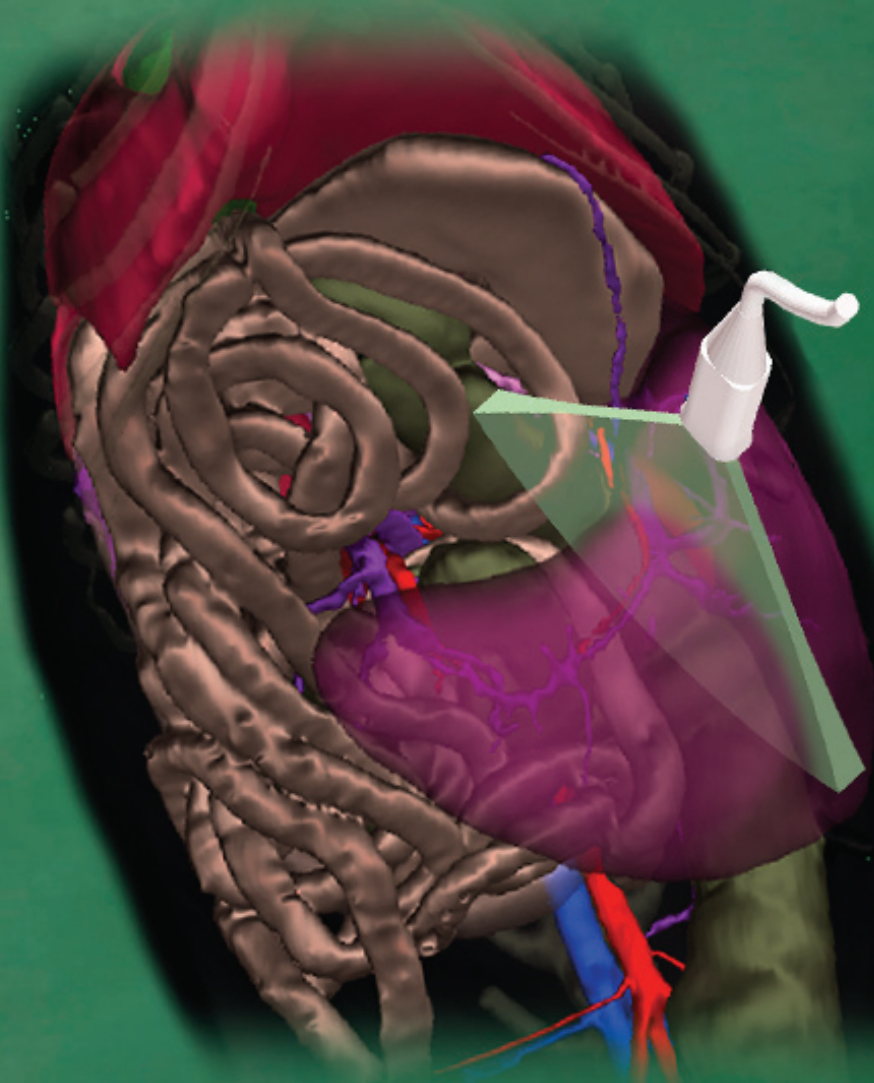
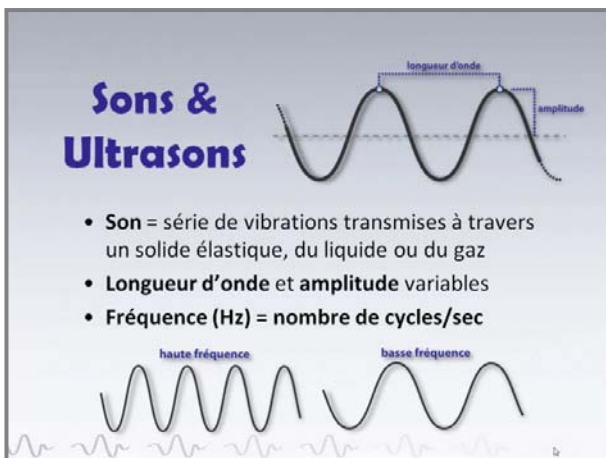


Les bases de  
**l'ÉCHOGRAPHIE  
ABDOMINALE**  
du chien et du chat



par **Marc-André d'Anjou**, DMV, DACVR

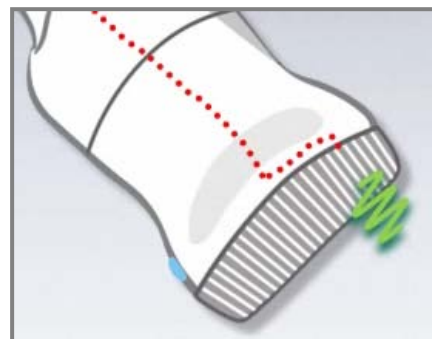
Université   
de Montréal



Avant d'aborder la notion d'image échographique, il importe de définir ce qu'est un son, ou plus spécifiquement un ultrason. Un son c'est une série de vibrations transmises à travers un solide élastique à travers du liquide ou à travers du gaz. Cette onde sonore possède une **longueur d'onde** et une **amplitude** variables. La **fréquence** du son est définie comme étant le nombre de cycles répétés dans un temps donné. Un son de haute fréquence comportera ainsi une longueur d'onde plus petite et davantage de cycles par seconde qu'un son de basse fréquence.

L'oreille humaine peut percevoir des sons qui varient entre 20 - 20 000- cycles par seconde, i.e. jusqu'à 20 kHz. Au-delà de ce chiffre, on parle d'**ultrason**. En guise de comparaison, mentionnons que la fréquence ultrasonore employée en échographie médicale varie généralement entre 3 et 12 MHz, i.e. 12 millions de cycles par seconde, soit bien au-delà de la fréquence que peut percevoir l'Homme. Ces ultrasons sont toutefois bien saisis par certains animaux qui se servent des US pour détecter, localiser et déterminer le mouvement de leurs proies ou prédateurs, et éviter des obstacles. L'échographie, ou l'ultrasonographie, signifie alors la production d'images à partir d'ultrasons. Et la sonde échographique, comme l'animal, génère des US qui voyagent à travers les tissus et attend le retour des échos, lesquels permettent de localiser et de caractériser ces tissus.

Les sondes linéaires électroniques conventionnelles sont munies d'une rangée d'**éléments piézoélectriques**, dont l'alignement varie de plat à convexe. Le matériel contenu dans chacun de ces éléments possède la particularité de se déformer lorsque soumis à une charge électrique, entraînant une vibration, soit l'ultrason. Cette **impulsion** ultrasonore voyagera à travers les tissus, générant plusieurs échos, qui, lors de retour vers la sonde, feront vibrer à nouveau ses éléments, produisant un nouveau courant électrique remontant vers l'ordinateur du système pour informer sur la nature de chacun des échos détectés. L'ensemble des échos perçus formera l'image échographique.



Les ultrasons voyagent à vitesse variable à travers différents medium. À densité égale, cette vitesse de propagation augmente en fonction de la rigidité des tissus. Elle est plus lente dans les gaz, et très rapide dans l'os, alors que sa moyenne est de **1540 m/sec** dans les **tissus mous**.

En m/sec	
Air	330
Gras	1450
Eau	1497
Tissus mous	1540
Os	4080

Pour produire une image, les premiers éléments piézoélectriques sont d'abord stimulés pour générer une courte impulsion ultrasonore selon un axe précis, produisant des centaines d'échos qui reviendront à la sonde. Rapidement, une nouvelle impulsion ultrasonore partira, suivant une autre ligne, pour engendrer de nouveaux

échos, lesquels reviendront à la seconde série d'éléments. En assumant une vitesse de propagation constante de 1540 m/sec, chacun des ces échos peut être localisé dans sa trajectoire de façon précise, et ce, en fonction du temps écoulé depuis le départ de l'onde initiale. Des centaines de lignes d'ondes seront ainsi produites, balayant tous les tissus, et ce, à très grande vitesse pour produire plus de 30 images par seconde, chacune remplie de milliers de pixels caractérisant les tissus balayés.

**Impédance & Réflexion**

- **Impédance acoustique** = Vitesse (cm/sec) X densité (g)

Impédance		Réflexion	
Air	<u>0.0004</u> cm <sup>3</sup> /g/sec	Rein-Foie	0.6%
Gras	1.38	Foie-Gras	10%
Eau	1.54	Muscle-Os	65%
Rein, Foie	1.6	Eau-Os	68%
Os	<u>7.8</u>	Tissus mous-Gaz	99%

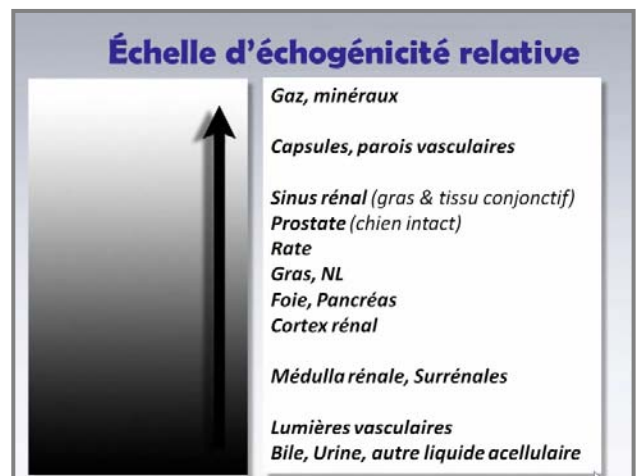
L'**impédance acoustique** définit le caractère acoustique des tissus, dictant leur niveau de réflexion des ultrasons et donc leur échogénicité. Elle représente le produit de la vitesse des ultrasons à travers un tissu donné multiplié par sa densité en gramme. Ainsi, un tissu à densité élevée et à l'intérieur duquel le son voyage rapidement aura une impédance acoustique élevée. C'est notamment le cas pour l'os, contrairement à l'air. Les

ultrasons seront réfléchis plus faiblement en rencontrant une interface entre 2 tissus dont l'impédance acoustique est similaire, alors que cette réflexion sera des plus fortes lorsque les US traverseront des tissus mous pour rencontrer de l'air.

**Les différences d'impédance acoustique expliquent les différences d'échogénicité des tissus.**

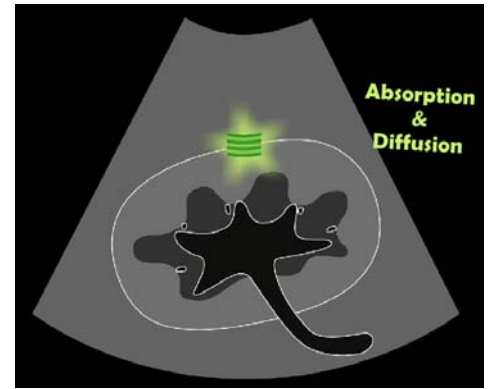
En effet, non seulement l'appareil localise l'origine de chaque écho, mais il en mesure aussi l'intensité, laquelle est transformée en échelle de gris. Ces différences de gris sont visualisées à l'écran, permettant de distinguer les tissus normaux, dont l'échogénicité est assez constante, des tissus lésés, où les caractéristiques acoustiques sont souvent altérées. Évidemment, les formes et détails fins sont produits grâce à l'ensemble des échos reçus, qui sont bien plus petits que le montrent cette animation.

Voici l'**échelle d'échogénicité relative normale** chez le chien. On remarque d'abord en haut du spectre les gaz et minéraux qui sont les plus échogènes, suivis des capsules et parois vasculaires, lesquelles sont aussi très réfléchissantes. Suivent ensuite le sinus rénal composé de gras et tissu conjonctif, la prostate, chez le chien intacte, la rate, le gras et les NL, le foie et le pancréas et le cortex des reins. Plus faiblement échogènes, on retrouve la médulla des reins et les surrénales. Finalement, la lumière des vaisseaux avec flot normal, puis la bile normale, l'urine et les autres liquides sans contenu cellulaire sont anéchogènes, soient complètement noirs à l'écran. Il est important de bien mémoriser cette échelle pour interpréter adéquatement les changements pathologiques d'échogénicité des organes et tissus abdominaux.



Lorsque l'on compare le foie, la rate et le rein sur une même image échographique, la rate devrait être hyperéchogène au foie et au cortex rénal, alors que la médulla devrait être hypoéchogène et les lumières vasculaires anéchogènes si leur flot est normal.

