux sanguins utérins ou du fœtus, et les affections placentaires.....	37
• Paramètres évaluables	37
6. Mortalité embryonnaire	39
• Intérêts.....	39
• Etude du débit sanguin et de l'index de résistance des artères utérines en fin de gestation dans l'espèce bovine	41
• Intérêts.....	41

Liste des Figures

Figure-01 :conséquences de la fréquence de l'onde sur l'examen échographique	03
Figure-02 :échographie en mode A d'un œil	05
Figure-03 :échographie en mode B d'un placentome de bovin	06
Figure-04 :échographie en mode TM du coeur d'un foetus bovin	06
Figure-05 :échographie en mode B (à gauche) et en mode doppler (à droite) d'un vaisseau sanguin	07
Figure-06 :échographie doppler d'une artère ombilicale d'un foetus canin.	08
Figure-07 :schématisation d'une sonde linéaire et de la direction des ultrasons	08
Figure-08 : photographie d'une sonde linéaire (source personnelle)	08
Figure-09 :schématisation d'une sonde convexe et de la direction des ultrasons	09
Figure-10 :photographie d'une sonde convexe (source personnelle)	09
Figure-11 : schématisation d'une sonde sectorielle et de la direction des ultrasons	09
Figure-12 :photographie d'une sonde sectorielle	09
Figure-13 : exemple d'appareil échographique utilisé en clientèle canine (source personnelle).....	12
Figure-14 :artefact causé par la présence de fèces entre la sonde et la muqueuse rectale.....	13
Figure-15 :images de différentes qualités suivant le réglage du gain de l'appareil	13
Figure-16 :artefact de réverbération	14
Figure-17 :artefacts en queues de comète, visibles au niveau de l'estomac	14
Figure-18 :ombre artéfactuelle (2) résultant de l'importante réflexion des ondes sur la surface du bassin (structure osseuse, 1)	15
Figure-19 :artefact de renforcement postérieur.....	15
Figure-20 :artefact d'anisotropie.....	16
Figure-21 :artefact d'ombre de bord (flèches).	16
Figure-22 : image en miroir lors d'un diagnostic de gestation chez un bovin.....	17
Figure-23 :faisceaux d'ultrasons émis par une sonde échographique.....	18
Figure-24 :artefacts dus aux lobes accessoires lors d'une échographie vésicale (matérialisés par les flèches)	18
Figure-25 :illustration du positionnement de la sonde sur le tractus reproducteur d'une vache par voie transrectale.....	19
Figure-26 :visualisation du corps utérin et de la vessie.....	21

Figure-27 :visualisation de la base d'une corne utérine et du fond du corps utérin.....	21
Figure-28 :technique d'échographie de l'utérus et des ovaires chez la jument.....	22
Figure-29 :image échographique d'une gestation de 30 jours. L'embryon (1), le liquide allantoïdien (2) et la membrane amniotique sont visibles	27
Figure-30 :échographie d'une gestation de 33 jours. Le placentome (P) commence à être visible.....	27
Figure-31 :image échographique d'une gestation de 47 jours [5]. L'attache du cordon ombilical (4) est visible.....	28
Figure-32 :anatomie des organes sexuels d'un foetus mâle (à gauche) et femelle (à droite) à 55 jours de gestation.....	31
Figure-33 :échographie d'un foetus mâle de 67 jours.....	32
Figure-34 :échographie d'un foetus femelle de 56 jours.....	32
Figure-35 :échographie d'un foetus femelle de 72 jours en coupe transversale au niveau du bassin et des membres postérieurs.....	33
Figure-36 :présence de jumeaux de 37 jours dans la même corne utérine (2 : embryons).....	36
Figure-37 :ligne de gémellité d'une gestation de 26 jours (1 : embryon)	36
Figure-38 :calcul du débit sanguin.....	38
Figure-39 :tracé Doppler de l'onde artérielle au cours d'un cycle cardiaque. (Fréquence systolique maximale (S), minimale (Min), moyenne (Mean) et en fin de diastole (D)	40

Liste des Tableaux

Tableau.1	<i>valeurs de la vitesse de propagation de l'onde sonore en fonction du milieu traversé.....</i>	01
Tableau.2	<i>le choix de la sonde et de la voie d'examen en fonction des espèces pour le diagnostic ou le suivi de gestation.....</i>	11
Tableau.3	<i>principales caractéristiques physiques de l'embryon et du fœtus bovin au cours de son développement à partir de 20 jours de gestation.....</i>	28
Tableau.4	<i>date d'apparition des structures fœtales et utérines lors de l'examen échographique de l'utérus chez une vache gravide.....</i>	29
Tableau.5	<i>diagnostic différentiel face à une zone anéchogène en région pelvienne chez la vache.....</i>	33
Tableau.6	<i>compare le moment, les intérêts et la méthode du diagnostic de gestation précoce par échographie entre les différentes espèces.....</i>	33
Tableau.7	<i>périodes de sexage du fœtus bovin.....</i>	37
Tableau.8	<i>comparaison de la détermination du sexe des fœtus par échographie chez la vache, la jument, la chienne et la chatte.....</i>	38
Tableau.9	<i>comparaison du moment, des intérêts et de la méthode du dénombrement fœtal par échographie entre les différentes espèces.....</i>	40
Tableau.10	<i>comparaison des éléments de suspicion d'une mortalité embryonnaire/fœtale avérée ou imminente suivant les espèces.....</i>	44

Introduction

La détection précoce et fiable de la gestation chez la vache est un élément essentiel dans le suivi de reproduction. L'enjeu est de diagnostiquer le plus tôt possible les vaches non gestantes afin de mieux les surveiller, voire de les traiter pour leur permettre une nouvelle gestation. Ce diagnostic précoce permet de réduire l'intervalle vêlage-vêlage et ainsi d'optimiser la production de lait sur la carrière d'une vache. Le coût de l'allongement de l'intervalle vêlage-vêlage peut représenter jusqu'à 0,70 € par vache par jour supplémentaire, ce qui, à l'échelle d'un troupeau sur un an, peut constituer une perte économique importante. En plus d'une détection rapide, la méthode doit impérativement être fiable, afin d'éviter toute erreur diagnostic. Ainsi, l'observation du simple non-retour en chaleur à 21 jours post saillie n'est malheureusement pas assez fiable, c'est pourquoi cette méthode, si elle est utilisée seule, reste déconseillée ; on s'oriente donc plutôt vers des examens complémentaires.

L'essor de l'échographie ces dernières années, avec la diversité des appareils échographiques et l'apparition des échographes portables, ont eu pour conséquence que, dans la plupart des cliniques vétérinaires, il existe un appareil dédié à l'examen des grands animaux. En reproduction, ils servent en particulier à diagnostiquer et suivre la gestation de la vache. En élevage, le diagnostic et le suivi de la gestation sont quasiment incontournables pour des raisons économiques. Dans l'espèce bovine, les animaux doivent être rentables et donc, dans l'idéal, chaque vache doit donner naissance à un veau viable par ans. Le suivi est également important car de nombreuses affections sont liées à la gestation. Nous pouvons donc nous demander quel est l'intérêt de l'échographie dans le diagnostic et le suivi de la gestation dans la principale espèce suivies en clinique vétérinaire en Algérie actuellement, c'est-à-dire l'espèce bovins

Après avoir rappelé le principe de fonctionnement de l'échographie, nous comparerons son intérêt et ses utilisations lors du diagnostic puis lors du suivi de gestation, dans l'espèce bovine. Pour chaque partie, à chaque fois que cela sera possible, nous définirons les principales méthodes de l'identification et le suivie de la gestation dans l'espèce bovine par echographique et une petite comparaison par les autres espèces équin, canin et félin

Chapitre 1

Principe de l'échographie en reproduction vétérinaire

3. *Historique*

Les premiers appareils d'échographies médicaux ont été inventés dans les années **1960** dans le but d'explorer le corps humain. Depuis, de nombreuses améliorations ont été réalisées permettant notamment d'augmenter la qualité des images et de réduire le poids des appareils. De nombreuses sondes sont disponibles. Leurs tailles et formes peuvent ainsi être adaptées à chaque situation .

La première description de l'utilisation de l'échographie en reproduction vétérinaire date de **1966** par Ivan L. Lindahl. Il explique comment diagnostiquer une gestation chez une brebis. Depuis, ses usages se sont développés et ont été étendus à de nombreuses espèces. Aujourd'hui, l'échographie est utilisée lors du diagnostic de gestation afin de mettre en évidence les embryons ou fœtus, de les caractériser, et également lors du suivi de gestation afin d'observer le développement des fœtus. De nombreuses études diversifient son utilisation afin d'en apprendre davantage sur la physiologie de la gestation et de pouvoir augmenter les chances de survie des fœtus et de leur mère. L'échographie est ainsi devenue un outil quasiment indispensable aussi bien en clientèle canine, féline qu'en clientèle équine et rurale.

4. *Les ondes ultrasonores et leurs caractéristiques*

Les ondes ultrasonores sont des ondes vibratoires définies par trois caractéristiques : leur vitesse de propagation (**v**), leur fréquence de vibration (**f**) et leur longueur d'onde (**λ**). Elles se propagent dans les tissus mous et dans une seule direction.

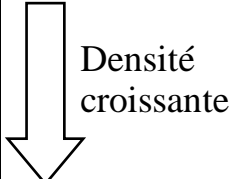
Vitesse

La vitesse de propagation d'une onde est proportionnelle à la densité du milieu qu'elle traverse. Par exemple, les ondes se propageront plus rapidement dans les tissus osseux que dans les tissus musculaires et cutanés car l'os est un milieu plus dense .

Le tableau I montre que la vitesse de propagation de l'onde est fonction de la densité du milieu traversé.

Tableau 01 : valeurs de la vitesse de propagation de l'onde sonore en fonction du milieu traversé [01]

<i>Densité croissante Milieu traversé</i>	<i>Vitesse de propagation de l'onde sonore</i>
<i>Air</i>	<i>330 m/s</i>
<i>Eau</i>	<i>1480 m/s</i>
<i>Tissus mous</i>	<i>1540 m/s</i>
<i>Os</i>	<i>4080 m/s</i>



Ainsi, la vitesse est constante dans un milieu donné. Il est donc possible en connaissant la vitesse et en mesurant le temps séparant la réception de deux ultrasons, de connaître la distance séparant les points responsables de la formation de ces signaux .

En médecine vétérinaire, lors d'un diagnostic ou d'un suivi de gestation, l'échographie sert essentiellement à l'exploration des liquides et surtout des tissus mous. La vitesse des ultrasons étant de l'ordre de 1540 m/s dans ces derniers et d'une valeur légèrement inférieure dans les liquides, l'échographe sera capable de calculer la distance parcourue par les ondes, et, à partir de cette information, de créer une image.

A. *Fréquence*

Les fréquences des ultrasons utilisées pour l'échographie en médecine vétérinaire sont comprises entre **1,5** et **15 MHz**. Plus la fréquence est élevée, moins l'onde pénètre loin dans les tissus, et inversement. Etant données la densité des tissus examinés et l'intensité des faisceaux d'ultrasons, la

profondeur atteinte par les ondes, et donc la profondeur maximale des structures pouvant être examinées, varie en général de 4 cm pour une fréquence de 10 MHz à 30 cm pour une fréquence de 1 MHz.

Plus la fréquence utilisée est grande, meilleures sont la résolution et la qualité de l'image. La résolution est la distance minimale séparant deux points qui donne deux points différents sur l'écran.

Ainsi, comme l'illustre la figure 1, la fréquence choisie par le vétérinaire dépend de la profondeur de l'organe à examiner ainsi que de la résolution et de la qualité de l'image souhaitées.

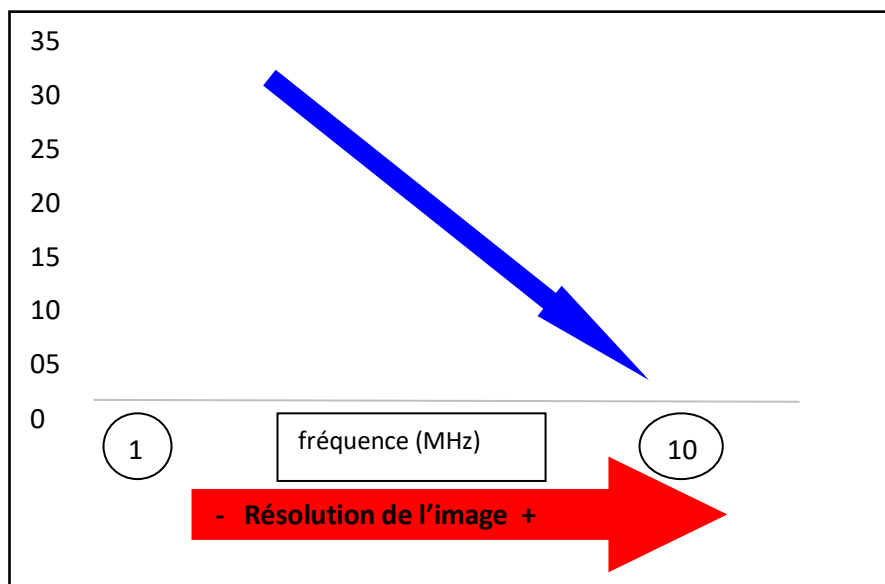


Figure 1 : conséquences de la fréquence de l'onde sur l'examen échographique

B. Longueur d'onde

La longueur d'onde (λ) correspond à la distance séparant deux ondes successives. Elle est reliée aux paramètres précédents par l'équation suivante : $v_i = \lambda \times f$, avec v_i la vitesse et f la fréquence de l'onde.

L'intensité des ultrasons utilisée est comprise entre 0,001 et 0,1 Watt/cm². Etant très faible, elle est inoffensive pour l'animal [2.3].

6. Le principe de fonctionnement de la sonde

La sonde échographique contient un transducteur appelé cristal piézoélectrique. Il est capable de se déformer/comprimer, lorsqu'il est chargé et inversement de se charger lorsqu'il est comprimé. C'est l'effet piézoélectrique. Ainsi, quand un courant alternatif est appliqué sur ce transducteur, il se comprime et se relâche alternativement et émet un son appelé ultrason. La fréquence de l'onde émise dépend de l'épaisseur du cristal : plus il est mince, plus la fréquence est élevée [2.3].

La sonde émet des ultrasons par salve puis est à l'écoute. Elle va retransformer la partie de l'onde ultrasonore que les tissus réfléchissent vers elle, l'écho, en courant électrique. Ainsi elle a un rôle d'émetteur et de récepteur [2.3].

7. Le traitement et la formation de l'image

Lorsqu'un faisceau d'ultrasons arrive perpendiculairement à une surface, une partie est réfléchiée dans le sens opposé, le reste continue son chemin dans la même direction jusqu'à la surface perpendiculaire suivante.

L'image échographique est formée grâce aux ondes réfléchies qui reviennent sur le cristal piézoélectrique. L'intervalle de temps entre l'émission de l'onde et sa réception dépend ainsi de la profondeur de la surface ayant permis la réflexion.

La propagation d'une onde dans un organisme dépend de la vitesse de celle-ci et de la différence de densité entre les différents milieux. Plus cette différence est grande, plus la réflexion sera importante et plus l'image sera de bonne qualité.

Le temps mis par l'onde pour revenir au cristal et la quantité d'ondes réfléchies sont analysés et permettent de déterminer la position, l'intensité de l'écho et de représenter le signal pour l'opérateur. Ainsi les échos qui reviennent au cristal donnent des informations ultrasonores qui sont converties en signaux électroniques qui sont immédiatement amplifiés, puis numérisés et adressés sur le moniteur, pour fournir en temps réel une image en échelle de gris nous permettant d'apprécier les différentes discontinuités entre les tissus. Les structures anéchogènes apparaissent en noir, les structures hyperéchogènes en blanc et les intermédiaires sont représentées par des nuances de gris. Ainsi, l'air et les os ont une

Apparence blanche sur l'écran car ils réfléchissent quasiment la totalité des ondes émises. Les liquides apparaissent noirs car ils ne réfléchissent pas les ondes.

Plus les échos proviennent de tissus éloignés de la sonde, plus ils sont atténués. L'échographe les amplifie, cela s'appelle le gain. Ce paramètre peut être réglé afin d'ajuster la brillance de l'image.

Lorsqu'un faisceau arrive avec un angle oblique sur une surface, une partie est réfléchi obliquement et le reste est transmis mais est dévié d'un certain angle. C'est le phénomène de réfraction. Cela entraîne une disparition du signal en échographie, car les ondes ne reviennent pas au cristal piézoélectrique [2.3.4].

8. Les différents modes échographiques

Les modes échographiques correspondent à la façon dont l'échographe traite les signaux électriques obtenus avec la sonde. Il existe les modes A, B, TM, et doppler. Seul le mode A n'est pas utilisé en reproduction vétérinaire.

A. Mode A

Le mode A dit « amplitude » est le plus primitif. Un seul faisceau ultrasonore de direction constante est utilisé. L'axe des abscisses représente la profondeur d'examen et l'axe des ordonnées représente l'intensité du faisceau ultrasonore réfléchi. Il affiche ainsi l'amplitude du signal recueilli par la sonde en fonction de la profondeur. Il est utilisé en ophtalmologie comme l'illustre la figure 2 [1].

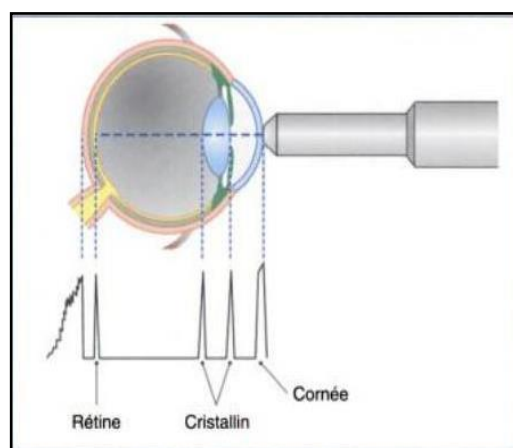


Figure 2 : échographie en mode A d'un œil [5]

B. Mode B

Le mode B dit « brillance » représente l'intensité du signal par la brillance d'un point sur l'écran. Plus l'intensité est forte, plus il est brillant. On a ainsi sur l'écran différents points allant du blanc au noir en passant par toute une échelle de gris. Le faisceau d'ondes ultrasonores produit une image à deux dimensions.

