

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE IBN KHALDOUN DE TIARET  
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES



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

**THEME :**

**Diagnostique Et Suivi De Gestation Par  
Echographie Chez La Jument, La Vache Et La  
Brebis**

**Présenté par :**

- Salhi Imen
- Sahnouni Lynda

**Encadre par :**

Dr .Ayed Mohamd Amine

***Année Universitaire : 2017 - 2018***

**Année universitaire : 2016 – 2017**

## *Remerciement :*

*\*Je remercie Dieu tout puissant pour m'avoir guidé dans le bon chemin, et m'avoir donné la force de rédiger ce modeste mémoire de fin d'étude .*

*\*Je remercie mon promoteur Docteur Ayed Mouhemd Amine pour avoir accepté d'encadrer ce travail et pour ces orientations et ces conseils .*

*\*Mes vifs remerciements vont également à toute l'équipe de la Bibliothèque de la Faculté pour leur gentillesse .*

*\*En fin j'adresse mes remerciements à toutes personnes qui ont participé de près ou de loin à la rédaction de ce mémoire .*

### *Dédicace*

*Nous prions toujours Allah le tout puissant de nous guider sur le droit chemin et de nous faciliter la tâche pour la réalisation de notre but.*

*C'est avec un grand plaisir et un cœur radieux et une immense joie, je dédie ce modeste travail à mes parents pour leur confiance et leur soutien durant toute ma carrière scolaire et universitaire.*

*Je dédie ce travail à mon père M.SALHI Abd el hafid Tu es un pilier solide et incontournable pour ma personne et mon parcours, que Dieu te donne santé et longue vie.*

*À :*

*Ma mère ETTIH Kheira qui a œuvré pour ma réussite, par son amour, son soutien, tous  
Les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa  
présence dans ma vie, reçois à travers ce travail,  
l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

*Je suis très reconnaissante à toute ma famille et surtout ma grande mère BOUZOUINA Assia, ETTIH Mehdi, je pris Dieu  
de leur accorder sa bénédiction, sa clémence et une parfaite santé.*

*Sans oublier mon unique et benjamin frère SALHI Aoued et mes chères sœurs Khouloud et Douaa*

*Et une dédicace exceptionnelle de ma part à mes très chère et aimables amies plutôt sœurs cherifa BENZINEB,  
SAHQOUNI Lynda, HEDIA Néssa, BENLACHEHEB Habiba et surtout Nassima.*

## **Dédicace :**

*Je dédie ce modeste travail à :*

*\*A mes deux raisons de vivre, mes chers parents pour la confiance, tous leurs sacrifices, leurs patientes et tendresses .*

*\*A mes petits frères : Taher, Abd Salam, et Oussama*

*\* A mon grand frère : Abd Elmadjid*

*\*A ma sœur : Rania*

*\* A mes cousins et mes cousins et toute la famille Sahnouni*

*\* A mon binôme et ma copine Imen ainsi qu'à toute sa famille*

*\* A mes amis, et tous les étudiants de ma section surtout le groupe 10*

*\* A mes copines : Nessrin , Zina, Houada, Hanen.*

*\* A mon fiancé et mon futur homme.*

# Sommaire

---

Liste des figures.....	
Liste des tableaux.....	
Introduction.....	
Partie bibliographique	
Chapitre01	
<i>Présentation.....</i>	02
<i>1- Historique .....</i>	02
<i>1-1-Le Matériel :.....</i>	06
<i>2-principe de l'échographie :.....</i>	06
3- Les ondes ultrasonores et leur caractéristique .....	08
3-1- <i>Les ultrasons .....</i>	08
3-2 <i>Principe des ultrasons et caractères :.....</i>	09
3-3 <i>Interaction des faisceaux ultrasonores avec les tissu.....</i>	10
3-4 <i>Intensité du son, vitesse et impédance acoustique .....</i>	10
3-5 <i>Réflexion, transmission et réfraction .....</i>	10
3-6 <i>Dispersion, absorption et divergence .....</i>	11
4- <i>La vitesse .....</i>	
4-1 <i>La Propagation et La Vitesse Des Ultrasones Des Tissu .....</i>	13
5- <i>La fréquence .....</i>	13
6- <i>Fonctionnement de la sonde .....</i>	14
7- <i>Traitement de la formation de l'image .....</i>	14
a- <i>Prétraitement .....</i>	14
b- <i>Traitement de l'image .....</i>	15
c- <i>Le Traitement Du Signal .....</i>	16
d- <i>Le traitement informatisé de l'image .....</i>	16
8- <i>La formation des images .....</i>	17
9- <i>Réglages en post-traitement.....</i>	18
10 - <i>Différents Modes .....</i>	19
Mode A .....	19
Mode B .....	19
Mode TM .....	20
Mode doppler.....	20
11- <i>Différentes sondes échographique .....</i>	21
11-1- <i>Les différents types de sondes.....</i>	22
<i>La sonde linéaire ou parallèle .....</i>	22
<i>La sonde Sectorielle .....</i>	24
<i>La sonde courbe .....</i>	25
12- <i>Artifacts :.....</i>	27
12-1 <i>Sémiologie De L'image échographique.....</i>	28
12-2 <i>artefacts en échographie .....</i>	29
a- <i>Artefacts de réflexion .....</i>	29
<i>Artefact de réverbération.....</i>	33
<i>Artefact de réflexion : artefact en miroir.....</i>	35
<i>Anisotropie.....</i>	36
<i>Artefacts d'épaisseur de coupe.....</i>	37
b- <i>Artefacts de résolution.....</i>	38
c- <i>Artefact De Propagation.....</i>	38

# Sommaire

---

d- Artefact De Réfraction .....	39
Interactions US-Matière :Réfraction.....	40
<b>Partie expérimentale</b>	
<i>A- Objectifs</i> .....	43
<i>B-Temp et lieu de l'expérimentation</i> .....	43
<i>1-Le lieu</i> .....	43
<i>2-la période</i> .....	43
<i>C- Matériel et méthodes</i> .....	43
a-Le Matériel .....	43
a-1 : les animaux .....	43
a-2 : L'échographe utilisé .....	46
a-3 : Méthode .....	46
1- Identification des animaux .....	46
1-1 Bovins .....	46
1-2 Equines .....	46
1-3 Ovins.....	46
2- La contention des animaux .....	47
3 – Examen échographique .....	47
4 – Un examen transrectal préalable .....	48
5 – Manipulation de la sonde .....	48
<i>Pour la jument</i> .....	49
Voie transrectale .....	49
Bovins .....	49
Chez la jument .....	55
Chez ovins .....	64
Conclusion .....	67
Référence .....	68

# Introduction

---

Le diagnostic précoce de gravidité revêt une grande importance économique en reproduction animale. En effet, il permet de déceler au plus tôt les inséminations artificielles (IA) ou les saillies infructueuses, de repérer les cas d'infertilité et, le cas échéant, de veiller à minimiser les pertes de l'exploitation par le biais de réformes appropriées au sein des troupeaux.

De nombreuses méthodes de diagnostic de gravidité ont été mises au point chez les femelles dont les méthodes de laboratoire et les méthodes cliniques.

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

De nos jours, l'échographie est très employée aussi bien en clientèle bovine, équine que ovine. Son utilisation est indolore, non invasive, répétable et les résultats sont fiables. Elle est utilisée dans de très nombreux domaines en médecine vétérinaire et représente l'outil d'imagerie le plus employé en reproduction. Son utilisation devient vite aisée avec un minimum de pratique.

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. En reproduction, ils servent en particulier à diagnostiquer et suivre les gestations des animaux. En élevage, le diagnostic et le suivi de la gestation sont quasiment incontournables pour des raisons économiques.

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 les espèces bovine, équine et ovine. Pour chaque partie, à chaque fois que cela sera possible, nous définirons les points communs aux trois espèces, puis les spécificités.



**présentation :**

L'échographie est une technique d'imagerie médicale qui utilise des ultrasons. Ce nom désigne l'acte médical obtenu.

Les premières recherches sur les ultrasons n'étaient pas destinées à des applications médicales, mais avaient pour but de permettre la détection des sous-marins pendant la Première Guerre mondiale.

Les ultrasons ont donc été mis au point pour la grossesse chez la femme. Les échographies sont améliorées au fur et à mesure des années et maintenant nous pouvons voir les futurs bébés en 3D voire en 4D.

Aujourd'hui, l'imagerie médicale est très fréquemment utilisée par des médecins car ils peuvent élaborer des diagnostics fins et précis, les traitements sont mieux adaptés et plus performants.

Mais, **comment expliquer que malgré de grands progrès dans le domaine de l'échographie, il n'y a jamais de certitude quand un dépistage de pathologies chez un fœtus ??**

**1- Historique :**

Le développement des méthodes d'imagerie ultrasonores en biologie et en médecine humaine et vétérinaire est relativement lent comparé à celui des méthodes radiographiques. L'imagerie radiographique a été mise en œuvre immédiatement après la découverte des rayons X.

Les principes acoustique de base, tels que la réflexion (=écho) ou l'atténuation (= affaiblissement du son sur une distance), ont été constatés depuis des milliers d'années. A la fin du **18<sup>ème</sup>** siècle, le physicien allemand **Ernst F.F. Chladni** (1758-1827) a découvert que les sons émis par les instruments à cordes étaient des ondes longitudinales. En 1842, le physicien autrichien **Christian J. Doppler** (1803-1853) décrit les phénomènes acoustiques et optiques, qui porteront son nom par la suite. **Francis Galton** (1822-1911), un scientifique anglais, a développé un siffte au milieu du **19<sup>ème</sup>** siècle, qui produisait des sons à haute fréquence atteignant **100 kHz**.

Bien qu'il y ait eu suffisamment d'intérêt scientifique et des tentatives relativement précoces pour produire des ultrasons, les ondes sonores à haute fréquence n'ont pas pu être utilisées à l'époque comme utile diagnostique. Il manquait la plupart des exigences technique, telle que l'existence de transmetteur efficace, de récepteurs d'amplification.

---

Au début du **20<sup>ème</sup>** siècle, après la naufrage du Titanic, de plus grande recherches ont été mises en place pour localiser et imager des objets invisibles sous l'eau en utilisant des ultrasons. L'usage de la marines étant principalement militaire, les technologies échographiques se sont rapidement développées durant les deux guerres mondiales.

Durant la Première Guerre mondiale, le physicien français **M. Paul Langevin** (1872-1946) fut capable de produire des ondes ultrasonores avec un cristal de quartz et de les transmettre dans l'eau. Cette méthode facilitait la détection des sous-marins. Au même moment, Langevin a démontré sans le savoir les effets biologiques des ultrasons. L'intensité des sons durant ces expérience était tellement forte que le poisson heurté par ces ondes mourait. En plus de son utilisation civile et militaire, comme la méthode SONAR (sonar=Sound navigation and ranging) par exemple, l'industrie découvrit l'utilisation des ultrasons pour le matériel d'inspection. Durant les années 20,30 et 40, le russe S.J. Sofloff et l'américain **Floyd A. Firestone** ont utilisé cette méthode pour révéler les erreurs matérielles dans les métaux et les pneus en caoutchouc. Le développement de l'échographie médicale a commencé peu de temps avant la seconde Guerre mondiale. Le neurologue et chirurgien militaire **Karl T. Dussik** publia la première fois un essai sur les applications médicales et biologiques des sons à haute fréquence en 1942. Il imagea un ventricule latéral dans un prélèvement de cerveau à l'aide d'ultrasons et appela cette échographie en mode A « hyperphonographie ».

De la fin des années 40 aux années 50, l'importance de l'échographie fut reconnue simultanément dans différentes institutions spécialisées. **John J. Wild** qui fut un des pionniers de la médecine humaine, différençia les tissus sains des tissus tumoraux grâce à l'échographie. **Douglas H. Howry** et **Joseph H. Holmes** réalisèrent des images en coupe bidimensionnelle du cou et de l'abdomen en utilisant la méthode composée (« Compound scan » en anglais ) (cf.Méthode composée, page (40)).

L'échocardiographie en mode A à été utilisée pour la première fois par **Wolf-Dieter Keidel** pour observer les modifications de volume cardiaque. **Inge Edler** et **Carl H. Hertz** ont montré par la suite, à l'aide d'ultrasons, les mouvements de la paroi du ventricule et de l'atrium. **Lars Lekell** fut le fondateur de l'échoencéphalographie clinique.

Une étude sur l'examen de l'œil avec l'aide de l'échographie en mode A a été publiée pour la première fois par **G. Henry Mundt** et **William F. Hughes**. Beaucoup d'autre publication sur ce sujet sont apparues à travers le mode dans les l'année qui ont suivi. **Gilbert Baum** a été le premier à réaliser des échographies oculaires bidimensionnelles. **Ian Donald** a été l'un des fondateurs de l'échographie en obstétrique et en gynécologie.

**S.Satomura** a publié un article sur des modèles de flux sanguin en travaillant avec la méthode Doppler. Le développement rapide et l'amélioration des systèmes Doppler a conduit à différentes applications en angiologie et en cardiologie. L'apparition de l'échocardiographie Doppler à codage couleur dans le début période, le japonais **K. Namekawa** et son équipe, ainsi que les américains **William J. Bommer et Larry Miller**, ont codé en couleur le flux sanguin cardiaque et l'ont représenté sur un échocardiogramme bidimensionnel en temps réel, en utilisant un prototype de machine à ultrasons.

D'un point de vue vétérinaire, deux pionniers en échographie humaine doivent être mentionnés. Dans le début des années 60, **D.H. Holmes** ont montré de façon évidente les organes abdominaux des chiens et des chats sur des échotomogrammes (1-2). Les examens échographiques des animaux, ainsi que des personnes malades, étaient difficiles à l'époque, car les patients, selon l'indication, devaient être presque entièrement immergés dans une baignoire d'eau (3).

Dans les années 50, l'échographie vétérinaire était principalement utilisée pour examiner les tissus des animaux et pour déterminer la composition et l'état des animaux de boucherie. Cette application échographique est encore un domaine séparé aujourd'hui, bien qu'elle reste la méthode la plus utilisée chez les animaux de rente (porc, bétail).

La première publication sur l'échographie vétérinaire a été faite par **Yvan L. Lindahl** en 1966. **Lindahl** a utilisé l'échographie en Mode A pour faire un diagnostic de gestation chez une brebis (4). Les premiers examens échographiques cliniques des petits animaux de compagnie ont été mis en œuvre à la fin des années 60 par **Seth A. Koch et Lionel F. Rubin**. Ils avaient réalisé des échophtalmogrammes sur des chiens. De plus amples efforts ont été fournis dans le diagnostic échographique de gestation en utilisant la méthode Doppler. En 1970, **Leoyd C. Helper et Annmarie Lamm** ont décrit l'observation par échographie des battements cardiaque chez le fœtus de chien.

De nombreuses publications sur l'échocardiographie unidimensionnelle (Mode TM) sont apparues à la fin des années 70. **Frank S. Pipers**, qui a également appliqué cette méthode chez le chien et le chat, a été un pionnier de cette méthode en médecine vétérinaire. Les images échographiques composées en Mode B d'organes abdominaux chez les animaux ont été publiées vers le milieu des années 70 par **A. Evertte James** et al. A la suite du développement et l'échographie bidimensionnelle en temps réel dans le début des années 80, l'échographie

abdominale est devenue une méthode d'imagerie reconnue chez le chien et le chat. **Robert E. Cartee** et **Thomas G. Nyland** furent deux pionniers dans ce domaine.

Bien que la méthode Doppler simple ait déjà été utilisée pour le diagnostic de gestation (cf.ci-dessus) au début des années 70, 15 années ont été nécessaires avant que les japonaises **Mitsuyoshi Hagio** et **Hiromitsu Otsuka** utilisent l'échocardiographie en Mode Doppler pulsé en clinique pour examiner l'hémodynamique cardiaque des chiens. Trois années plus tard, au début des années 90, **Peter G. G. Darke** a décrit pour la première fois l'importance de l'échographie Doppler à codage couleur dans le diagnostic des cardiopathies canines.

Bien que l'échographie ait été appliquée avec succès dans tous des domaines diagnostiques vétérinaires durant les 27 dernières années, elle n'est devenue que récemment une méthode diagnostique de routine dans beaucoup de cabinets et clinique vétérinaire. L'utilisation de l'échographie, durant les cinq dernières années dans les pays germanophones et les huit dernières années dans les pays anglophones, a été comparable à celle de la radiologie.



Photo 1 : machine complexe à ultrason des années 60



photo 2 : échographie

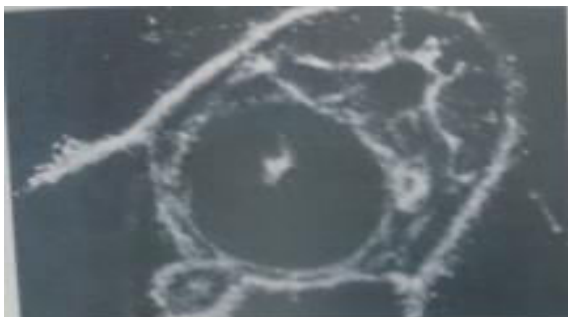


Photo 3 : Image échographique d'une vessie remplie



photo 4 : Image échographique de l'abdomen

**1-1-Le Matériel :**

L'échographie d'un échographe. Légende :

1. Les sondes
2. Système de visualisation,
3. Gel pour échographie,
4. Console de commande,
5. Console d'acquisition,
6. Imprimante

L'échographe est constitué des éléments suivants :

- Une sonde, permettant l'émission et la réception d'ultrasons ;
- Un système informatique, transformant le délai entre l'émission et la réception de l'ultrason en image ;
- Une console de commande, permettant la saisie des données du patient et les différents réglages ;
- Un système de visualisation : le moniteur ;
- Un système d'enregistrement des données, soit de manière analogique (cassette vidéo, impression papier), soit de manière numérique (format **DICOM**).