Maintenant, une question légitime demeure... **qu'advient-il de tous ces ultrasons ?** Lors du contact de l'onde initial avec une interface, comme cette capsule rénale, une partie de son énergie sera absorbée et diffusée, alors qu'une autre sera réfléchiée sous forme d'écho vers la sonde. L'énergie résiduelle atténuée poursuivra son parcours à travers les tissus. **Les différences d'impédance acoustiques dicteront la quantité d'énergie absorbée et diffusée, puis réfléchiée et transmise.** Éventuellement, l'énergie de l'onde sera complètement perdue.



La **réflexion de type spéculaire** schématisée dans la dernière animation est celle qui explique l'hyperéchogénicité des surfaces lisses telles les capsules. Toutefois, l'intérieur des organes possède une **échostructure** ou **échostructure** qui est essentiellement créée par le phénomène de diffusion acoustique, et ce, étant donné la forme irrégulière des petites interfaces agissant comme réflecteurs. Chaque organe possède ainsi une échostructure qui lui est propre et qui peut changer lors de pathologies.

Sur ces différentes images échographiques, vous pouvez constater la différence en échogénicité et en échostructure des organes normaux chez le chien. Remarquez la fine granularité du parenchyme de la rate, comparativement à une texture plus grossière pour le foie. La capsule splénique apparaît fortement hyperéchogène en raison de la réflexion de type spéculaire sur cette surface lisse. Le cortex du rein gauche est hypoéchogène par rapport à la rate, alors que la vessie remplie d'urine est anéchogène.

Sur cette image obtenue dans l'abdomen crânial droit d'un chien intoxiqué à l'éthylène glycol, on observe un cortex rénal hyperéchogène par rapport au foie. Ce changement d'échogénicité est typique pour cette atteinte rénale.

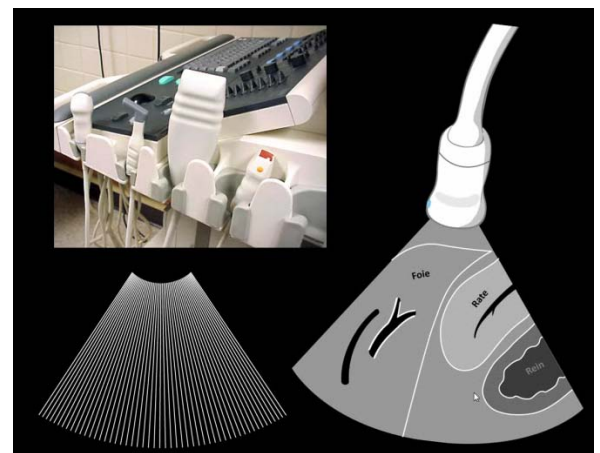
## 2

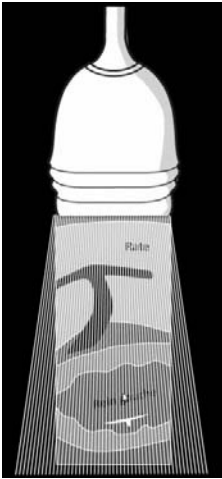
### APPAREILS & SONDES

[8:06]

L'échographie standard fonctionne en mode B, alors que les échos reçus s'affichent en termes de **brillance**, laquelle est proportionnelle à leur intensité respective. Un foyer de calcification rénale hyperéchogène sera formé de pixels blancs, tout comme les myélolipomes spléniques, rencontrés à l'occasion chez le chien. Multiples lignes sont balayées pour couvrir une surface continuellement renouvelée. L'évaluation se fait alors en temps réel. Cette caractéristique temporelle représente un atout significatif, et distingue cette modalité notamment de la radiographie.

Plusieurs sondes échographiques sont disponibles sur la plupart des appareils. Leur configuration variable permet de répondre à des besoins précis. Les **sondes électroniques curvilinéaire**, également appelées **convexes** ou **semi-convexes**, possèdent une ou plusieurs rangée d'éléments piézoélectriques alignés sur une surface convexe, à rayon et à empreinte variable. Ces sondes produisent une image triangulaire en raison de la divergence des lignes d'ondes ultrasonores générées. L'**empreinte** courbée et plus







petite de ce type de sonde ainsi que la grande surface balayée représentent ses principaux atouts, favorisant son utilisation chez le chien, particulièrement pour l'évaluation de l'abdomen crânial.

Les éléments piézoélectriques des **sondes linéaires** sont disposés sur une surface plate, produisant ainsi un champ de balayage de forme rectangulaire. Le **décalage de phase** des impulsions peut aussi produire une image plus triangulaire, permettant de couvrir une plus grande surface à la fois. Ceci est particulièrement utile pour l'évaluation des organes superficiels dont le diamètre peut dépasser la largeur du secteur balayé, comme c'est le cas pour les reins et évidemment la rate. **La longueur de l'empreinte de la sonde dictera la largeur du secteur balayé.**



La **résolution spatiale** est la capacité d'un système à reconnaître et différencier 2 petites structures rapprochées. Une résolution spatiale optimale permettra de différencier 2 petits nodules hépatiques, au lieu de les confondre, ou de confondre une lésion avec une structure normale. La **résolution de contraste**, souvent méconnue, représente la capacité de ce même système à différencier des éléments au comportement acoustique similaire, bien que différent. Dans cet exemple, les lésions hyperéchogènes et anéchogènes sont bien visualisées, alors que les lésions dont l'échogénicité se rapproche de celle du foie normal le sont moins. L'**impact** de ces 2 composantes est important et joue sur la **qualité des images**, sur la **capacité à évaluer les structures** et à **détecter** et **caractériser** les lésions.



**Résolution=**  
**Définition**



- **Résolution spatiale:** capacité d'un système à différencier 2 petites structures rapprochées.
- **Résolution de contraste:** capacité à différencier des éléments au comportement acoustique similaire.

La **fréquence** des ultrasons est intimement liée à la résolution spatiale. Deux petits nodules pourront être distingués si la distance les séparant est supérieure à la longueur de l'impulsion ultrasonore. La réflexion d'une impulsion de **haute fréquence** sur ces 2 interfaces produira des échos qui seront captés séparément et donc interprétés comme provenant de 2 interfaces distinctes. **À fréquence plus basse**, l'impulsion plus longue produira des échos qui se chevaucheront partiellement, limitant la capacité à en distinguer l'origine. L'appareil pourra les confondre et les attribuer à une même interface. Ainsi, deux lésions pourront être prises pour une seule. De cette même façon, une lésion pourra passer inaperçue si tout près d'une structure normale, ce qui peut être plus problématique.

Dans un monde idéal, les ondes ultrasonores voyageraient indéfiniment sans perdre de leur intensité. Toutefois, principalement en raison des nombreux échos produits – lesquels récupèrent une petite partie de l'énergie du faisceau primaire – et de l'absorption d'une autre partie de cette énergie par les tissus eux-mêmes, l'onde initiale disparaît graduellement dans les tissus. Ce **phénomène d'atténuation** est d'autant plus marqué si la fréquence des ultrasons est élevée. En effet **le coefficient d'atténuation des US à travers les tissus augmente en fonction de la fréquence de l'onde**. Malgré le fait que ces ondes permettent un meilleur détail des structures, il sera plus difficile de visualiser les zones profondes. À l'opposé, les ondes à basse fréquence voyageront plus longtemps sans perdre de leur intensité, mais produiront toutefois des images moins détaillées.

Ce tableau expose bien la **relation inverse** qui existe entre la **résolution spatiale** suivant l'axe de la sonde et le **pouvoir de pénétration des ondes** en fonction de la fréquence.

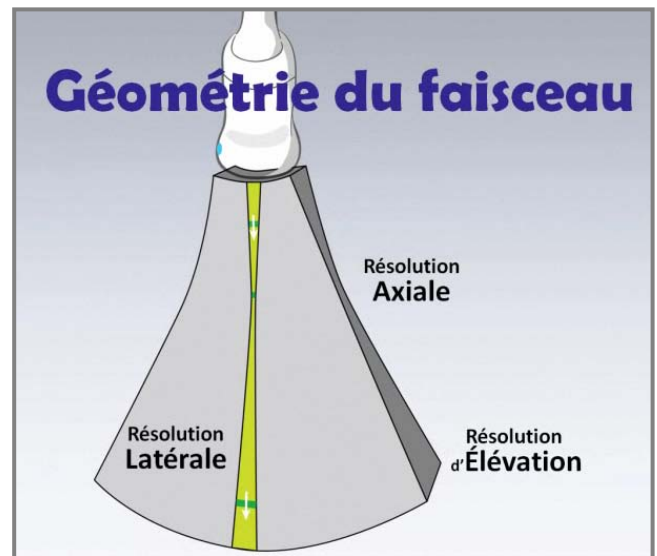
La résolution axiale est directement proportionnelle à la fréquence, alors que la pénétration l'est de façon inverse. Une sonde de haute fréquence sera alors mieux adaptée à l'évaluation des structures superficielles, comme l'abdomen de petits chiens, ou encore d'autres structures corporelles comme les thyroïdes. En revanche, une sonde de faible fréquence sera nécessaire pour l'évaluation d'un chien profond. Les sondes multifréquences offrent la possibilité de changer la fréquence en fonction de la région évaluée, optimisant la résolution ou la profondeur. Une sonde convexe à fréquence variant entre 5 et 8 Mhz représente souvent le meilleur compromis pour l'évaluation des chiens.

Fréquence des sondes			
Fréquence (MHz)	Résolution	Pénétration	Applications
10-15	Supérieure	Faible (4-7 cm)	• Organes superficiels • Thyroïde, parathyroïde, yeux, tendons
7.5-10	Haute	Moyenne (7-10 cm)	• Chiens de taille petite à moyenne
3-5	Moyenne à Faible	Supérieure (12-20 cm)	• Chiens de taille grande à géante

Le **faisceau ultrasonore primaire** présente une **géométrie** particulière. En effet, la forme de ce faisceau change en profondeur, devenant plus mince et plus étroit dans la **zone focale**.

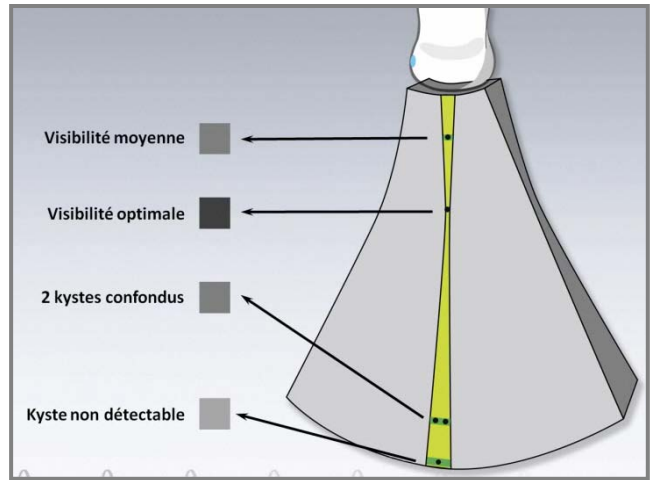
La forme de l'impulsion suivra cette géométrie en fonction de la profondeur. D'abord, la longueur de l'impulsion, comme discuté précédemment, définira la **résolution axiale**, soit la capacité de distinguer les structures suivant l'axe du faisceau. Étant donné la constance de la fréquence ultrasonore en profondeur, la résolution axiale sera aussi constante. La largeur du faisceau définit la **résolution latérale**, laquelle dicte la capacité à bien définir les tissus dans cet axe.

Remarquez que celle-ci change en profondeur, devenant plus large en s'éloignant de la zone focale. En 3<sup>e</sup> lieu, l'épaisseur du faisceau définit la **résolution d'élévation**, laquelle dicte la capacité à bien définir les tissus dans cet axe. Comme la résolution latérale, celle-ci change en s'éloignant de la zone focale, devenant plus profonde. Un peu déroutant tout ça ? Allons voir de plus près...



À haute fréquence, la hauteur du cube d'échantillonnage de tissu est petite et constante. La largeur et l'épaisseur de ce cube varient toutefois, alors que le cube se moule au diamètre du faisceau de balayage lors de son parcours dans les tissus. À basse fréquence, la hauteur de ce cube augmente, mais demeure encore constante. La taille de ce cube d'échantillonnage, nommé **voxel**, dictera la résolution spatiale. Comme vu précédemment pour la détection de petits kystes, cette résolution spatiale influencera aussi la résolution en contraste. Globalement, les structures seront les mieux évaluées à proximité de la zone focale, d'où l'importance d'en ajuster la position durant l'examen.