En reproduction, les principaux appareils utilisés sont en mode B. Ils sont en temps réel, l'image bougeant en même temps que les tissus sous-jacents. Comme vu sur la figure 3, ce mode permet de réaliser des images en tranches de tissu. Ainsi, en déplaçant progressivement la sonde, le vétérinaire peut se reconstituer mentalement l'information dans l'espace [3.4].

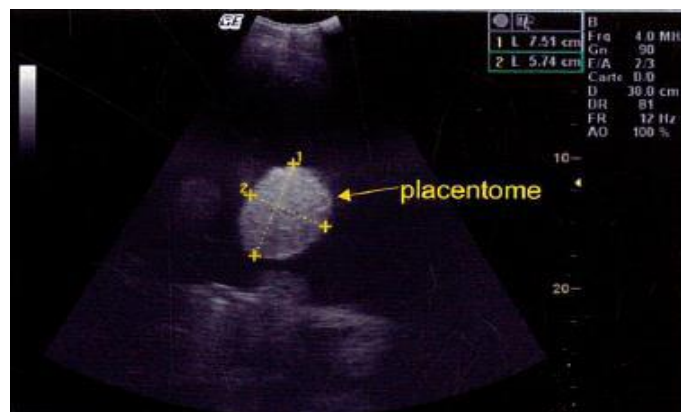


Figure 3 : échographie en mode B d'un placentome de bovin [6]

C. Mode TM

Comme l'illustre la figure 4, le mode TM dit « temps mouvement » consiste à faire défiler à vitesse constante le mode B sur l'écran. L'image obtenue représente l'évolution au cours du temps d'une structure choisie au préalable. Ainsi si la structure est en mouvement, des ondulations seront visibles à l'écran. Au contraire si elle est fixe, une ligne horizontale sera visible [6].

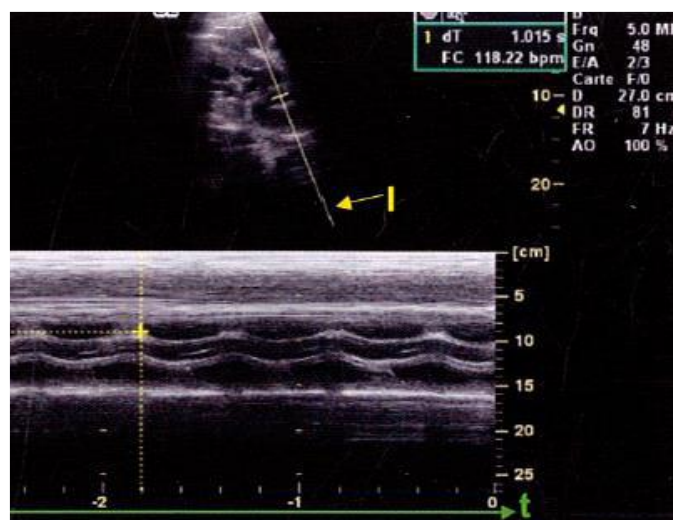


Figure 4 : échographie en mode TM du coeur d'un foetus bovin [6]

D. Mode doppler

Le mode doppler est une technique utilisée, par exemple, pour examiner les flux sanguins du fœtus et de la mère durant la gestation. Le principe est que la fréquence des ondes est modifiée quand leur source ou la structure qui les reçoit se déplace. Les échos des ondes doppler changent donc de longueur d'onde quand le sang est en mouvement. Ce changement dépend de la vitesse du flux sanguin et de l'onde ultrasonore, de la direction entre la sonde et celle du vaisseau sanguin étudié et de la fréquence des ondes émises par l'échographe. Il permet d'avoir des informations sur la direction, la vitesse et certaines caractéristiques du flux sanguin dans les vaisseaux et le cœur [7]. Ainsi, la fréquence de l'écho est supérieure à l'onde émise par la sonde lorsque l'écoulement sanguin se fait en direction de la sonde. A l'inverse, la fréquence est diminuée lorsque

l'écoulement se fait dans la direction opposée à la sonde [8]. Les échographes utilisent un code couleur pour indiquer la direction de ce flux.

Le rouge indique un flux antérograde (s'approchant de la sonde), et le bleu un rétrograde (s'éloignant de la sonde) [9]. Si le flux est laminaire, la couleur sera homogène. Alors que s'il est turbulent, elle sera hétérogène et une mosaïque de couleur sera visible [6].

Le mode doppler à émission pulsée, à la différence de celui à émission continue, permet de choisir la profondeur de la structure dont les échos sont analysés. Cela autorise l'analyse du flux sanguin dans un unique vaisseau, comme l'illustre la figure 5 [7].

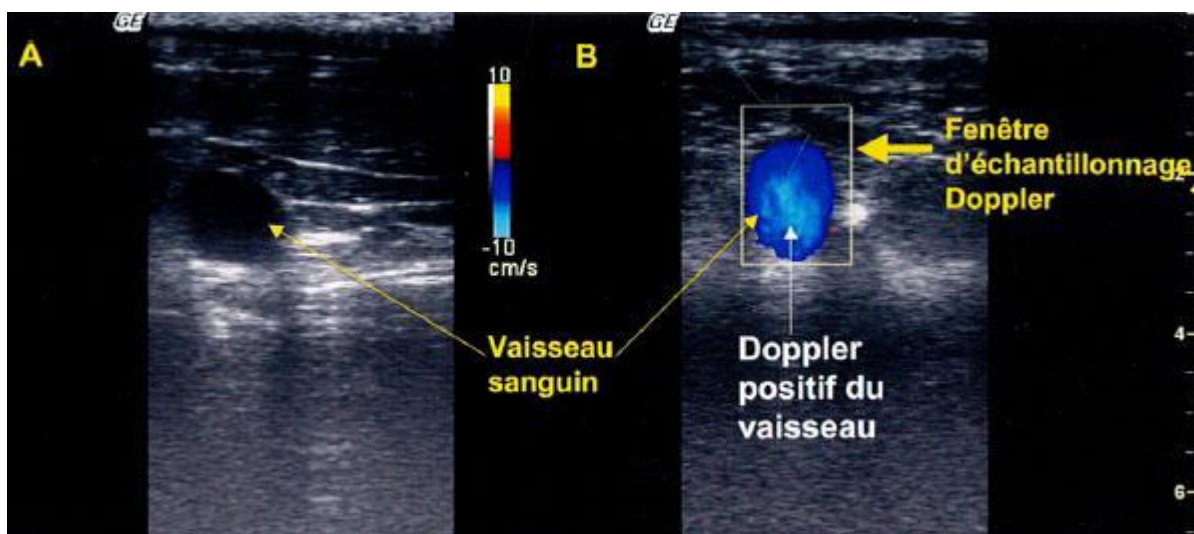


Figure 5 : échographie en mode B (à gauche) et en mode doppler (à droite) d'un vaisseau sanguin [6]

Le mode doppler à émission pulsée, permet d'avoir une représentation des changements de vitesse du sang au cours du cycle cardiaque dans un vaisseau (figure 6). Les paramètres intéressants sont la vitesse maximale du sang lors de la systole (PSV) et la vitesse du sang en fin de diastole (EDV). Ils

permettent de calculer l'index de résistance aussi appelé « index de Pourcelot », à l'aide de la formule suivante : $RI = ((PSV-EDV)/PSV)$. Ce dernier est un indicateur de la résistance en aval des artères. Sa valeur est comprise entre 0 et 1. Il est égal à 0 lorsque la résistance est nulle, il est de 1 lorsqu'elle est maximale [10].



Figure 6 : échographie doppler d'une artère ombilicale d'un foetus canin.
(Flèche : cordon ombilical avec l'artère ombilicale en rouge et la veine ombilicale en bleue).
Le mode doppler à émission pulsée est utilisé au centre de l'artère ombilicale afin d'obtenir l'onde présente au bas de l'image [10].

7. Les différentes sondes échographiques

A. Les différents types de sondes

Il existe deux types de sondes échographiques selon le type de balayage de la coupe par le faisceau d'ultrasons: les sondes à balayage linéaire et les sondes sectorielles.

Dans une sonde à balayage linéaire, les cristaux sont alignés en ligne ou en rangée courbe, le long de l'axe longitudinal de la sonde sur une longueur de 5 à 15 cm. Le balayage de la coupe est effectué par l'allumage séquentiel d'une série de cristaux le long de la sonde. Les ultrasons sont émis dans la même direction. Il existe deux types de sondes à balayage linéaires : la sonde linéaire et la sonde convexe.

Dans une sonde linéaire (figures 7 et 8), la surface est plane, l'image produite est donc rectangulaire. L'avantage principal des sondes linéaires est que la compréhension des plans de coupe ne présente aucune difficulté et donc l'apprentissage est aisé [11].

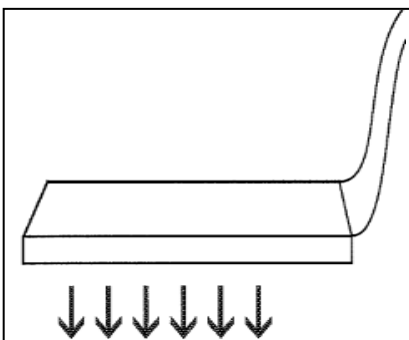


Figure 7 : schématisation d'une sonde linéaire et de la direction des ultrasons [11]



Figure 8 : photographie d'une sonde linéaire (source personnelle)

Dans une sonde convexe (figures 9 et 10), la surface est curviligne, l'image a une forme de cône qui s'élargit vers la profondeur. Elle permet donc des explorations plus larges

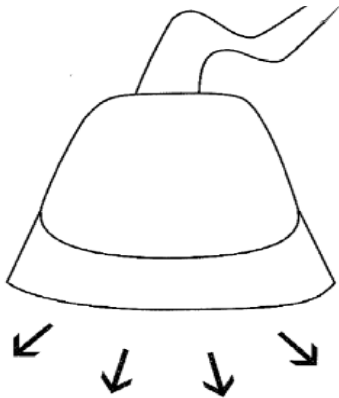


Figure 9 : schématisation d'une sonde convexe et de la direction des ultrasons [11]



Figure 10 : photographie d'une sonde convexe (source personnelle)

Les sondes sectorielles (figures 11 et 12) contiennent soit des cristaux en rotation ou alignés, soit un cristal avec un miroir oscillant, soit seulement un miroir oscillant. Le balayage de la coupe est effectué par un décalage de phase des signaux transmis ou reçus par les cristaux. L'image produite a une forme en cône. Elle est étroite en surface et s'élargit vers la profondeur ce qui permet de visualiser des structures profondes et de réaliser des images entre deux côtes par exemple.

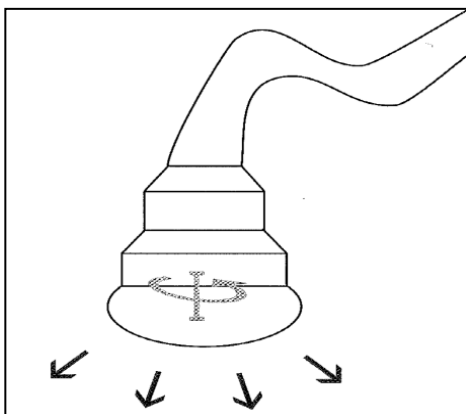


Figure 11 : schématisation d'une sonde sectorielle et de la direction des ultrasons [11]

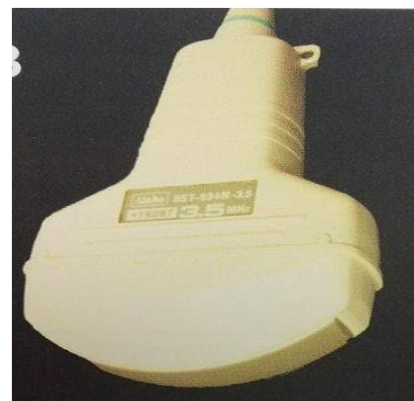


Figure 12 : photographie d'une sonde sectorielle [4]

Les sondes sectorielles présentent les avantages d'être polyvalentes (utilisation possible par voie transrectale et transabdominale), de donner une image d'une bonne qualité, de permettre une multiplication des champs de coupe de manière aisée (utile pour la visualisation d'éléments fœtaux précis) et d'avoir une petite surface de contact par rapport aux sondes linéaires et aux sondes convexes. Mais leur résolution est plus faible dans le champ proximal, alors qu'elle est importante pour ces autres sondes [11].

Pour un examen échographique transrectal, les deux types de sondes peuvent être utilisés mais les sondes linéaires sont préférables du fait de leur conformation qui permet de les manipuler sans danger dans le rectum [4].

Pour un examen échographique transabdominal, les deux types de sondes peuvent également être utilisés mais les sondes sectorielles sont les plus adaptées car, du fait de leur petite surface de contact avec la peau, elles permettent de se placer à l'endroit le plus approprié. Les sondes linéaires sont employées lorsque l'on souhaite avoir une qualité d'image supérieure [12].

B. Les différentes fréquences

Les fabricants proposent le plus souvent des sondes de fréquence 3,5 MHz, 5-6 MHz et 7,5-8 MHz. Plus la fréquence est faible, plus les ondes pénètrent loin dans les tissus mais moins la résolution est bonne. Avec une sonde de 3,5 MHz, nous pouvons observer des structures jusqu'à 20-25 cm de profondeur, alors qu'avec une sonde de 7,5 MHz nous sommes limités à celles présentes dans les 5 premiers centimètres. Il existe des sondes bi-fréquences qui permettent de s'adapter au type d'examen à effectuer.

Chez la vache et la jument, la plupart du temps, les structures intéressantes sont entre 7 et 15 cm de profondeur. La fréquence 5 MHz est donc intéressante. Pour les diagnostics de gestation très précoces dans ces espèces, une fréquence de 7,5 MHz peut être utilisée.

En équine, pour le sexage du fœtus et pour un examen lors du dernier tiers de gestation, par voie transabdominale, il faut utiliser une fréquence de 2,5 ou 3,5 MHz.

En bovine, à partir du milieu de la gestation, une échographie par la voie transabdominale est également pratiquée car le fœtus et l'utérus se trouvent alors principalement dans l'abdomen ventral de la vache. Des fréquences basses sont alors utilisées (2 à 3,5 MHz).

Chez la chienne et la chatte, des sondes de fréquence 7,5 MHz sont souvent utilisées. Le choix se fait en fonction de la distance entre la peau et l'utérus ou le fœtus. Ainsi, chez une chatte ou une petite race de chien, il est possible d'utiliser une sonde de 10 ou 12 MHz. Chez un grand chien, il est possible d'utiliser une sonde de 5 ou 7,5 MHz [12].

C. Le choix de la sonde pour les différentes espèces

Chez la vache, pour le diagnostic et le suivi de gestation, les vétérinaires utilisent le plus souvent une sonde linéaire par voie transrectale. La fréquence la plus utilisée est 5 MHz mais il est possible d'utiliser des fréquences plus élevées, de 7,5 à 10 MHz pour examiner les ovaires et pour faire un diagnostic précoce de gestation [4.13].

Il est également possible d'utiliser une sonde sectorielle de basse fréquence de 2 à 3,5 MHz. Par voie transvaginale, elle permet de réaliser un diagnostic de gestation tandis qu'un suivi peut être réalisé par voie transabdominale au niveau du quadrant ventral droit [14] (la voie transabdominale est nécessaire à partir de 4 mois de gestation jusqu'à la mise-bas car le fœtus et l'utérus se trouvent alors principalement dans l'abdomen ventral de la vache). Cette dernière pratique est moins répandue [4.13].

Chez la jument, les sondes linéaires, convexes et sectorielles sont utilisées. Par voie transrectale, la plus utilisée est une sonde linéaire ayant une fréquence entre 5 et 10 MHz [83]. Une sonde linéaire de 5 MHz peut également être utilisée par voie transabdominale, jusqu'au deuxième tiers de gestation. Lors du dernier tiers de gestation, il faut utiliser une sonde de fréquence plus faible (2,5 ou 3,5 MHz) pour avoir une meilleure définition [15].

Les sondes convexes et sectorielles sont utilisées préférentiellement pour les échographies par voie transabdominale. Les fréquences adaptées vont de 2 à 8 MHz suivant la profondeur du fœtus [16].

Chez la chienne et la chatte, pour le diagnostic et le suivi de gestation, l'examen échographique se fait par voie transabdominale avec une sonde sectorielle ou à balayage linéaire. La fréquence la plus souvent utilisée est de 7,5 MHz mais ce choix dépend de la taille de l'animal. Chez la chatte et un petit chien, on peut utiliser des fréquences plus grandes (10-12 MHz). Chez un grand chien, on peut utiliser des fréquences plus basses (3,5-5 MHz) [12.17].

Le tableau II résume ce que nous venons de voir :

Tableau 02 : le choix de la sonde et de la voie d'examen en fonction des espèces pour le diagnostic ou le suivi de gestation

<i>espèce</i>	<i>Type de sonde</i>	<i>Voie utilisée</i>	<i>Fréquence de la sonde</i>
Bovine	Sonde linéaire	transrectale	5 MHz <i>Possibilité d'utiliser des fréquences plus élevées (par exemple : 7,5 à 10 MHz pour examiner les ovaires et pour faire un diagnostic précoce de gestation)</i>
	Sonde sectorielle (rare)	-transvaginale pour le diagnostic -transabdominale pour le suivi	2 à 3,5 MHz

10. Le choix de l'appareil

Un appareil à échographie (figure 13) est composé d'une sonde reliée à une console par un câble. La console est formée d'un moniteur avec un écran de visualisation, d'un clavier et d'un boîtier électronique. Trois catégories d'appareils existent en reproduction vétérinaire : des échographes de type hôpital non transportables, des échographes de type hôpital transportables et des échographes portables [4].