Le tout est disposé sur un chariot mobile, permettant d'effectuer l'examen au chevet même du patient.

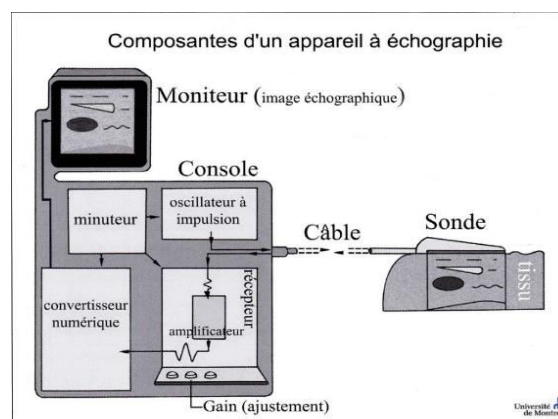


Photo 5 : les composants d'un échographie

**2-principe de l'échographie :**

L'échographie est un processus actif qui nécessite l'interaction entre le sonologiste vétérinaire, le patient, la machine à ultrasons et le transducteur pour obtenir des images ultrasonores de qualité optimale. Le sonologiste vétérinaire a besoin d'une compréhension approfondie de l'anatomie et du comportement des ultrasons dans les tissus pour interpréter

---

l'image qui résulte ; des ajustements fréquentes de l'instrument doivent être effectués au moment de l'examen échographique pour améliorer la qualité de l'image .Bien qu'une multitude de préréglages de programme soit disponibles sur des échographe plus sophistiqué, ces réglages ne sont qu'une guide pour obtenir l'image initiale .

L'image obtenue devrait alors être bien représentée. L'utilisation des réglages de l'instrument pour obtenir des images de qualité supérieure pour l'interprétation. Bien que le scan standard et l'orientation de l'image qui simplifie l'analyse et l'interprétation, l'ultrasonographie reste toujours un processus dynamique active qui nécessite l'expérience du vétérinaire et ses informations pour un bon diagnostic.

Il est nécessaire de précéder de façon systématique dans la progression et le déroulement de l'examen échographique.

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

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

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

La mobilité de l'ovaire rend son examen échographique plus difficile que celui de l'utérus. La sonde est habituellement maintenue au moyen du pouce, de l'index et le majeur tandis que la manipulation de l'ovaire et son maintien contre la sonde sont assurés par l'annulaire et le petit doigt (*HANZEN et al, 1993*) .L'ovaire peut également être bloqué entre la sonde et la branche mentent de l'ilium. La manipulation de la sonde et de l'appareil génital

avec la même main nécessite une certaine expérience afin d'acquérir la dextérité favorable à un diagnostic aisé (*MAARTEN et PIETERSE, 1998*).

### **3- Les ondes ultrasonores et leur caractéristique :**

#### **3-1- Les ultrasons :**

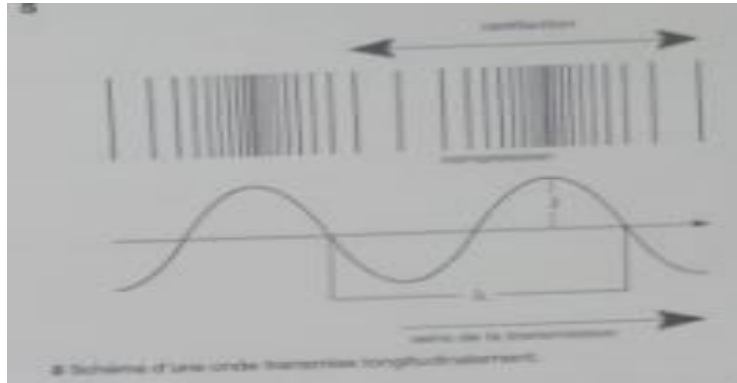


Photo 6 : schéma d'une onde transmise longitudinalement

#### **Définition : ultrason**

Le mot ultrason se compose de deux mots, « ultra » : fréquence de son trop élevée pour que l'oreille humaine puisse l'entendre et du mot « son » qui est une sensation auditive qui est provoquée par une vibration.

Cependant les ultrasons sont perceptibles or certains animaux : les chauvesouris, les chiens, les dauphins et beaucoup d'autre espèces terrestres et sous-marines.

#### **Qu'appelle-t-on un ultrason ?**

Un ultrason est une vibration mécanique de la matière inaudible par l'homme car sa fréquence est supérieure à 20 000 Hz. Ils peuvent se propager dans des milieux solides, liquides ou gazeux. Les ultrasons sont des sons dont la fréquence est plus élevée que la portée maximale du champ auditif, qui est de 20 000 cycles par seconde (20 kHz). Des fréquences allant jusqu'à 100 million de cycles par seconde (100 MHz) ont été obtenues. En échographie médicale, les fréquences utilisées varient de 1 à 10 MHz, jusqu'à 20 MHz dans certains cas. Les chiens et les chats peuvent percevoir des ultrasons allant jusqu'à 100 KHz, mais ils ne semblent pas perturbés par les fréquences communément employées.

Les ondes sonores sont des modifications cyclique de la matière dans l'espace et dans le temps, causées par une force, dans se cas une compression mécanique. Les particules matérielles commencent à se modifie à partir d'un état fixe. Cette modification sous forme d'onde est transmise avec une villosité caractéristique pour chaque milieu. Les particules sont alternativement compressées et raréfiées (5).



La longueur d’onde est définie par la distance entre une particule compressée et raréfiée dans un cycle. Les longueurs d’onde sont inversement proportionnelles aux fréquences(f), autrement dit au nombre de cycles par seconde. Les hautes fréquences procèdent des longueurs d’onde plus courtes et vice versa.

$$\lambda \sim 1/f \lambda = c/f \text{ ou } c = \lambda \times f$$

[λ : longueur d’onde ; f : fréquence ; c : vitesse]

Les longueurs d’onde peuvent être calculées grâce à cette équation et sont comprises entre 1,5 et 0,15 mm en échographie médicale (à des fréquences comprises entre 1et 10 MHz et à une vitesse moyenne de 1,540 m/s dans les tissus mous).

Les ondes dont les amplitudes sont dans le sens de la transmission sont appelées ondes longitudinales(5). Les oscillations perpendiculaires à cette direction sont par conséquent les ondes transversales. L’échographie médicale utilise seulement les ondes longitudinales.

Tableau récapitulatif des différents types de sons :

**3-2 Principe des ultrasons et caractères :**

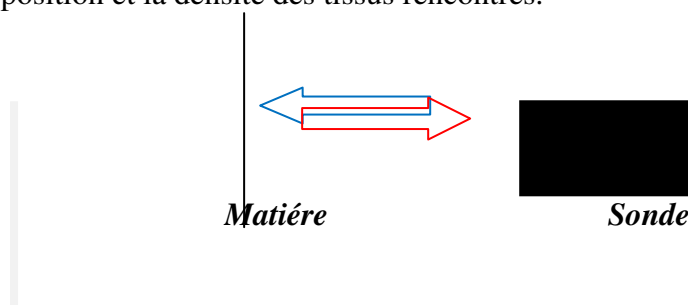
**Tableau 01 :** la valeur de la fréquence

<i>Fréquence :</i>	<i>Sons :</i>
20 Hz à 20 KHz	Sons audibles pour l’homme
20 KHz à 1 GHz	Ultrasons (peu audible pour l’homme)
Supérieur à 1 GHz	Hyper sons (inaudibles pour l’homme)

L’ultrason pénètre dans les tissu jusqu’à se qu’il soit arrêté par une structure et réfléchi (l’ultrason qui est émis dans cette structure est en partie absorbé par les éléments qui la compose et en partie réfléchi).

**Le son et les ultrasons :**

Il est alors renvoyé en direction de la sonde. Plus la structure est éloignée plus il mettra du temps à revenir. L’écho qui en résulte est enregistré et donne des informations sur la position et la densité des tissus rencontrés.







### **3-3 Interaction des faisceaux ultrasonores avec les tissu :**

Les lois acoustiques élémentaires, telles que l'intensité du son, la vitesse et l'impédance du son, la réflexion, la transmission, la réfraction, la dispersion, la divergence et l'absorption, s'appliquent également à l'interaction des ultrasons avec les tissus biologiques.

### **3-4 Intensité du son, vitesse et impédance acoustique :**

L'amplitude (J) d'une onde sonore, représentée en deux dimensions, illustre l'extension maximale de son oscillation. Une amplitude plus élevée peut être obtenue en augmentant l'énergie fournie. En acoustique, une amplitude élevée ou une intensité élevée du son est synonyme d'un volume sonore élevé. Lors d'une échographie en temps réel, plus l'intensité du son est élevée, plus les échos sont brillants sur l'écran.

La vitesse du son (c) dépend de la longueur d'onde et de la fréquence du faisceau acoustique (cf.ci-dessus). La densité du milieu dans lequel l'onde sonore est transmise influence aussi sur la vitesse du son.

La dureté du milieu est probablement plus importante que sa densité, mais les deux sont en corrélation grâce à la formule de l'impédance acoustique.

La vitesse du son varie entre 1,520 m/s (eau) et 1,950 m/s (peau) au sein des tissus mous corporels, à l'exception du tissu pulmonaire aréique, et la valeur moyenne est 1,540 m/s (tableau 1).

Les caractéristiques des tissus, telles que les liaisons, neutralisent la transmission du faisceau sonore et représentent la résistance de l'onde sonore, autrement dit l'impédance acoustique. L'impédance acoustique (Z) est définie comme le produit de la densité du tissu (p) et la vitesse de propagation du son dans le milieu (c) :

$$Z = p \times c$$

[Z :impédance acoustique ; p :densité du milieu ; c :vitesse du son ]

### **3-5 Réflexion, transmission et réfraction :**

Les tissus avec des impédances différentes possèdent des interfaces acoustiques qui réfléchissent les ondes sonores avec une intensité proportionnelle au degré de différence des impédances. Les faisceaux acoustique perpendiculaires à une interface avec un angle  $\alpha$  de 90 degrés vont être réfléchis avec un angle  $\beta$  de 90 degré ( $\alpha = \beta = 90$  degrés). Le récepteur des sons, la sonde ou le transducteur peuvent enregistrer ces échos. Les faisceaux non réfléchis continuent de transmettre dans le nouveau milieu (6).

---

Lorsque l'angle  $\alpha$  du faisceau sonore n'est pas de 90 degrés, une partie des ondes sonores réfléchies ne retournent pas directement au transducteur. Les ondes sonores non réfléchies se déplacent à travers le nouveau milieu après avoir modifié leur direction (angle  $\gamma$ ), ce phénomène se nomme la réfraction (7).

Seule les faisceaux perpendiculaires à une interface produiront les images Ultrasonores dont l'épaisseur et l'échogénicité pourront être évaluées avec exactitude (8).

La relation entre l'amplitude de l'écho transmis et celle de l'écho réfléchi dépend de la différence d'impédance entre les deux tissus au niveau d'une interface. Au niveau d'une interface possédant une forte impédance acoustique, presque toute l'intensité sonore sera réfléchi, les intensités réfléchies seront faibles (tableau 1).

Les fortes différences d'impédance acoustique avec une réflexion totale ou presque sont causées par des interfaces avec du gaz ou un minéral. Les tissus mous corporels présentent seulement de faibles différences d'impédance acoustique (tableau 1).

### **3-6 Dispersion, absorption et divergence :**

Les ondes ultrasonores qui rencontrent des interfaces acoustiques petites, irrégulières ou inclinées sont réfléchies de manière diffuse. Ce phénomène est également appelé dispersion(9).

Les ondes longitudinales se déplacent en ligne droite à travers un milieu homogène avec une vitesse de propagation des sons spécifique. Au même moment, une partie de l'énergie mécanique de l'onde sonore est convertie sous d'autres formes d'énergie (généralement sous forme de chaleur). Cette énergie n'est plus disponible pour l'imagerie.

La diminution de l'énergie et de l'intensité sonore à cause de l'absorption dépend de la fréquence acoustique et de la texture du tissu.

L'absorption dans les tissus mous est relativement peu importante. Les os, les calcifications et les calculs forment ce que l'on appelle une « ombre acoustique » (cf. Ombre acoustique et renforcement postérieur, page 70), causée par une forte atténuation et une perte d'énergie distale par rapport à ces textures.

L'augmentation de l'atténuation dans les tissus mous est en corrélation linéaire avec l'élévation des fréquences. Des fréquences élevées conduisent à une augmentation de l'atténuation et à une diminution de la pénétration en profondeur de l'onde sonore (tableau2).

Dans les os, l'atténuation augmente du carré de sa valeur à chaque fois que la fréquence augmente.

**Tableau 2** : fréquences et pénétration des ondes ultrasonores dans les tissus mous ( $c \sim 1,540$  m/s).

<b>Fréquence sonore</b>	1MHz	3,5MHz	5MHz	7,5MHz	10MHz	15MHz
<b>Pénétration dans les tissus mous</b>	500mm	150mm	100mm	70mm	50mm	10mm

**Adapté à partir de Kremkau fw de diagnostic échographique .principes et instruments .4th édition phyladelphia wb saunders 1993**

Les faisceaux sonores rencontrant la surface externe de tissus possédant une atténuation peuvent provoquer l'apparition d'une ombre acoustique(10). Une ombre similaire est observée distalement aux contours des organes arrondis, comme les reins ou les poches amniotiques par exemple. Ce phénomène est dû à la réflexion du faisceau et n'est pas causé par l'absorption (cf.138).

La réflexion, la transmission et la réfraction sont généralement associées à des objets relativement gros, alors que la dispersion et la divergence se produisent au sein de structures plus petites. Les grosses structures, telles que les organes avec leur structure interne, leurs contours, leurs vaisseaux et leurs tumeurs, sont imagées, grâce aux ultrasons, en fonction de la géométrie de leurs interfaces (11\*,12\*,13\*).

Les structures tissulaires plus fines, les capillaires et les cellules par exemple, qui sont plus petites qu'une longueur d'onde ultrasonores, présentent une texture différente dans laquelle les différents échos ne sont pas représentés par un véritable point sur l'image. Les différents organes parenchymateux sont représentés par ce grain d'image artificiel mais caractéristique (11\*,12\*,13\*).

**4- La vitesse :****Tableau 03 :****4-1 La Propagation et La Vitesse Des Ultrasones Des Tissu :**

<b>Tissu</b>	<b>propagation vitesse (mm /<math>\mu</math>s )</b>
La graisse	1,44
Cerveau	1,51
Foie	1,56
Rein	1,56
Muscle	1,57
Deux tissus moyens	1,54

Adapté à partir de Kremkau fw de diagnostic échographique .principes et instruments .4th édition phyladelphia wb saunders 1993

**5-La fréquence :****Tableau 04 : résolution axiale et profondeur de l'image dans les tissus**

<b>Fréquence</b>	<b>Profondeur de l'image (cm)</b>	<b>Résolution axiale (mm)</b>
<b>2.0</b>	<b>30</b>	<b>0.77</b>
<b>3.5</b>	<b>17</b>	<b>0.44</b>
<b>5.0</b>	<b>12</b>	<b>0.31</b>
<b>7.5</b>	<b>08</b>	<b>0.20</b>
<b>10.0</b>	<b>06</b>	<b>0.15</b>

Adapté à partir de Kremkau fw de diagnostic échographique .principes et instruments .4th édition phyladelphia wb saunders 1993

### **6-Fonctionnement de la sonde :**

Les images peuvent être obtenues électroniquement ou mécaniquement. Les cristaux piézoélectriques sont énergie dans un fluide acoustique et oscillé (fluctué) ou pivoté selon un balayage rapide. Le scan électronique est performé avec un arrangement de plusieurs cristaux piézoélectrique, rapidement selon une séquence prédétermine, tout dépend du type de l'arrangement.

Les sondes ultrasonores sont fréquemment référées par la tête des scans au moyen (centre) de la sonde se trouve un ou des multiples cristaux piézo-électrique qui sont existé par un courant électrique, produisent les ultrasons.

Des matières variées comme céramique, quartz, PVDF produisent certains voltage quand elles sont soumissent a certain pression. La sonde couverte le voltage électrique a une énergie ultrasonore.

Elle est constitué de plusieurs particules de piézo-électrique, moteur (amortisseur) et un matériel d'assorti réduit le nombre des cycles par pulsation (durée de pulsation et la longueur de pulsation spatial et les résultats s'améliorent selon une résolution axial) et une boîte (revêtement) . Il peut aussi réduire l'amplitude des incidents retournés et la sensitive du système.

### **7-Traitement et formation de l'image :**

#### **a-Prétraitement :**

Le prétraitement se réfère à toutes les manipulations concernant les signaux d'ultrasons émis et réfléchis avant leur conversion en signaux analogues ou digitaux qui produisent une image sur l'écran. Ces réglages comprennent l'intensité de l'émission d'ultrasons, le temps-gain-compensation, le gain, le renforcement, l'intégration de l'image et la marge dynamique.