Pour bien saisir l'impact de ces informations, examinons quelques scénarios. Imaginons de petits kystes. D'abord, si l'un de ceux-ci se retrouve à occuper l'entière du faisceau, tel qu'à la zone focale, sa visibilité sera optimale. Toutefois, en s'éloignant de cette zone, le faisceau plus large et plus profond balaie non seulement le kyste, mais aussi du tissu normal. Comme c'est la moyenne des signaux reçus qui est affichée sur l'écran, les pixels apparaîtront plus gris que noirs. C'est ce qu'on nomme **artéfact de volume** en imagerie. De la même façon, 2 kystes rapprochés mais dont la distance entre eux est inférieure à la largeur du faisceau, seront confondus, et ajoutés au signal recueilli des tissus mous occupant la même région. Finalement, si le kyste est beaucoup plus petit que la largeur et l'épaisseur du faisceau ultrasonore, il ne sera pas détectable. Ces scénarios nous enseignent que la brillance des pixels représentés sur l'écran de l'appareil est davantage le résultat de la taille de l'impulsion ultrasonore se mouvant au diamètre du faisceau et à longueur relative à sa fréquence, que la taille réelle de ou des interfaces qu'elle rencontre.



### 3

## AJUSTEMENTS DE L'APPAREIL

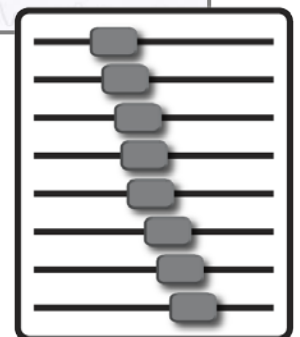
[7:18]

Hormis les processus automatisés, plusieurs ajustements peuvent et doivent être ajustés manuellement durant un examen. Les principaux seront abordés au courant des prochaines minutes. Une fois ces ajustements effectués, le gel d'image permettra la prise de mesures et l'ajout de texte, avant l'enregistrement d'images fixes ou en boucles, lesquelles pourront être archivées ou encore soumises à l'évaluation d'un collègue.

Le **gain** détermine l'amplification des échos afin de compenser la perte d'énergie subie lors de l'atténuation des ultrasons en profondeur. Il ajustera la brillance globale des pixels sur l'écran. L'ajustement peut d'abord être général comme le montre ces 3 illustrations, alors que celui-ci est excessif à droite et insuffisant à gauche, **ou encore modulé en fonction de la profondeur**. L'amplification des échos pourra favoriser les structures superficielles, ou les structures profondes, en fonction du niveau d'atténuation des ultrasons à travers les tissus. Comme cette atténuation variera d'un animal à l'autre et d'une région abdominale à l'autre en fonction des caractéristiques acoustiques des tissus normaux et anormaux, **le gain général comme le gain étagé devront être ajustés continuellement durant l'examen**.

### Modulation en profondeur

- Amplification des échos pour compenser l'atténuation des ultrasons
- Ajustement général
- Modulé en fonction de la profondeur
- Near gain, far gain

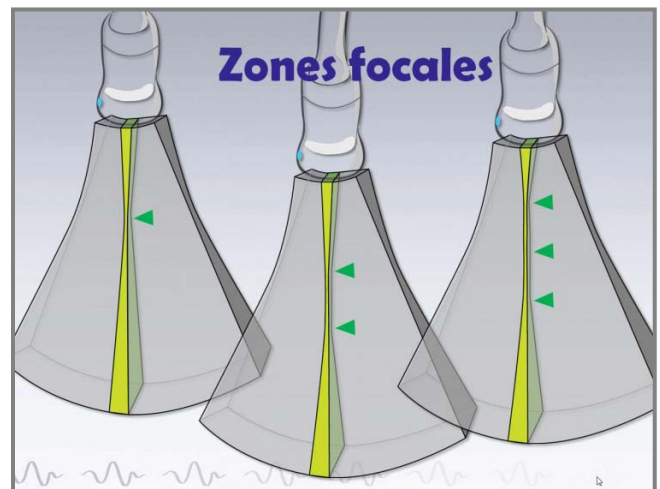


La **profondeur** devra également être continuellement ajustée vers le haut ou vers le bas, afin de maximiser la visualisation des détails de la région d'intérêts. Comme la matrice de pixels reste inchangée, limiter la profondeur de la zone affichée

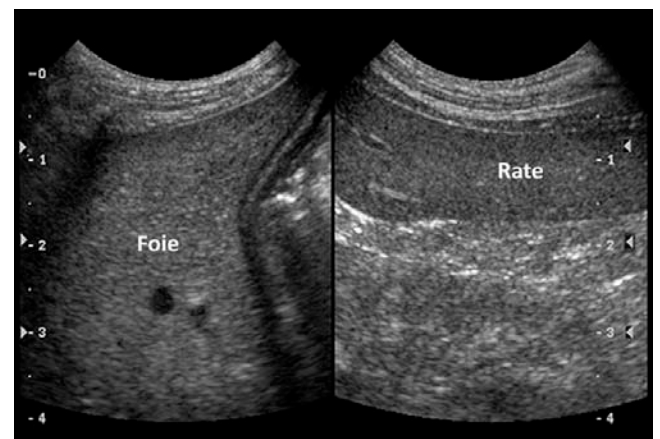
permettra d'augmenter le détail de la zone affichée. Dans ce cas-ci, le même rein sera affiché par un plus grand nombre de pixels et chaque sous-région sera plus grosse et donc plus facile à interpréter.

En déposant la sonde échographique tout juste caudalement à l'arche costale au centre, on observe d'abord en superficie le ligament falciforme. Pour visualiser le foie, il faut augmenter la profondeur progressivement jusqu'à inclure tout le foie dans l'image et apercevoir éventuellement l'interface du diaphragme et des poumons. Ensuite, il faut ajuster la position de la **zone focale** qui apparaît comme un triangle vert à droite de votre écran pour la placer au centre de la **région d'intérêt**. Un ajustement insuffisant du **gain profond** occasionnera une perte de signal ou de blancheur en profondeur de ce foie. À l'opposé de la zone superficielle qui apparaît excessivement blanche. En revanche, un **gain superficiel** insuffisant montrera un foie superficiel trop foncé. L'ajustement du gain en fonction de la profondeur permettra d'uniformiser l'apparence du foie normal de ce chien. En posant la sonde dans la région de la rate de chien, on remarque d'abord qu'elle n'occupe qu'une très petite partie de l'image. Elle est superficielle, petite et difficile à évaluer. En réduisant la **profondeur**, on voit progressivement occuper une plus grande surface permettant ainsi de mieux voir sa structure. Deux zones focales placées plus superficiellement permettront ensuite d'optimiser la résolution de cet endroit. Nous verrons ce concept à l'instant.

Nous avons vu précédemment que la **focalisation électronique** permettait de réduire le **diamètre du faisceau ultrasonore**. Ce processus permet aussi d'étendre la zone focale sur une plus grande région. En employant 2 zones focales, le faisceau se retrouve aminci sur une plus grande distance, réduisant la taille du faisceau dans cette région. Trois ou même davantage de zones focales peuvent être employées. En contrepartie toutefois, ce processus demande davantage de temps et réduit par le fait même le débit d'images produites. L'examen devient alors plus saccadé. L'optimisation multifocale est plus facilement employée lors de l'évaluation d'une structure complètement immobile.



L'évaluation de l'échogénicité relative peut être facilitée par le **double affichage**, ou en anglais, *dual display*. Ce mode divise l'écran afin de permettre de balayer en séquence deux régions distinctes et de pouvoir les comparer. En maintenant tous les ajustements manuels, soient la profondeur, le gain, le nombre et la position des zones focales, il devient alors facile de comparer l'échogénicité des structures. Ici, à un cm de profondeur, le parenchyme splénique apparaît isoéchogène à légèrement hyperéchogène à la rate, confirmant l'hyperéchogénicité hépatique chez ce chien.







Le **bruit** est une composante inhérente à toute modalité d'imagerie. En échographie, il résulte de l'interférence complexe entre les échos provenant d'interfaces rapprochées, dont la distance les séparant est inférieure à la limite de la résolution spatiale. Sa conséquence est l'ajout d'une **granularité**, ou texture, non représentative de l'anatomie tissulaire normale, laquelle limite la capacité de visualiser les nuances de gris.

Plusieurs **remèdes** permettent de corriger partiellement ce bruit. L'emploi d'une fréquence plus élevée limite le bruit, tout comme l'emploi du **mode harmonique**. En effet, ce mode ne détecte essentiellement que les échos revenant dans le même sens que l'émission, écartant de fait les échos diffusés et rendant ainsi le signal beaucoup moins bruité et une image plus contrastée. En mode **balayage composé**, plusieurs balayages s'effectuent sous différents angles, permettant d'accroître le signal provenant d'interfaces réelles, réduisant ainsi le bruit. Toutefois, cette technique requiert davantage de temps, réduisant le débit d'images par secondes. Plusieurs **filtres** sont maintenant développés par plusieurs compagnies pour travailler sur le signal après sa réception, sans affecter le débit d'images.

Finalement, plusieurs autres aspects peuvent influencer la qualité des images échographiques. L'écran doit être ajusté et calibré tout comme l'est un téléviseur. Plusieurs **préréglages** sont disponibles sur les nouveaux appareils et ceux-ci doivent être explorés pour trouver chaussure à ... son œil ! La **plage dynamique** représente l'échelle de gris employée et affectera le contraste des structures. Le **débit d'images** a été abordé précédemment en relation avec les zones focales et le **compounding**. La **persistance** permet d'ajuster le chevauchement des images entre elles, rendant plus ou moins fluides celles-ci. Et comme plusieurs autres outils apparaissent sur les plus récents appareils, il faut demeurer bien vigilant, car l'important, c'est de bien ajuster son appareil...

## 4

### LES ARTÉFACTS

[16:53]

Les artéfacts sont omniprésents en échographie, confondant quelque peu la réalité. Ils sont le résultat d'erreurs de localisation, d'échogénicité ou de taille des interfaces tissulaires. Bien qu'ils soient souvent nuisibles, il leur arrive aussi de contribuer à l'interprétation. Les artéfacts surviennent car nous vivons dans un monde imparfait. En fait, **on assume que** les ultrasons voyagent toujours en ligne droite, que les ondes sont très étroites latéralement et en profondeur, que chaque interface ne génère qu'une seule réflexion, que l'intensité des échos correspond réellement au pouvoir réfléchissant des objets imagés, que la vitesse des US et leur coefficient d'atténuation sont constants dans les différents tissus, et que chaque écho perçu provient bien de l'onde la plus récemment émise. Pourquoi alors déroger de lois si simples en apparence ? Certains éléments explicatifs ont été fournis précédemment. Les autres seront discutés dans les prochaines minutes. Ouf... bon... allons-y !

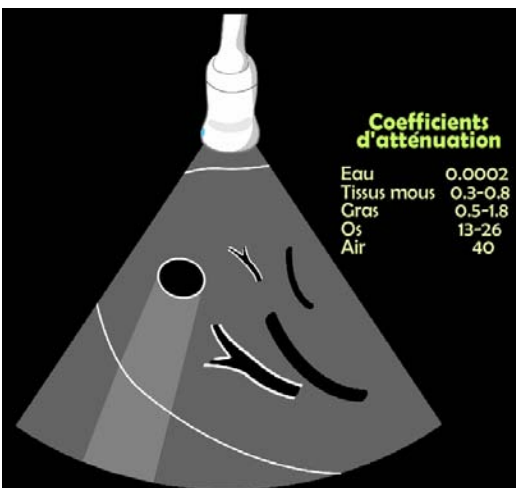
Les artéfacts sont considérés **nuisibles** lorsque associés à un mauvais ajustement de l'appareil. Rappelons-nous de l'impact du gain sur la blancheur des pixels et donc de l'interprétation de l'échogénicité. Un mauvais contact entre la sonde et les peaux, séparées par des débris, du poil ou encore de l'air, aura aussi pour effet de perturber la transmission et réception des ultrasons. Le contenu abdominal est souvent responsable d'artéfacts pouvant significativement limiter l'accessibilité aux structures profondes. Le matériel digestif et gaz contenus dans ce tube ou ailleurs dans l'abdomen représentent les principales sources d'artéfacts rencontrés. Heureusement, les artéfacts **peuvent renseigner sur la nature de leur source** et permettre la détection de gaz, de kystes, de minéraux formant les calculs entres autres, et autres corps étrangers.