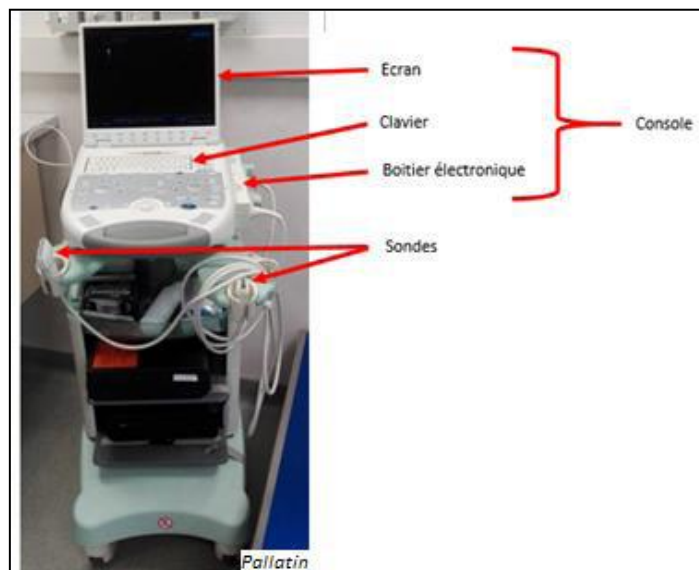


Figure 13 : exemple d'appareil échographique utilisé en clientèle canine (source personnelle)

Lors du choix de l'appareil, il faut porter attention à différents points. Tout d'abord, quelle que soit l'espèce animale à examiner, il faut que le boîtier électronique accepte les différents types de sondes que l'on souhaite utiliser. La qualité de l'image, les possibilités de réglage de l'échelle des gris, la largeur de l'écran, la projection de l'image sur celui-ci sont également importantes à considérer. Il faut prendre en considération le budget, la qualité et la réactivité du service après-vente [11]. De plus, certains échographes peuvent être reliés à des ordinateurs. Combiner leurs technologies peut permettre de visualiser les données de différentes façons. Cela donne à l'opérateur plus de capacités pour augmenter la qualité des images [8].

Par exemple, en pratique rurale, l'appareil doit être relativement résistant aux chocs et aux lavages-désinfections. Il doit posséder une autonomie importante. Le poids est aussi un critère à prendre en compte [11]. Les progrès informatiques et le fait que l'usage de l'échographie se soit répandu ont conduit à une réduction de la taille des composants. Une vaste gamme de tailles d'échographes est de nos jours disponible [8].

Certains appareils ne pèsent que 1 à 2 kg et peuvent donc être portés en bandoulière. Ils sont par conséquent très maniables mais ils ne possèdent pas toutes les fonctions qu'ont les appareils plus lourds. Ils seront donc bien adaptés pour une activité rurale ou équine mais peu pour une activité canine [11].

11. Les artefacts

Les artefacts sont des défauts dans l'image échographique. Ils peuvent conduire à des erreurs d'interprétation. Leur compréhension est donc essentielle pour optimiser la valeur diagnostique des images échographiques. Les plus fréquents ne sont pas spécifiques du tractus génital [18].

A. Mauvais contact

Un mauvais contact entre la sonde et la peau ou la muqueuse, peut conduire à d'importantes zones sombres sur l'image (figure 14). Un nettoyage de la sonde et de la peau, une vidange des fèces lors d'un examen transrectal, ainsi que l'utilisation de gel et d'une sonde à la forme adaptée à la zone à échographier, permettent d'éviter ce type d'artefact [18.4.6].



Figure 14 : artefact causé par la présence de fèces entre la sonde et la muqueuse rectale [4].

1 : artefact dû au mauvais contact entre la sonde et la muqueuse

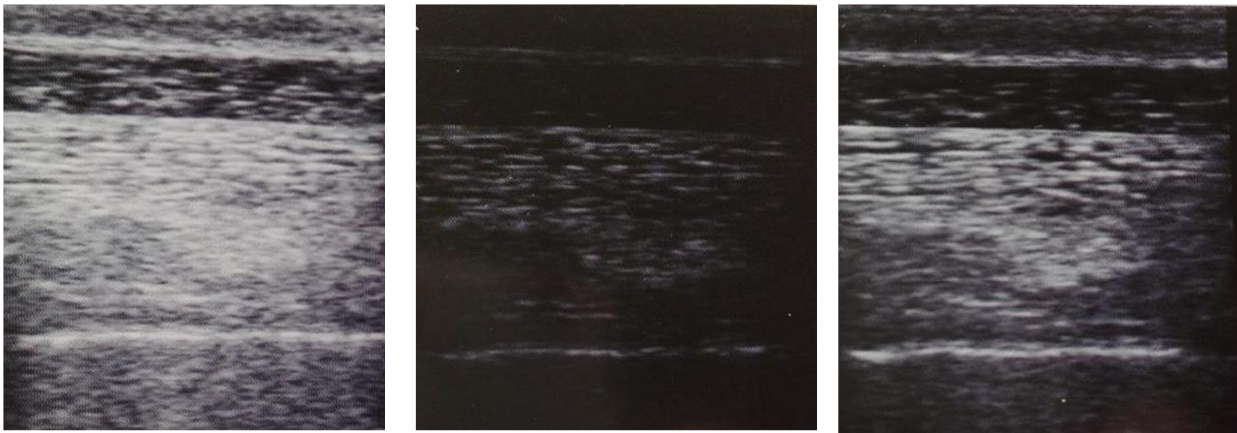
2 : embryon

3 : cavité allantoïdienne

4 : artefact par renforcement postérieur

B. Réglage incorrect

Un réglage incorrect de l'échographe peut conduire à un mauvais contraste de l'image, une absence d'échos en profondeur ou encore une saturation de la partie supérieure de l'image, comme l'illustre la figure 15 .



*Figure 15
(Image 15a)*

C. Artefact de réverbération

Lorsque les ondes rencontrent deux surfaces parallèles très réfléchissantes comme des os ou du gaz, il peut y avoir un artefact de réverbération (figure 16). Il est dû aux « allers-retours » que font les ultrasons entre les deux surfaces. Une alternance de lignes parallèles échogènes et anéchogènes est alors visible sur l'image échographique

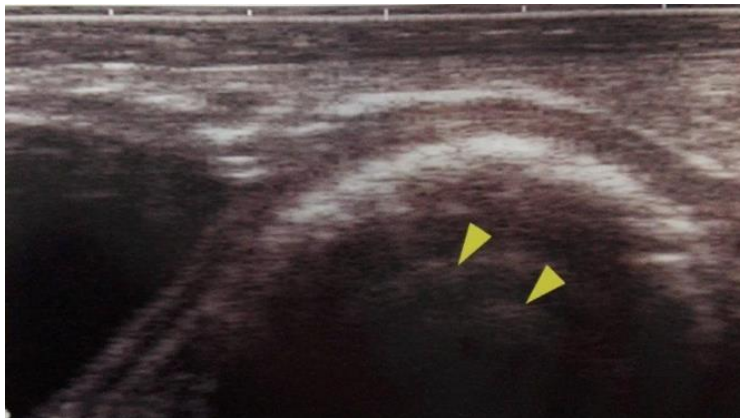


Figure 16 : artefact de réverbération [4]

Il est dû au rebondissement des ondes entre l'interface tissu mou/os du bassin et celle constituée par la sonde apposée à la paroi rectale. Les 2ème et 3ème « allers-retours » sont responsables des réverbérations matérialisées par les deux flèches jaunes [4].



Lorsque les ondes rencontrent des bulles de gaz à l'intérieur d'un liquide, elles rebondissent entre les interfaces liquide/gaz. De nombreux échos retournent alors à la sonde. Cela est à l'origine d'un artefact de réverbération dit « en queue de comète » à cause de son image caractéristique (figure 17) [19].

Figure 17 : artefacts en queues de comète, visibles au niveau de l'estomac (flèches) [19]

D. Cône d'ombre

En profondeur d'une structure très échogène, un cône d'ombre est souvent observable. En effet, la majorité des ultrasons est réfléchi par la structure et il n'y a pas suffisamment d'ondes qui la traversent pour pouvoir examiner les structures sous-jacentes [18.19]. Cela est illustré sur la figure 18.

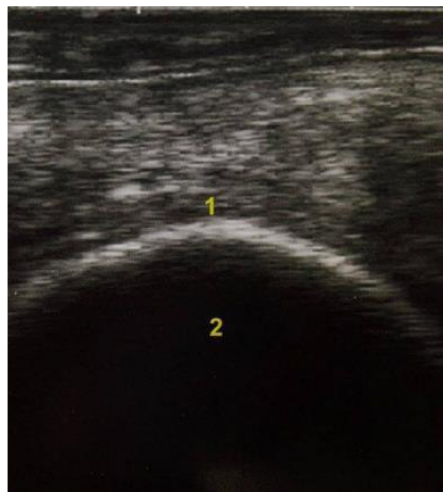


Figure 18 : ombre artéfactuelle (2) résultant de l'importante réflexion des ondes sur la surface du bassin (structure osseuse, 1) [4].

E. Renforcement postérieur

Lorsque les ultrasons rencontrent une zone très anéchogène comme une poche de liquide, ils sont peu atténués. L'échogénicité des structures sous-jacentes est alors très importante par rapport aux tissus environnants. Cet artefact est appelé renforcement postérieur (figure 19)

Il fait suite au passage des ultrasons par une structure collectrice du lait (L), zone très anéchogène, au niveau du parenchyme

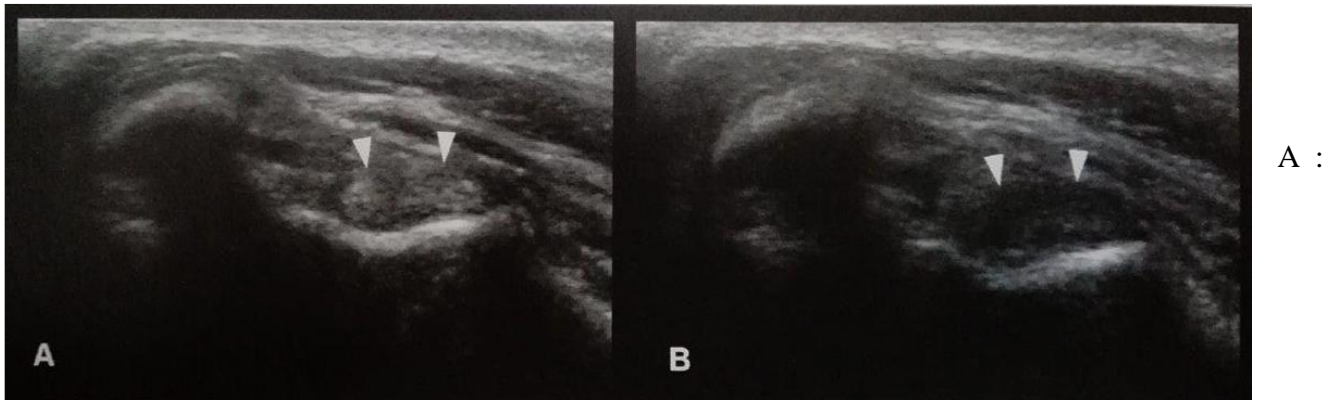


passage des ultrasons par une zone très anéchogène, au niveau du parenchyme d'une vache .

Figure 19 : artefact de renforcement postérieur

F. Artefact d'anisotropie

Lorsqu'un rayon arrive sur une surface lisse mais oblique, il est réfléchi ou réfracté selon un certain angle. Plus cet angle est important, moins les ultrasons reviennent à la sonde et donc moins la structure sera échogène. L'échogénicité des structures dépend ainsi de l'orientation des ultrasons. Les surfaces parallèles aux rayons ne sont pas visualisées. C'est un artefact d'anisotropie (figure 20) [3.6].



apparence normale de la section d'un tendon du biceps (matérialisée par les flèches). La sonde est placée perpendiculaire à la structure.

B : diminution de l'échogénicité de la section du tendon. La sonde est placée obliquement.

G. Artefact d'ombre de bord

Un artefact d'ombre de bord est visible lorsque les ultrasons rencontrent un objet arrondi (figure 21). En effet, ce dernier présentant une surface oblique, les échos ne reviennent pas à la sonde [3.19].



*Figure 21 : artefact d'ombre de bord (flèches).
Les faisceaux arrivent tangentiellement sur les follicules. [4]*

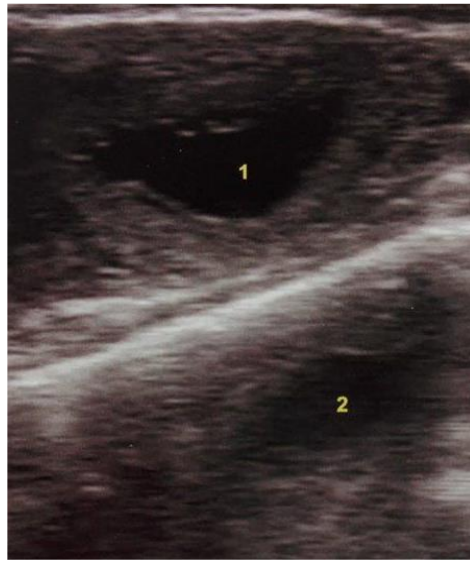


Figure 22 : image en miroir lors d'un diagnostic de gestation chez un bovin [4].

1 : section de corne utérine contenant du liquide embryonnaire

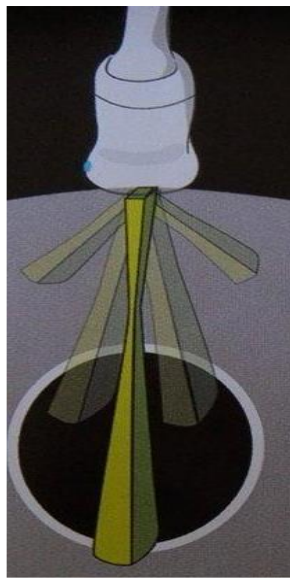
2 : image en miroir de la section de la corne utérine (1) par rapport à la structure osseuse du bassin, surface très réfléchissante

H. Image en miroir

Comme illustré par la figure 22, lorsque les ondes rencontrent une surface très réfléchissante, il y a la formation d'une image dite « en miroir ». C'est-à-dire qu'on observe deux fois la même structure sur l'écran de l'échographe, la deuxième étant « en miroir » de la première par rapport à l'interface réfléchissante. Cela est dû au fait que la surface réfléchissante renvoie une onde réfléchie vers la structure. Des échos sont alors produits par la structure et sont réfléchis de nouveau par l'interface. Ils retournent vers la sonde avec un délai important à l'origine de la formation d'une deuxième image de la structure avec une position erronée sur l'écran [4].

I. Lobe accessoire

Une sonde échographique émet non seulement un faisceau principal d'ondes ultrasonores dirigé dans une direction, mais elle émet également quelques ultrasons dans d'autres directions. Ces faisceaux d'ondes sont appelés « lobes accessoires » (figure 23). Généralement, ils sont de faible intensité. Un artefact est créé lorsque l'échographe interprète les échos des faisceaux secondaires comme étant des échos principal (figure 24) [19].



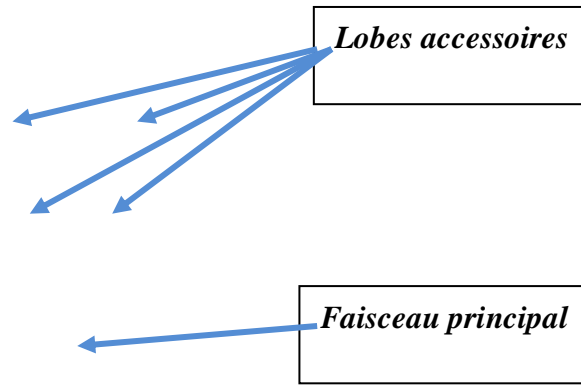


Figure 23 : faisceaux d'ultrasons émis par une sonde échographique [19]

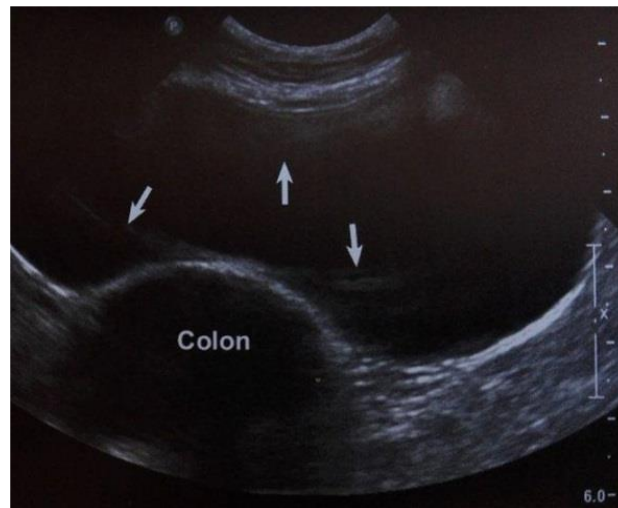


Figure 24 : artefacts dus aux lobes accessoires lors d'une échographie vésicale (matérialisés par les flèches) [19]

12. Méthodes de réalisation d'une échographie en reproduction chez les différentes espèces

A. Espèce bovine

Il est conseillé d'effectuer l'examen à l'ombre afin de mieux voir l'écran de l'échographe. Pour être plus confortable, l'appareil doit être positionné à gauche pour un droitier et à droite pour un gaucher.

La vache doit être immobilisée dans un cornadis ou dans un couloir de contention afin d'éviter les déplacements latéraux pendant l'examen (figure 25).