Photo 7 : photographie d'un simulateur d'échographie fœtale

***b- Traitement de l'image :******Les différents réglages :***

- La puissance d'émission est réglable mais ne joue que peu dans la qualité de l'image. Il faut théoriquement utiliser la puissance minimale acceptable afin d'éviter un échauffement des tissus examinés. En pratique courante ce risque est négligeable.
- La fréquence d'émission peut être modifiée dans les limites des spécifications de la sonde.
- Le gain à la réception peut être augmenté ou diminué globalement ou de manière variable, suivant la profondeur de la zone explorée (TGC pour time gain compensation). En pratique, on règle trois gains :
  - 1- Un gain pour l'ensemble de l'image qui agit de manière identique sur tout l'écho (gain général)
  - 2- Un gain pour le champ rapproché
  - 3- Un gain pour le champ éloigné
- Différents filtres peuvent être réglés : compression.....
- La zone d'intérêt de l'organe explorée peut être élargie, ou au contraire, rétrécie.

Dans ce dernier cas, l'image a une meilleure définition.
- Le faisceau d'ultrasons émis par une sonde pénètre dans l'organisme où il subit de nombreuses réflexions. Ces ondes réfléchies ou échos sont recueillis par cette même sonde qui convertit les informations ultrasonores en signaux électroniques.
- Les signaux électroniques analogiques sont immédiatement amplifiés et sont ensuite numérisés par un convertisseur analogique numérique puis adressés sur un moniteur pour fournir en temps réel une image en échelle de gris avec 16,64 ou 256 niveaux de gris.
- Le traitement de l'image a pour principal objectif de produire des images dont la brillance est uniforme. L'écho qui est reçu est un signal faible qui sera amplifié. En particulier, les échos venant des structures profondes sont plus faibles que ceux venant de structures proximales. L'amplification du signal consiste à augmenter l'amplitude des échos de façon à ajuster la brillance de l'image. Ce réglage réalisé par l'opérateur est manuel et il se fait en regardant l'image.

La console de commande est munie d'un clavier permettant d'entrer les identifiants du patient et les commentaires. Elle permet d'accéder aux différents modes d'échographie et de

---

doppler, ainsi qu'au traitement et au stockage des images. Elle permet également d'effectuer des mesures (distance, surface.....) et différents calculs.

**c- Le Traitement Du Signal :**

L'électronique de l'échographe se charge d'amplifier et de traiter ces signaux afin de les convertir en signal vidéo. L'image se fait en niveaux de gris selon l'intensité de l'écho en retour.

Les différents tissus de l'organisme peuvent apparaître de diverses façons :

- **Les liquides simples**, dans lesquels il n'y a pas de particules en suspension laissent les sons les traverser. Sans écho (structures anéchogènes), ils apparaissent noirs sur l'écran ;
- Les liquides avec particules tels que le sang, le mucus, renvoient de petits échos. Ils apparaîtront donc dans les tons de gris, plus ou moins homogène ;
- **Les structures solides**, l'os par exemple, renvoient mieux les échos. On verra donc une forme blanche (hyperéchogène) avec une ombre derrière (cône d'ombre). Une exception cependant : sur la voûte crânienne du nouveau né<sup>1</sup> la fontanelle très fine et perpendiculaire aux échos, en laisse passer et constitue même une véritable « fenêtre » d'observation du cerveau sous-jacent (jusqu'à ce que les os fusionnent vers l'âge de 2 ans) ;
- **Les tissus mous** sont plus ou moins échogènes : le placenta est plus blanc que l'utérus, qui est plus blanc que les ovaires ;
- **Le gaz et l'air**, sont comme l'os, très blancs.

**d- Le traitement informatisé de l'image :**

- Par interpolation d'une boucle d'images, prise avec une cadence d'acquisition rapide, on peut simuler une ligne Tm courbe.
- La reconnaissance automatisée des contours reste la pierre d'achoppement de l'écho en 2005.
- L'imagerie paramétrique consiste à coder chaque pixel suivant des le temps, déphasage.....). C'est un sujet encore en phase de recherche.
- L'imagerie tridimensionnelle, jusqu'au début de ce millénaire, était faite par superposition et interpolation de plusieurs images successives, faites suivant différents plans de coupe (soit de manière libre, soit à l'aide d'une sonde rotative). Le procédé

est relativement aisé pour les organes fixes mais beaucoup plus complexes pour les organes mobiles (superposition de boucles d'image et non plus d'images simples). Actuellement, certains échographes sont munis de sondes dotées de

capteurs-émetteurs, non plus disposées en ligne mais sous forme de matrice rectangulaire, permettant une acquisition tridimensionnelle directe. Les contraintes techniques et informatiques font cependant que l'image standard est alors sensiblement de moins bonne définition, tant spatiale que temporelle, et que le volume de l'organe directement visualisable reste réduit en taille.

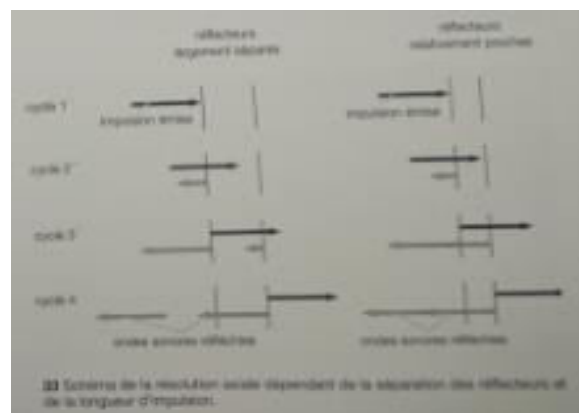


Photo 8 : traitement d'une image échographique

### 8- La formation des images :

\* Le cristal piézo-électrique est soumis à une série de courtes impulsions électrique, ce qui entraîne une courte série de vibration par salve est le même (3à4) quelle que soit la fréquence, en conséquence, une augmentation de la fréquence qui va se traduire par une diminution de la durée de la salve donnera une meilleure résolution axiale. La salve émis va se propager dans les tissus sous-jacents et on nome faisceau le volume somique exploré par la salve.

\* L'échographie en mode B (brillance) se réfère à l'image en coupe obtenu par le balayage automatique, rapide et séquentiel par le faisceau du plan de coupe défini par l'orientation de la sonde. Ce mode permet donc et réaliser des images en tranche du tissu en observation équivalentes à une coupe histologique pratique selon le plan de coupe balayé par le faisceau d'ultrasons. En déplaçant progressivement la sonde sur la zone d'intérêt (ovaire, fœtus, etc....), le vétérinaire pourra ainsi reconstituer mentalement l'information dans l'espèces.

\* Cette compilation d'images en coupe et la reconstitution mentale en trois dimensions prendra toute son importance lors du sexage foetal .



\* Le faisceau d'ultrasons va rencontrer différentes interfaces et générer des échos de retour qui sont détectés. Les échos sont traités pour former l'image échographique dont chaque élément romné pixel est placé à l'écran à une profondeur déterminée par la latence de retour de l'écho. Les informations issues d'un faisceau forment une ligne verticale à l'écran et l'image est formée à partir des échos provenant des différentes ligne du balayage qui composent le plan de coupe. La brillance des éléments de l'image varie en fonction de l'intensité de l'écho : les structures anéchogènes (liquide folliculaire, liquide amniotique et allantoïdien, urine) apparaissent en noir et les structures très échogènes (os, gaz) sont représentées en blanc. Les structures à échogénicité intermédiaire sont représentées par des nuances de gris, la vitesse de formation des images est typiquement de 20 à 30 images par secondes. Ainsi, les images échographiques produites en temps réel changent lorsque les structures se déplacent (ex : battement cardiaque) ou lors du déplacement de la sonde.

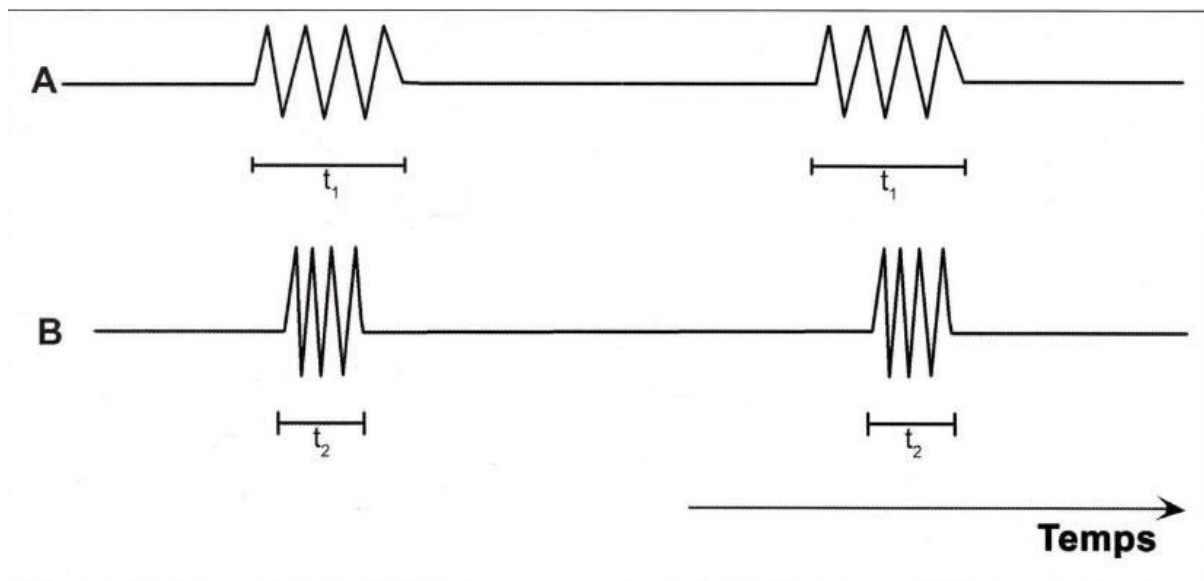


Figure 1-8. Représentation schématique de la génération de salves d'ultrasons selon la fréquence. En A, la fréquence est plus basse qu'en B. Il en résulte que la durée occupée par la salve, c'est-à-dire  $t_1$ , est supérieure à  $t_2$ , le temps occupé par une salve émise avec une sonde de fréquence supérieure. Cela est dû au fait qu'une salve est formée par le même nombre de cycles (3 ou 4). On notera qu'entre deux salves, on a de longs silences, c'est-à-dire des intervalles de temps sans émission. Ces périodes de silence sont mises à profit pour la réception des échos.

### 9- Réglages en post-traitement :

\* Les différentes méthodes de réglage en fin d'examen peuvent améliorer l'image ultrasonore sur l'écran. Les nuances de gris peuvent être accentuées, modifiées ou remplacées par de la couleur. L'échelle des gris peut être cartographiée, comprimée ou élargie. L'image peut être faiblement contrastée (douce) ou très contrastée (dure).

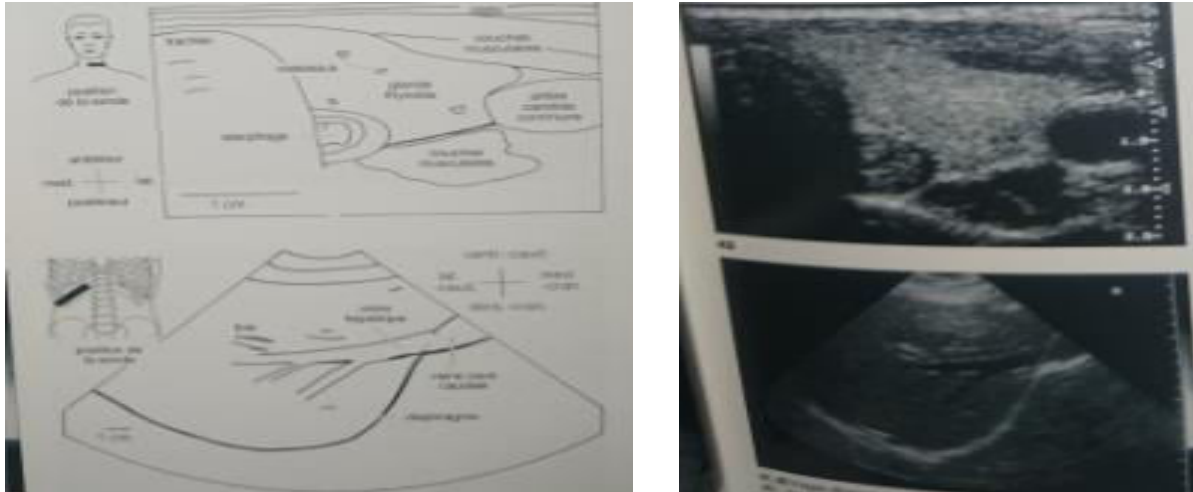


photo 9 : image ultrasonores des fantômes, coupe transversale d'une glande thyroïde humaine

### **10 - Différents Modes :**

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

#### **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.

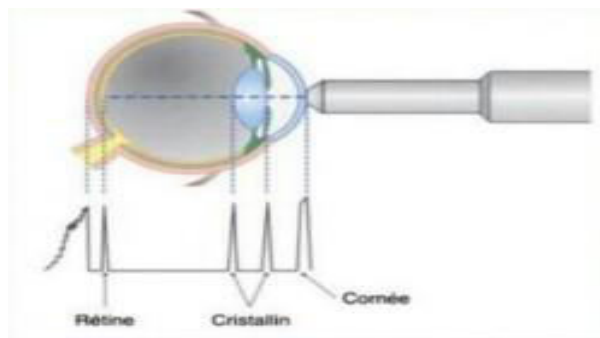


Photo 10 : échographie en mode A d'un œil

#### **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. 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.



Photo 11 : échographie en mode B d'un placentome de bovin

### Mode TM :

Comme l'illustre ; le mode TM dit « temps mouvements » consiste à faire défiler à vitesse constante le mode B sur l'écran. Au contraire si elle est fixe ; une ligne horizontale sera visible.

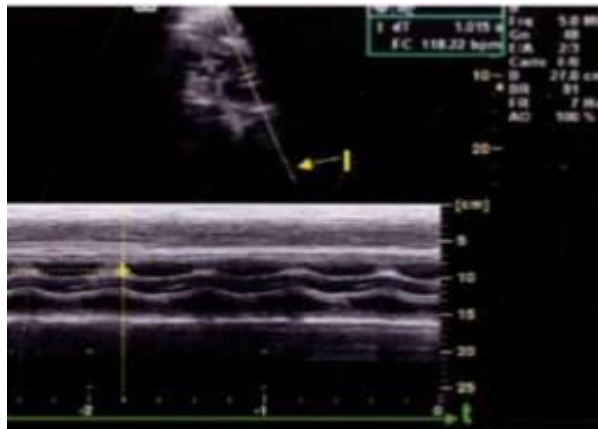


Photo 12 : échographie en mode TM du cœur d'un fœtus bovin

### 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 mouvements ; 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. Ainsi la fréquence de l'échographe est supérieure à l'onde émise par la sonde lorsque l'écoulement sanguin se fait en direction de la sonde ; à l'inverse la fréquence est diminuée lorsque l'écoulement se fait dans la direction opposée à la sonde ; les échographes utilisent un code couleur pour indiquer la direction de ce flux. Le rouge indique un flux antérograde « s'approche de la sonde » et le bleu un rétrograde « s'éloigne de la sonde ». 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.

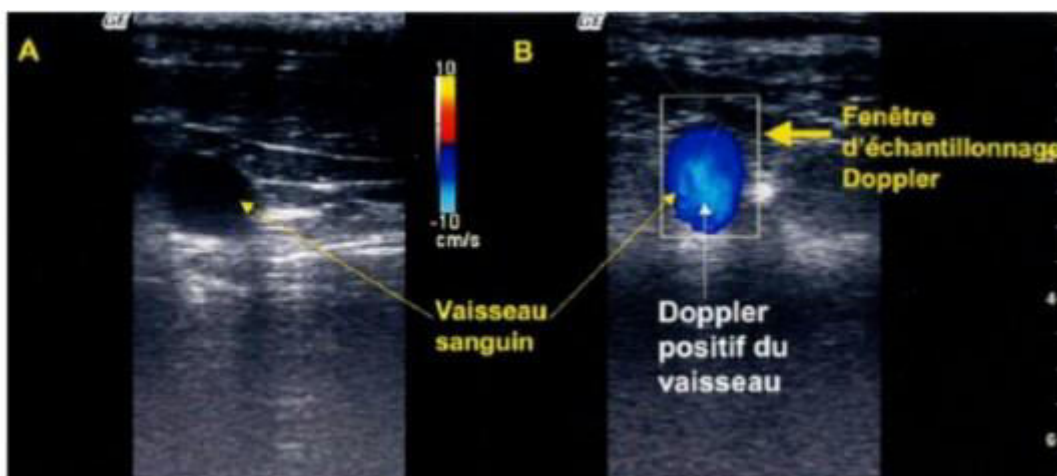


Photo 13 : échographie en mode B (à gauche) et en mode doppler (à droite) d'un vaisseau sanguin.

Le mode doppler à émission pulsée permet d'avoir une représentation des changements de vitesse du sang au cours de cycle cardiaque dans un vaisseau.

### 11- Différentes sondes échographiques :

#### La sonde :

Les premières études sur les ultrasons n'étaient pas appliquées à la médecine, mais visaient à permettre la détection des sous-marins à l'occasion de la Première Guerre Mondiale. L'usage en obstétrique date du début des années 1970 avec les appareils permettant de capter les bruits du cœur fœtal.

L'élément de base de l'échographie est généralement une céramique piézoélectrique, située dans la sonde, qui, soumise à des impulsions électriques, vibre générant des ultrasons. Les échos sont captés par même céramique, qui joue le rôle de récepteur : on parle alors de transducteur ultrasonore. Un échographe est muni d'une sonde échographique, nommée

barrette échographique, pourvue à l'origine de 64,96 voire 128 transducteurs ultrasonores en ligne. Les sondes des échographes modernes possèdent aujourd'hui jusqu'à 960 éléments. L'échogénicité est la plus ou moins grande aptitude d'un tissu à rétro-diffuser les ultrasons.