Parmi les principaux artéfacts rencontrés en échographie, les plus importants sont les **ombres acoustiques**, le **renforcement postérieur**, la **réverbération**, et les **lobes accessoires**, pour ne nommer que ceux-ci. Chacun démontre une apparence caractéristique. Voyons un peu comment ils sont formés...



Les principaux artéfacts sont issus d'une **altération de l'échogénicité réelle des structures imagées**. L'**atténuation** des ondes peut être accentuée par une interface hyperatténuante comme un foyer calcifié. Dans ce cas-ci, les ondes n'arrivent pas à traverser la surface calcifiée, et comme aucun écho ne peut revenir des tissus profonds, un ombrage complet apparaît. Si une structure est **hyperatténuante**, mais laisse toutefois passer une partie des ondes, des échos de faible amplitude seront perçus et un **ombrage partiel** apparaîtra.

Dans le cas d'une structure qui laisse au contraire passer plus facilement les ondes, comme c'est le cas pour un **kyste liquidien**, davantage d'échos reviennent vers la sonde des tissus profonds. En effet, l'absence d'atténuation de l'onde à travers cette structure fait en sorte qu'elle atteint les tissus profonds avec beaucoup plus d'intensité. Et, les échos qui seront conséquemment plus intenses, sont aussi moins atténués lors de leur retour vers la sonde.



Ce tableau montre bien que **le niveau d'atténuation varie entre les tissus**. Remarquez le gras qui est plus atténuant que les tissus mous, expliquant la difficulté à imagier les patients obèses. Certaines pathologies affectent aussi l'atténuation des ultrasons. Examinez bien sur la reprise de l'animation les changements d'intensité de l'onde et des échos dans les différentes situations.

L'**ombrage acoustique** se définit donc comme l'apparition d'une zone hypo- à anéchogène en profondeur d'une interface hautement atténuante, résultat d'une réflexion et généralement d'une

absorption importante des ultrasons. Cette ombre sera de forme triangulaire ou rectangulaire selon le type de sonde employée. Avec cette sonde convexe, l'ombre épouse la forme du balayage et apparaît donc triangulaire depuis la surface du calcul urétéral.

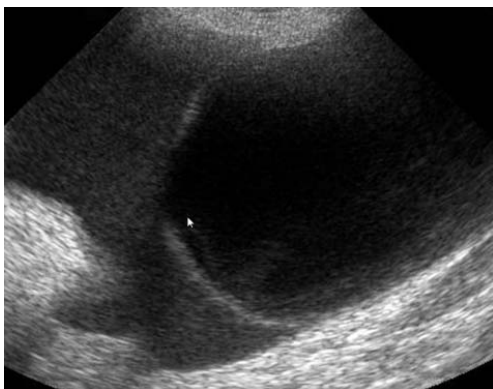
L'emploi d'une **sonde linéaire** engendrera la formation d'ombres de forme rectangulaire, comme c'est le cas pour ce petit chien avec multiples calculs vésicaux.

Cette vessie d'un autre chien montre une interface convexe hyperéchogène et hyperatténuante, laquelle engendre une ombre acoustique relativement nette en profondeur. Remarquez toutefois la présence de plus petits calculs en portion déclive de la vessie, lesquels ne produisent pas d'ombre acoustique. En effet, la largeur de ces interfaces n'est pas suffisante pour stopper le faisceau ultrasonore qui balaie la région. Celui-ci passe de chaque côté des calculs et atteint les tissus plus profonds. L'ombrage sera plus complet lorsque que le calcul sera significativement plus gros que le diamètre du faisceau.

Le **renforcement acoustique** est tout le contraire, survenant lorsque l'impulsion rencontre une structure laissant plus facilement passer les ultrasons que les tissus adjacents. L'onde poursuivant son chemin restera plus intense et atteindra plus facilement les tissus profonds. Les échos générés seront également plus intenses à leur réception après avoir à leur tour traversé le milieu hypoatténuant. Cet artéfact est rencontré en profondeur de la vessie, de la VB et aussi de kystes, facilitant leur identification et permettant de les distinguer des lésions solides.

Il n'y a pas que les altérations du niveau d'atténuation qui peuvent engendrer les ombres acoustiques. La déviation des ultrasons lorsque traversant une interface angulée ou convexe entre 2 milieux acoustiques différents se nomme la réfraction. Allons voir comment ça se passe...

Le son voyage à environ 1540 m/sec dans le parenchyme rénal, et 1450 m/sec dans le gras. Lorsque l'impulsion rencontre à angle oblique l'interface entre ces tissus, elle change de trajectoire en fonction de cet angle et de la différence de vitesse de propagation du son. Dans ce cas-ci, la déviation du parcours occasionnera une **ombre suivant les rebords convexes** des pôles du rein. Ainsi, l'ombrage acoustique n'est pas uniquement provoqué par une atténuation accrue des ultrasons, mais peut survenir lors de **réfraction**.



Voici la vessie d'un chien avec un épanchement péritonéal cellulaire qui se distingue crânialement par son hyperéchogénicité vis-à-vis l'urine normale anéchogène. Remarquez le défaut dans l'apex de la vessie **laissant croire à une perforation**. Il s'agit en fait d'une manifestation du phénomène de **réfraction**.

Comme les ultrasons voyagent un peu moins rapidement dans les tissus adipeux, leur temps de retour sera prolongé. Conséquemment, la localisation spatiale des structures tissulaires sera erronée. Sur cette image, on remarque une déformation de la VB, alors que sa paroi semble discontinue. Ceci est expliqué par le ralentissement des ondes lors de leur trajet dans le gras du ligament falciforme, lequel est plus épais à gauche sur l'image. Ainsi, l'appareil juge que la paroi de la VB de ce côté est située quelques mm plus loin qu'en réalité. **Cet artéfact est créé par l'appareil qui assume une vitesse de propagation constante à travers les tissus.**

On remarque également des ombres de rebord engendrés par une réfraction des ondes au contact de la courbure de la vésicule biliaire, ainsi qu'un artéfact de renforcement postérieur alors que la région distale est plus échogène qu'au même niveau à droite sur l'image.

La **réverbération** survient le plus souvent aux interfaces de tissus mous et gaz, et parfois à partir de petits foyers calcifiés et d'objets métalliques. Sa manifestation classique est l'apparition d'échos de résonances et d'artéfacts intuitivement nommés **queues de comètes**. Mais que vient faire Hallay dans tout ça ?

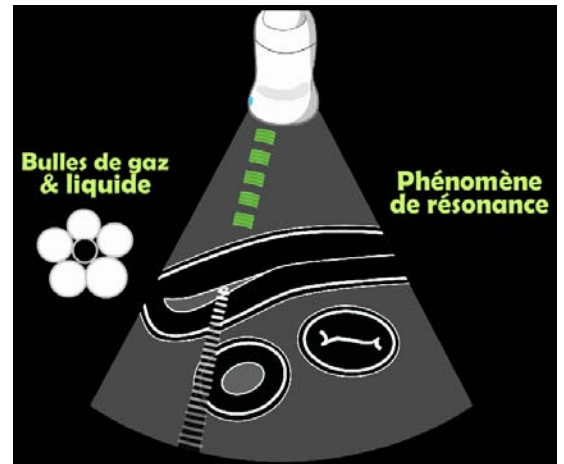
L'artéfact de réverbération survient lorsque **l'impulsion frappe une interface hautement réfléchissante** – comme une bulle d'air – qui retourne celle-ci sous forme d'écho dont l'intensité est presque inchangée. Cet écho fortement intense sera en partie capté par la sonde, produisant une ligne hyperéchogène au site de l'interface de la bulle, mais aucun écho provenant de la profondeur. La surface de la sonde réfléchira cet écho hyperintense pour l'envoyer à nouveau vers les tissus pour ensuite réfléchir sur la surface d'air, et ainsi de suite. Comme une partie de l'écho est perçue à chaque retour, l'ordinateur calcule le temps écoulé depuis le lancement initial de l'onde et place ainsi plusieurs lignes hyperéchogènes équidistantes. Notez à la reprise la diminution de l'échogénicité de l'interface en allant en profondeur en raison d'une perte graduelle de l'intensité de l'onde qui rebondit et s'atténue lors de son trajet.

Il arrive que les bulles de gaz forment de minces couches séparées par du liquide, surtout dans le tube digestif. Dans ce cas, les ondes se reflètent entre ces couches pour fournir une multitude d'échos repartant vers la sonde à intervalle régulier et formant une traînée d'échos avec ombrage qui ressemble à une **queue de comète**. Remarquez encore une fois la perte graduelle d'intensité des échos après de multiples réflexions. Cette perte s'explique par l'atténuation des ultrasons dans les tissus et au contact de la sonde.

Un autre phénomène parfois confondu avec l'artéfact de queue de comète est **l'écho de résonance**, survenant lorsque l'impulsion est emprisonnée dans une petite sphère de bulle de gaz entourant du liquide, se mettant alors à résonner et libérer des échos de façon presque continue. L'artéfact résultant est similaire à la queue de comète.

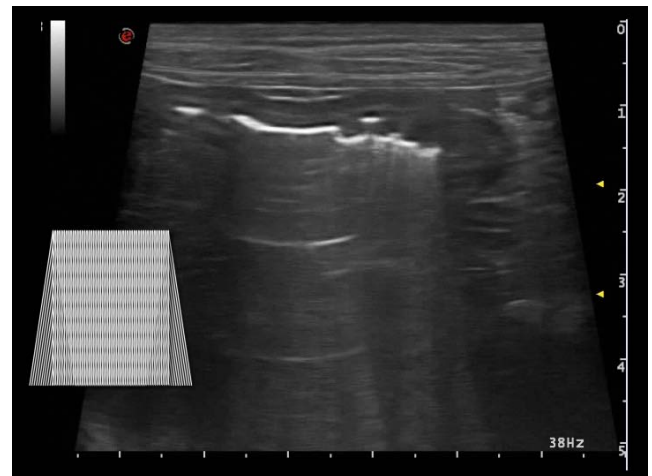


L'**air libre** dans une cavité abdominale se retrouvera en région haute, longeant la paroi abdominale. La largeur de l'interface hyperéchogène résultante sera fonction de la grosseur de la bulle d'air. Dans ce cas-ci, un artéfact de résonance est observé et se superpose au tube digestif et au gras abdominal. Le déplacement de cet artéfact en bougeant le patient est caractéristique d'air libre péritonéal. On observe aussi sur ces images un peu de liquide péritonéal et une hyperéchogénicité des gras, caractéristique d'une péritonite suivant une rupture intestinale.



De la réverbération couplée à un ombrage proviendra de la surface de la sonde lors d'un mauvais contact avec la peau. Ce mauvais contact pourra survenir si le rasage des poils est incomplet, si des débris sont sur la peau, ou plus fréquemment lors d'un manque de gel acoustique. Le passage d'une éponge ou gaze imprégnée d'alcool pour bien nettoyer la peau avant l'application de gel favorisera une meilleure pénétration des ultrasons.

L'intensité et l'apparence des artéfacts est influencée par plusieurs facteurs, dont la forme, l'orientation et le nombre de faisceaux de balayage. Avec l'**image composée**, i.e. en **mode compounding**, l'artéfact de réverbération se multipliera en fonction du nombre de faisceau combinés. Avec cette sonde linéaire employée en mode compounding, on remarque des traînées de réverbération à angle variable en raison des 3 faisceaux ultrasonores utilisés pour former l'image. Il est à noter qu'en mode compounding, certains artéfacts peuvent disparaître, ce qui peut être bénéfique surtout quand on considère la réduction de bruit. Attention toutefois, l'ombrage acoustique peut aussi disparaître, ce qui peut porter à confusion dans l'interprétation de petits foyers de calcification ou de calculs.