- Voie transrectale :

Cette voie est utilisée préférentiellement pour réaliser un diagnostic de gestation précoce. Tout d'abord, il convient de vidanger le rectum des excréments qu'il contient, puis, par palpation transrectale, de repérer le col, les cornes utérines et d'essayer de regrouper ces dernières dans le creux de sa main, si cela est possible [20.21].

Puis, il faut introduire la sonde, le cristal émetteur dirigé vers le bas. Si elle est de petite taille, il est possible de la tenir avec le pouce dans le creux de la main, les autres doigts regroupant l'appareil génital sous la sonde (figure 26). On peut alors examiner les cornes, l'une après l'autre, puis le corps de l'utérus, à la recherche des signes d'une gestation (présence de liquide, vésicule embryonnaire, présence de l'embryon ou du fœtus...). Si la sonde est de grande taille, il est alors difficile de regrouper les cornes utérines dans le creux de la main tout en tenant la sonde, mais il est possible d'examiner toute la longueur des cornes au cours d'un seul déplacement latéral de la sonde [20.21].



Figure 25 : illustration du positionnement de la sonde sur le tractus reproducteur d'une vache par voie transrectale [4]

- Voie vaginale :

Cet examen évite de vidanger le rectum mais ne permet pas de diagnostiquer une gestation sur un utérus qui aurait basculé précocement en avant du bord antérieur du pubis, chez les vaches qui présentent un relâchement du ligament large [21]. Cette méthode est très peu utilisée.

- Voie transabdominale :

Cette voie est utilisée préférentiellement dans la deuxième moitié de la gestation car le fœtus et l'utérus se trouvent alors principalement dans l'abdomen ventral de la vache, il est nécessaire d'effectuer un examen par voie transabdominale [4].

Il faut tout d'abord tondre la région ventrale, la rincer avec de l'eau tiède et appliquer un gel échographique afin d'augmenter la qualité de l'image.

La zone à préparer s'étend du quadrant ventral du flanc droit, ventralement jusqu'à la ligne blanche et crânialement jusqu'à l'appendice xiphoïde [4]. Elle remonte jusqu'à une ligne horizontale située 15 cm dorsalement au grasset (figure 27) [22]. Après 7 mois de gestation, la palpation externe de l'abdomen permet de mieux localiser le fœtus [4].

B. Espèce équine

Deux voies d'examen sont utilisées: la voie transrectale et la voie transabdominale.

- Voie transrectale :

C'est l'unique voie utilisable les 100 premiers jours de gestation. C'est également la voie préférentiellement utilisée pour diagnostiquer les placentites ascendantes car elle permet d'obtenir de très belles images du placenta au niveau de sa jonction cervicale.

Elle nécessite de la douceur pour diminuer les contractions rectales et les réactions de défense de l'animal ainsi qu'une certaine expérience. Il faut savoir reconnaître et refuser un animal dangereux. Avant de la pratiquer, il faut obtenir le consentement éclairé du propriétaire de l'animal après l'avoir informé des risques éventuels de lacération ou perforation rectale.

Idéalement, la jument est positionnée dans une barre de contention avec un portillon s'ouvrant à gauche pour y placer l'échographe. Un aide tient la jument à la tête. Celle-ci porte un licol dont la corde n'est pas attachée mais passe dans un anneau placé le long du bas flanc gauche et en arrière de la tête de l'animal. Toute contention contraignante à l'avant de la jument doit être évitée (figure 28).

Il faut utiliser un gant de fouille, le lubrifier avec de l'huile de paraffine ou un lubrifiant gynécologique. Il convient de prévenir l'animal en posant la main sur la croupe, puis de mettre les doigts en cône pour franchir l'anus et rentrer le reste de la main. Il est nécessaire de vider le rectum jusqu'à ce que le bras soit libre jusqu'à mi-biceps en prenant les crottins délicatement et en les sortant en plusieurs fois. L'utérus, les ovaires et le col sont alors palpables. Il faut repérer ces différentes structures avant d'introduire la sonde dans le rectum. Il est important de coiffer celle-ci avec son index lorsqu'on la fait entrer pour éviter de lacérer le rectum.

Pour visualiser une structure, la sonde doit être placée quelques centimètres au-dessus.

Tout d'abord on peut repérer la vessie (aspect échographique noir, échogène brillant ou avec des bulles). Au-dessus se trouve le corps de l'utérus (figure 29, bande grise homogène de 2 à 5 cm de haut). Il faut suivre la partie la plus épaisse du corps utérin en remontant jusqu'à la bifurcation intercornuale.

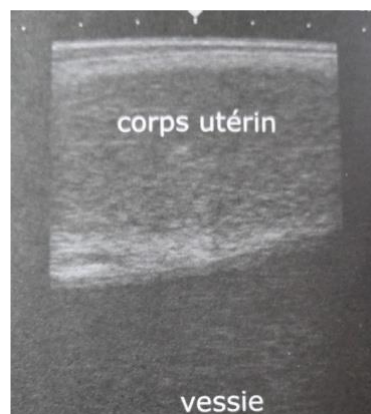


Figure 26 : visualisation du corps utérin et de la vessie

La partie la plus crâniale du corps de l'utérus est matérialisée à l'échographie par un bord arrondi. On peut observer une image en forme de poire représentant le fond de l'utérus avec le col vers la queue de la poire (figure 30). Le degré de fermeture du col peut être objectivé : il est très serré pendant toute la gestation et se relâche le dernier mois de gestation, stade où seuls le corps de l'utérus et son contenu sont visibles car le fœtus est alors souvent trop crânial. Il faut ensuite trouver la base des cornes puis les cornes.



Figure 27 : visualisation de la base d'une corne utérine et du fond du corps utérin

A partir de cet endroit, il faut monter la sonde vers le haut et tourner la face émettrice vers la gauche afin de visualiser la corne gauche. L'image obtenue est ronde. Elle représente une section transversale de la corne. Au bout de la corne, l'image ronde se rétrécit jusqu'à disparaître (figure 31). Il faut continuer à tourner la sonde vers la gauche pour trouver l'ovaire qui est reconnaissable aux follicules qu'il porte.

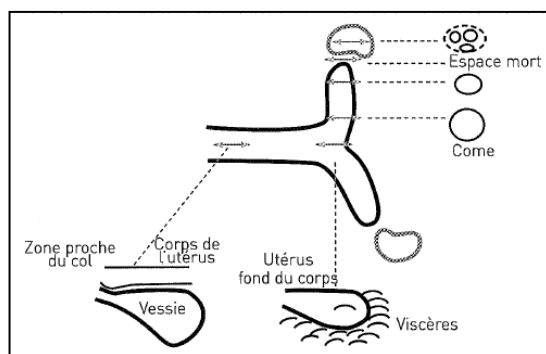


Figure 28 : technique d'échographie de l'utérus et des ovaires chez la jument [23]

Ensuite, il faut redescendre sur la corne utérine pour procéder de la même manière à l'examen de la corne et de l'ovaire droits. L'ovaire gauche est en général au-dessus de la corne gauche alors que le droit est très souvent en avant de la corne droite. Enfin, il convient de visualiser de nouveau tout le corps de l'utérus en le balayant sur toute sa largeur avant de sortir la sonde.

Durant la gestation, l'utérus apparaît très échogène et homogène. Il faut systématiquement examiner tout le corps de l'utérus et les deux cornes afin de pouvoir repérer s'il y a des jumeaux ou pour pouvoir affirmer un diagnostic de gestation négatif.

- **Voie transabdominale :**

Cette voie est de plus en plus utilisée car elle possède l'avantage d'être non invasive. Elle permet d'observer le fœtus et ses annexes après 100 jours de gestation. Elle est ainsi réalisable dans des situations où l'examen par voie transrectale est délicat ou impossible comme lors d'avortements, de lactation prématurée, de fièvre, d'écoulements vaginaux, d'anesthésie générale, de gestation prolongée et de gestation gémellaire [3.23.15].

Elle nécessite une bonne contention de la jument, une tonte large et un lavage avec de l'eau chaude de la zone allant des mamelles jusqu'à l'appendice xiphoïde. La sonde doit être placée en avant des mamelles, médialement [3.23.15].

C. Espèces canine et féline

L'animal doit être dans une position confortable, couché ou debout selon ce qu'il supporte le mieux. La position debout permet de garder le corps de l'utérus dans le plan médian. Si nécessaire, il faut tondre la zone antépubienne entre les deux chaînes mammaires, puis enduire la zone de gel échographique [12].

Le mieux est que l'animal n'urine pas avant l'examen. En effet, une vessie pleine permet une meilleure visualisation de l'utérus. [24] Il faut rechercher une image de la vessie en coupe transversale en plaçant la sonde crânialement à la symphyse pubienne et en effectuant des mouvements vers l'avant de l'animal [12].

Chapitre 2

Utilisation de l'échographie dans le diagnostic de la gestation

1. Etapes du développement embryonnaire

1. Intérêts

Quelle que soit l'espèce, l'échographie permet de dater le stade de gestation et donc de connaître approximativement la date de la fécondation lorsque celle-ci est inconnue et ainsi la date de mise-bas.

En élevage bovin allaitant, déterminer l'âge des fœtus est intéressant pour compenser le manque d'informations sur les saillies. Cela permet de déterminer la date des mises-bas et de mieux surveiller les vêlages [25]. L'éleveur peut aussi mieux gérer ses plans de vaccination, de traitement antiparasitaire et d'alimentation [14].

En élevage bovin laitier, déterminer l'âge des fœtus permet d'être sûr que la dernière insémination a été fécondante et non la précédente [25].

2. Méthodes

Quelle que soit l'espèce, il existe plusieurs méthodes afin de dater la gestation. Il est ainsi possible de mesurer certains paramètres embryonnaires ou foetaux et de se référer à des tableaux ou des formules donnant le nombre de jours de gestation ou le nombre de jours avant la mise-bas. Dans l'espèce bovine, il est également possible de se baser sur le développement des organes ou l'apparition à l'échographie de certaines structures.

Par la suite nous allons détailler pour l'espèce bovin les paramètres à prendre en compte et le moment de la gestation où leur utilisation est possible.

L'âge de l'embryon peut être déterminé en fonction de sa taille (tableau XIII). Les mesures les plus faciles et les plus prédictives sont la distance entre le haut de la tête et la croupe (CRL) et les diamètres de la tête et du tronc. Avant 50 à 55 jours de gestation, il vaut mieux utiliser la distance tête-croupe (CRL), et, après 55 jours, les diamètres de la tête et du tronc. En effet, après 55 jours, il est plus difficile de visualiser le fœtus sur toute sa longueur [4]. Il faut faire attention lorsque l'on mesure la taille de l'embryon/fœtus, car il est très facile de se tromper suivant que l'on observe une coupe transversale ou longitudinale [20].

On peut également déterminer l'âge du fœtus en mesurant le diamètre de l'oeil [4], le diamètre des vésicules anéchogènes, et par la date d'apparition de certaines structures utérines et fœtales [13] (tableaux XIV et XV).

La datation effectuée au cours du premier tiers de la gestation, phase de développement la plus intense, est la plus fiable [12].

Tableau 03 : principales caractéristiques physiques de l'embryon et du fœtus bovin au cours de son développement à partir de 20 jours de gestation

Stade de gestation	diamètre				Longueur tête-croupe (CRL) (mm)	Observations
	Transversal de la vésicule embryonnaire (mm)	de l'oeil (mm)	du tronc (cm)	externe du crâne (cm)		
20 jours	2-3				3	Battements cardiaques
22 jours	3-5				4-5	Vésicules optiques
25 jours	10				5-7	Ebauches des membres
30 jours	18-20				8-12	Ebauches oculaires (sans paupière)
35 jours					13-17	OEil bordé de replis Cou développé Doigts reconnaissables aux 4 membres
40 jours	30-35				17-24	Tubercule génital Mouvements de l'embryon
45 jours	35-40				23-26	Rudiments de paupières Pavillons auriculaires brefs Ebauches mammaires Follicules des poils tactiles (lèvre, sourcils)
50 jours	40-45				35-45	Migration du tubercule génital Atrophie du tubercule labial
55 jours	45-50				45-60	Fusion des plis uro-génitaux et du tubercule génital
2 mois		4	1,7-2,2	1,6-1,8	60-70	Paupières soudées Organes génitaux externes Onglons aux 4 membres Omasum et abomasum Premiers centres d'ossification de la tête et des vertèbres
70 jours		6	2,3-2,9	2,0-2,3	90-130	
80 jours		8	3,0-3,7	2,5-2,8	120-130	
3 mois (environ 90 jours)		10	3,9-4,5	3,2-3,3	140-150	Compartiments gastriques individualisés Follicules des poils près des yeux et des lèvres Ossification des os des membres et des vertèbres
100 jours		12	5,1-5,3	3,8-4,0	190	
4 mois (environ 120 jours)		16	7,0-8,7	4,9-6,2	250-270	Mamelles Développement des dents
140 jours		19	8,9-14,8	5,9-9,6	330	
5 mois		20			370-400	Descente des testicules achevée
6 mois		24			460-540	Cils, poils sur les oreilles et l'extrémité de la queue
7 mois		26			600-700	Ouverture des paupières Pilosité sur tout le corps
8 mois		27			600-820	Fourrure rase
9 mois		27			650-880	Toupillon à l'extrémité de la queue

Tableau 04 : date d'apparition des structures fœtales et utérines lors de l'examen échographique de l'utérus chez une vache gravide [13].

structure	Nombre de jours post fécondation
Allantoïde	23,2 ± 0,3
Colonne vertébrale	29,1 ± 0,5
Membres antérieurs	29,1 ± 0,3
Amnios	29,5 ± 0,5
Membres postérieurs	31,2 ± 0,3
Placentomes	35,2 ± 1
Mouvements foetaux	44,8 ± 0,8
Côtes	52,8 ± 0,5

II. Diagnostic de gestation précoce

1. Intérêts

L'échographie permet de porter un diagnostic de gestation précoce. Dans les espèces bovine et équine, l'intérêt est principalement économique. En espèce bovine, elle permet ainsi de réformer ou remettre précocement à la reproduction les vaches vides ou ayant subi une résorption embryonnaire [11.21]. La valeur prédictive négative d'un diagnostic de gestation est élevée. Elle est respectivement de 95, 98 et 100% à 28, 30 et 31 jours après l'insémination [26]. Dans l'espèce équine, elle permet de ne pas perdre une occasion de féconder une jument en faisant un diagnostic de gestation avant le premier retour en chaleur (qui a souvent lieu entre le 13ème et le 18ème jour après le premier refus) dans le cas où la jument n'est pas pleine [3]. Ainsi, quand une jument est saillie, on recommence à la passer à la barre à partir du 13ème jour post-refus. Si la jument n'est pas revue en chaleur, on effectue un diagnostic de gestation par échographie entre le 15ème et le 20ème jour post-ovulation. S'il est positif, on arrête de passer la jument à la barre et on réalise un second examen entre le 25ème et le 30ème jour post-ovulation. Si ce diagnostic de gestation échographique effectué entre le 15ème et le 20ème jour est négatif, on surveille alors les chaleurs [23].

2. A partir de quand ?

A partir du 27ème jour après une éventuelle fécondation, il est possible de réaliser un diagnostic de gestation mais il y a un risque d'affirmer qu'une vache n'est pas pleine alors qu'elle l'est. Idéalement, il faut faire un examen échographique entre le 30ème et le 35ème jour, puis effectuer une palpation transrectale le 3ème mois afin de remettre à la reproduction les vaches ayant eu une mortalité embryonnaire ou un avortement précoce [13]. La sensibilité de l'examen est excellente : elle est proche de 100% après le 29ème jour [4]. 44

Il est intéressant de connaître la date de saillie ou d'insémination artificielle afin de pouvoir connaître la taille de la vésicule embryonnaire et les signes de gestation à rechercher et ainsi de pouvoir déceler plus facilement des images de résorption embryonnaire [21]. En cas de doute, il est possible de refaire un examen échographique deux semaines après ce premier examen [13].

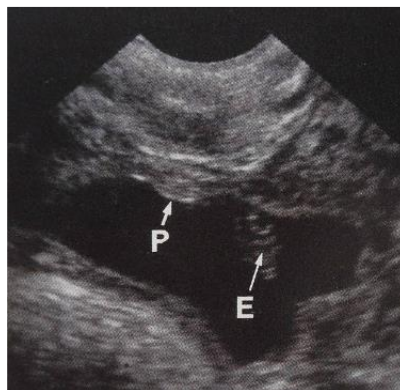
3. Méthode

L'examen se fait par voie transrectale. Il est conseillé d'effectuer en premier une palpation transrectale, puis d'examiner toute la longueur des cornes avec la sonde échographique. En cas de diagnostic de non gestation, les ovaires sont également à visualiser pour préconiser un traitement judicieux [27].



**Figure 29 : image échographique d'une gestation de 30 jours.
L'embryon (1), le liquide allantoïdien (2) et la membrane amniotique sont visibles (3 : Replis utérins) [4]**

A partir du 35ème jour, les cotylédons sont visibles sous forme de petites élévations de la muqueuse utérine (figures 38 et 39).



**Figure 30 : échographie d'une gestation de 33 jours.
Le placentome (P) commence à être visible**

Vers le 40ème jour, le liquide allantoïdien étant présent en grande quantité, il est visible en zone déclive au niveau de la corne utérine mais remonte également dans le reste de la corne. Il est alors

possible d'avoir des images de plusieurs sections de cornes utérines séparées par un pli de la muqueuse (figure 40) [28]

L'attache du cordon ombilical est également visible à partir du 40ème jour (figure 41) [4].



**Figure 31 : image échographique d'une gestation de 47 jours [4].
L'attache du cordon ombilical (4) est visible. (1 : fœtus, 2 : amnios, 3 : liquide allantoïdien)**

Au 42ème jour, l'embryon devient un fœtus. Les premiers centres d'ossification sont visibles. Il est possible de suivre le développement foetal par échographie jusqu'au 110ème jour si le fœtus reste accessible [26].