La fréquence des ultrasons peut être modulée : augmenter la fréquence permet d'avoir un signal plus précis (et donc une image plus fine).

En pratique l'échographiste a, à sa disposition, plusieurs sondes selon des fréquences différentes :

- 1,5 à 4,5 MHz en usages courant pour le secteur profond (abdomen et pelvis), avec une définition de l'ordre de quelques millimètres ;
- 5 MHz pour les structures intermédiaires (cœur d'enfant par exemple), avec une résolution inférieure au millimètre ;
- 7 MHz pour l'exploration des petites structures assez proche de la peau (artères ou veines) avec une résolution proche du dixième de millimètre ;
- 10 à 18 MHz plus par exemple pour l'étude, en recherche, de petits animaux, mais aussi, dans le domaine médical, pour l'imagerie superficielle (visant les structures proches de la peau) ;
- Jusqu'à 50 MHz pour les appareils de biomicroscopie de l'œil.

#### Les différentes types de sondes :

Les sondes sont classées en fonction du type de balayage linéaire ou sectoriel de la coupe par le faisceau d'ultrasons.

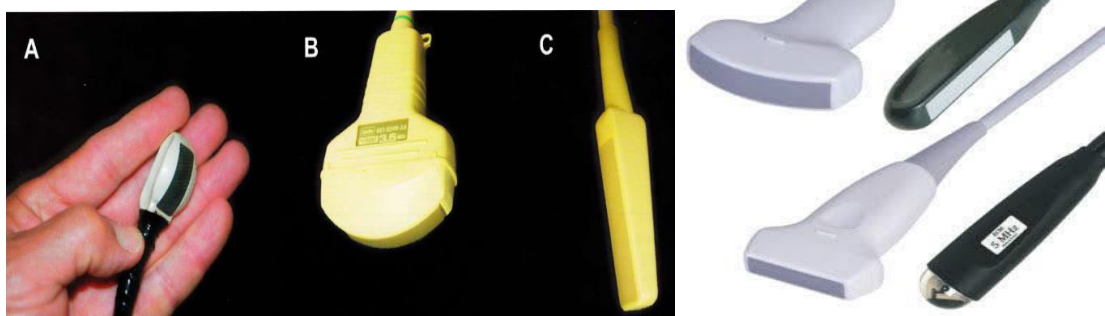


Photo 14 : les différents types de sondes

#### **La sonde linéaire ou parallèle :**

Les sondes linéaires produisent des formats d'affichage rectangulaires ; autrement dit les lignes de balayage sont arrangées de manière verticale, linéaire et parallèle.

La sonde linéaire contient plusieurs cristaux, qui sont disposés sur une ligne(71).

La forme de cette sonde et de l'échogramme linéaire est rectangulaire. Les cristaux sont organisés en groupes qui émettent séquentiellement une succession d'onde sonores. Cela permet d'avoir une unité de transmission et de réception plus grande, ce qui améliore la géométrie du faisceau sonore et la résolution latérale. Lorsque les groupes de cristaux se chevauchent- les cristaux de 1à5 constituent le groupe A, et les cristaux de 2à6 sont inclus dans le groupe B- les lignes de balayage sont rapprochées. Le nombre de cristaux améliore également la focalisation électronique en augmentant le nombre de zones focales le long de l'axe du faisceau.

La principale caractéristique des sondes linéaire est leur excellente résolution dans le champ proximal. Les images rectangulaires sont plus faciles à interpréter. L'inconvénient de ce type de sonde, qui limite souvent son utilisation, réside dans la nécessité d'avoir une grande surface de contact avec la peau. Les espaces intercostaux ne peuvent pas être utilisés en tant que fenêtre acoustique et la tonte des poils est obligatoire. Les limites de ces transducteurs se rencontrent également dans les sondes linéaires plus courtes et plus petites, appelées sondes « Small Part ».

La détection non linéaire a une réponse particulière, elle ne réagit pas aux premiers centimètres après la sonde, ce qui permet de faciliter l'imagerie chez un patient en surpoids (dont la couche de graisse sous la peau complique le passage des ultrasons).

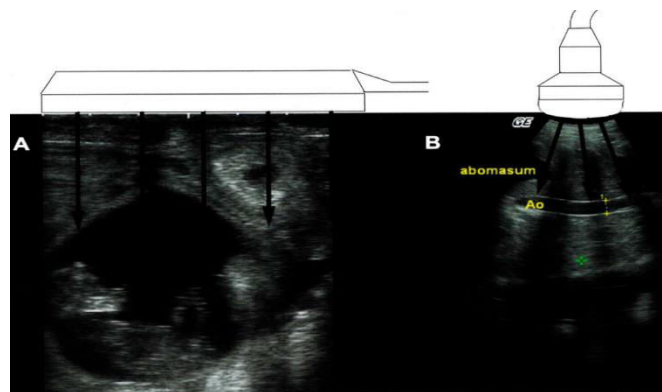


Figure 1-2. Les différents types de sonde ainsi que leur surface de balayage. A : sonde linéaire ; B : sonde sectorielle.

Photo 15 : les différents types de la sonde ainsi que leur surface de balayage

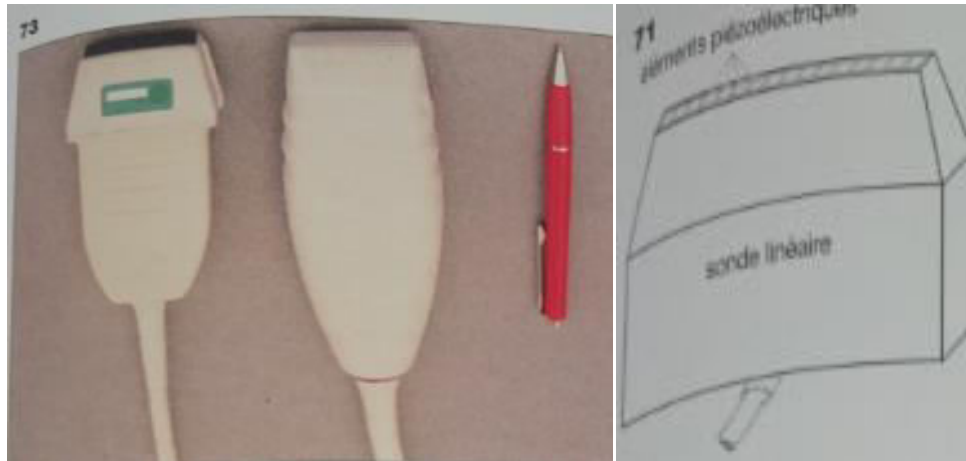


Photo 16 : sonde linéaire

### ***La sonde Sectorielle :***

Les sondes sectorielles produisent une image triangulaire ou conique. La densité linéaire de balayage de l'affichage est plus élevée dans le champ proximal, alors que les ondes divergent dans le champ distal. La plupart des sondes sectorielles sont mécaniques. Un à huit cristaux piézoélectrique sont installés sur la sonde et sont soit en rotation dans un mouvement circulaire soit en oscillation dans un mouvement de va-et-vient (69).

Après avoir reçu un écho provenant une structure, le cristal émet l'impulsion suivante pour produire une ligne de balayage. En raison de la vitesse élevée dans les tissus mous ( $c=1,540$  m/s), les échos depuis une profondeur de 10 cm retournent à la sonde 0,13 ms après avoir subi l'impulsion. Un angle de 60-120 degrés peut par conséquent être balayé sur une courte période de temps. Les sondes sectorielles électronique sont faites à partir de plusieurs céramiques, portant chacune plusieurs éléments piézoélectriques. Ces éléments sont déposés de façon à produire une coupe sectorielle lorsqu'ils subissent une impulsion. La stimulation de ces cristaux doit suivre des séquences ou phases précises, se qui explique pourquoi les transducteurs électroniques sont appelés « phased-array » scanners (sonde à balayage électronique) en anglais.

Dans les sondes sectorielles plus récentes, les cristaux sont installés en anneau. Balayage circulaire est dirigé par une oscillation mécanique, alors que les éléments sont focalisés électroniquement grâce à une stimulation particulière. Cette sonde aussi bien mécanique qu'électronique se nomme sonde annulaire (annular-phased-array transducer).

Les sondes sectorielles ont la l'avantage de ne nécessiter qu'une petite zone de contact avec la peau, ce qui permet d'avoir un bon contact même avec de petites fenêtres acoustiques, comme c'est le cas pour les espaces intercostaux. Les examens échographiques du cœur et les



coupes complètes du foie ne sont, par conséquent, possible qu'avec des sondes sectorielles. Pour n'est souvent pas nécessaire avec les sondes sectorielles. Pour les débutants en échographie, l'interprétation de la forme triangulaire d'un échographe sectoriel peut être plus difficile qu'avec un échographe linéaire. La résolution dans le champ proximal est réduite par la densité linéaire de balayage et par le champ de vision étroit. Un stand-off pad est nécessaire pour échographier les structures superficielles (cf. Stand-off pad, page 56). Les échos dans le champ distal sont représentés de façon quelque peu déformée.

La petite surface de contact de cette sonde sectorielle peut être utilisée pour les chiens de petite taille et les chats, y compris les chiots et les chatons, et permet d'échographier à travers des petites fenêtres acoustiques sans tondre les poils. Les structures superficielles peuvent être échographiées en utilisant un stand-off pad (cf. Stand-off pads, page 56).

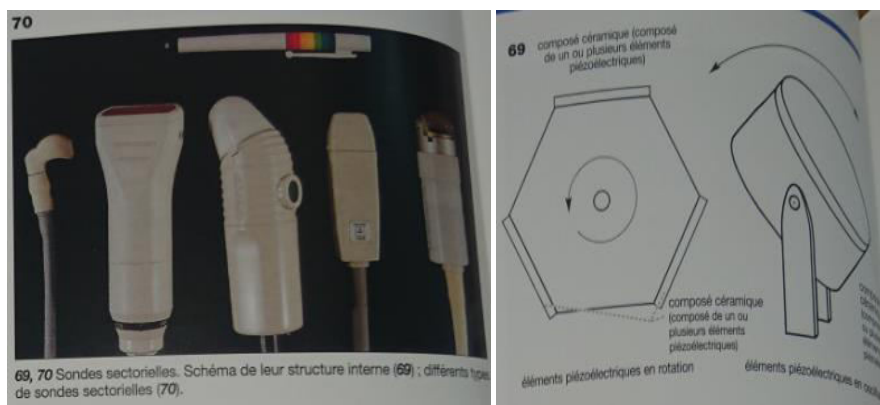


Photo 17 : sonde sectorielle

### ***La sonde courbe :***

Les sondes courbes sont une combinaison des sondes sectorielles et des sondes linéaires. Les cristaux sont déposés selon un arc courbe plutôt que sur une ligne droite (72). La focalisation est électronique, comme pour les sondes linéaires.

L'avantage des sondes courbes est la résolution relativement bonne dans le champ proximal, avec un meilleur contact avec la peau que les sondes linéaire. Ce type de sonde ne permet pas d'effectuer des examens intercostaux.

La sonde idéale pour les examens échographiques avec une bonne résolution dans le champ distal et dans le champ proximal, avec une bonne pénétration en profondeur et une petite surface de contact n'existe pas. Des compromis doivent être faits lorsque l'on choisit une sonde. La nature de l'examen en question décide généralement de la nature de la sonde à utiliser. Les petites sondes courbes et linéaires sont idéales pour les examens



de l'abdomen, en particulier pour les diagnostics de gestation, mais pas pour les échographies .

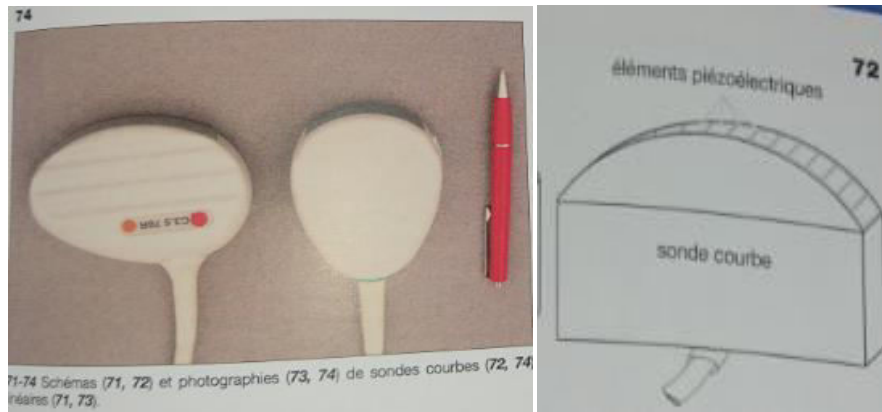


Photo 18 : sonde courbe

Tableau5 : les avantages et les inconvénients de type de sonde .

	Sonde sectorielle	Sonde linéaire	Sonde courbe
<b>Avantages</b>	petite surface de contact Avec la peau	Haute résolution dans le champ proximal	Haute résolution dans le champ proximal
<b>Inconvénients</b>	Résolution diminuée dans Le champ proximal	Grande surface de contact avec la peau	Grande surface de contact avec la peau (plus petite qu'avec la Sonde linéaire) champ Distal divergeant.
<b>Application</b>	Echocardiographie, écho Des organes abdominaux Intrapelvien et intra- Thoracique, écho des Structures avec une petite Surface de contact ;cerveau Yeux,testicules et articulation.  Certains chiens de petite Taille,chats et chiots Avec une petite surface De contact(avec stand off Pad).	écho des organes abdominaux extra- thoracique,des structures craniales et cervicales telles que les glandes Salivaires,des muscles Echo des structures superficielles :peau glandes mammaire pénis,articulation et tendon.	échographie des organes abdominaux extrathoracique, diagnostique de gestation échographique.



Photo 19 : les différents types de la sonde

**Définition :**

Les artéfacts en échographie sont la conséquence de phénomènes physiques qui modifient les images échographiques par rapport aux coupes anatomiques correspondantes.

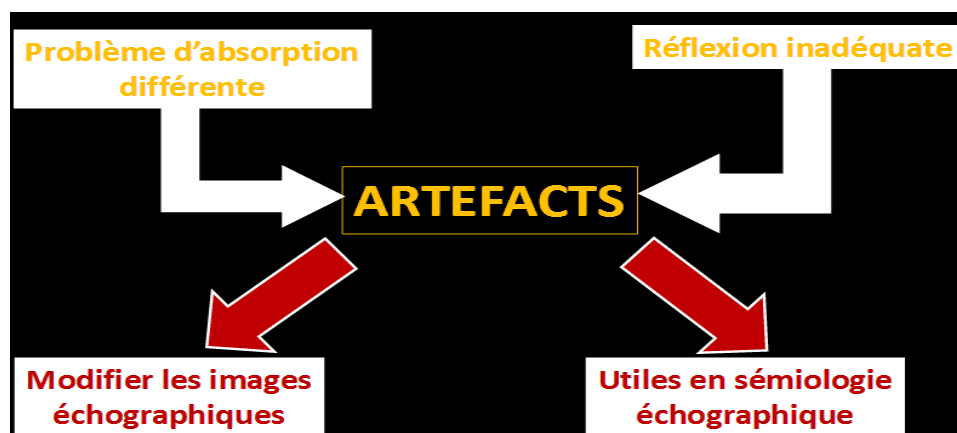


Photo 20 : les artéfacts

---

### 12-1 - Sémiologie De L'image échographique

Lorsqu'un faisceau d'ultrasons arrive perpendiculairement à une surface, une partie est réfléchi 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.

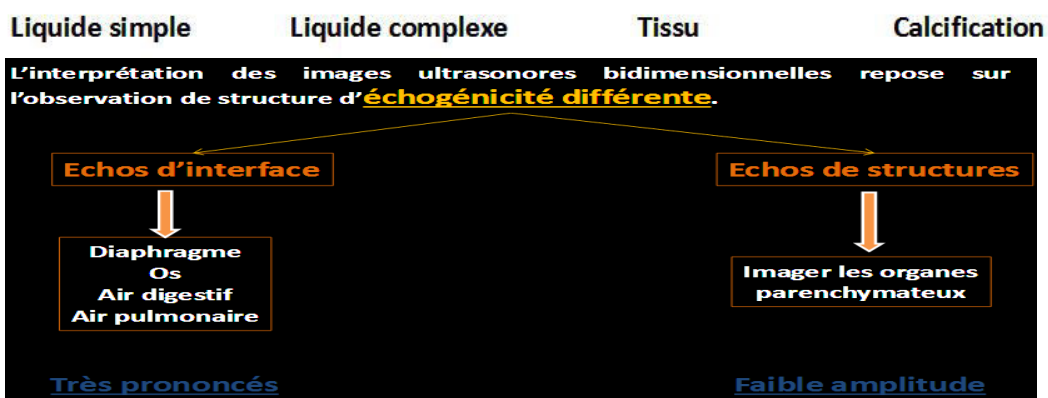
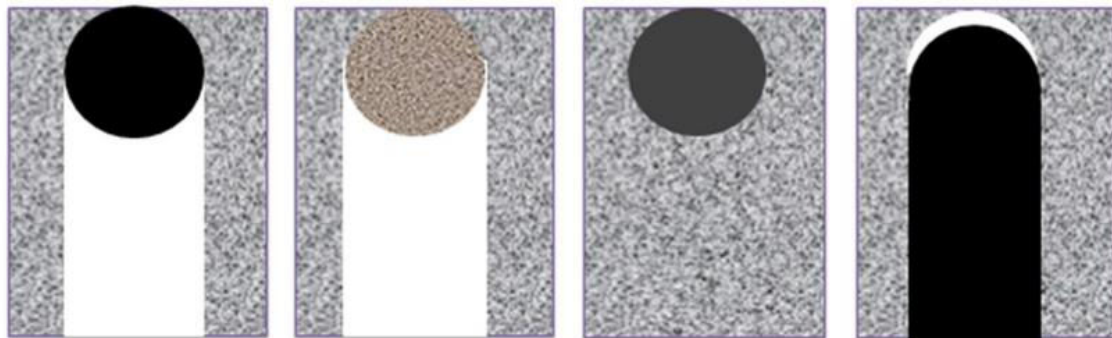


photo 21 : sémiologie de l'image échographique

**Echo de structures :**

\*Réflexion diffuse et une dispersion des ultrasons relativement homogènes.