Lorsque les phénomènes de réverbération et d'atténuation se combinent, l'artéfact résultant peut devenir fort complexe. L'apparence varie souvent en fonction de la régularité et du rayon de la surface gazeuse. Typiquement, ces phénomènes surviennent depuis la lumière digestive contenant un mélange d'air et de matériel digestif ou étranger. Sur cette image, l'artéfact occasionne un défaut de contour de la tumeur intestinale. Qu'est-il arrivé à cette paroi distale et pourquoi est-elle disparue ? Vous connaissez maintenant la réponse. En fait, le segment intestinal infiltré contient dans ce cas du matériel digestif logé dans sa lumière, de même que

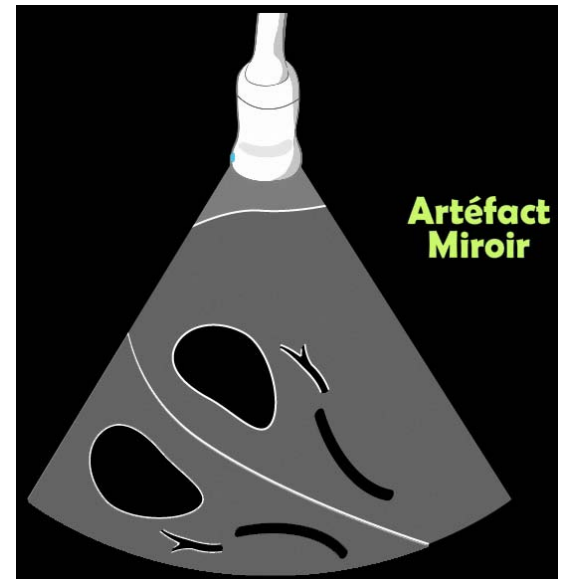


l'air en partie superficielle. Or, une paroi intestinale infiltrée par un processus malin, comme un lymphome dans ce cas, se retrouve globalement hypoéchogène, alors que le matériel digestif et le gaz sont hyperéchogènes. En examinant l'intestin en plan transverse, on s'attendrait à visualiser un beigne hypoéchogène avec un centre plus échogène. Toutefois, le gaz combiné avec le matériel plus atténuant que la paroi, provoquent un artéfact d'ombrage trouble, ou embrouillé.

Comme nous venons de le voir, l'évaluation du tube digestif met souvent en évidence plusieurs types d'artéfacts. D'abord, la présence d'air dans cet estomac autrement dilaté par du liquide est associée à plusieurs artéfacts de réverbération, surtout de type résonance. Remarquez la localisation de l'interface hyperéchogène de l'air qui se retrouve selon la gravité en portion haute de la lumière de l'estomac. Quelques bulles d'air sont repoussées dans le liquide lors de la contraction gastrique et apparaissent comme de multiples petits points hyperéchogènes.

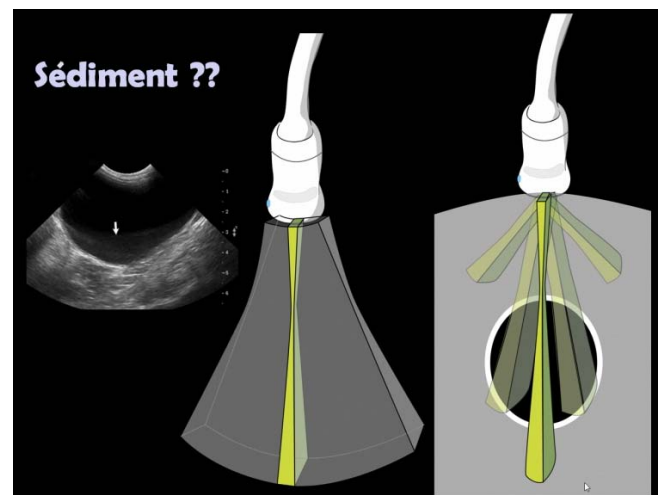
En plus des artéfacts de réverbération, des ombrages acoustiques peuvent provenir de structures digestives. **Une ombre complète est cependant atypique si associée à l'estomac ou au petit intestin, en raison du caractère hydraté du contenu.** Dans un tel cas, un corps étranger doit être suspecté, comme chez ce chien qui avait avalé une balle.

L'un des artéfacts les mieux reconnus est l'artéfact miroir qui survient de façon classique au-delà du diaphragme, doublant l'image du foie. L'image réelle est le résultat d'une série de réflexions spéculaires, comme dans ce cas-ci pour la vésicule biliaire, et de diffusion. Comme nous l'avons vu, l'onde initiale poursuit son parcours en s'atténuant progressivement dans les tissus. Lorsqu'elle rencontre la surface lisse du poumon rempli d'air, elle subit une réflexion quasi totale. Cet écho de forte intensité revient vers les tissus et produit à son tour une série d'échos qui prendront le chemin inverse jusqu'à la sonde. Comme l'affichage des échos perçus est fonction du calcul du temps écoulé depuis le départ de l'onde initiale, soit le temps « aller-retour », une image double des tissus s'ajoute à celle qui a lieu normalement.



Remarquez ici le dédoublement du foie et de la vésicule biliaire au-delà de l'interface des poumons.

L'évaluation de la vessie laisse souvent voir apparaître des zones hyperéchogènes pouvant **mimer un sédiment minéral ou cellulaire.** L'explication est la suivante. Nous avons bien décrit le trajet des ultrasons suivant un faisceau ultrasonore primaire unique, lequel est balayé dans les tissus. Or, ce faisceau est accompagné de faisceau secondaire, appelés **lobes accessoires** ou **lobes de réseau** en fonction du type de sonde. Bien que l'image échographique ne soit produite qu'en fonction du faisceau primaire et assumant que tous les échos reçus en proviennent, des échos dits parasites peuvent s'ajouter sur l'image si provenant



des ces faisceaux secondaires. Ainsi, une **paroi vésicale hautement réfléchissante**, produira suffisamment d'échos, même si l'intensité des faisceaux secondaires est réduite comparativement à celle du faisceau primaire. **Ces échos seront ajoutés à l'image**, de façon erronée, donnant l'impression d'avoir des débris dans la vessie. Ce phénomène survient partout dans l'abdomen, mais est plus facilement visible à l'intérieur des structures normalement anéchogènes, comme la vessie et les kystes.

## 5

### L'ÉCHO DOPPLER

[13:23]

L'animation que vous venez de voir et d'entendre vous a certainement rappelé le changement de ton d'une sirène de voiture de police ou d'une ambulance qui survient lorsque ce véhicule passe près de vous et s'éloigne. C'est l'effet Doppler. L'intensité de ce changement de ton est directement relié à la vitesse de ce véhicule. Maintenant, allons voir comment ce phénomène peut nous servir en échographie.

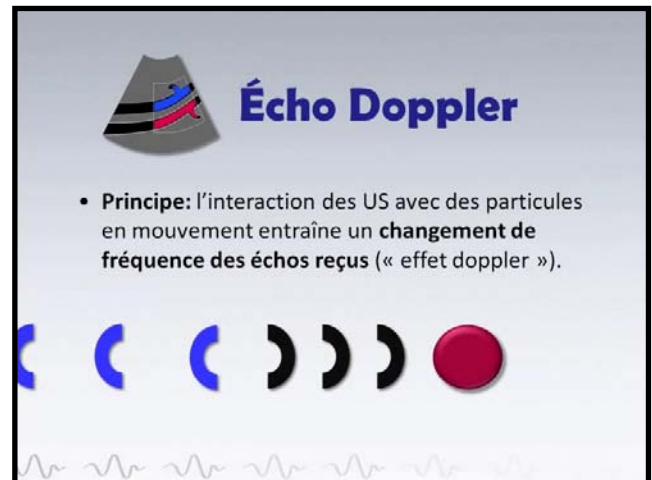
L'échographie Doppler renseigne sur le comportement du flux sanguin, i.e. sa qualité, sa direction et sa vitesse. Les principaux modes employés sont les modes Couleur, Énergie et Spectral.

L'écho Doppler est fondé sur le principe suivant : l'interaction des US avec les particules en mouvement entraîne un changement de fréquence des échos reçus, un phénomène aussi appelé **effet Doppler**. Pour illustrer de façon dynamique ce concept, imaginons [C] un globule rouge s'éloignant de la sonde, soit dans la même direction que l'impulsion ultrasonore. Lorsque ces ondes atteignent le GR en mouvement, des échos sont produits. Toutefois, comme le GR s'éloigne dans la même direction que les ondes initiales, l'écart entre ces ondes augmente entre chaque réflexion. En conséquence, les échos produits sont de longueur d'onde accentuée, et donc de fréquence réduite.

Dans ce cas-ci, l'effet Doppler est négatif.

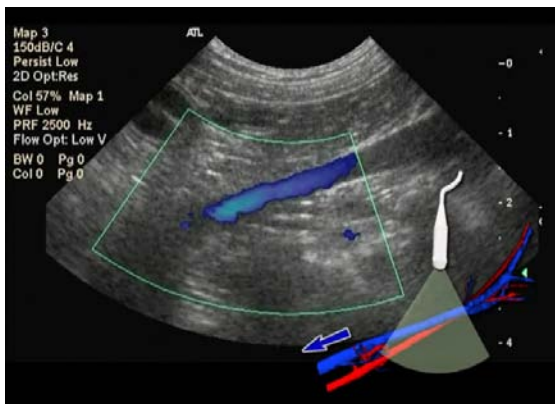
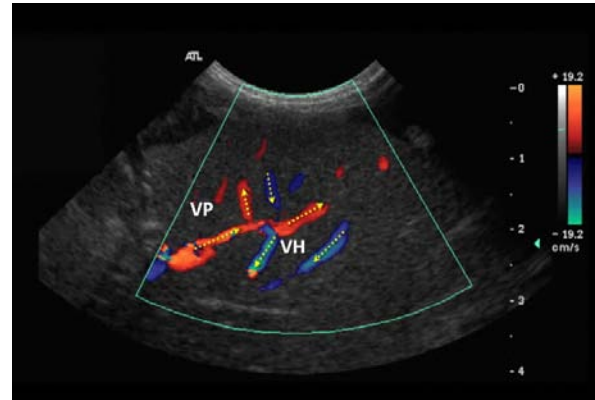
Le **changement de fréquence** dépend non seulement de la **direction** des particules en regard de l'axe du faisceau primaire, mais aussi de leur **vitesse**. Si à l'opposé un GR se déplace **vers** la sonde, les ondes seront écrasées, condensées, et leur fréquence augmentera. Les ondes échos produites dans ce cas-ci seront raccourcies, même si leur vitesse de propagation dans les tissus demeure inchangée. Ici, l'effet Doppler est positif.

En mode couleur, ce changement se manifeste par une **échelle de couleurs** variant selon la direction et la vitesse du flux observé. Par convention, le mode couleur standard des appareils est réglé de sorte que le **rouge** indique un mouvement vers la sonde et **bleu** en direction opposée.



L'intérêt du Doppler devient alors évident. Il permet d'abord de confirmer la **présence** d'un vaisseau sanguin, et la présence et l'uniformité de son flux. Il permet aussi de déterminer la direction et la vélocité de son flux. Il permet entre autres la détection de vaisseaux aberrants comme les shunts porto-systémiques, la présence de thrombose et d'évaluer la perfusion des organes et des masses tissulaires rencontrées.

En mode Doppler Couleur, les 2 catégories de veines traversant le foie, soient les veines portes et les veines hépatiques sont reconnues et distinguées en fonction de leur direction de flux opposée. Comme le flux sanguin à l'intérieur des veines portes se dirige du centre vers la périphérie, il montre un signal rouge, à l'inverse du flux dans les veines hépatiques qui apparaît bleu, car dirigé vers la veine cave située en profondeur. Ces veines seront revues en détail dans la section anatomique.



### Doppler Couleur Aorte et VCC

Ici, la veine cave caudale est reconnue dans l'abdomen par sa forme compressible et son signal bleu au Doppler couleur, alors que son flux s'éloigne de la sonde et se dirige vers le cœur. À l'opposé, l'aorte montre un signal rouge car son flux se dirige caudalement et vers la sonde, laquelle est orientée vers l'intérieur de l'arche costale.

### Échographie thyroïde

Le mode Doppler couleur permet la détection rapide des vaisseaux sanguins servant de repères pour localiser certaines petites structures, comme c'est le cas ici avec une thyroïde. L'artère carotide est d'abord détectée, puis ensuite le tissu thyroïdien d'échogénicité moyenne et homogène, qui s'y retrouve accolé, dans la région du larynx. Par ailleurs, les petites structures anéchogènes à la périphérie de cette thyroïde ne montrant aucun signal Doppler représentent les parathyroïdes.

### Échographie surrénale

Ici, c'est la détection et la différenciation des vaisseaux situés à proximité de la glande surrénale gauche (pointer) qui facilite sa reconnaissance.