Il ne faut pas confondre la vésicule embryonnaire avec la veine ou l'artère honteuse externe, la présence d'une métrite ou un follicule. La vésicule embryonnaire est entourée d'une paroi (la paroi utérine), son contour est régulier et son contenu est anéchogène et homogène [20]. En cas de métrite, le contour de la lumière utérine sera irrégulier et le contenu floconneux [21]. Les follicules sont situés sur les ovaires.

Le tableau IV présente les éléments anatomiques et les affections qui sont susceptibles d'être confondus avec une gestation ainsi que leurs caractéristiques respectives.

Tableau 05 : diagnostic différentiel face à une zone anéchogène en région pelvienne chez la vache [13]

<i>Elément anatomique, physiologique ou affection</i>	<i>Caractéristiques de la zone anéchogène, particularités de la structure</i>	<i>Caractéristiques de la paroi entourant la zone anéchogène</i>
<i>Oestrus</i>	<i>Lumière de faible dimension, linéaire ou en étoile présente dans l'utérus</i>	<i>Echogénicité tissulaire Epaisseur d'environ 5 mm</i>
<i>Pyomètre</i>	<i>Contenu de l'utérus floconneux</i>	<i>Echogénicité tissulaire Epaisseur souvent supérieure à 5 mm</i>
<i>Vessie</i>	<i>Lumière piriforme</i>	<i>Paroi fine (2-3 mm) parfois multilamellaire</i>
<i>Vaisseaux utérins</i>	<i>Pouls visible Lumière prenant une forme allongée lorsque la sonde change d'orientation</i>	<i>Paroi inférieure à 5 mm, très échogène</i>
<i>Kyste folliculaire</i>	<i>Contours de l'ovaire visibles Parfois présence de flocons grisâtres en suspension</i>	<i>Paroi très fine (moins de 2 mm)</i>
<i>Kyste lutéal</i>	<i>Contours de l'ovaire visibles Souvent présence de travées conjonctives traversant la lumière</i>	<i>Paroi épaisse</i>
<i>Gestation</i>	<i>Lumière à peu près circulaire présente dans l'utérus (au moins jusqu'au 45ème jour) Visualisation de l'embryon et/ou des cotylédons</i>	<i>Echogénicité tissulaire Epaisseur d'environ 5 mm</i>

Le tableau 06 compare le moment, les intérêts et la méthode du diagnostic de gestation précoce par échographie chez l'espèce bovin :

<i>Espèce</i>	<i>date du 1er examen</i>	<i>Intérêts du diagnostic précoce</i>	<i>méthode</i>
<i>Bovine</i>	<i>Au plus tôt : 27ème jour après la fécondation Idéal : 30-35 jours</i>	<i>Economique: réformer ou remettre précocement à la reproduction les vaches vides ou qui ont subi une résorption embryonnaire</i>	<i>Visualisation de la vésicule embryonnaire puis de l'embryon</i>

III. Diagnostic du sexe du fœtus

1. Intérêts

Dans l'espèce bovine, le sexe du fœtus peut affecter la valeur économique du petit et de la mère. Cela peut permettre également de valoriser la vente d'une vache gravide, si le petit est une femelle en élevage laitier ou un mâle en élevage allaitant. Cela peut également orienter la conduite à tenir lors d'un vêlage dystocique. Le recours à la césarienne sera plus rentable sur un veau femelle en élevage laitier, et sur un mâle en élevage allaitant [20].

La connaissance du sexe du fœtus peut également avoir un impact sur la conduite d'élevage. Par exemple, un éleveur de bovins pourra ainsi planifier le nombre de génisses qui seront disponibles pour son élevage [4]. Déterminer le sexe du fœtus peut aussi permettre à un éleveur de décider s'il garde ou non une vache gravide destinée à la réforme (influence la décision et le moment de la réforme) [20]. En élevage laitier où les veaux femelles (futurs productrices de lait) ont plus de valeur que les mâles, l'éleveur hésitera moins à réformer une vache gravide d'un veau mâle que d'un veau femelle [29].

De même, dans un cas particulier est celui des gestations gémellaires dans l'espèce bovine où il est très intéressant de connaître le sexe des fœtus. En effet, si un fœtus est une femelle et que l'autre est un mâle, il y a un fort risque de free-martinisme [9].

Sexer les fœtus est aussi un outil de validation intéressant pour évaluer la précision de technologies telles que le sexage des embryons ou le sexage de la semence dans l'espèce bovine est en effet possible de sexer des embryons par PCR avant de les transférer à une vache receveuse lors de transplantation embryonnaire, et de sexer la semence par cytométrie de flux avant insémination artificielle [30].

2. Méthodes

Les caractéristiques anatomiques et le développement foetal des appareils reproducteurs de chaque espèce étant différents, la méthode pour déterminer le sexe des fœtus n'est pas la même.

Chez la vache, il faut situer le tubercule génital qui se trouve plus près du cordon ombilical chez le mâle et plus près de la queue chez la femelle [20,31].

Lorsque le but de l'examen échographique est le sexage du fœtus, il faut éviter d'appuyer sur l'utérus lors de la vidange du rectum et lors de l'examen avec la sonde échographique. Il faut le manipuler le moins possible pour ne pas déplacer le fœtus qui est souvent naturellement dans une position favorable à l'examen (ne pas regrouper les cornes utérines dans le creux de la main) [20]. Si le fœtus est plongeant et difficile d'accès, placer la sonde latéralement à l'utérus afin de la rapprocher du fœtus [29]. Le sexage nécessite entre 5 et 10 minutes en temps normal. Si l'essai est infructueux, il faut attendre une dizaine de minutes avant de retenter. Pendant ce temps, le fœtus reprendra naturellement sa place initiale, près du rectum, dans une position souvent idéale pour le sexage [32].

Le sexage n'est pas possible avant le 50ème jour de gestation [29]. Il repose sur la localisation du tubercule génital, structure à l'origine du pénis chez le mâle et du clitoris chez la femelle [20]. Il n'est pas visible avant le 45ème jour et il l'est difficilement entre le 45 et le 50ème jour. Il migre à partir du 50ème jour, depuis une position entre les membres postérieurs, en direction du cordon ombilical chez le mâle et en direction de la queue chez la femelle. Cette migration commence à être visible à l'échographie à partir du 52ème jour. Mais il est conseillé d'attendre le 55ème jour où il sera alors à mi-distance entre sa position initiale et sa position finale (meilleure visualisation). Il termine sa migration le 60ème jour et est bien visible jusqu'au 65ème jour [29]. Pour le localiser, il faut effectuer des coupes transversales séquentielles du cordon ombilical du fœtus jusqu'à sa queue, puis une coupe frontale du fœtus passant au ras de la partie ventrale de son abdomen [26]. Plus tardivement, le sexage repose sur la visualisation du tubercule génital et des bourgeons mammaires chez la femelle, et du pénis et du scrotum chez le mâle [20].

On peut définir trois périodes de sexage, la fenêtre idéale se situant autour du 65ème jour.

i.1) période de sexage précoce : entre 55 et 65 jours de gestation

Le sexage repose sur la localisation du tubercule génital représenté par une image hyperéchogène bilobée [20].

Chez le mâle, entre le 55 et le 65ème jour de gestation, le tubercule génital apparaît sous la forme d'un bourgeon très échogène en arrière de l'insertion du cordon ombilical dans l'abdomen (figures 55 et 56) [13]. Un peu avant le 60ème jour, les bourrelets scrotaux (deux points échogènes entre les membres postérieurs) sont visibles [29]. A partir du 60ème jour, le corps du pénis est visible en coupe frontale sous la forme d'une ligne échogène entre l'anus et le cordon ombilical [32].

Chez la femelle, le tubercule génital apparaît sous la forme d'un bourgeon sous la base de la queue (figures 55 et 57) [13].



Figure 32 : anatomie des organes sexuels d'un foetus mâle (à gauche) et femelle (à droite) à 55 jours de gestation [4].

(1 : cordon ombilical, 2 : tubercule génital, 3 : bourrelet scrotal, 4 : plis urogénitaux

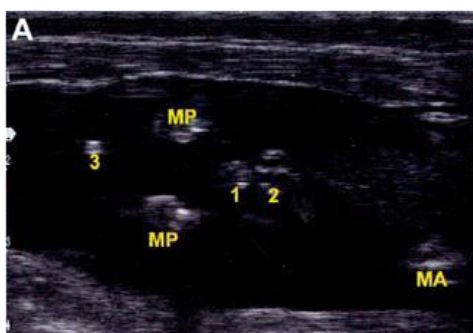


Figure 33 : échographie d'un foetus mâle de 67 jours [25].

Le tubercule génital (1) est caudal à l'ombilic (2).

(MP : membres postérieurs, MA : membres antérieurs, 3 : queue)

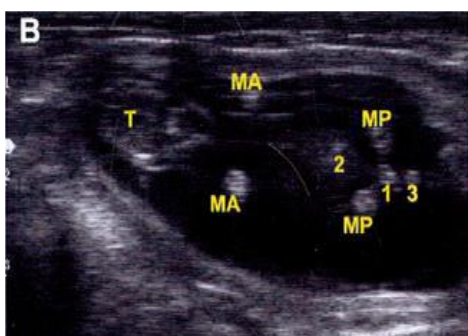


Figure 34 : échographie d'un foetus femelle de 56 jours [25].

Le tubercule génital (1) est en avant de la queue (3).

(MP : membres postérieurs, MA : membres antérieurs, T : tête, 2 : ombilic)

Il faut toujours avoir observé le tubercule génital avant de conclure sur le sexe du fœtus. Ainsi, il ne faut pas confirmer la présence d'une femelle sur le critère qu'aucune structure n'a été observée caudalement au cordon ombilical ou confirmer la présence d'un fœtus mâle sur le fait qu'on n'a pas observé de structure en avant de la queue [4].

Il faut faire attention chez le mâle, à ne pas confondre la queue du fœtus avec le tubercule génital femelle, et chez la femelle à ne pas confondre le cordon ombilical avec le tubercule génital mâle [32]. Une cause d'erreur fréquente est la mauvaise orientation du fœtus [20].

i.2) période de sexage intermédiaire : entre 65 et 80 jours de gestation

Le sexage n'est pas facile.

Chez le mâle, il faut chercher le tubercule génital, le pénis et le scrotum.

Chez la femelle, il faut visualiser le tubercule génital.

Entre le 70^{ème} et le 75^{ème} jour, chez le mâle, le tubercule génital se transforme en pénis et devient hypoéchogène et difficile à observer. Le diagnostic du sexe est alors difficile.

A partir du 75^{ème} jour, le pénis est formé et seule son extrémité est visible : on observe une structure circulaire, échogène, en arrière du cordon ombilical. Le scrotum est visible entre les membres postérieurs [29].

i.3) période de sexage tardive : entre 80 et 100 jours de gestation

Chez le mâle, on visualise l'extrémité du pénis en arrière du cordon ombilical [29], et le scrotum entre les membres postérieurs.

Chez la femelle, on visualise les bourgeons mammaires (figures 58 et 59) sous la forme de quatre points hyperéchogènes dans la région inguinale du fœtus (figure en trapèze) et le tubercule génital sous la queue [29].

Il est conseillé de réaliser des coupes transversales pour rechercher le scrotum entre les membres postérieurs, et en l'absence de scrotum de réaliser des coupes frontales pour rechercher les bourgeons mammaires [20].

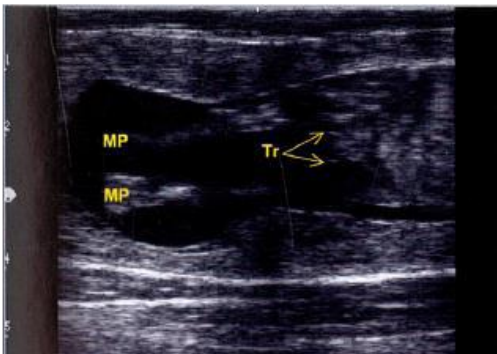


Figure 35 : échographie d'un fœtus femelle de 72 jours en coupe transversale au niveau du bassin et des membres postérieurs [6].

On devine la présence de deux ébauches de trayons entre les membres postérieurs (MP).

Après le 100^{ème} jour de gestation le fœtus est très plongeant dans la cavité pelvienne et donc le sexage devient difficile. Chez la femelle, le tubercule génital se transforme en clitoris autour du 100^{ème} jour (masse échogène, globuleuse, localisée sous la queue, dessinant un triangle) [20].

Tableau 07 : périodes de sexage du fœtus bovin [20]

<i>Stade de gestation</i>	<i>Possibilité de sexage</i>	<i>Organes chez le mâle</i>	<i>Organes chez la femelle</i>
<i>Avant 50 jours</i>	<i>Sexage impossible</i>		
<i>50-55 jours</i>	<i>Sexage difficile</i>	<i>Migration du tubercule génital</i>	<i>Migration du tubercule génital</i>
<i>55-60 jours</i>	<i>Période de sexage précoce</i>		
<i>60-65 jours</i>		<i>Sexage difficile</i>	<i>Tubercule génital et scrotum</i>
<i>65-70 jours</i>			
<i>70-75 jours</i>			
<i>75-80 jours</i>			
<i>80-100 jours</i>	<i>Période de sexage tardi</i>	<i>Pénis et scrotum</i>	<i>Tubercule génital et bourgeons mammaires</i>
<i>100-120 jours</i>	<i>Sexage difficile</i>		<i>clitoris</i>
<i>Après 120 jours</i>	<i>Sexage impossible</i>		

Tableau 08 : comparaison de la détermination du sexe des fœtus par échographie chez la vache

<i>espèce</i>	<i>Voie d'examen</i>	<i>Coupe de la région périnéale</i>	<i>Date de l'examen</i>	<i>Fœtus femelle</i>	<i>Fœtus mâle</i>
<i>Bovine</i>	<i>Trans-rectale</i>	<ul style="list-style-type: none"> <i>-Plusieurs coupes transversales du cordon ombilical à la queue</i> <i>-Une coupe frontale au ras de la partie ventrale de l'abdomen</i> 	<i>Entre J55 et J65</i>	<i>Tubercule génital situé sous la base de la queue</i>	<i>Tubercule génital situé juste en arrière de l'insertion abdominale du cordon ombilical</i>
			<i>Entre J65 et J80</i>	<i>Tubercule génital situé sous la base de la queue</i>	<i>- Tubercule génital/pénis, situé en arrière de l'insertion abdominale du cordon ombilical</i> <i>-Scrotum visible entre les membres postérieurs</i>
		<ul style="list-style-type: none"> <i>-Transversale (recherche scrotum)</i> <i>-Frontale (recherche bourgeons mammaires)</i> 	<i>Entre J80 et J100</i>	<i>bourgeons mammaires (4 points hyperéchogènes) en région inguinale, tubercule génital sous la base de la queue</i>	<i>Extrémité du pénis en arrière du cordon ombilical, scrotum entre les membres postérieurs</i>

IV. Diagnostic de gémellité

1. Intérêts

Il est surtout important de connaître le nombre de foetus dans les espèces bovine et équine où les gestations gémellaires sont des gestations à risque.

En effet, dans l'espèce bovine, la gémellité entraîne une plus forte probabilité d'avortement, de vêlage dystocique et d'affections post-partum (rétention placentaire, acétonémie [6]). Le diagnostic d'une gestation gémellaire permet ainsi de prévenir l'éleveur qu'il faudra bien surveiller la vache en péripartum [4]. De plus, la durée de gestation est plus courte de 7 à 10 jours. L'éleveur devra donc modifier son organisation de préparation à la prochaine lactation. Il doit ainsi fournir une alimentation plus énergétique en fin de lactation ainsi qu'une ration de transition adaptée en pré et en post-partum, anticiper le tarissement, surveiller étroitement ses animaux au moment du vêlage et surveiller une éventuelle acétonémie [6]. En cas de gémellité, il est important de déterminer le sexe des foetus pour détecter un free-martinisme potentiel chez un foetus femelle [6]. Ceci est en particulier vrai dans le cas où seule la femelle est vivante à la naissance et que son jumeau mâle est mort après la période embryonnaire, soit après le 42ème jour de la gestation [14].

l'expérience de l'opérateur, la coopération de l'animal et la quantité de gaz dans ses intestins ou son colon [33]. Ensuite, le nombre de foetus ou embryons peut être modifié au cours de la gestation suite à une résorption, même chez un animal en bonne santé. Le pourcentage de résorptions est estimé entre 5 et 13% chez la chienne. Ainsi, plus le décompte est effectué tardivement, plus le risque d'erreur lié à d'éventuelles résorptions diminue [33]. Enfin, il n'est pas possible de visualiser dans le même plan l'ensemble de l'utérus et donc l'imageur est susceptible de compter plusieurs fois les mêmes foetus et d'en manquer d'autres [34]. Dans ces espèces, lorsque l'on souhaite connaître avec précision la taille de la portée, il est préférable d'utiliser la radiographie.

Le dénombrement des foetus par échographie n'étant vraiment pas fiable chez la chatte, il ne sera pas détaillé.

2. Quand ?

Il faut effectuer un examen échographique entre le 40ème et le 60ème jour de gestation [13].

3. Méthode

il est possible de commencer par l'examen des structures ovariennes. La visualisation de deux corps jaunes doit faire suspecter la présence de jumeaux [14,35]. En effet, chez la vache, 50% des gestations avec deux corps jaunes sur les ovaires sont des gestations gémellaires. Les jumeaux monozygotes sont rares et représentent moins de 5% des cas de gémellité dans cette espèce. Les jumeaux sont la plupart du temps situés dans la même corne utérine [14].

Les éléments qui peuvent nous faire soupçonner la présence de jumeaux (figure 51) sont une quantité de liquide observée plus importante que celle attendue au stade de gestation observé, un amnios et/ou un allantochorion plus développés et la présence d'une ligne de gémellité (figure 52). Cette dernière correspond à l'allantochorion commun aux deux foetus [14].