\*Echogénicité d'un tissu dépend de son homogénéité tissulaire, sa vascularisation et de sa teneur en graisse.

**12-2artefacts en échographie :**

- Artefacts de réflexion
- Artefacts en résolution
- Artefacts de propagation
- Artefacts de réfraction

**a- Artefacts de réflexion :**

- Répétition
- Réverbération
- Anisotropie

- Artefact d'anisotropie sur les tendons

Les tendons, structures fibrillaires, créent un hyperéchogénicité lorsqu'ils sont à 90°. Ils deviennent hypoéchogènes lorsque l'obliquité/faisceau d'US augmente.

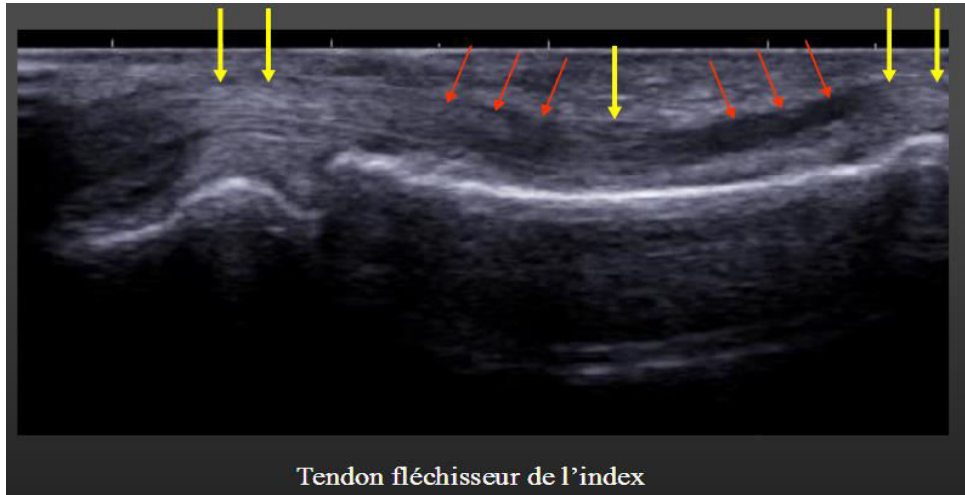


Photo 22 : tendon fléchisseur de l'index

### 1) Miroir perpendiculaire au faisceau et de grande taille : A .de Répétition

Chaque retour d'écho sur la sonde est à l'origine d'une image .

La profondeur des images est liée au délai entre l'émission du pulse et l'arrivée de l'écho

L'amplitude des échos diminue avec le temps et la profondeur.

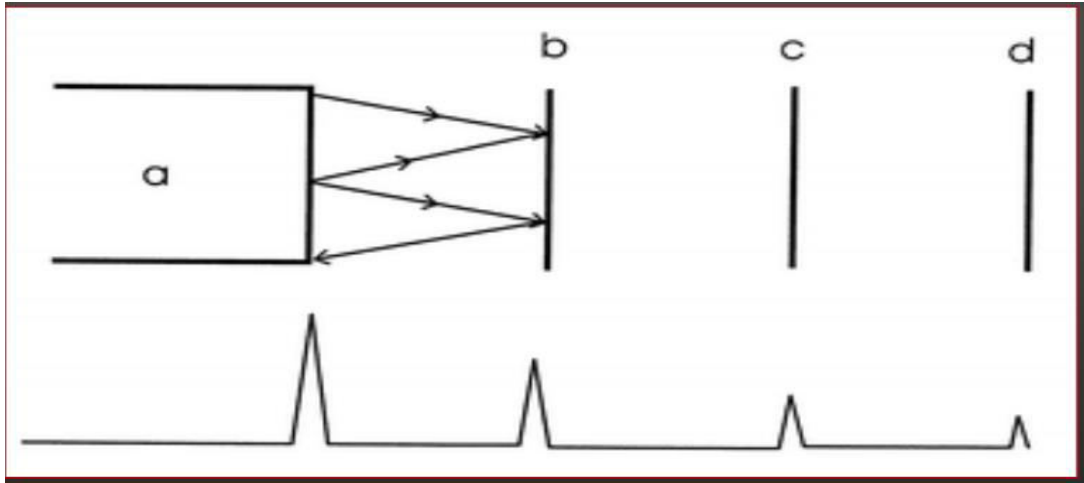
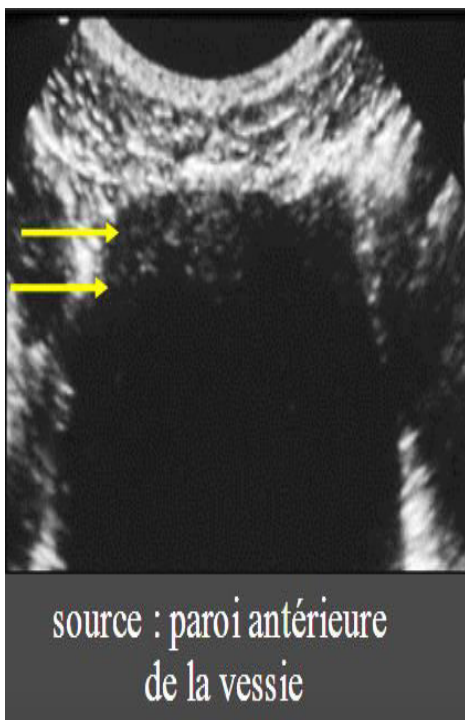


Photo 23 : image d'un artéfact de réflexion



source : paroi antérieure  
de la vessie

Photo 23 : paroi antérieure de la vessie



source : paroi vasculaire

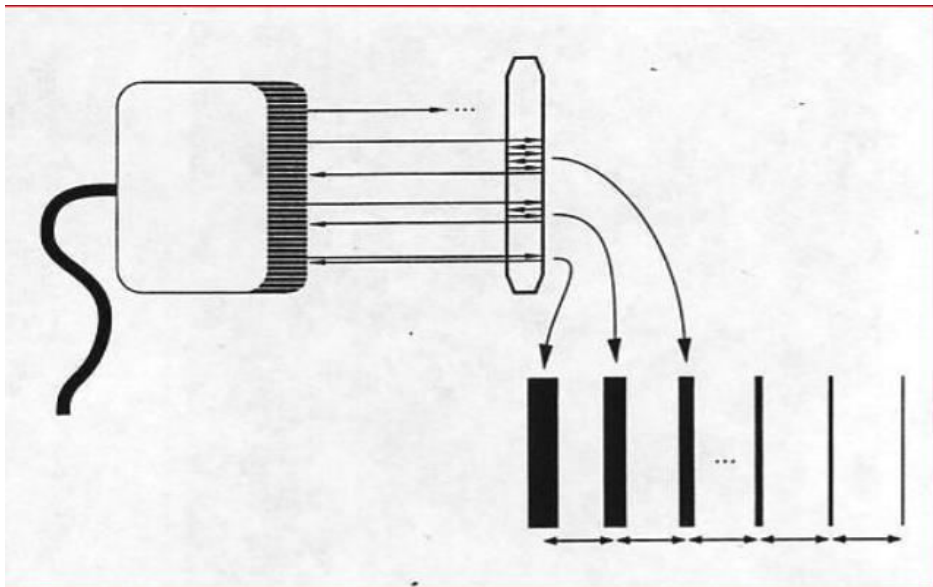
photo 24 : paroi vasculaire

## Artefact de réflexion

### 1) Miroir perpendiculaire au faisceau et de petite taille : **A de Réverbération**

Un réflecteur de petite taille situé au sein des tissus piège le pulse qui renvoie toute une série d'échos très rapprochés qui se positionnent en arrière de lui aspect en « **queue de comète** ».

L'amplitude des échos diminue avec le temps et la profondeur

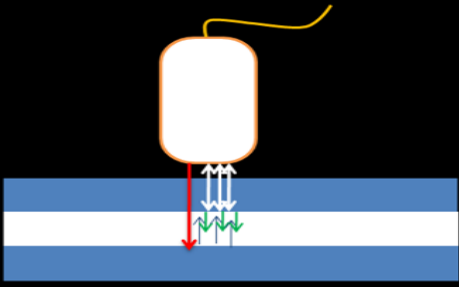
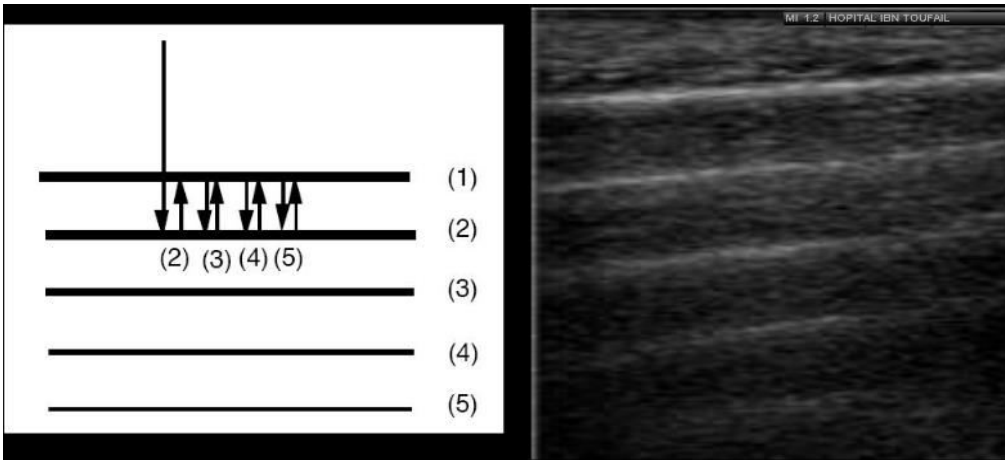


*Le vot J, in Jouve, Masson 93*

Photo 25 : image d'un artefact de réflexion

Artefact de réverbération

- L'artéfact de réverbération est lié au piégeage des ultrasons entre deux surfaces réfléchissantes entre lesquelles ils rebondissent
- A chaque rebond, un petit echo est libéré vers la sonde et forme une image.
- Le retard entre deux échos conduit la machine à placer l'image à une profondeur de plus en plus grande

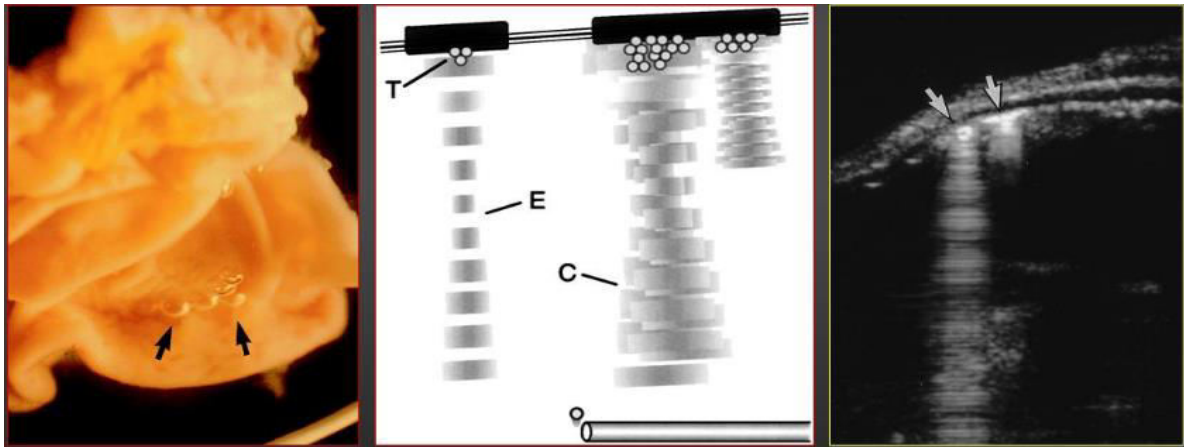
MI 12' HOPITAL BEN TOUFAL

Ils sont dus à des réflexions multiples sur deux interfaces réfléchissantes (1) et (2). Les réflexions (3), (4) et (5) sont à l'origine des fausses interfaces (3), (4) et (5). Ces derniers deviennent de moins en moins marqués en raison de l'absorption par les tissus.

Photo 26 : image d'un artéfact de réverbération



- Bulle de Gaz : image en « queue de comète »



La queue de comète est un **cas particulier de réverbération** créé par des micro-bulles d'air ou cristaux de cholestérol qui formeront une ligne échogène composée de multiples échos contigus.

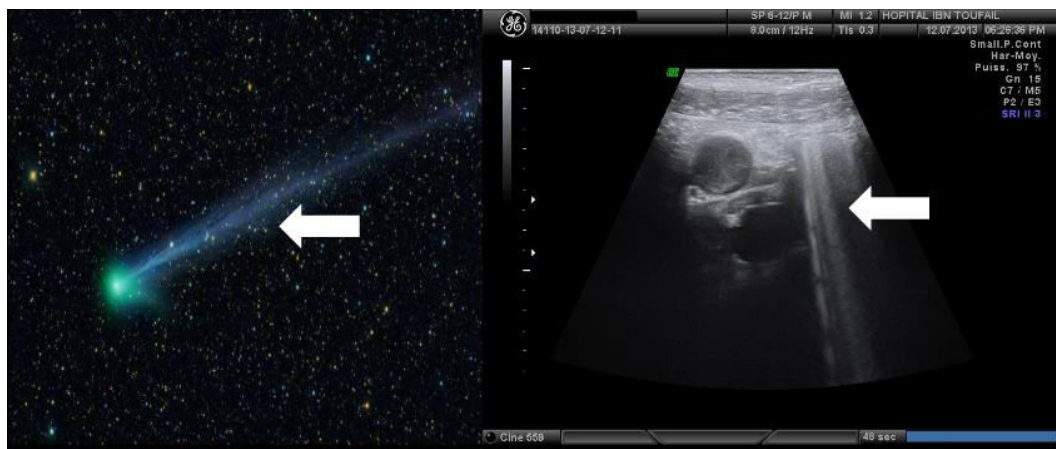


Photo 27 : image de la queue de comète.



## Anisotropie

\*L'échogénicité de certaines structures dépendent de l'orientation du faisceau, elle sont alors dites **anisotropiques** .

\*Echogénicité est maximale lorsque le faisceau incident arrive perpendiculairement à la structure et elle diminue lorsque l'obliquité augmente.

### Anisotropie

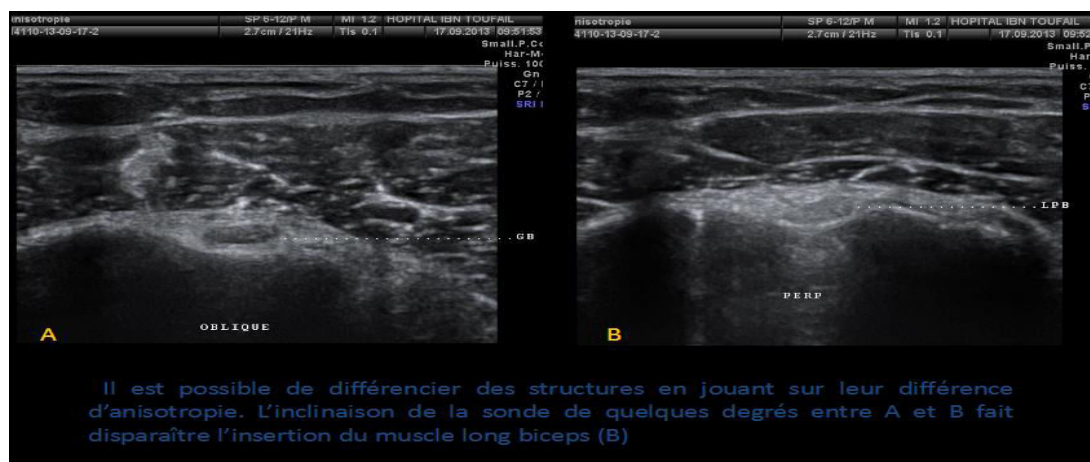


Photo 30 : Anisotropie

### Artefacts d'épaisseur de coupe

- Le **faisceau d'ultrasons** n'est en réalité pas un plan sans épaisseur. C'est en fait un **volume** dont l'**épaisseur** est la **plus faible** au niveau de la **zone focale**, et qui s'évase en s'éloignant de la sonde.
- La **représentation sur l'écran**, donc sur un plan, est donc une **moyenne d'une épaisseur de tissus homogènes ou hétérogènes**. En cas d'hétérogénéité, l'échogénicité affichée est la moyenne de l'échogénicité des tissus inclus dans l'épaisseur du faisceau.