### Échographie obstruction cholédoque

Chez ce chat atteint d'une pancréatite et cholécystite chronique, l'emploi du Doppler facilite l'identification du canal cholédoque, ou canal biliaire commun, qui longe l'aspect ventral de la veine porte. On remarque aussi que le canal du lobe gauche pancréatique est dilaté. Une obstruction provoquée par une stricture à la papille duodénale a été identifiée lors de l'exploration chirurgicale. Remarquez la couleur divisée du signal Doppler de la VP indiquant un flux sigmoïde, ce qui survient à l'occasion.



## Shunts portosystémiques

La recherche de shunt portosystémique nécessite d'abord une bonne compréhension de l'anatomie vasculaire, laquelle est facilitée par l'emploi du mode Doppler couleur. Au hile hépatique, la veine porte principale est comparée à la veine cave caudale et l'aorte, lesquels montrent respectivement un signal bleu et rouge en raison de la direction opposée de leur flux. D'autres plus petits vaisseaux sont aussi évalués.



Ce shunt portoazygos a été détecté en fonction de sa direction extra-hépatique, soit vers le diaphragme. Son flux qui s'éloigne du foie, i.e. hépatofuge, ainsi que sa forme sigmoïde sont caractéristiques.

## Thrombose splénique

Chez ce chien sous corticostéroïdes depuis plusieurs mois, on identifie un thrombus modérément échogène dans la veine splénique. Le Doppler couleur confirme qu'un léger flux persiste, quoique significativement réduit.



### Concepts fondamentaux

- Détection favorisée à **haute fréquence**
- **Angle de flux**: impact majeur !
- Estimation de la **vélocité** du flux
- **Échelle** de vélocité

Il est maintenant bon d'aborder quelques concepts importants dans l'utilisation du Doppler en échographie abdominale. D'abord, comme l'intensité des échos réfléchis augmente à puissance 4 en fonction de la fréquence de la sonde, un meilleur signal Doppler permettra une meilleure détection du flux. Ainsi, l'évaluation des vaisseaux sera la meilleure à proximité de la peau en employant une sonde de fréquence supérieure à 8-10 MHz, alors qu'une sonde à plus basse fréquence, soit d'environ 3 à 5 MHz, sera

nécessaire pour imager les vaisseaux profonds pour compenser l'atténuation des ultrasons, limitant par le fait même le signal Doppler.

Contrairement à l'échographie en mode B où l'intensité des échos est la plus haute lorsque les US entre en contact avec des interfaces perpendiculaires à l'axe des ondes, le meilleur signal Doppler surviendra lorsque le flux est parallèle à l'axe du faisceau. Comme le changement de fréquence ne survient que lors d'un flux sanguin vers la sonde ou s'éloignant de celle-ci, cet effet sera nul lors d'un mouvement à 90 degrés de l'axe de la sonde.

Pour certaines applications et particulièrement en mode Spectral, il peut être important d'estimer précisément la vélocité du flux dans un vaisseau sanguin. Cette estimation doit être faite en précisant à l'appareil l'angle de ce vaisseau, ce que nous aborderons un peu plus tard. L'ajustement de l'échelle de vélocité aura aussi un impact sur l'affichage et devra être adaptée à la vélocité du flux des vaisseaux évalués. Voyons un peu quelques clips échographiques mettant en relief ces concepts...

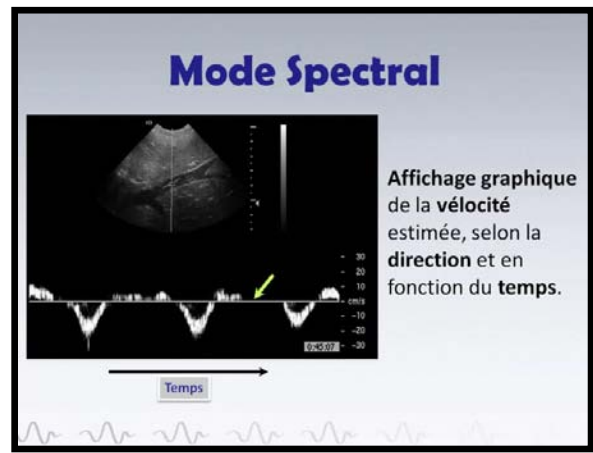
### Effet de la direction du flux sur le signal Doppler Couleur

En orientant la sonde vers le cœur, le signal Doppler de la veine cave caudale est affiché principalement en bleu. Toutefois, en changeant d'orientation et en dirigeant la sonde vers l'une des veines iliaques externes qui se dirigent vers les membres pelviens, ce signal devient rouge. Ce phénomène montre bien que le signal sera fonction de la direction du flux vis-à-vis l'axe de la sonde.

### Flux bidirectionnel

On reconnaît ici l'aorte qui pulse et possède un flux dirigé vers la sonde. Deux artères importantes, soient la céliquie et la mésentérique crâniale, y proviennent, et montrent un flux qui est à la fois rouge et bleu, en fonction de leur direction. En effet, dans leur courbure, le signal change de couleur.

En mode spectral, la vitesse et la direction du flux sont affichés sous forme graphique, et ce, en fonction du temps. La ligne blanche horizontale, appelée ligne basale, représente une vitesse nulle. Le flux se dirigeant vers la sonde apparaîtra alors en haut de cette ligne, alors que le flux s'en éloignant sera négatif et affiché en bas. On remarque que, à travers le temps, le flux dans cette veine hépatique est tantôt dirigé vers la sonde, mais globalement s'éloigne de celle-ci. En effet, lors de la systole, la pression qui augmente dans l'oreille droite repousse de façon rétrograde le flux dans la VCC et les veines s'y jetant, alors qu'en diastole, le flux se dirige vers le cœur. Observez dans les prochains clips le mouvement dans le temps du flux à l'intérieur de quelques vaisseaux abdominaux.



### Doppler Spectral Aorte

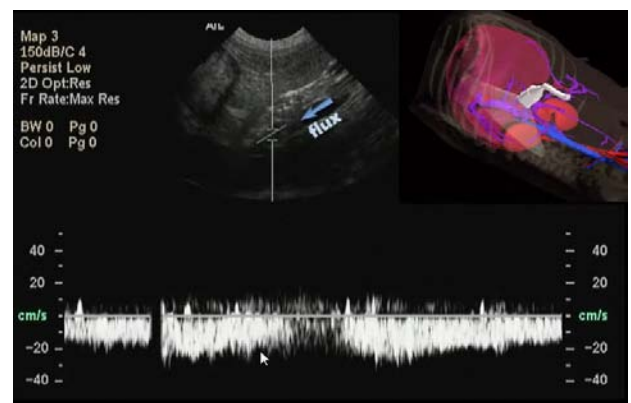
Le spectre vasculaire de l'aorte est typique d'une grosse artère, avec des pointes systoliques bien nettes et un flux réduit lors de la diastole. La vitesse du flux atteint 120 cm/sec en systole, puis descend à environ 20 cm/sec en diastole. L'aire sous la courbe, i.e. sous la bande blanche, est peu remplie en raison d'un flux bien homogène. Remarquez aussi que le flux est dirigé en haut de la ligne de base du spectre, signifiant une orientation vers la sonde, soit caudale, ce qui est logique pour l'aorte. La petite ligne apparaissant dans la boîte d'échantillonnage a été placée manuellement selon l'axe du vaisseau, afin d'estimer plus adéquatement sa vitesse. En effet, comme la sonde ne mesure que le signal Doppler dirigé vers elle, pour estimer la vitesse d'un flux oblique, il faut préciser à l'appareil l'orientation réelle de ce flux, soit son vecteur. Ainsi, l'estimation se fait par calcul vectoriel.

### Doppler Spectral VCC

Le spectre vasculaire de la VCC est plus sinueux et dirigé sous la ligne basale, soit vers le cœur. Ce flux atteint son plateau en pleine diastole, et réduit en systole, contrairement à l'aorte.

### Doppler Spectral VP

Le spectre vasculaire de la veine porte relativement plat. Le flux se dirige en effet vers le foie, placé en



profondeur et crânialement. Et comme ce flux n'est pas influencé par le cycle cardiaque, il est relativement constant. Remarquez le remplissage de ce spectre comparativement à celui de l'aorte, en raison d'un flux de nature parabolique, i.e. avec une vélocité graduelle depuis la périphérie de la lumière vers le centre du vaisseau.



Le 3<sup>e</sup> mode Doppler d'importance est le **mode Énergie**, souvent appelé *Power doppler* en anglais. Il permet de percevoir de plus faible vélocité de flux et n'est pas dépendant de l'angle du vaisseau ou de la sonde, et donc plus sensible. Toutefois, il ne fournit pas d'information sur la direction ou la vélocité du flux. Ses principales applications sont l'évaluation du niveau de perfusion vasculaire et la détection de flux dans un vaisseau qui est perpendiculaire à la sonde échographique.

### Vidéo jet urétéral

Il n'y a pas que le flux sanguin qui peut générer un signal Doppler. En effet, le Doppler couleur ou Énergie, comme dans ce cas-ci, peut permettre la confirmation d'un jet urétéral en position normale au col de la vessie. On cherchait à identifier un uretère ectopique chez cette chienne, ce qui a éventuellement été exclu définitivement.

### Artéfacts en Écho Doppler

Vous croyez bien en avoir terminé avec les artéfacts, mais non... En effet, plusieurs artéfacts peuvent être rencontrés en mode Doppler et affecter l'interprétation du flux vasculaire. D'abord, un gain insuffisant fera réduire le signal et pourra être interprété comme une absence de flux sanguin et ultimement confondu pour une thrombose. À l'inverse, un gain excessif fera apparaître du bruit qui pourra être interprété comme un signal Doppler erroné.

Lors de **mouvement** du patient et/ou de la sonde et en fonction des filtres employés, il arrive que des éclats de couleur, appelés « flash » apparaissent sur les tissus mobiles. Ces artéfacts sont particulièrement prévalent avec le mode Énergie, dont la vitesse d'acquisition est plus lente, et chez les chiens qui halètent ou respirent difficilement. Ils surviennent aussi fréquemment dans les liquides, comme les épanchements péritonéaux, mais aussi dans d'autres cavités liquidiennes, comme la vessie ou certains kystes.

Une **échelle de vélocité** mal ajustée peut aussi donner la fausse impression d'absence de flux, si par exemple l'échelle employée est de beaucoup supérieure à la vélocité du flux examiné. À l'inverse, une échelle trop serrée engendrera un artéfact de crénelage, nommé « aliasing ». Comme mentionné précédemment, le flux sanguin peut changer de couleur ou de côté de la ligne basale selon sa direction relative à l'axe de la sonde, et même disparaître si complètement perpendiculaire à celui-ci. Allons voir quelques exemples de tout ça...

Un **gain doppler excessif** fera apparaître une mosaïque de couleurs débordant des limites vasculaires. Le gain doit être réduit de sorte que seules les lumières vasculaires affichent une couleur. Le pourcentage de gain est normalement affiché sur l'écran. Revoyons à nouveau cet artéfact de gain excessif en mode Doppler couleur.

Des **flashes de couleur** sont typiques du mode Énergie, lequel est sensible à tout petit mouvement, qu'ils soient associés au mouvement du contenu digestif et du péristaltisme comme dans ce cas-ci, ou d'un mouvement trop rapide du patient ou de la sonde. Cet outil est mieux employé quand la zone évaluée est parfaitement immobile et en prenant soin de glisser tout doucement la sonde sur le patient.

Lorsque la **fréquence d'échantillonnage** ne permet pas de mesurer adéquatement la vitesse d'un flux car trop rapide, il s'ensuit un phénomène de repliement de signal Doppler de l'autre côté de l'échelle. En mode couleur, l'apparence classique est celle-ci, soit la présence d'un gradient de couleurs opposées de la périphérie vers le centre de la lumière vasculaire. Dans ce cas-ci, le flux bien que dirigé vers le haut, montre un signe Doppler central bleu, car de vitesse excédant l'échelle employée. En étendant cette échelle, on retrouve progressivement une couleur rouge, représentative du vrai flux contenu dans ce vaisseau.