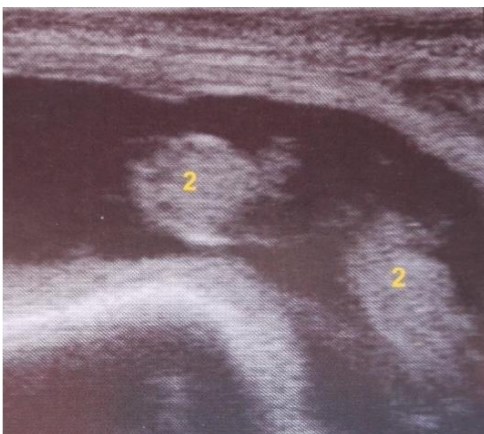


Figure 36 : présence de jumeaux de 37 jours dans la même corne utérine (2 : embryons) [4]



Figure 37 : ligne de gémellité d'une gestation de 26 jours (1 : embryon) [14]

Il est nécessaire d'observer deux conceptus sur la même image pour diagnostiquer une gestation gémellaire de manière certaine [13].

Le taux de mortalité embryonnaire et foetal est élevé dans le cas de jumeaux. Lorsque le diagnostic de la gémellité est réalisé entre 36 et 42 jours, le taux de mortalité des jumeaux

est de 32% s'ils sont situés dans la même corne et de 8% s'ils sont situés chacun dans une corne. Si un tel diagnostic est porté, il faut renouveler l'examen après le 60ème jour de gestation afin de vérifier si les deux foetus sont toujours vivants [14].

d) Tableau comparatif entre les différentes espèces

Le tableau VI compare le moment, les intérêts et la méthode du dénombrement foetal par échographie entre les différentes espèces.

Tableau 09 : comparaison du moment, des intérêts et de la méthode du dénombrement foetal par échographie chez l'espèce bovin

<i>Espèce</i>	<i>date de l'examen</i>	<i>Intérêts du dénombrement</i>	<i>méthode</i>
<i>Bovine</i>	<i>Entre le 40ème et le 60ème jour de gestation</i>	<i>- pour adapter la gestion du tarissement - prévenir l'éleveur des risques d'avortement, de dystocie, d'affections en post-partum, de free-martinisme</i>	<i>- 2 corps jaunes ovariens, importante quantité de liquide, amnios et/ou allantochorion très développés, ligne de gémellité □ suspicion jumeaux - Visualisation de 2 embryons</i>

V. diagnostic et la pathologie de la gestation

L'échographie peut permettre de mettre en évidence des anomalies de la gestation qui peuvent avoir un impact sur la santé de la mère. Très peu d'affections sont décrites.

Dans l'espèce bovine, l'affection principale est l'hydrallantoïde. Dans ce cas, nous verrons à l'échographie que l'utérus contient une trop grande quantité de liquide et que celle-ci gêne l'observation du foetus. Le pronostic est sombre pour la mère et le foetus [14].

Dans l'espèce équine, ce sont surtout les cas de placentite qui sont importants. Nous détaillerons son aspect échographique dans la prochaine sous-partie.

Dans les espèces canine et féline, un examen échographique peut être intéressant pour diagnostiquer une gestation extra-utérine, un étranglement de l'utérus dans une hernie inguinale, une torsion de l'utérus et une rétention placentaire.

La gestation extra-utérine est très rare chez la chienne mais est occasionnellement rencontrée chez la chatte. Cela peut être la conséquence d'une lésion de l'utérus ou de l'oviducte ou être le résultat d'un passage d'un ovocyte fécondé par le haut de l'oviducte. Les signes échographiques d'une gestation extra-utérine sont la présence de liquide dans l'abdomen avec de fines mèches hyperéchogènes (probablement de la fibrine) et l'observation d'un foetus en dehors de l'utérus [36].

Chez une chatte ou une chienne gravide avec une hernie inguinale, l'utérus peut passer au travers du canal inguinal et s'étrangler dans le sac herniaire. L'échographie peut être utile pour le diagnostic mais son plus grand intérêt est ici d'apprécier la viabilité des foetus. Elle permet de donner un pronostic et d'évaluer les options chirurgicales [36].

Des torsions utérines ont été rapportées en fin de gestation chez la chatte. Elles semblent être rares chez la chienne. L'examen échographique peut être utile pour les diagnostiquer [37] et évaluer la viabilité des foetus avant de décider d'une prise en charge chirurgicale [36]. Le segment utérin affecté par la torsion apparaît plus échogène avec une paroi plus fine. L'échogénicité des liquides foetaux est également augmentée [19]. Mais la plupart du temps, les torsions utérines sont diagnostiquées par laparotomie exploratrice ce qui permet de les traiter dans la foulée [37].

Enfin, l'échographie permet de porter un diagnostic en cas de rétention placentaire, mais cette affection est rare dans ces deux espèces [38].

I. Pour évaluer les flux sanguins utérins ou du foetus, et les affections placentaires

• Paramètres évaluables

Grâce au mode doppler d'un échographe, il est possible d'évaluer les flux sanguins des artères utérines et de certaines artères foetales. Plusieurs paramètres peuvent être étudiés au sein d'une artère. Ce sont principalement le débit sanguin (BFV), l'index de résistance (RI) et l'indice de pulsatilité (PI) du vaisseau. Suivant les études, le moment de disparition de l'encoche protodiastolique dans les artères utérines est également évalué.

Au sein de l'échographe, le débit sanguin (BFV) est calculé grâce à la formule suivante [40] : $BFV = v \times A$ (figure 87).

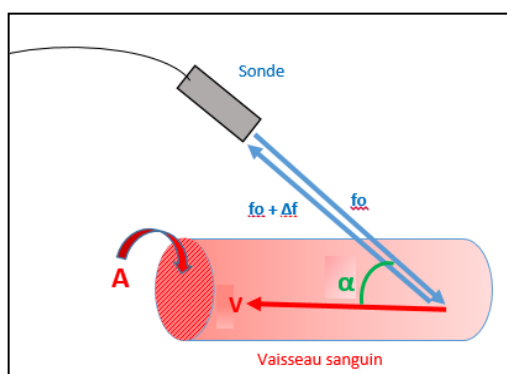


Figure 38 : calcul du débit sanguin

v est la vitesse d'écoulement du sang obtenue par la formule suivante : $v = (\Delta f \times c) / (2 \times f_0 \times \cos(\alpha))$ [40].

A est l'aire de la section du vaisseau calculée à partir de la mesure de son diamètre.

Δf est la différence de fréquence entre les ondes ultrasonores reçues par la sonde et celles émises [41].

c est la vitesse de propagation des ultrasons [41].

f_0 est la fréquence des ondes ultrasonores émises [41].

α est l'angle entre la direction du faisceau d'ultrasons et celle du flux sanguin [41].

Nous pouvons également évaluer l'index de résistance (RI) d'une artère. Il faut mesurer la fréquence maximale en systole (S) et la fréquence de fin de diastole (D), puis calculer RI grâce à la formule suivante : $RI = (S - D) / S$ (figure 88) [42].

VI. Mortalité embryonnaire :

1. Intérêts

Une fois la gestation diagnostiquée, de très nombreuses affections peuvent affecter les embryons ou les foetus. Il est important pour le vétérinaire de pouvoir dire si la santé des embryons/foetus est bonne ou non.

L'examen échographique permet notamment de détecter des signes de résorptions embryonnaires [3].

En effet, ces dernières ne sont pas toujours détectables cliniquement

Les principaux signes de vitalité observables sont les battements cardiaques et les mouvements spontanés de l'embryon ou du foetus [13].

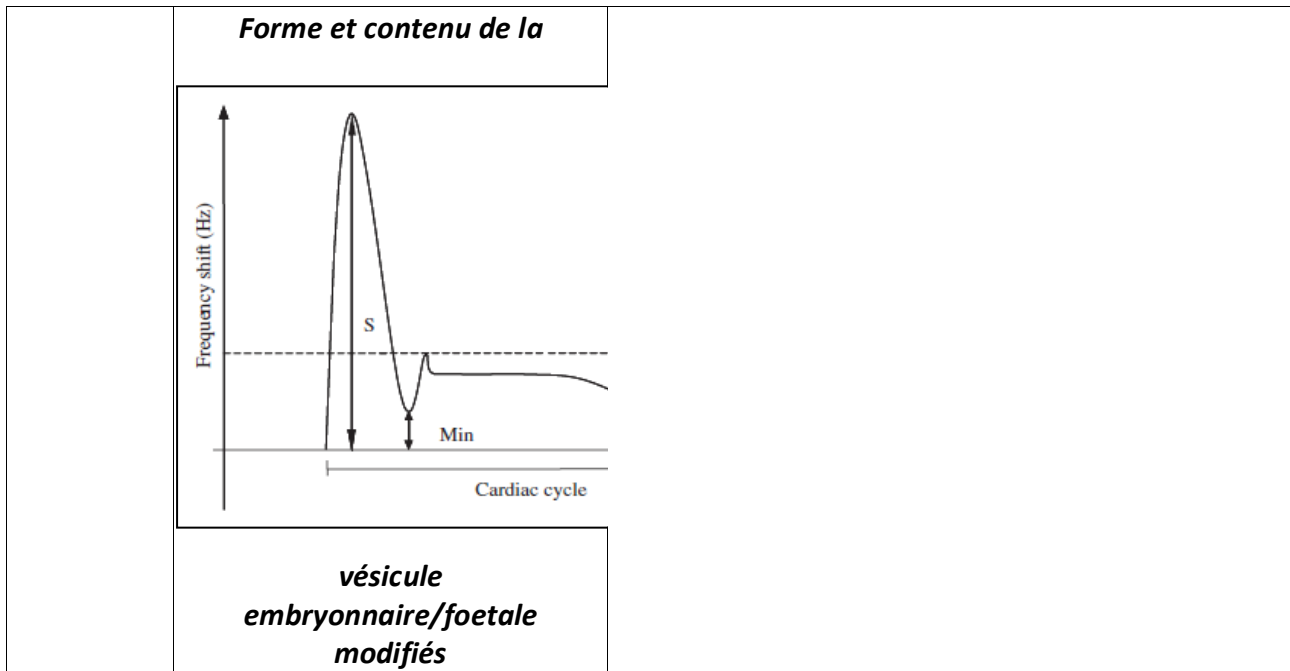
Les battements cardiaques sont visibles à partir du 25^{ème} jour, les premiers mouvements du foetus à partir du 45^{ème}. Plus tard, il est possible de voir au niveau de la tête les battements des paupières, des mouvements de déglutition et le léchage du mufle [4].

Les signes échographiques, compatibles avec une mortalité embryonnaire ou foetale, sont l'absence de visualisation du foetus alors qu'il était visible précédemment [26], la diminution ou l'arrêt des battements cardiaques [26], l'absence de mouvement du foetus [26], la présence de débris échogènes à l'intérieur du liquide amniotique et allantoïdien, une mauvaise définition des structures observées [4], un foetus ou embryon d'une taille incompatible avec le stade de la gestation, un volume des eaux foetales ou embryonnaires incompatible avec le stade de la gestation [13], un foetus ou embryon apparaissant désorganisé avec une tendance à la diminution des eaux foetales et une muqueuse utérine irrégulière [21]. Attention néanmoins, la présence de débris échogènes à l'intérieur du liquide amniotique et allantoïdien n'est pas toujours synonyme de mortalité foetale. Il convient alors d'évaluer la viabilité du foetus directement avant de conclure.

La mortalité foetale peut apparaître à tous les stades de gestation [21]. Si elle est récente, l'absence de battements cardiaques peut être le seul signe clinique [4]. Lors de doutes, il faut revoir la vache 8 jours après [21].

Tableau 10 : comparaison des éléments de suspicion d'une mortalité embryonnaire/foetale avérée ou imminente suivant l'espèce bovin

espèce	Eléments de suspicion d'une mortalité embryonnaire/foetale avérée ou imminente	
	Communs	Spécifiques
Bovine	Absence de battements cardiaques Anatomie embryonnaire/foetale modifiée	Absence de visualisation d'un embryon/foetus visible auparavant Diminution de la fréquence cardiaque Absence de mouvement de l'embryon/foetus Mauvaise définition des structures observées Foetus/embryon d'une taille incompatible avec le stade de la gestation Volume des eaux foetales/embryonnaires incompatible avec le stade de la gestation Diminution de la quantité des eaux foetales Débris échogènes dans les liquides amniotique et allantoïdien Muqueuse utérine irrégulière



**Figure 39 : tracé Doppler de l'onde artérielle au cours d'un cycle cardiaque.
(Fréquence systolique maximale (S), minimale (Min), moyenne (Mean) et en fin de
diastole (D)) [40]**

L'indice de pulsatilité (PI) est obtenu par la formule suivante : $PI = ((PSV - EDV) / \text{vitesse moyenne})$ avec PSV la vitesse maximale du sang lors de la systole et EDV la vitesse du sang en fin de diastole [43].

En plus de cette évaluation quantitative du débit sanguin, il est possible de réaliser une évaluation qualitative. Celle-ci passe par l'étude de la forme de l'onde représentant le débit artériel en fonction du temps. Le paramètre qui est souvent évalué dans les différentes études est le moment où l'encoche

protodiastolique n'est plus visible dans les artères utérines. Cette encoche matérialise la chute du débit sanguin dans le vaisseau juste après la systole. Sa disparition coïncide avec la diminution du RI et du PI du vaisseau [43].

Suivant les espèces, ce ne sont pas les mêmes vaisseaux et les mêmes paramètres qui sont intéressants

Dans l'espèce bovine, ce sont surtout les artères utérines qui ont été étudiées et qui présentent un intérêt. Leur débit est corrélé au poids du veau à la naissance [40]. L'évaluation de leur index de résistance permet de détecter des perturbations placentaires [42].

Dans l'espèce équine, de nombreuses études sont en cours afin de connaître l'intérêt de l'échographie doppler pour caractériser les flux sanguins dans les artères carotides et ombilicale foetales, dans les artères utérines et dans les vaisseaux placentaires [16]. Des études sont en particulier nécessaires afin de savoir si l'évaluation des flux sanguins dans les artères ombilicales et utérines au cours de la gestation pourrait permettre de détecter des anomalies foetales et d'identifier des juments à risque d'avortements [44].

L'évaluation du placenta passe principalement par la mesure de l'épaisseur utéroplacentaire qui est notamment modifiée lors de phénomènes inflammatoire, dégénératif et vasculaire [16]. L'échographie est un des meilleurs outils disponibles pour le diagnostic des infections placentaires équine [45]. Elle peut ainsi être utilisée pour détecter ou confirmer des cas de placentite ascendante ([46]) et pour mettre en évidence un décollement placentaire ([45]).

Dans l'espèce canine, le doppler n'est pas encore une méthode très utilisée mais de nombreuses études évaluent son intérêt dans l'évaluation du développement de la circulation placentaire et foetale [7]. Ce sont principalement les index de résistance et les indices de pulsatilité des artères utérines et ombilicales, l'index de résistance des artères rénales foetales et le moment de disparition de l'encoche protodiastolique dans les artères utérines qui sont étudiés [17,43].

Dans l'espèce féline, les paramètres étudiés sont les index de résistance et les indices de pulsatilité des artères utérines et ombilicales ainsi que le moment de disparition de l'encoche protodiastolique dans l'artère utérine [47].

2. Etude du débit sanguin et de l'index de résistance des artères utérines en fin de gestation dans l'espèce bovine

• Intérêts

Le mode Doppler permet de mesurer le débit sanguin (BFV) dans les artères utérines. A la fin de la gestation, ce paramètre est lié au poids du veau à la naissance [40].

Des perturbations dans le processus de maturation du placenta, chez les vaches qui ont des rétentions placentaires après la mise-bas, peuvent également être détectées avant le part, par la détection d'une résistance élevée dans les artères utérines au cours des derniers jours de la gestation [42].

ii) Méthode

Par voie transrectale, il faut tout d'abord repérer l'aorte. En échographiant sa partie caudale, il faut localiser la bifurcation de l'artère iliaque interne puis la suivre distalement afin de repérer les branches de l'artère ombilicale et de l'artère utérine. Cette dernière est le vaisseau sanguin principal irriguant l'utérus [40]. L'avantage de la voie transrectale est que la sonde échographique peut être positionnée très près de l'artère utérine. La fréquence utilisée peut donc être importante [40].

Une étude met en évidence le fait que le débit sanguin utérin est corrélé au poids du veau à la naissance en particulier durant la 39ème semaine de gestation. Ainsi, durant cette semaine, le débit sanguin utérin est plus élevé de 36% chez les vaches dont le veau pèsera plus de 42 kg à la naissance (19231 ± 5361 ml/min) que chez celles dont le veau pèsera moins de 42 kg (14105 ± 5111 ml/min) [41].

L'index de résistance diminue jusqu'au 8ème mois de gestation puis reste relativement constant jusqu'au vêlage. D'après une étude, il serait également corrélé au poids du veau à la naissance [22].

En fin de gestation, l'index de résistance est plus élevé chez les vaches qui seront affectées par une rétention placentaire après la mise-bas que chez les autres [42]. Cela est probablement en lien avec le fait que la séparation des adhérences foeto-maternelle a échoué chez les vaches avec rétention placentaire. Normalement, le placenta subit une phase de maturation. La séparation des adhérences

foeto-maternelles a lieu par la suite [42]. La maturation cellulaire des villosités choriales dans les cryptes utérines se traduit par un phénomène de lyse cellulaire avec disparition progressive des cellules épithéliales utérines bordant les cryptes utérines, et une maturation enzymatique par production de collagénases qui dégradent le collagène liant les villosités choriales aux cryptes utérines. Cette maturation peut résulter en un RI bas et conduit à une réduction de l'incidence de la rétention placentaire [42].