**Les effets de volume partiel**

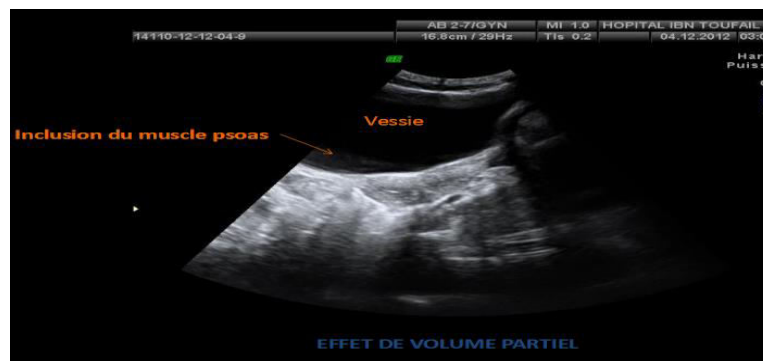
Photo 31 ; image d'un artefact d'épaisseur de coupe

## Artefacts d'épaisseur de coupe

### Les effets du volume partiel

\*Rencontré lorsque l'épaisseur du faisceau intéresse à la fois une structure liquidienne et les parties molles adjacents .

\*Une fraction des parties molles sera intégrée à la structure liquidienne, introduisant faussement des échos dans cette structure.



L'épaisseur du faisceau ultrasonore dans le plan perpendiculaire au grand axe de la sonde, dépend de la **Focalisation en épaisseur de la sonde**

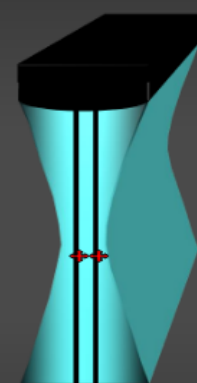


Photo 32 : artéfacts d'épaisseur de coupe

**b-Artefacts de résolution**



Photo 24 : image d'un artefacts de résolution

**c- Artefact De Propagation**

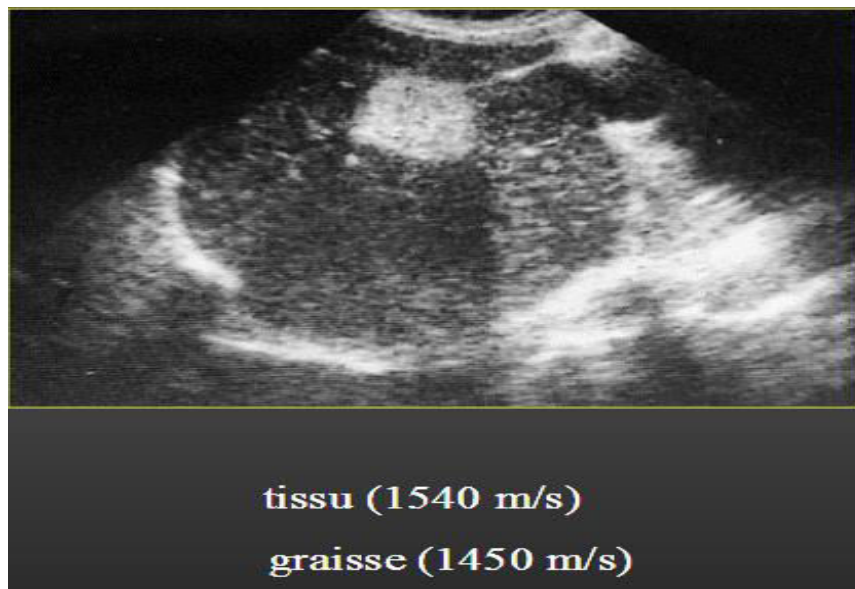


Photo 25 : image d'un artefacts de propagation

d- Artefact De Réfraction :

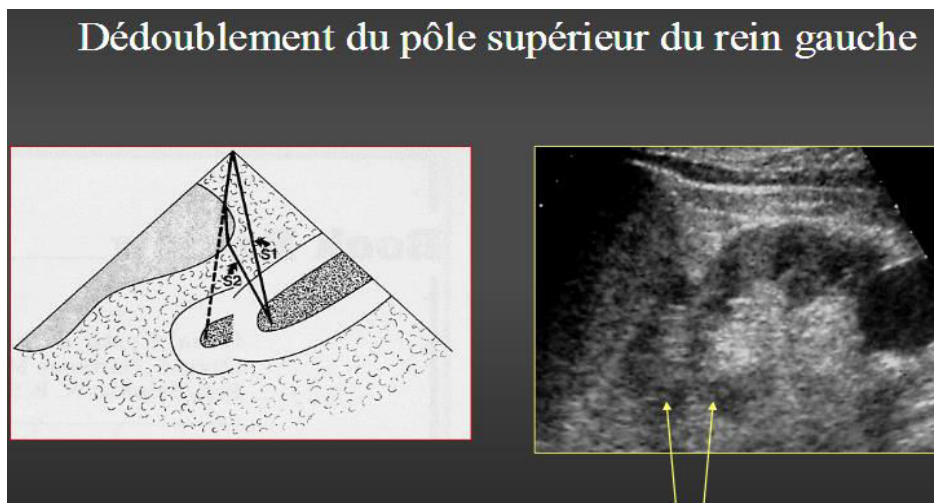


Photo 26 : image d'un artéfacts de réfraction.



## Interactions US-Matière : Réfraction

- La réfraction du faisceau US :
  - **Loi de Snell:**

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{C_1}{C_2}$$

$\theta_1$ : angle incident  
 $\theta_2$ : angle transmis  
 $C_1$ : célérité dans le milieu 1  
 $C_2$ : célérité dans le milieu 2

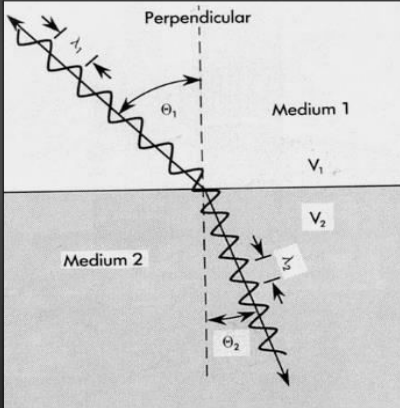
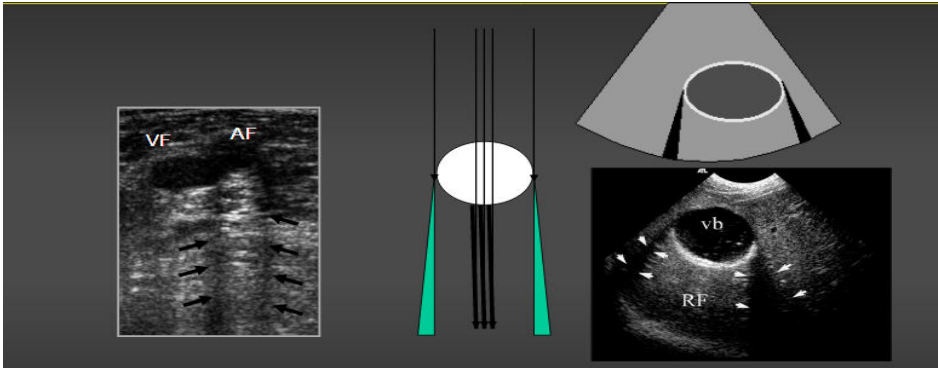


Photo 27 : réfraction du faisceau US

### Artefact de réfraction : ombre de bord

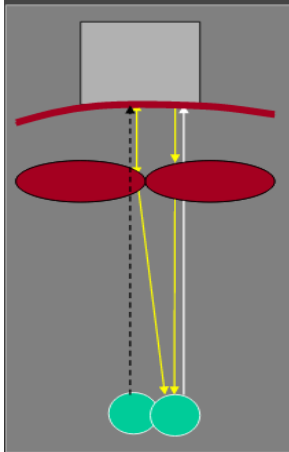


- Le cône d'ombre latéral est dû à une réfraction du faisceau d'ultrasons sur des structures rondes.  
 - Ce phénomène se produit en bordure des structures rondes: kystes, vésicule biliaire, vaisseaux, etc...

Photo 28 : image d'un artefact de réfraction ombre de bord

## Artefact de réfraction

- Effet de **duplication** : *sur la ligne médiane*



lié à un effet de réfraction sur la paroi postérieure des muscles grands droits

- Effet de duplication



image de double « sac »



image de double « DIU » !!

- Effet de duplication : *sur la ligne médiane*



image de double aorte



image de double ballonnet

Photo 29 : image d'un artéfact de réfraction



### Lobes Latéraux

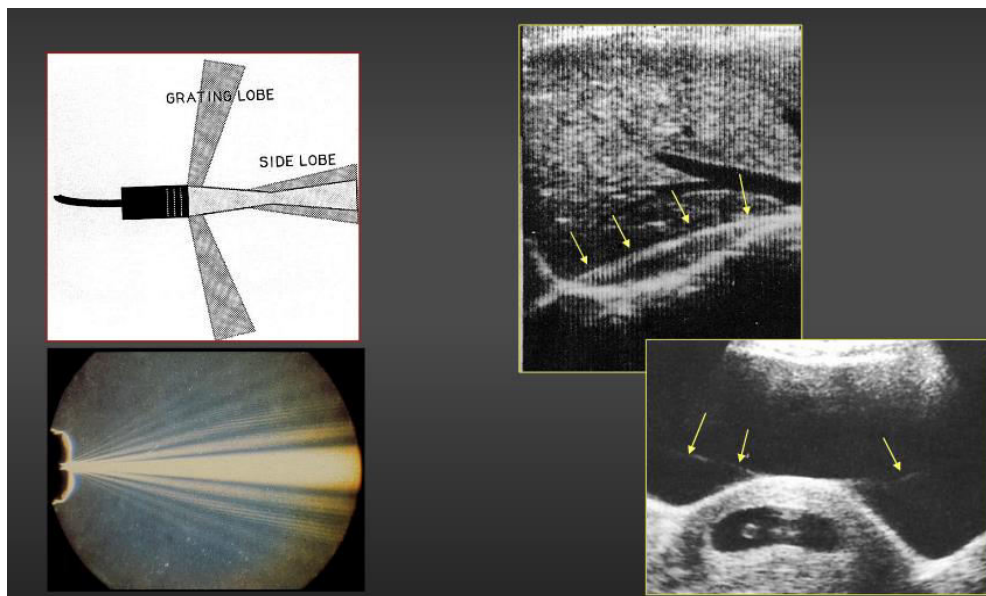


Photo 30 : image d'un lobe latéraux d'un artéfact de réfraction

### Conclusion :

\***L'échographie** est un outil très **puissant** pour **diagnostiquer** plusieurs **pathologies**, mais il peut aussi générer des **pièges** échographiques qui pourrait induire en **erreur**.

\*Certain **artéfacts sont utiles** (cone d'ombre, ombre de bord et renforcement postérieur) pour le diagnostic mais la majorité d'entre eux sont nuisibles.

\*Pour les artéfacts qui dépendent du milieu rencontré, seul une bonne manipulation de la sonde dans un milieu adéquat ainsi que les **nouvelles technologie de sondes**, produits de contraste et les nouveaux algorithmes pourraient aider dans le diagnostic.

\* Les artéfacts sont et seront toujours présents, et seul l'avenir avec ses nouvelles technologies pourra peut être y remédier ».

**Bibliographie :**

- **Ultrasound : Physics and technology** Gibbs v, Cole D, Sassano A, Churchill Livingstone-Elsevier, 2009.
- **Diagnostic Ultrasound : physics, Biology and Instrumentation** Bushong SC, Aecher BR. Mosby,1991.

M. Dauzat, Artefacts en échographie , Service d'Exploration & Médecine Vasculaire - CHU de Nîmes, 2011.

G. Giusseppe, Echographie propriétés physiques, semiologie et aréfacts, service de radiodagnostic, 2010.

C Grataloup-Oriez, A Charpentier , Principes et techniques de l'échographie-doppler, Elsevier, 1999.

JM. Bourgeois, M. Boynard, P. Espinasse, L'image par l'échographie. Sauramps Medical, 1995.

AFIB (Association Française des Ingénieurs Biomédicaux) N° 47. octobre 1998.

ITBM-RBM. Guide des bonnes pratiques biomédicales en établissement de santé. Novembre 2002 – Vol 23 – Suppl. 2

I. Boutier, M. Olivier Jaffre, Echographie 2003 – évolution technologique <http://perso.wanadoo.fr/association.afrha/echoevoltech.htm>

L'image ultrasonore: instrumentation, sémiologie et artéfacts. <http://www.vet-lyon.fr/ens/imagerie/D1/12.Echo2/Echo2.pdf>

Les artéfacts ultrasonores, JC Vandroux, CHU Limoges <http://naxos.biomedicale.univ-paris5.fr/diue/IMG/pdf/bp11.pdf>

Technique doppler, artefacts en mode doppler <http://www.uvp5.univ-paris5.fr/CAMPUS-GYNECO-OBST/cycle3/poly/25000faq.asp>

## Partie expérimentale

---

### **A- Objectifs :**

Dans ce travail, l'utilisation de l'écho était pour but de maîtriser l'outil échographe afin de pouvoir diagnostiquer des gestations plus précoces possibles chez les grands ruminants (Bovin) et les équins.

Ainsi pouvoir le suivre de gestation et les différents types de gestation c'est à dire gestation simple, gémellaires ou triple.

### **B-Temp et lieu de l'expérimentation :**

#### **1-Le lieu :**

La partie expérimentale s'est déroulée au niveau d'un élevage de bovin laitier dans l'exploitation de l'institut des sciences vétérinaires wilaya de Tiaret. Et au niveau de la clinique équine à l'institut des sciences vétérinaires de Tiaret.

#### **2-la période :**

De la fin du mois décembre 2017 jusqu'au début de mai Avril 2018 pour les bovins. Et durant la période administrative (01 février au 30 juin) pour les équidés.

### **C- Matériel et méthodes :**

#### **a-Le Matériel :**

##### **a-1 : les animaux :**

Le troupeau expérimental était constitué de **20** vaches de race « **Fleckvieh** » et « **Primholstein** » âgées de **2 à 8 ans** et des poids variables entre **350 Kg et 550 Kg**. Pour les juments plus de 120 juments privées ont bénéficiées d'un suivi de la croissance folliculaire et de gestation.

Le troupeau était constitué de 40 brebis de races Rembi, âgées de 6 mois à 04 ans et du poids variant entre 20 kg et 45 Kg de poids vif.



Photo 31 : vache de race fleckvieh et une jument au niveau de la ferme vétérinaire

## Partie expérimentale

---

### **a-2 : L'échographe utilisé :**

Pour le déroulement du travail on a utilisé :

- Un échographie portable de la marque **Draminski ISCAN** . équipé d'une sonde linéaire , ayant une fréquence variant de 4- 9MHZ . (photo n =1 )



**Photo 32 :Echographie portable de marque « Draminski ISCAN**

#### **Dimensions :**

17,0×17,0×6,0 cm

#### **Poids de dispositif :**

1720 g avec une sonde

#### **Poids de l'accumulateur :**

280g

#### **Mode de présentation ( projection ) de l'image :**

B Mode – l'imagerie en temps réel,

B + B Mode ( 2 B Mode – dual Mode display ) ,

B + M Mode

#### **Fréquence et type de la sonde :**

Electronique linéaire 7,5 MHz ( de 4 à 9 MHz )

#### **Profondeur de pénétration :**

De 0 à12 cm ( pour la sonde linéaire rectale )

#### **Moniteur :**

Affichage LCD, LED, diagonale 5,0 ‘

#### **Clavier :**

## Partie expérimentale

---

De membrane

**Cine loop ( séquence des images ) :**

256 cadres (environ 20 secondes)

**Mémoire des images :**

200 images avec la date, numéro d'index et description

**Mémoire cine loop :**

50 cine loop avec la date, numéro d'index et description

**Transfere à l'ordinateur :**

Via le conecteur USB 2,0

**Source d'alimentation :**

Paquet d'accumulateurs Li-ion, & 14,4 V, 3,1Ah

**Temps de fonctionnement continu sur une charge complète :**

Environ 5heures

**Temps de chargement de paquet :**

2 heures 30 minutes

**Indicateur de l'épuisement de l'accumulateur :**

Automatique – indicateur graphique

**Température du travail :**

-10°C do + 40°C

**Température de stockage :**

0°C do + 45°C

- Des gants d'examen et des gants de palpation transrectale
- Une pince a mouchette pour la contention des animaux
- Un travail de contention pour juments



Photo 33 : Pince Mouchette

- Un gel lubrifiant



Photo 34 : Gel Lubrifiant

### **a-3 : Méthode :**

#### **1- Identification des animaux :**

##### **1-1 Bovins :**

Pour les vaches présentes un examen gynécologique complet était réaliser afin de classer les femelles selon leurs stade physiologique (vides, gestantes) une fois classé les vaches vides ont bénéficié d'une synchronisation de chaleur par l'administration d'un Delta PRID (voie intravaginale).

##### **1-2 Equines :**

Pour les juments la clinique équine recevait des juments de propriétaire afin de les inséminés et de les saillirs.

##### **1-3 Ovins :**

La sonde échographique est introduite dans de rectum ,après avoir appliquer un lubrifiant, et sera mobilisée depuis l'extérieur en moyen d'un câble ;si ce dernier est souple ,il convient au préalable de rigidifier ,en utilisant un tube de guidage.