Lors d'**aliasing** en mode spectral, le spectre déborde de la fenêtre pour se retrouver en haut ou en bas, selon la direction du flux. Ici, le flux aortique dépasse la limite de l'échelle fixée à 35 cm/sec. En étendant cette échelle jusqu'à 180 cm/sec et en déplaçant la ligne de base vers le bas, on apprécie mieux la vitesse maximale de 120 cm/sec de ce flux. Ces quelques ajustements mineurs permettent de corriger cet artéfact de crénelage ou d'aliasing.

L'échantillonnage du flux se faisant de façon volumétrique et non biplanaire à l'instar de ce que l'écran nous affiche, il se peut alors que l'information Doppler affichée ne soit pas celle du vaisseau examiné, mais provient d'un vaisseau à proximité, ou encore d'une combinaison de ce que démontrent 2 vaisseaux rapprochés. Par exemple, cet artéfact peut donner une impression de pulsation à une veine accolée à une artère non présente sur l'image. Les artéfacts de lobes accessoires, décrits dans la section sur les artéfacts, représentent une autre source de ce phénomène d'imposture fluviale !

Plusieurs autres artéfacts peuvent survenir et porter à confusion, comme les images miroir et les signaux Doppler provenant d'interfaces hyper-réfléchissantes comme les cathéters urinaires. D'autres peuvent parfois même renseigner sur leur source, comme le twinkle artéfact associé à certains petits calculs urinaires. Ces artéfacts sont bien décrits dans la littérature vétérinaire.

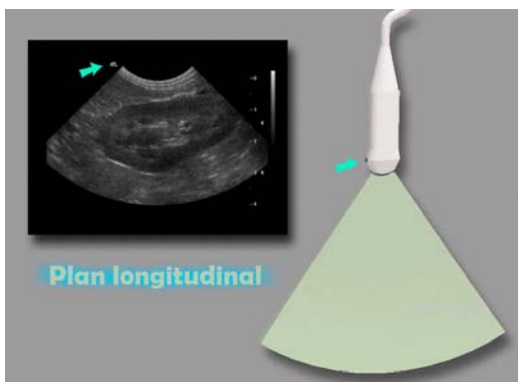
Les erreurs diagnostiques potentielles associées aux différents artéfacts que l'on vient de voir démontrent l'importance d'en être pleinement conscient ! Il faut d'abord bien reconnaître qu'ils existent, savoir où et dans quelles circonstances ils peuvent survenir et les identifier quand ils apparaissent. Finalement, il faut savoir les corriger quand c'est possible.

Afin d'optimiser l'utilisation des modes Doppler, voici **quelques conseils**: d'abord, ajustez l'angle de la sonde vis-à-vis le vaisseau afin d'en obtenir un bon signal doppler. Évitez d'employer un angle supérieur à 60 degrés si des mesures de vitesse sont faites en mode spectral. Ajustez le gain et les filtres en fonction de la vitesse des vaisseaux évalués. À faible flux, ce gain doit être augmenté et les filtres réduits. L'échelle de vitesse doit aussi être adaptée au flux vasculaire, afin de prévenir les absences apparentes de flux, ou à l'inverse les phénomènes d'aliasing. En mode spectral, la ligne basale doit aussi être ajustée selon le comportement du flux. La boîte de couleur doit être gardée petite pour permettre une cadence élevée d'images et optimiser le signal doppler. En mode Spectral, ajustez la boîte d'échantillonnage pour n'occuper que les 2/3 de la lumière vasculaire. Finalement, employez une sonde de fréquence adéquate en fonction de la profondeur des vaisseaux étudiés, et en limitant au maximum les mouvements du patient et de la sonde.

Une échographie optimale de l'abdomen couvre l'ensemble de ses structures, et non seulement quelques régions ciblées. Il arrive en effet trop souvent que des trouvailles échographiques inattendues modifient notre parcours décisionnel. Quelque que soit l'ordre d'évaluation des structures abdominales, l'important est de les approcher de façon systématique, i.e. selon un ordre constant. Ainsi, on évite les conclusions hâtives dès qu'une anomalie est identifiée.

Aussi, c'est en se donnant cette mission de parcourir systématiquement tous vos patients que vous atteindrez plus rapidement un niveau de confiance acceptable pour cette modalité qui -- vous vous en doutez bien -- demande de la pratique... beaucoup de pratique ! Bien qu'il en existe d'autres, je vous propose ma **routine d'examen échographique**, à laquelle j'ai été fidèle depuis 10 ans.

Après un **rasage** couvrant tout l'abdomen, de la cage thoracique au pubis, **la peau est nettoyée** rapidement avec une gaze imbibée d'alcool, puis du **gel** est appliqué de façon abondante, partout sur la surface rasée et ce dès le début de l'examen. Le gel pourra ainsi pénétrer la peau, améliorant du coup les images qui seront acquises ultérieurement.

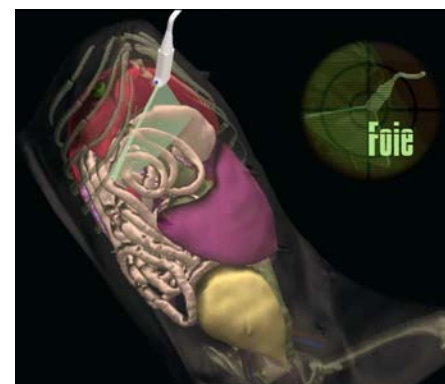


Une sonde convexe -- ou curvilinéaire -- est généralement indiquée pour couvrir l'abdomen du chien, ou du chat. Un marqueur placé sur le côté de la sonde permettra de localiser ce côté de la zone de balayage sur l'image échographique produite -- dans ce cas-ci en forme de pointe de tarte et dont l'épaisseur variera en fonction de la position et l'étendue de la zone focale. Deux plans principaux seront employés, soit le plan longitudinal, suivant l'axe long de l'organe. Pour ce rein gauche, cela signifie que son pôle crânial

sera à gauche sur l'image, correspondant au marqueur de la sonde qui sera placé par convention du côté crânial. La sonde sera ensuite tournée sur elle-même à 90 degrés, afin d'imager le même organe cette fois en plan -- ou section -- transverse. L'organe sera ainsi balayé de crânial à caudal et latéral à médial suivant ces 2 plans. Hormis ces 2 plans, des plans obliques permettront de compléter le balayage de certains organes.

**L'EXAMEN ÉCHOGRAPHIQUE.** La sonde sera d'abord placée tout juste derrière l'apophyse xyphoïde, en plan transverse vis-à-vis le patient, avec le marqueur tourné du côté droit du patient, i.e. vers soi si l'on est droitier. Ce marqueur sera placé de façon systématique de ce côté pour toute évaluation transverse des organes.

Ensuite, la sonde sera déplacée à l'intérieur du **foie**, de dorsal à ventral et de caudal à crâniale, avant d'être glissée sous l'arche costale vers la gauche, en plans plus ou moins obliques. Après avoir aussi balayé le côté droit, la sonde sera tournée pour placer le marqueur vers la tête du chien, pour obtenir un plan sagittal. Puis, la sonde sera glissée du côté gauche, et du côté droit, pour ainsi balayer tout le foie sous différents plans. Durant l'exercice, une attention particulière



sera aussi accordée à la vésicule biliaire et au canal cholédoque, lequel se termine dans le duodénum proximal.

La sonde sera ensuite déplacée vers la **rate**, pour balayer la région de la tête située tout juste caudalement au foie à gauche, le corps, puis la queue de la rate qui longera souvent la surface ventral de l'abdomen, pour se retrouver parfois du côté droit. Le balayage se fera aussi sous différents plans.

Le **rein gauche** sera ensuite examiné, d'abord en plan longitudinal, puis en plan transverse. La sonde sera ensuite glissée médialement et dorsalement au rein pour retrouver la **surrénale gauche** en plan longitudinal. Puis, ce sera au tour de la **vessie**, laquelle sera aussi évaluée en plans longitudinal et transverse. L'**urètre** sera à l'occasion visible et évaluée en fonction de la position de la vessie. C'est durant cette étape que la **prostate** serait évaluée chez le mâle.

La sonde sera ensuite glissée crânialement jusqu'à l'arche costale et dirigée dorsalement et crânialement pour évaluer le **rein droit** dans les 2 plans. La **surrénale droite** sera ensuite examinée en glissant doucement la sonde encore plus crânialement, dorsalement et médialement, à partir du rein droit.

Il sera alors temps d'aller examiner le **tube digestif** et le **pancréas**. La sonde sera d'abord placée en plan transverse sur le corps de l'**estomac**, pour être balayée vers la gauche pour couvrir le fondus, puis vers la droite jusqu'au pylore. Ensuite, la même zone sera balayée en plan longitudinal, de manière à atteindre le duodénum, à droite sous l'arche costale. La sonde sera ensuite glissée vers l'aspect latéral droit de l'abdomen, en plan transverse, pour identifier et suivre le **duodénum** jusqu'à sa courbure caudale. Le duodénum sera ensuite examiné en plan longitudinal. Après avoir identifié l'estomac et le duodénum, ces repères permettront ensuite de faciliter la localisation du pancréas. La **veine porte** (VP) sera d'abord identifiée depuis le foie en plan transverse, puis, le corps du pancréas sera ensuite visualisé tout juste ventralement à cette veine près du hile hépatique et caudalement à la jonction gastroduodénale. La sonde sera ensuite déplacée de façon oblique pour évaluer le lobe gauche, puis le lobe droit longeant le duodénum, employant des plans transverses et longitudinal vis-à-vis cet organe. Le reste du petit intestin, soit le **jéjunum** et l'**iléon**, sera ensuite examiné en balayant toute la cavité abdominale, sous différents plans. Le **colon** sera identifié en plan transverse, dorsalement à la vessie, et suivi depuis le canal pelvien jusqu'au **cécum**, en survolant les portions transverses et ascendantes. Le gaz et les matières fécales du gros intestin limiteront probablement le suivi sans interruption de ce dernier segment digestif. Il sera ensuite évalué en plan longitudinal.

La sonde sera ensuite déplacée dans le reste de l'abdomen pour évaluer les **tissus adipeux** et l'**espace péritonéal** d'une part, mais aussi les **nœuds lymphatiques** (NLs). Les principaux groupes de NLs, soient les sous-lombaires et les mésentériques seront priorisés. Les NLs sous-lombaires seront trouvés dorsalement à la vessie et longeant la portion caudale de l'aorte et la VCC, ainsi que les artères et veines iliaques. Les NLs mésentériques seront ensuite trouvés au centre de l'abdomen, longeant l'artère et la veine mésentérique crâniales. Finalement, les NL hépatiques et pancréatiques seront recherchés, bien que moins souvent visibles en raison de leur plus petite taille lorsque normaux.

Chez la femelle intacte, le **tractus reproducteur** pourra être évalué. L'utérus sera d'abord identifié à partir de la vessie, employant un plan transverse pour mieux le distinguer du colon descendant. Le corps utérin sera ensuite crânialement, pour identifier l'une des cornes utérine, soit la gauche dans cet exemple. Cette corne sera suivie de façon plus ou moins continue jusqu'à l'ovaire situé juste caudalement au rein gauche. L'autre ovaire pourra être identifié après avoir localisé le rein droit, puis glissé la sonde doucement caudalement et latéralement, à

la recherche d'une petite structure située plus superficiellement que le rein. Chez le mâle, la prostate sera évaluée en même temps que la vessie. Les testicules seront aussi examinés si encore présents.

L'accessibilité à certaines structures de l'abdomen crânial peut être difficile chez les chiens à thorax profond, et chez les patients avec un petit foie, nécessitant une **approche intercostale, du côté droit**, pour compléter l'examen du foie, de la jonction gastro-duodénale et de la veine porte notamment. Cette approche sera aussi utile pour évaluer le rein droit qui est parfois englouti crânio-dorsalement. Finalement, une **approche intercostale gauche** sera utile à l'occasion pour évaluer la portion gauche du foie, la tête de la rate et le fondus gastrique.