Déroulement de l'étude

Déroulement de l'étude

Pour la partie expérimental notre étude à pour but de se familiariser avec l'outil échographique pour le tractus reproductif chez la vache dans les différentes phases du cycle œstral et durant la gestation avec un suivi de l'évolution de l'embryon

Lieu d'étude

Notre travail est déroulé au niveau de la ferme pédagogique et expérimentale de l'institut des sciences vétérinaires Tiaret . C'est une ferme qui renferme plus de 30 bovins avec 10 juments et poulains

La période de travail :

L'expérimentation à débuté de la fin de janvier au début avril

Le plan expérimental

Avant l'expérimentation nous avons fait un control gynécologique et échographique pour l'ensemble des femelles pour détecter les vaches vides des vaches gestants.

Une fois les vaches vides détecter on à choisis 4 vaches pour la synchronisation des chaleurs et suivi de la gestation

Protocole de la synchronisation :

Nous avons choisis le protocole à base de progstrogène (Delta Prid). La durée couverte pour le delta prid était de 9 jours, à 48 h avant le retrait du delta prid (7ème jours) une injection de prostaglandine (PGF 2α) est administrée pour les 4 vaches (150 μ g d=2 ml)IM

Au retrait une dose de ECG (PMSG) est administrée par voie IM à la dose de 1000 μ I

Durant la période de synchronisation un examen échographique des ovaires est réalisé .

Les chaleurs on été vue 48h après le retrait du DELTA PRID pour 2 vaches seulement qui ont était inséminés naturellement par le taureau

Les images du suivi échographique de la période gestationnelle sont décrites si dessous

Description du Matériel avec le quel l'étude à été réalisé

iScan DRAMINSKI

Est un modèle absolument révolutionnaire de scanner à ultrasons pour l'utilisation en terrain ! Il a été créé grâce à la miniaturisation des systèmes électroniques et à des sources d'énergie efficaces. Déjà lors de l'élaboration du projet et des solutions proposées, nous avons consulté des médecins pour créer DRAMINSKI iScan le mieux adapté à vos besoins et aux situations qui se produisent en terrain.



Résultat

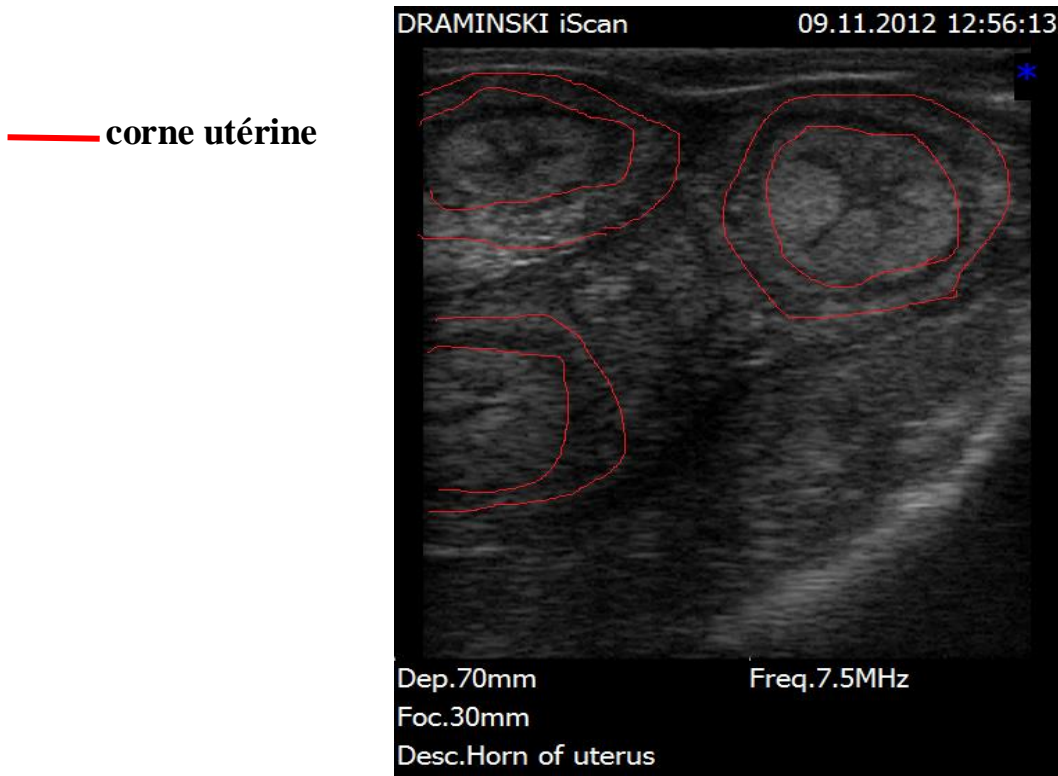


Image 1 :Utérus bovin vide en œstrus coupe transversal

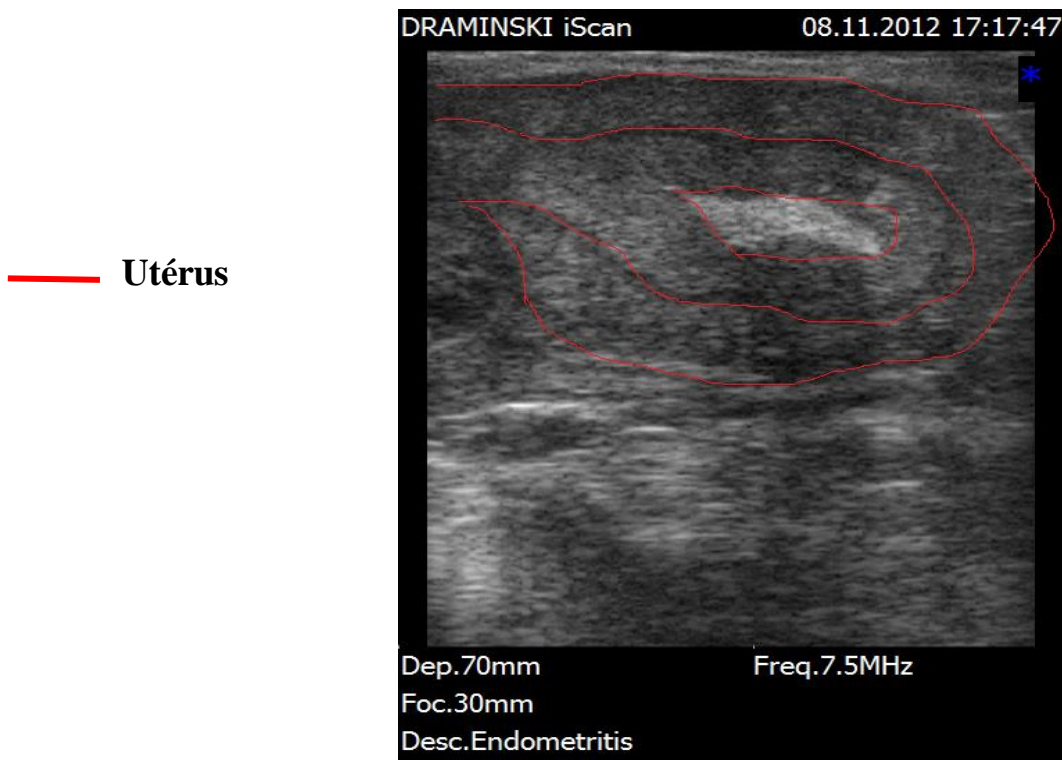


Image 2 :Utérus bovin vide coupe lonjitudinal

— Ovaire

— Des follicules

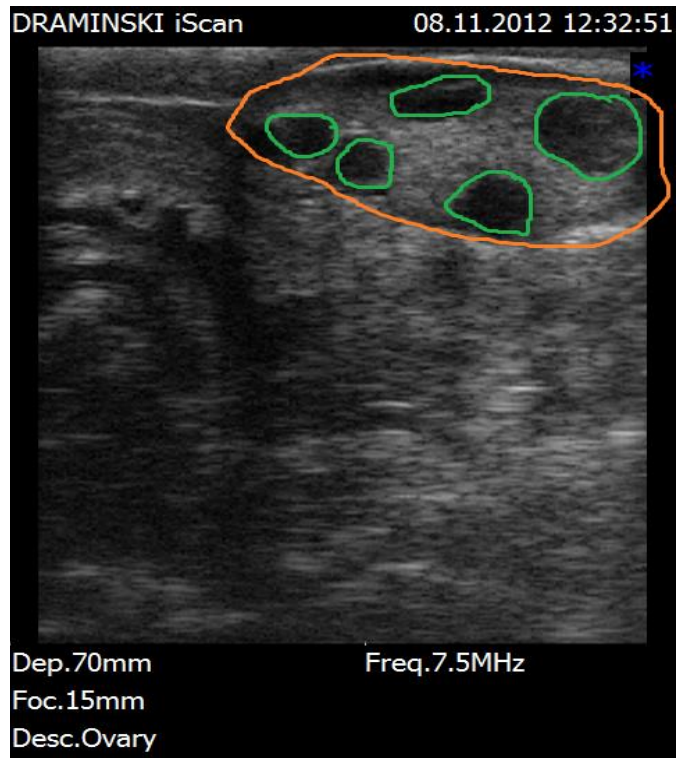


Image 3 :Ovaire d'une vache

— Corps jaune

— Follicule

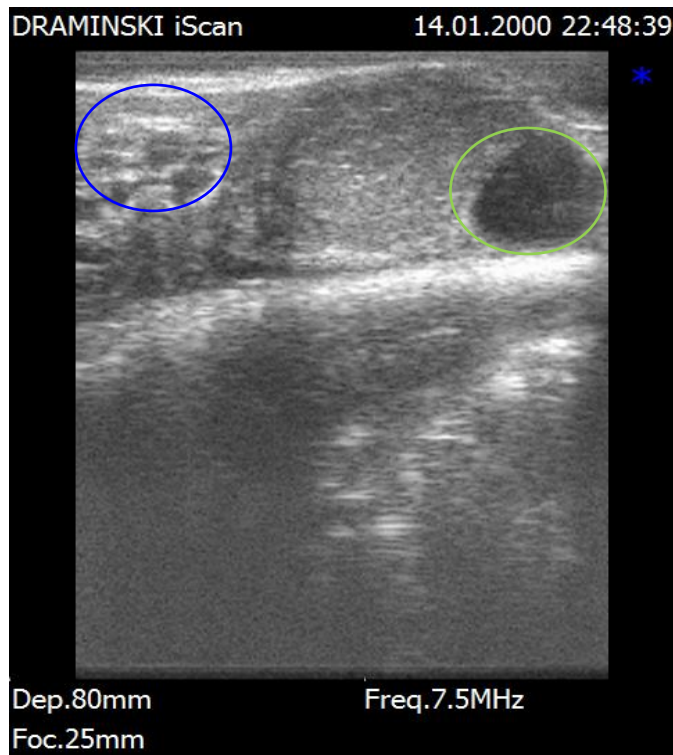
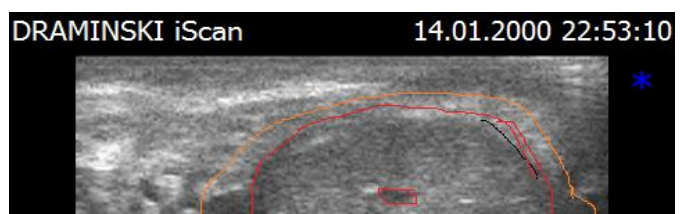


Image 4 :Corps jaune plus follicule chez une vache

— Ovaire



— Corps jaun cavitaire

— Follicule

Image 5 : Corps jaune plus follicule chez une vache

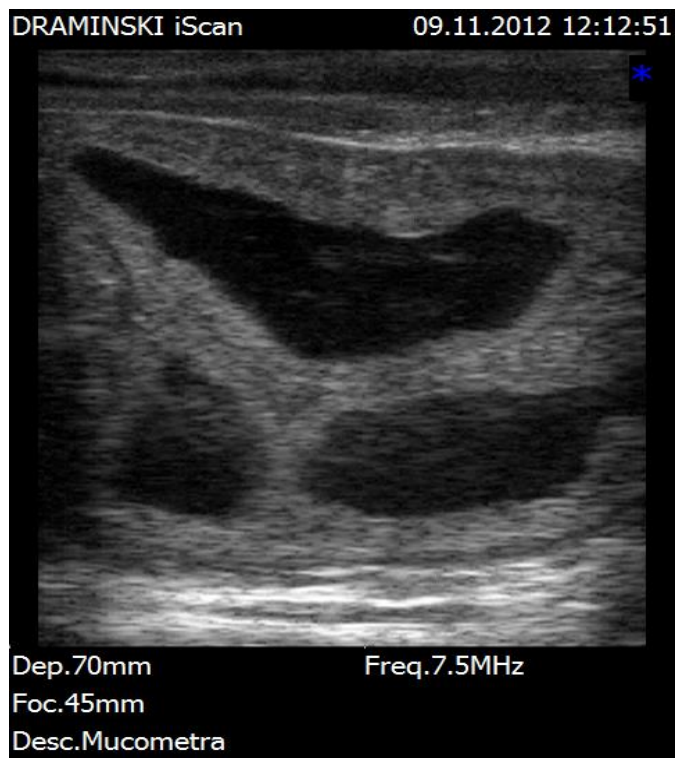
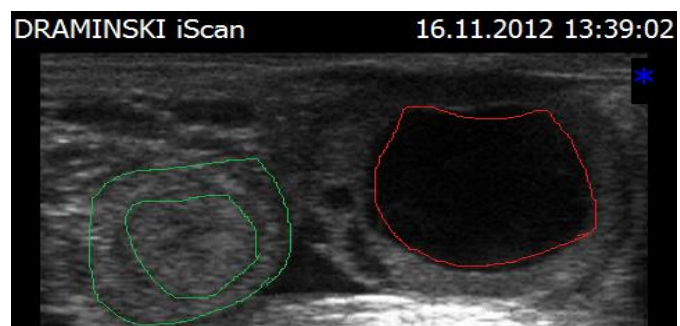