Lorsque les fèces sont collés sur la sonde et empêchant la visualisation de bonne qualité ,il est nécessaire de faire un mouvement de va et vient avec la sonde ou de la

## Partie expérimentale

---

réintroduire de façon répétée dans le rectum . la sonde est avancée d'environ 10cm jusqu'à visualisation de la vessie sur l'écran . dès lors, on fera pivoter la sonde de 45° du part et d'une autre de cet angle tous en poursuivant la progression de la sonde cranialement. Cette méthode est plus longue que l'échographie trans abdominale l'échographie se fait toujours par voie trans- abdominale chez la chèvre, en effet les poils ne favorisant pas le contact il sera également impératif de mettre une quantité très importante de gel sur la peau et de la mouiller et d'exercer une forte pression de la sonde pour obtenir le meilleur contact possible.

### **2- La contention des animaux :**

La contention des animaux a été faite manuellement au cours de notre travail, car la contention des animaux permettra de travailler dans des conditions plus favorables et faciles.



Photo 35 :contention par pince

### **3 – Examen échographique :**

L'examen s'est déroulé dans un local obscur afin de permettre l'utilisation au maximum de toutes les nuances de gris, et d'avoir une qualité optimale de l'image.

L'image est en noir et blanc avec différents niveaux de gris. Tout ce qui est liquide apparaît en noir, ce qui est solide en gris plus ou moins clair, selon la densité des tissus et les os et les gazes sont quasiment blancs.

### **4 – Un examen transrectal préalable :**

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

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



Photo 36 : Palpation transrectale

### **5 – Manipulation de la sonde :**

**Pour les vaches :** La manipulation de la sonde et de l'appareil génital avec la même main nécessite une certaine expérience afin d'acquies la dextérité favorable à un diagnostic aisé) .

Des échographies réalisées par voie transrectale, l'examen commence par le nettoyage et vidage de la partie rectale avec une sonde linéaire de 7.5 MHz , la sonde lubrifiée est insérée dans le rectum, un examen systématique du tractus reproducteur dans son entier est réalisé ; on recommande d'utiliser la même méthode à tous les examens .



## Partie expérimentale

Nous préférons examiner la vessie, le col utérin, le corps utérin, la bifurcation, les deux cornes et enfin les ovaires et les ligaments larges .

on doit prendre bien soin de suivre toutes les courbes de l'utérus particulièrement au bout des cornes . l'angle de la sonde sur le tractus n'est pas important. les sections longitudinales, transversales ou obliques sont toutes justifiables pourvu que toute la surface du tractus soit couverte, si l'utilisateur reste incertain quant au diagnostic après avoir balayé le tractus dans son entier une fois , on recommande de faire un autre examen pour vérifier le diagnostic . le col et le vagin peuvent être examinés lorsque la sonde est retirée à la fin de l'examen .

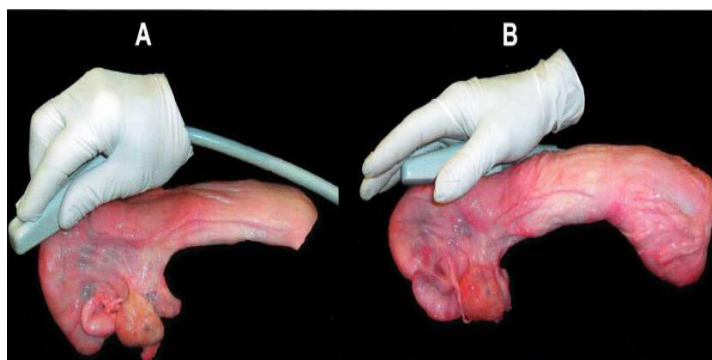
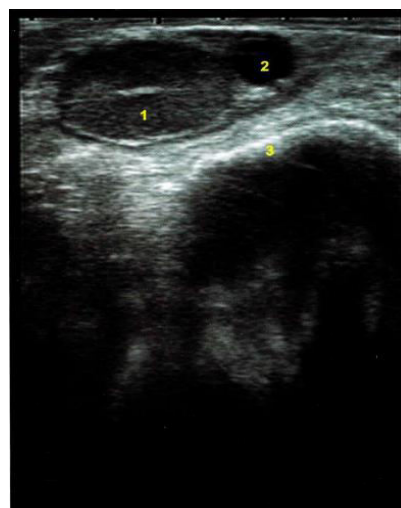


Photo 2-1. Illustration de deux méthodes pour tenir la sonde linéaire lors des examens du tractus reproducteur par voie transrectale.  
A : L'utilisateur qui ne préfère pas manipuler l'utérus choisit souvent de tenir la sonde d'une manière très contrôlée ;  
B : On remarque que cette méthode permet de libérer les doigts pour rétracter l'utérus et pour approcher les ovaires si nécessaire.



### **Pour la jument :**

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

#### **Voie transrectale :**

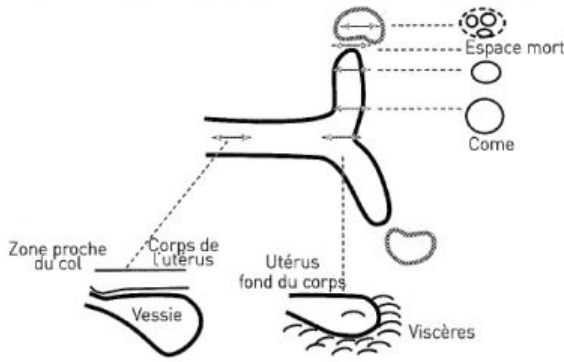
C'est l'unique voie utilisable les 100 premiers jours de gestation. C'est également la voie préférentiellement utilisée pour diagnostiquer les placentites ascendantes car elle permet d'obtenir de très belles images du placenta au niveau de sa jonction cervicale. Elle nécessite de la douceur pour diminuer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

## Partie expérimentale

---

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. 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'anuset 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. Il faut suivre la partie la plus épaisse du corps utérin en remontant jusqu'à la bifurcation inter-cornuale. 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. 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. 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. Il faut continuer à tourner la sonde vers la gauche pour trouver l'ovaire qui est reconnaissable aux follicules qu'il porte. 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.

# Partie expérimentale



## technique d'échographie de l'utérus et des ovaires chez la jument

### Bovins :



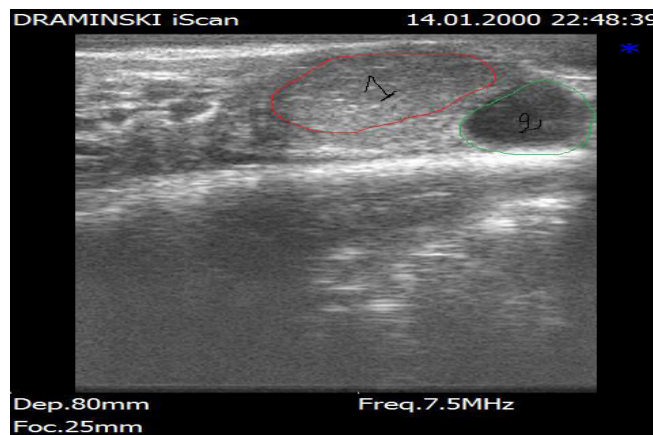
photo 37 : d'un utérus

Bovin vide coupe lonjitudinale .



photo 38 : d'un utérus

bovin vide coupe transversale.



1- ovaire , 2- Follicu photo39 :corps jaune plus follicule Chez une vache.

2-

## Partie expérimentale

1-cavité, 2-corps jaune, 3- follicule

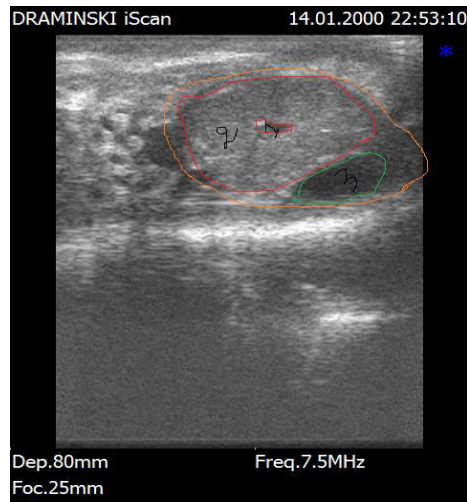


Photo 40: Corps jaune cavitaire d'une vache Plus follicule.



Photo42 : Cotylédon bovin

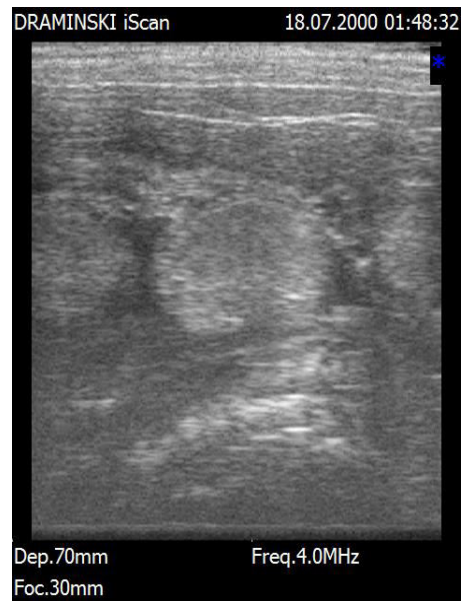


Photo41: cotylédon bovine 2

## Partie expérimentale

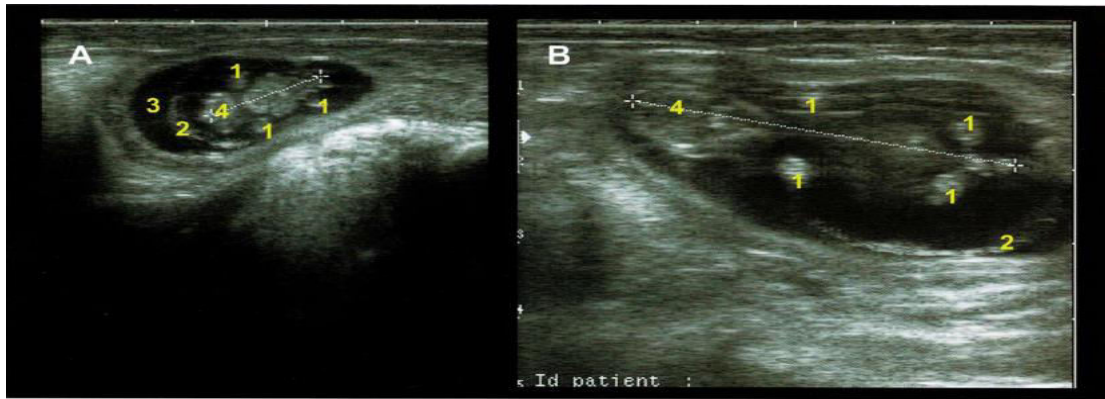


Figure 6-9. Évaluation du stade de gestation par la mesure entre le dessus de la tête et la croupe (« crown-rump length » ou CRL) d'un embryon de 40 jours (A) et d'un fœtus de 53 jours (B) ayant des longueurs respectives de 1,63 cm et de 3,97 cm (sonde linéaire 10 MHz ; profondeur 5 cm). 1 : membres ; 2 : amnios ; 3 : liquide allantoïdien ; 4 : tête.

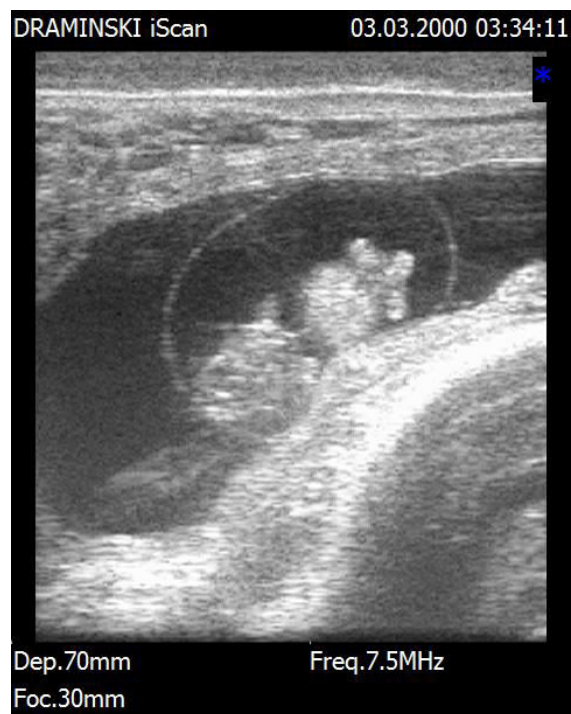


Photo 43 : gestation de 40jr chez une vache



## Partie expérimentale

---



Photo 44 : gestation de 60 jr chez une vache



photo 45 : Mucomètre

## Partie expérimentale

---

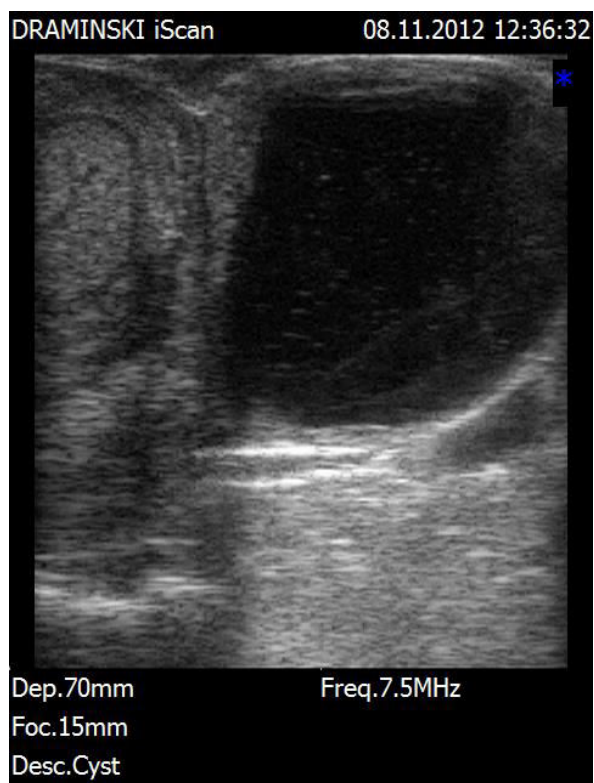


Photo 46 : kyste ovarien chez une vache

### Chez la jument :

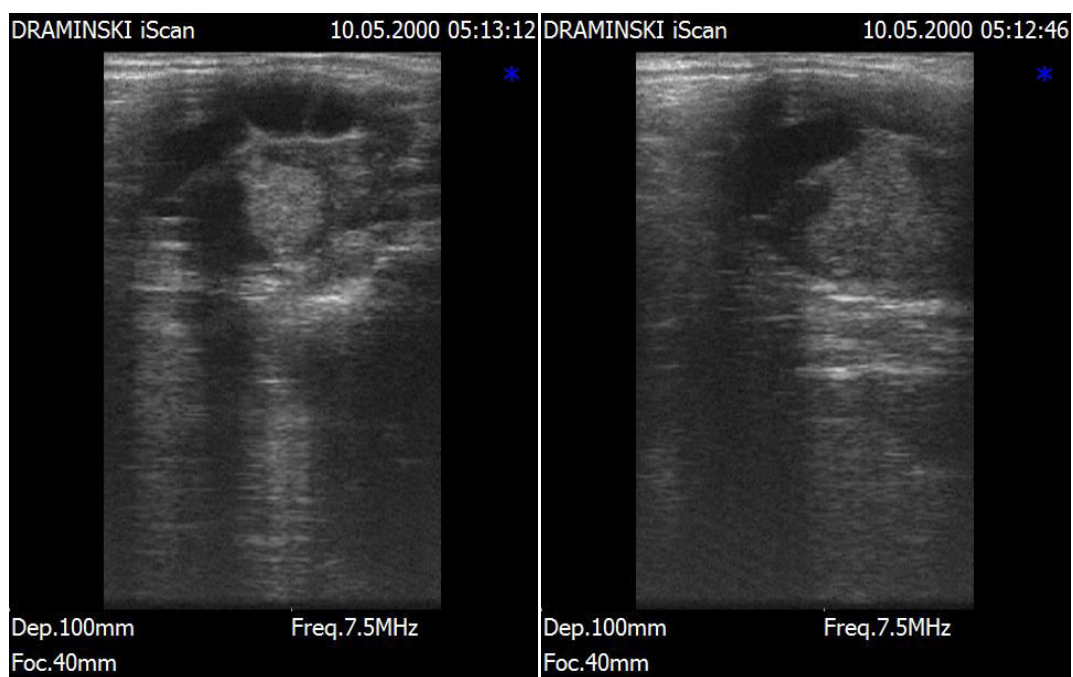


Photo 47 : corps jaune chez la jument

## Partie expérimentale

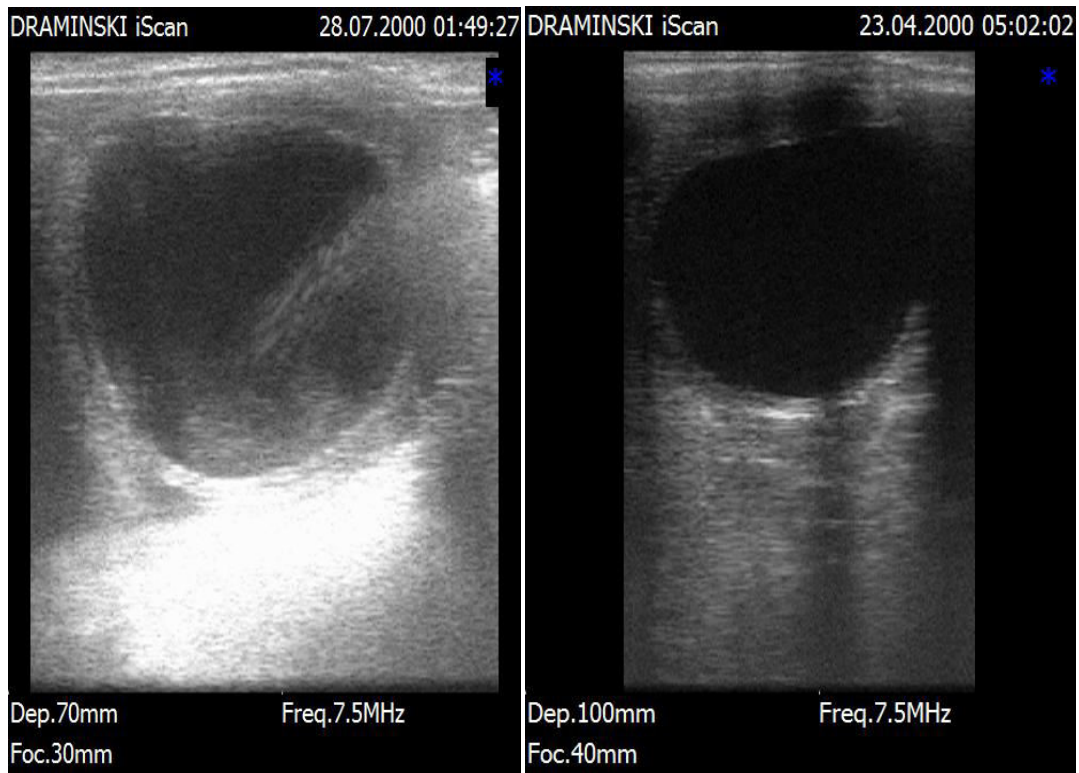


Photo48 : follicule pré ovulatoire chez la jument

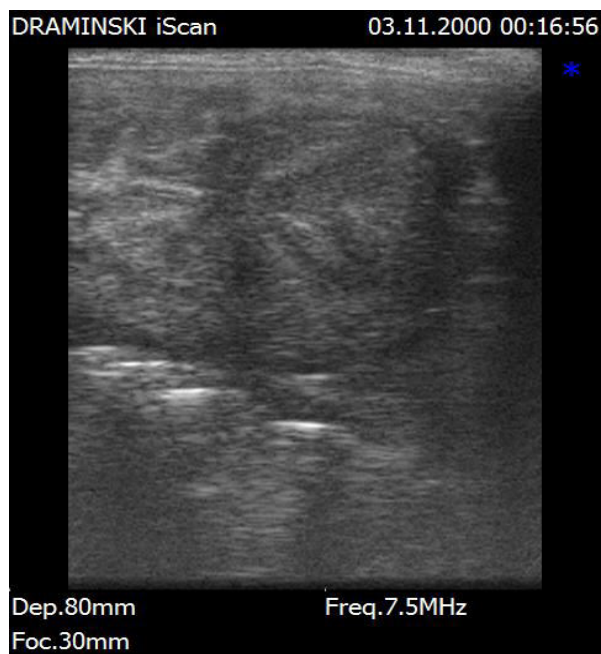


Photo 49 : utérus en chaleur chez une jument remarqué la présence des infiltrations liquidiennes  
(forme d'une demi orange ou d'une roue de charrue)



## Partie expérimentale

---



photo 50 : présence de liquide dans l'utérus d'une jument  
(endométrite)

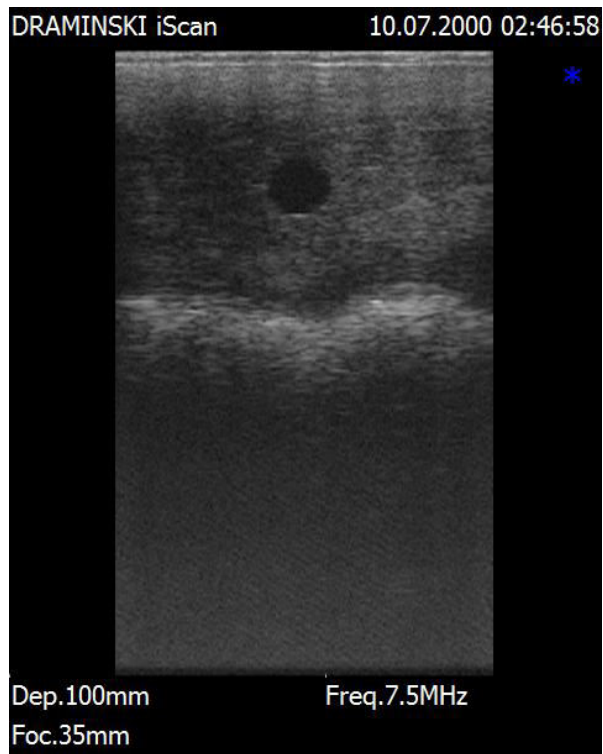


Photo 51 : gestation de J 12 chez une jument

## Partie expérimentale

---

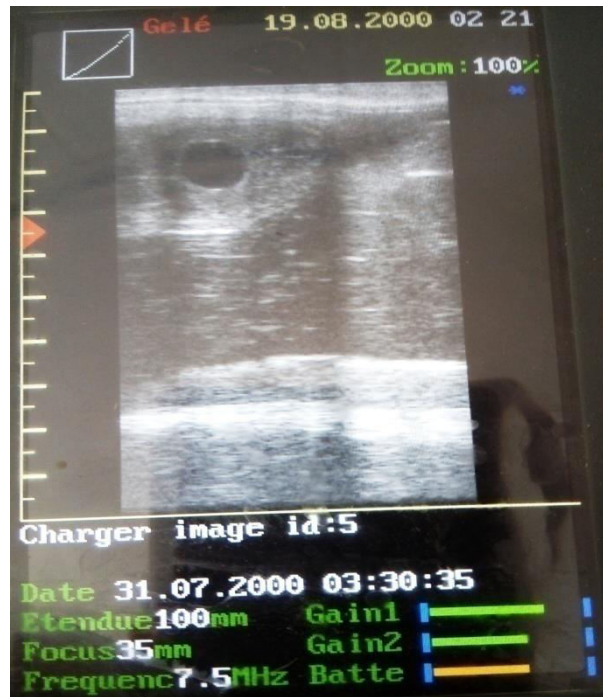


Photo 52 : gestation de J 14chez une jument

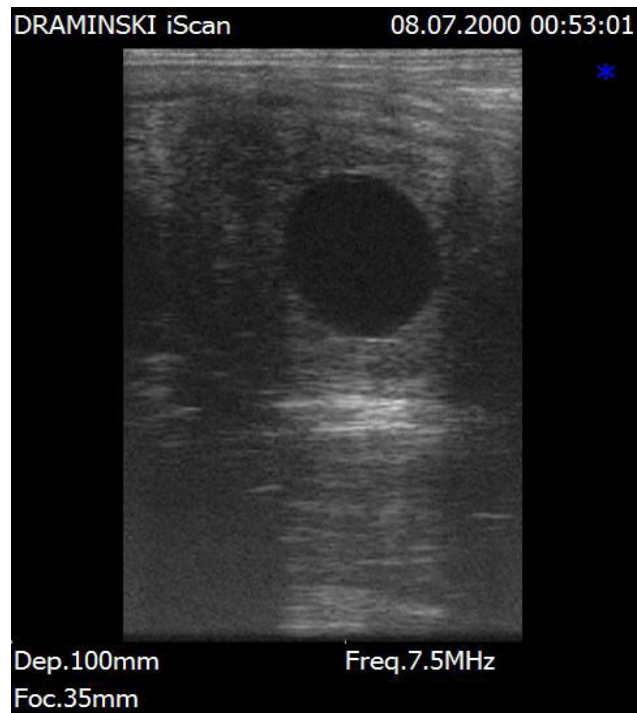


Photo 53 : gestation de J 16chez une jument

## Partie expérimentale

---



Photo 54 : gestation de J 17chez une jument

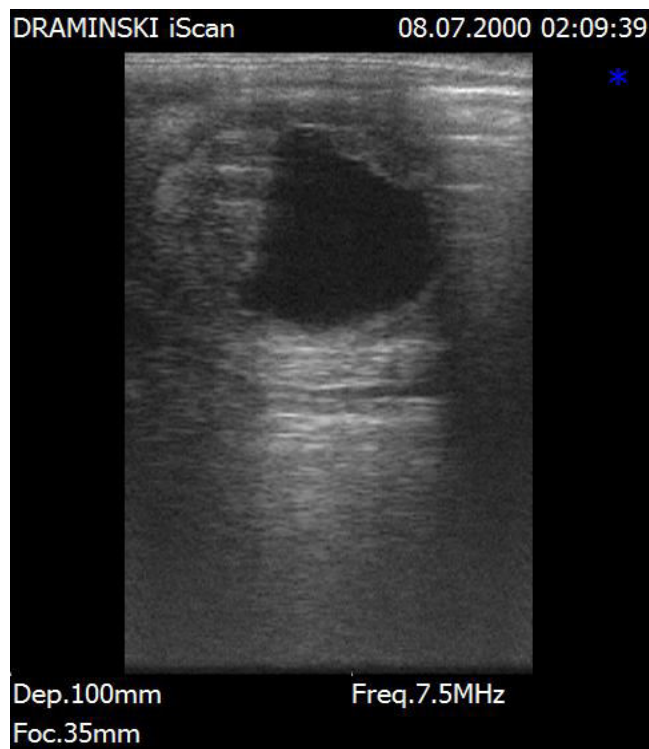


Photo 55 : gestation de J 19chez une jument

## Partie expérimentale

---



Photo 56 : gestation de J 20chez une jument



Photo 57 : gestation de J 30chez une jument

## Partie expérimentale



Photo 58 : gestation de J 38chez une jument



Photo 59 : gestation de J 40chez une jument



## Partie expérimentale

---



Photo 60 : gestation de J 45chez une jument



Photo 61 : gestation de J 60chez une jument

## Partie expérimentale

---

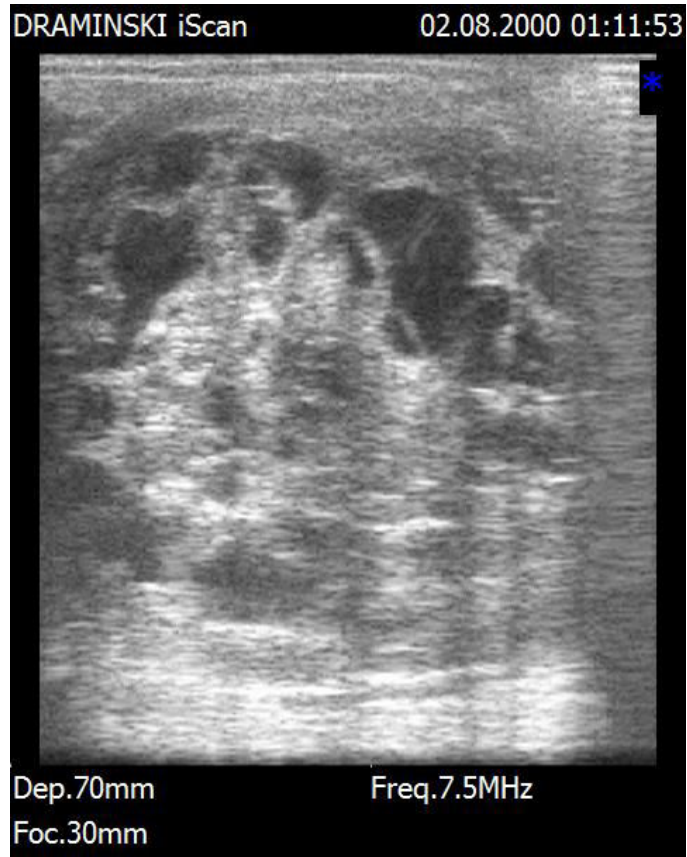


Photo 62 :tumeur de la granulosa chez une jument

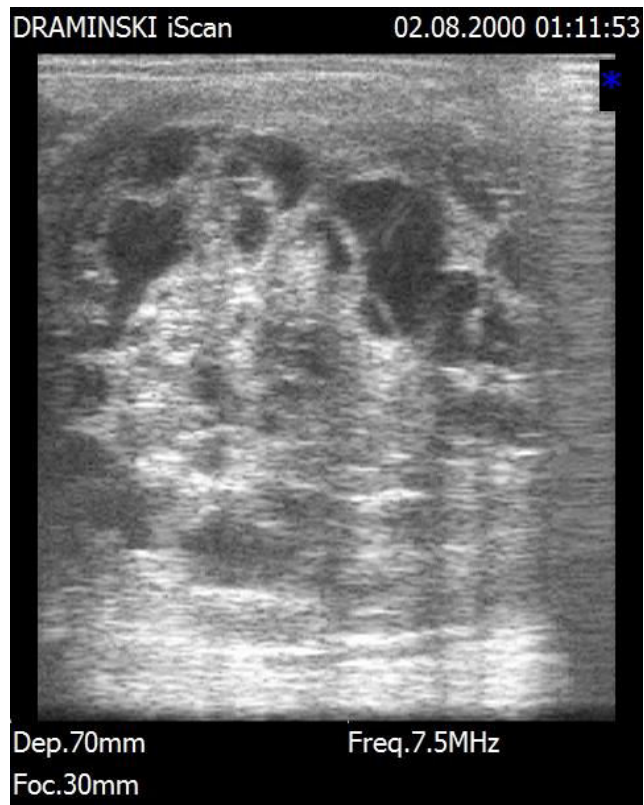


Photo 63 : tumeur chez une jument

## Partie expérimentale

---

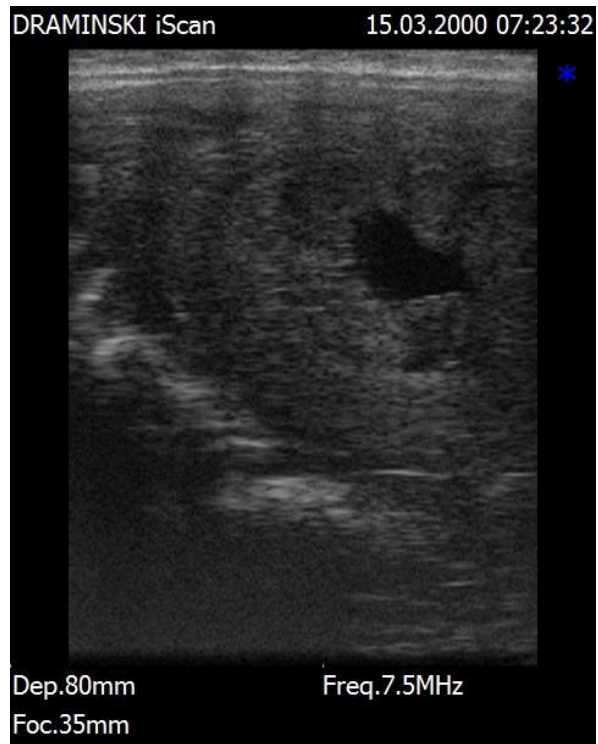


Photo 64 : endometrite chez une jument

**Chez ovins :**

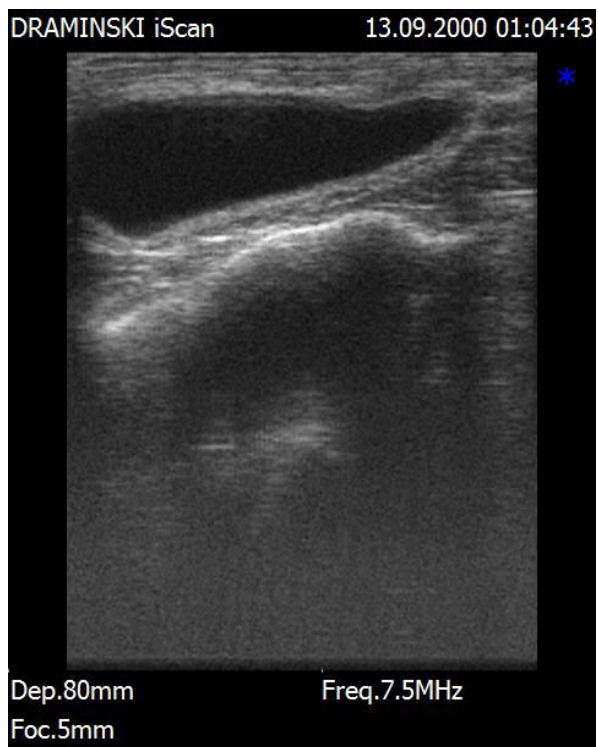


Photo 65 : vessie chez un ovins



## Partie expérimentale

---



Photo 66 : cotylédon chez un ovin



Photo 67 : foetus ovin 35jr photo Mr.Belhamiti T

## Partie expérimentale

---



Photo 68 : colyledon ovin photo Mr .Belhamiti.T

## Conclusion

---

Pour établir un diagnostic correcte et un choix thérapeutique approprié il faut une interprétation exacte des modifications morphologiques de l'appareil génitale et va donc intéresser toute structure ovarienne ainsi que l'état de l'utérus.

Dans les trois espèces étudiées, 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 les dystocies dans l'espèce bovine et la mortalité fœtale, aux placentites ou aux gestations gémellaire dans les différentes espèces . Que ce soit lors du diagnostic ou du suivi de gestation, les utilisations de l'échographie sont par conséquent nombreuses. L'intérêt de chacune d'entre elles ainsi que les méthodes à appliquer dépendent de l'espèce. Leur comparaison permet de mettre en évidence que certains paramètres utilisés dans une espèce pourraient s'avérer utiles dans d'autres. Afin de confirmer cela, de nombreuses études sont nécessaires.

L'utilisation de l'échographie dans le suivi de la gestation est toujours en plein essor avec l'apparition de nouvelles technologies et le développement d'autres.

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.