Image 6 : Mucomètre

— Corps jaun



— Paroi embryonnaire

Image 7 :Gestation d'une vache j28

— Paroi amniotique
— Fœtus de 35 jours

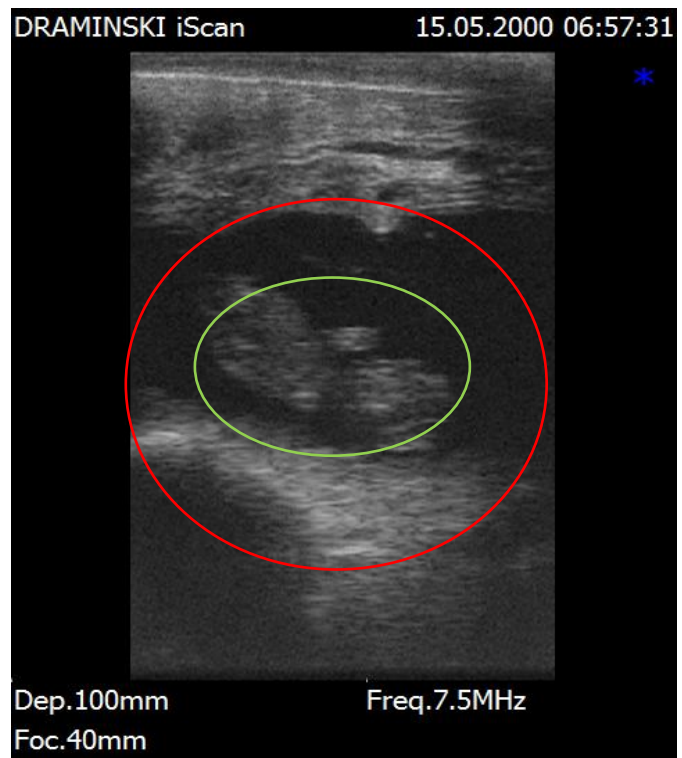


Image 8 :fœtus bovin de 35 j

— fœtus de 40 jours
— paroi de fœtus

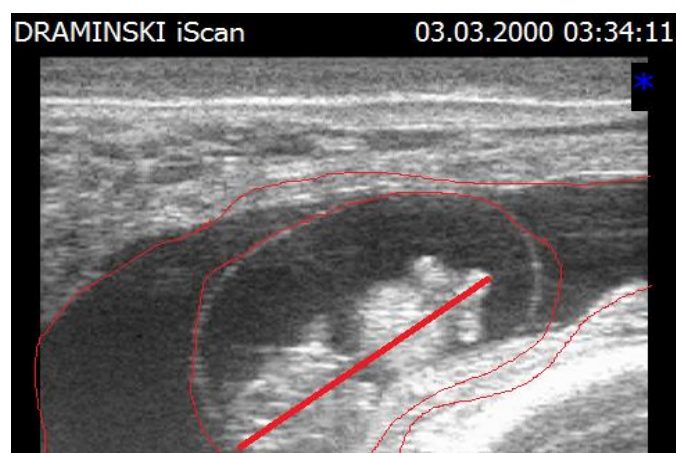


Image 9 :Gestation bovin 40j



Image 10 :Foetus bovin de 60j



Image 11 :Gestation chez une vache 60 j

- Cavité thoracique
- Cavité abdominale

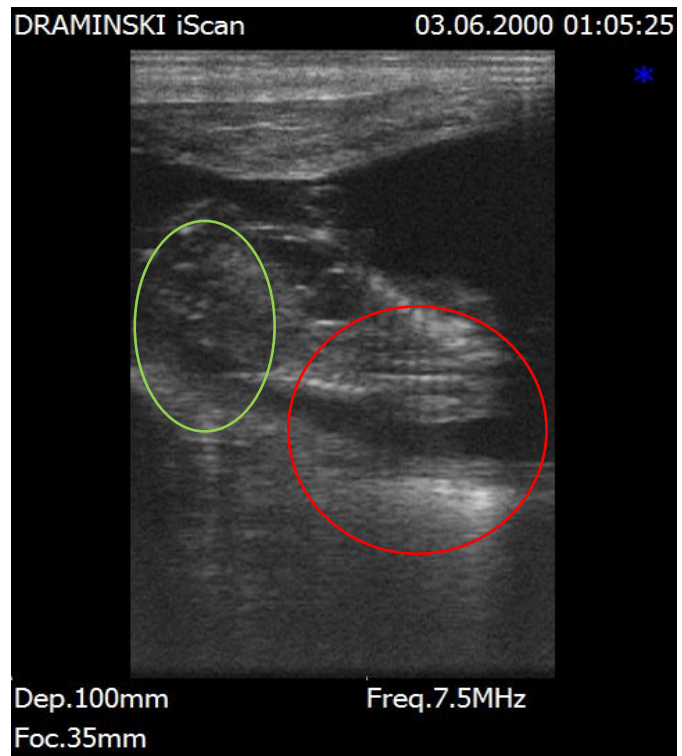


Image 12 :Cavité thoracique et cavité abdominal chez un foetus bovin

- Cavité thoracique
- Les membres antérieurs

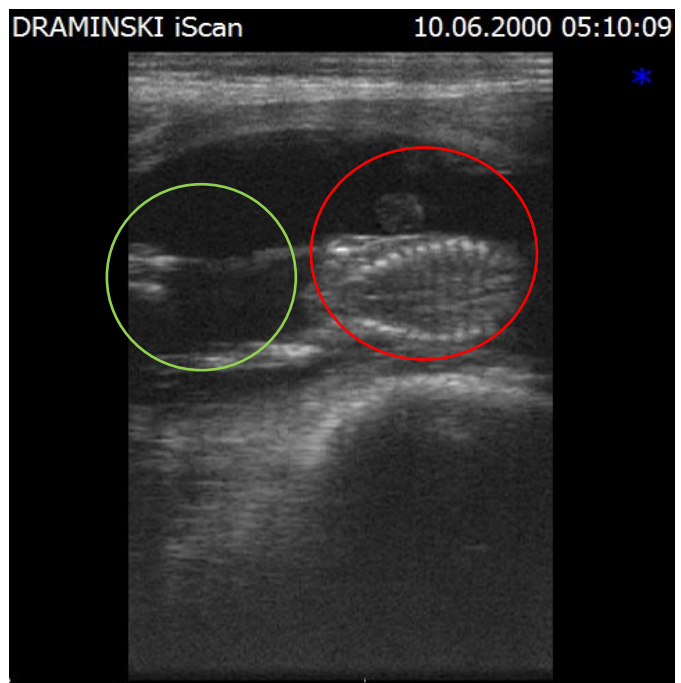


Image 13 : Cavité thoracique plus membre antérieurs d'un fœtus bovin de 55j de gestation

— Cotylédon

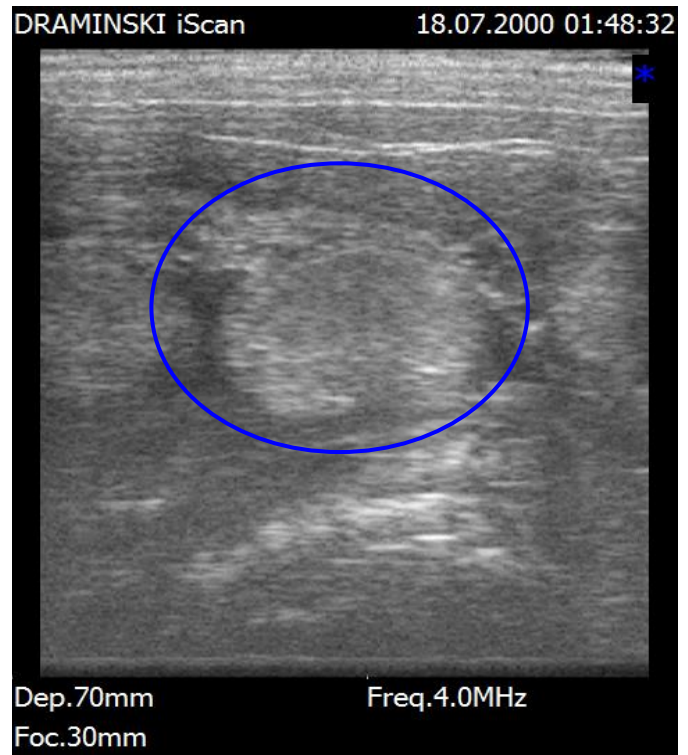


Image 14 : Cotylédon bovin

Sommaire

Introduction	01
Description du matériel avec le quel l'étude à été réalisé	02
Image 1 :Utérus bovin vide en œstrus coupe transversal	03
Image 2 :Utérus bovin vide coupe lonjudinal	03
Image 3 :Ovaire d'une vache	04
Image 4 :Corps jaune plus follicule chez une vache	04
Image 5 :Corps jaune plus follicule chez une vache	05
Image 6 :Mucomètre	05
Image 7 :Gestation d'une vache j28	06
Image 8 :fœtus bovin de 35 j	06
Image 9 :Gestation bovin 40j	07
Image 10 :Fœtus bovin de 60j	07
Image 11 :Gestation chez une vache 60 j	08
Image 12 :Cavité thoracique et cavité abdominal chez un fœtus bovin	08
Image 13 :Cavité thoracique plus membre antérieurs d'un fœtus bovin de 55j de gestation	09
Image 14 : Cotylédon bovin	09

CONCLUSION

Dans l'espèce étudiée, l'examen échographique est l'outil de choix pour porter un diagnostic et assurer le suivi de la gestation. Il permet notamment d'évaluer la viabilité fœtale de manière précoce et donc de pouvoir identifier les animaux dont la mise à la reproduction a échoué.

Ainsi, les rendements peuvent être augmentés. L'échographie rend également possible le diagnostic prénatal d'anomalies congénitales et nous permet de réagir afin de prévenir un certain nombre de problèmes tels que la dystocie dans l'espèce bovine et la mortalité fœtale due, par exemple, aux placentaires.

Les technologies utilisées en reproduction vétérinaire sont bien souvent inspirées de celles utilisées en humaine. Ainsi, l'échographie 3D et 4D, utilisée en obstétrique et gynécologie humaine pour le diagnostic de malformation fœtale, commence à être étudiée chez les animaux. L'échographie 4D permet notamment de visualiser le comportement des fœtus. Il est par exemple possible de les voir s'agiter ou ouvrir la bouche. Elle peut donc s'avérer utile pour établir un parallèle entre le comportement d'un fœtus avant sa naissance et son comportement futur et ainsi peut être permettre un conséquent, ces méthodes constituent un nouveau moyen d'évaluer le bon déroulement d'une gestation. L'utilisation de cette technologie n'a pas encore été décrite dans l'espèce bovine.

Ainsi au fur et à mesure de l'avancée des technologies et des recherches, de nouveaux intérêts à l'utilisation de l'échographie continuent à émerger. Cela permet, quelle que soit l'espèce, un diagnostic et un suivi de la gestation de plus en plus élaborés.

Bibliographie

1. BLAISE, A. (2006). *Diagnostic et suivi de la gestation par échographie chez la chatte*. Thèse de doctorat vétérinaire. Lyon : Université Claude Bernard, 133 p.
2. LES HARAS NATIONAUX. (2013). *Gestion de La Jument, 7ème édition*. Institut Français du Cheval et de l'Équitation, 216 p.
3. DESCOTEAUX, L., GNEMMI, G., COLLOTON, J. (2009). *Guide pratique d'échographie pour la reproduction des ruminants*. Paris : Méd'com, 250 p.
4. ARNE, J., TURUT, P., AMZALLAG T. (2005). *Chirurgie de La Cataracte*. Elsevier/Masson, 313 p.
5. BUCZINSKI, S., DESCOTEAUX, L. (2009). *Échographie Des Bovins*. Les Editions du Point Vétérinaire, 191 p.
6. BLANCO, P. G., ARIAS, D. O., GOBELLO, C. (2008). Doppler Ultrasound in Canine Pregnancy. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 27 (12), pp. 1745–50.
7. MEDAN, M. S., ABD EL-ATY, A. M. (2010). Advances in Ultrasonography and Its Applications in Domestic Ruminants and Other Farm Animals Reproduction. *Journal of Advanced Research*, 1 (2), pp. 123–128.
8. VERDONCK, E. (2006). *Intérêt de l'échographie Doppler pour le pronostic de l'ovulation chez la jument*. Thèse de doctorat vétérinaire, Faculté de Médecine, Créteil.
9. GIANNICO, A. T., GIL E. M., GARCIA D. A., FROES T. R. (2015). The Use of Doppler Evaluation of the Canine Umbilical Artery in Prediction of Delivery Time and Fetal Distress. *Animal Reproduction Science*, 154, pp. 105–112.
10. LEBASTARD, D., CAMUSET, P. (2006). L'échographe en gynécologie un outil incontournable souvent sous-exploité. *Bulletin des GTV*, 36, pp. 24-28.
11. LORIOT, N. (2011). *Vade-Mecum Echographie Abdominale Chez Le Chien et Le Chat*. MED'COM, 304 p.
12. CHASTANT-MAILLARD, S. (2003). Gestation de la vache l'apport de l'échographie. *Action vétérinaire*, 1652, pp. 19-21.
13. DESCOTEAUX, L., VAILLANCOURT, D. (2012). *Vade-Mecum de Gestion de La Reproduction Des Bovins Laitiers*. Editions Med'com, 240 p.

14. PAUL-JEANJEAN, S. (2006). La viabilité du poulain en fin de gestation, comment l'évaluer par l'échographie. *Bulletin des GTV*, 36, pp. 58-62.
15. BUCCA, S. (2014). How to Assess the Equine Pregnancy by Ultrasonography. In: *Proceeding of the American Association of Equine Practitioners, 2014*, 60.
16. SRIDEVI, P. (2013). Ultrasonographic Diagnosis and Monitoring of Pregnancy in the Bitch – A Review. *Journal of Animal and Veterinary and Animal Sciences*, 44, pp. 1–7.
17. MARTINAT-BOTTE, F., RENAUD, G., TERQUI, M., et al. (2000). *Ultrasonography and Reproduction in Swine: Principles and Practical Applications*. Paris : Quae, 104 p.
18. PENNINCK, D., D'ANJOU M. (2015). *Atlas of Small Animal Ultrasonography. 2nd Edition*. Ames, Iowa, USA: Wiley-Blackwell, 584 p.
19. TAINTURIER, D., BENCHARIF, D., TAINTURIER, B., BATTUT, I. (2003). Diagnostics échographiques. Diagnostic de gestation chez la vache par échographie. *Le Point Vétérinaire*, 34 (n° spécial « Examens paracliniques chez les bovins »), pp. 98-104.
20. TAINTURIER, D., BENCHARIF, D., BRIAND, L. (2006). Diagnostic de gestation par échographie et mortalité embryonnaire précoce chez les bovins. *Bulletin des GTV*, 36, pp. 29-36.
21. BUCZINSKI, S. (2009). Ultrasonographic Assessment of Late Term Pregnancy in Cattle. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, 25 (3), pp. 753–765.
22. PAUL-JEANJEAN, S. (2006). Le suivi de la gestation de la jument, suivi échographique. *Bulletin des GTV*, 36, pp. 50-55.
23. DAVIDSON, A. P., BAKER, T. W. (2009). Reproductive Ultrasound of the Bitch and Queen. *Topics in Companion Animal Medicine*, 24 (2), pp. 55–63.
24. CHAVATTE-PALMER, P. (2006). Diagnostic de gestation et suivi du fœtus. *Le Point Vétérinaire*, 37, pp. 12-17.
25. PICARD-HAGEN, N., JULIA, J., TAVEAU, J., GAYRARD, V. (2015). L'échographie : outil indispensable en gynécologie bovine. *La Dépêche Technique*, 138, pp. 17–24.
26. TAINTURIER, D., BENCHARIF, D., BRIAND, L. (2006). L'échographie des ovaires de vache. *Bulletin des GTV*, 36, pp. 37-42.
27. CHASTANT-MAILLARD, S. (2003). La gestation chez la vache. *Action vétérinaire*, 1651, pp. 17-19.
28. TAINTURIER, B., TAINTURIER, D., BENCHARIF, D. (2002). Diagnostic du sexe du fœtus chez la vache. *Action vétérinaire*, 1623, pp. 25-28.
29. CHEVALIER, M. (2011). *Gestion du sexe du produit en élevage bovin*. Thèse de doctorat vétérinaire, Université Claude Bernard, Lyon
30. HOLDER, R. D. (2003). Fetal Sex Determination. *Journal of Equine Veterinary Science*, 23 (9), pp. 419.

31. BUCZINSKI, S., BELANGER, A. M., FECTEAU, G., ROY, J.-P. (2007). Prolonged Gestation in Two Holstein Cows: Transabdominal Ultrasonographic Findings in Late Pregnancy and Pathologic Findings in the Fetuses. *Journal of Veterinary Medicine, A, Physiology, Pathology, Clinical Medicine*, 54 (10), pp. 624–626.
32. LENARD, Z. M., HOPPER, B. J., LESTER, N. V., RICHARDSON, J. L., ROBERTSON, I. D. (2007). Accuracy of Prediction of Canine Litter Size and Gestational Age with Ultrasound. *Australian Veterinary Journal*, 85 (6), pp. 222–25.
33. MICHEL, E., SPORRI, M., OHLERTH, S., REICHLER, I. (2011). Prediction of Parturition Date in the Bitch and Queen. *Reproduction in Domestic Animals*, 46 (5), pp. 926–932.
34. ENGLAND, G. C. W. (2005). *Fertility and Obstetrics in the Horse, Third Edition*. Oxford, UK ; Ames, Iowa: Blackwell Publishing.
35. ENGLAND, G. C. (1998). Ultrasonographic Assessment of Abnormal Pregnancy. *The Veterinary Clinics Of North America. Small Animal Practice*, 28 (4), pp. 849–868.
36. ROOT KUSTRITZ, M. V. (2006). Clinical Management of Pregnancy in Cats. *Theriogenology*, 66 (1), pp. 145–150.
37. ENGLAND, G., VON HEIMENDAHL, A. (2010). *BSAVA Manual of Canine and Feline Reproduction and Neonatology. 2nd Edition*. Quedgeley, Gloucester England: British Small Animal Veterinary Association, 240 p.
38. HERZOG, K., BOLLWEIN, H. (2007). Application of Doppler Ultrasonography in Cattle Reproduction. *Reproduction in Domestic Animals*, 42 Suppl 2, pp. 51–58.
39. HERZOG, K., KOERTE, J., FLACHOWSKY, G., BOLLWEIN, H. (2011). Variability of Uterine Blood Flow in Lactating Cows during the Second Half of Gestation. *Theriogenology*, 75 (9), pp. 1688–1694.
40. HARTMANN, D., HONNENS, A., PIECHOTTA, M., LUTTGENAU, J., NIEMANN, H., RATH, D., BOLLWEIN, H. (2013). Effects of a Protracted Induction of Parturition on the Incidence of Retained Placenta and Assessment of Uterine Artery Blood Flow as a Measure of Placental Maturation in Cattle. *Theriogenology*, 80 (3), pp. 176–184.
41. MIRANDA, S. A., DOMINGUES, S. F. S. (2010). Conceptus Ecobiometry and Triplex Doppler Ultrasonography of Uterine and Umbilical Arteries for Assessment of Fetal Viability in Dogs. *Theriogenology*, 74 (4), pp. 608–617.
42. BOLLWEIN, H., WEBER, F., WOSCHEE, I., STOLLA, R. (2004). Transrectal Doppler Sonography of Uterine and Umbilical Blood Flow during Pregnancy in Mares. *Theriogenology*, 61 (2–3), pp. 499–509.
43. TROEDSSON, M. H. T., MACPHERSON, M. L. *Placentitis in the Mare*. Kentucky veterinary medical association.

- 44. CUMMINS, C., CARRINGTON, S., FITZPATRICK, E., DUGGAN, V. (2008). Ascending Placentitis in the Mare: A Review. *Irish Veterinary Journal*, 61 (5), pp. 307–313.**
- 45. BRITO, A. B., MIRANDA, S. A., RUAS, M. R., SANTOS, R. R., DOMINGUES, S. F. S. (2010). Assessment of Feline Fetal Viability by Conceptus Echobiometry and Triplex Doppler Ultrasonography of Uterine and Umbilical Arteries. *Animal Reproduction Science* 122 (3–4), pp. 276–81.**

Résumé

L'échographie est une technique d'imagerie en plein essor actuellement en médecine vétérinaire, notamment en obstétrique. La physiologie des espèces rencontrées en clientèle courante et la demande des propriétaires étant différentes suivant les animaux, l'usage de l'échographie est assez spécifique.

L'objet de cette étude est de comparer l'intérêt de l'échographie lors du diagnostic et lors du suivi de gestation dans l'espèce bovine, l'échographie est l'examen de choix pour porter un diagnostic et assurer le suivi de gestation. Elle permet notamment de porter un diagnostic précoce, de compter les fœtus, de les sexer, d'évaluer leur viabilité, de détecter des résorptions, des avortements, des malformations, d'évaluer le bien-être des fœtus en fin de gestation, de dater la gestation, de diagnostiquer des anomalies ayant des répercussions sur la santé de la mère, d'évaluer les flux sanguins utérins, fœtaux, de détecter des affections placentaires ou encore d'évaluer la nécessité de procéder à une césarienne. Suivant l'espèce, l'intérêt de chacune de ces différentes utilisations est variable, et la méthode pour y parvenir est souvent spécifique.

Cette comparaison met en exergue un certain nombre de paramètres utilisés uniquement au sein d'une espèce et qui pourraient s'avérer utiles dans les autres. De nombreuses études sont nécessaires afin de confirmer leur intérêt au sein des autres espèces.