## 7

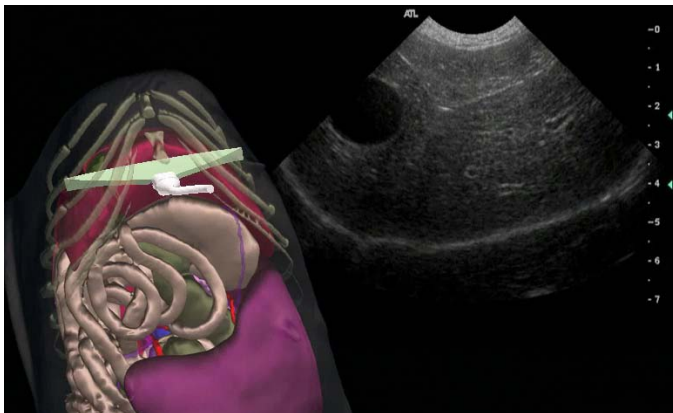
### LE FOIE

[9:09]

Le foie se retrouve sous l'arche costale, entre le diaphragme et l'extension caudolatérale des poumons, et l'estomac. La combinaison d'artéfacts d'ombrage acoustique et de réverbération engendrée par ces différentes structures limite parfois son accessibilité à l'échographie. La tête et parfois le corps de la rate bordent le foie du côté gauche. Cette proximité permet souvent de comparer sur une même image leur échogénicité respective. Le rein droit est encastré dans la fosse rénale du lobe caudé, dorsalement du côté droit, alors que le lobe droit du pancréas et le duodénum descendant sont placés tout juste latéralement. Le reste du petit intestin et -- plus profondément le côlon -- s'étendent sous l'arche costale, atteignant généralement le foie.

La vascularisation abdominale est triple, i.e. comportant les ramifications provenant de l'aorte, celles qui se jettent dans la veine cave caudale (VCC), puis les ramifications portes qui drainent la majorité des organes abdominaux vers le foie. La reconnaissance de ces différents vaisseaux nous servira à identifier plusieurs autres structures abdominales.

Les **lobes hépatiques** ne peuvent être facilement différenciés, tout comme les scissures interlobaires, sauf lors d'épanchement péritonéal en assez grande quantité. La **vésicule biliaire (VB)** est visible chez tous les patients et remplie d'une quantité variable de bile. Le **canal cholédoque** peut parfois être suivi jusqu'à sa terminaison dans la papille duodénale majeure.

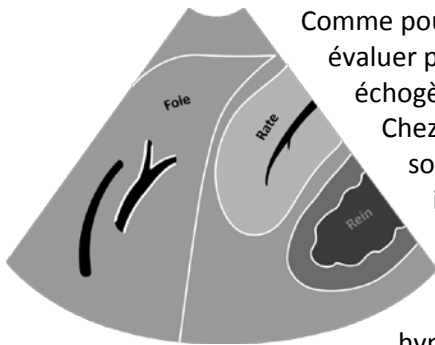


Une sonde convexe est indiquée pour l'évaluation complète du foie. Avec la sonde placée tout juste caudalement à l'apophyse xyphoïde, en plan transverse et orientée crânialement, on identifie d'abord la **VB** anéchogène, située à droite du plan médian, mais à gauche sur l'image en raison de la position du marqueur de la sonde placée vers soi. Cette VB est normalement arrondie et lisse et montre une **paroi invisible**

ou inférieure à 1mm d'épaisseur. La sonde sera alors orientée ventralement et dorsalement, puis en différents plans oblique de sorte à couvrir tout le parenchyme hépatique. Celui-ci est hypoéchogène vis-à-vis le gras du ligament falciforme. Notez l'artéfact de **renforcement acoustique** en profondeur de la VB.

Remarquez aussi les limites du foie à la bordure diaphragmatique, puis l'estomac situé juste caudalement. Il est important de bien glisser la zone de balayage sous les côtes, lesquelles devraient apparaître et former des ombrages, nous permettant de confirmer les limites latérales du foie.

En plan longitudinal, ou sagittal vis-à-vis le patient, la **VB** apparaît en forme de goutte d'eau, avec son corps situé vers le diaphragme. La sonde est maintenant déplacée vers la droite, puis vers la gauche, de manière à couvrir, encore une fois, tout le parenchyme hépatique. L'estomac est caudal, puis le gras falciforme superficiel. Le cœur bat de l'autre côté du diaphragme. Encore une fois, la sonde doit être inclinée pour atteindre l'aspect le plus latéral du foie en détournant l'estomac, pour identifier les côtes nous servant de repères. L'extension du foie vis-à-vis cette dernière paire de côtes sera du même coup évaluée pour déterminer son **volume**. Bien que pour la majorité des chiens et chats le foie atteigne la limite de l'arche costale, le foie sera plus souvent plus crânial chez le chien à thorax profond et parfois plus caudal chez certains petits chiens et chez le chiot. La forme de l'extension caudale de certains lobes, dont le lobe latéral gauche, renseignera aussi sur la taille de ce lobe et du foie si l'attente est diffuse. Sur cette illustration, ce lobe normal est bien pointu au contact de la rate. Lors d'hépatomégalie, les rebords hépatiques deviennent arrondis en plus de se retrouver plus caudalement vis-à-vis l'arche costale. Il est aussi important de noter la position de l'estomac, lequel pourra se voir dévier caudalement lors d'hépatomégalie, tout comme quelques autres organes limitrophes, dont les reins et la rate.



Comme pour tous les autres organes, l'un des principaux paramètres à évaluer pour le foie est l'**échogénicité**. Le foie est généralement moins échogène que la rate, mais plus échogène que le cortex des reins. Chez le vieux chien comme chez le chat âgé ou obèse, il arrive souvent que le rein soit d'échogénicité similaire, soit isoéchogène, au foie et même parfois hyperéchogène, limitant la pertinence de cette balise échographique pour conclure sur l'échogénicité relative du foie. Sur ces 2 images obtenues chez un chien normal, on remarque que le foie est hypoéchogène vis-à-vis la rate, alors qu'il est isoéchogène vis-à-vis le rein droit. Par ailleurs, la granularité -- soit l'échotexture ou échostructure -- du foie est un peu plus prononcée que celle de la rate.

La taille de la **vésicule biliaire** (VB) varie chez le chien et chez le chat, selon le stade digestif. Sa forme varie en fonction du plan de balayage. Sa paroi est normalement fine et lisse et hyperéchogène lorsqu'imaginée à 90 degrés. Le col et le canal cystique sont parfois reconnus, et le canal cholédoque déversant la bile dans le duodénum mesure moins de 4mm de diamètre si identifié, ce qui est moins facile chez le chien.

L'identification de la **veine porte** (VP) au hile hépatique sert d'abord de repère pour trouver le canal cholédoque qui la longe sur quelques cm à son aspect ventral, avant de continuer vers la droite tout prêt de la veine gastro-duodénale, pour se terminer dans la paroi duodénale. Nous verrons un peu comment reconnaître la VP au hile hépatique.

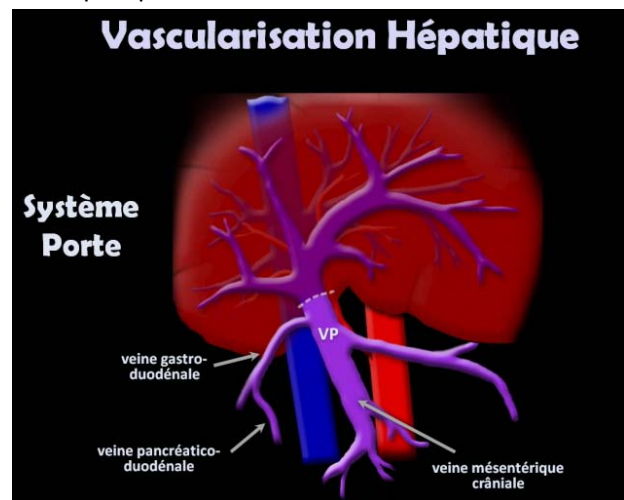




Il arrive qu'on remarque un peu de **boue biliaire** apparaissant comme des foyers amorphes modérément échogènes se déposant en portion déclive avec le temps. Bien que considéré non significatif chez le chien, il semble que ce le soit moins chez le chat et plus souvent associé à une stase biliaire.

Par approche ventrale, l'aorte abdominale crâniale se situe à gauche du plan médian, et flanquée de la veine cave caudale à sa droite, et ventralement. Le foie se situe ventralement à l'aorte et comporte une première famille de vaisseaux, les veines hépatiques, qui transportent le retour veineux du foie vers la veine cave caudale. Une 2<sup>e</sup> famille de vaisseaux hépatiques provient de l'artère céliaque laquelle donne les ramifications hépatiques. Cet apport artériel représente environ 25% de tout l'apport sanguin du foie. En effet, la majorité provient de la veine porte, laquelle draine la majorité des viscères abdominaux. Ce **système porte** comporte les veines gastro-duodénale et pancréatico-duodénale, lesquelles drainent les organes du même nom, la veine mésentérique crâniale qui draine surtout le petit intestin, puis la veine splénique qui reçoit surtout le retour veineux de la rate et d'une partie de l'estomac, secondée par la veine gastro-épiploïque qui longe la grande courbure gastrique. Le retour veineux des viscères se fait donc de caudal à crânial, et de la périphérie vers le hile hépatique.

Le mode Doppler couleur permet de rapidement identifier les 2 types de veines dans le foie, soient les **veines hépatiques** et les **veines portes**. Les artères hépatiques sont trop petites en temps normal pour être visualisées. Comme le sang à l'intérieur des veines portes se dirige depuis la veine porte principale au centre du foie pour se distribuer dans les lobes de façon périphérique, leur flux montre un signal rouge. Remarquez aussi l'hyperéchogénicité de leur paroi quel que soit l'angle de la sonde. Les veines hépatiques démontrent à l'opposé un flux bleu se dirigeant depuis la périphérie des lobes vers le centre du foie pour se jeter dans la veine cave caudale. La paroi des veines hépatiques n'est pas hyperéchogène comme pour les veines portes, à moins d'un angle d'insonation de 90 degrés provoquant une réflexion spéculaire.



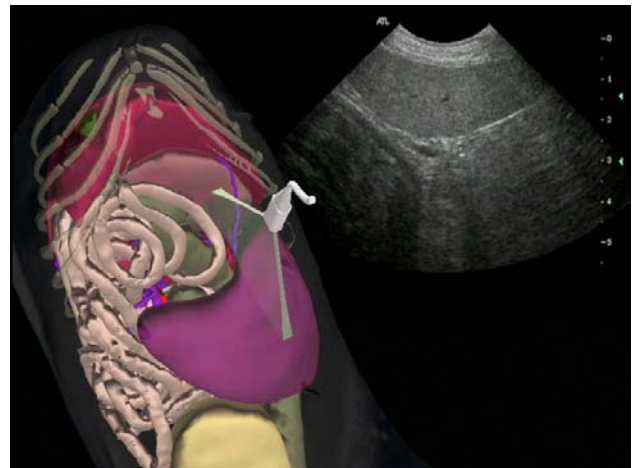
Après avoir examiné la vascularisation hépatique, l'examen est complété par l'évaluation de la **veine porte principale** et de ses **ramifications abdominales**. La veine porte principale est identifiée en suivant les veines portes intra-hépatiques jusqu'au hile hépatique. Cette veine porte est à ce niveau mesurée et comparée au diamètre des autres vaisseaux abdominaux. Cet aussi en empruntant cette voie, en plan transverse, qu'on réussira éventuellement à localiser le corps du pancréas.

La veine porte principale sera ensuite examinée en plan longitudinal. En mode Doppler couleur, son signal sera bleu en raison de son flux se dirigeant vers le foie, soit s'éloignant de la sonde. Puis en plan transverse, la sonde sera glissée caudalement, longeant la veine porte caudale puis la veine mésentérique crâniale. Cet exercice permettra non seulement d'identifier de potentiels shunts portosystémiques, mais aussi de localiser les nombreux nœuds lymphatiques mésentériques bordant cette veine.

La rate occupe une portion de l'abdomen, du **côté gauche** et **longeant la paroi abdominale**. Alors que sa **queue** et son **corps** sont mobiles et peuvent traverser du côté droit, sa **tête** est fixée au fondus gastrique, tout juste caudalement au foie et crânialement au rein gauche. La rate est ventrale à la majorité du tube digestif et latérale au lobe gauche du pancréas. La portion crâniale de la rate se retrouve variablement sous l'arche costale, ce qui peut limiter son accessibilité. Une approche intercostale est parfois nécessaire pour compléter son examen. Le mésentère et les veines jéjunales se retrouvent dorsalement à la rate, tout comme la veine splénique qui rejoint la veine mésentérique crâniale pour former la veine porte principale.

Une **sonde convexe** balaie une section plus large, ce qui permet de voir davantage de rate sur l'image et de plus facilement comparer son échogénicité et son écotexture à celles des autres structures avoisinantes.

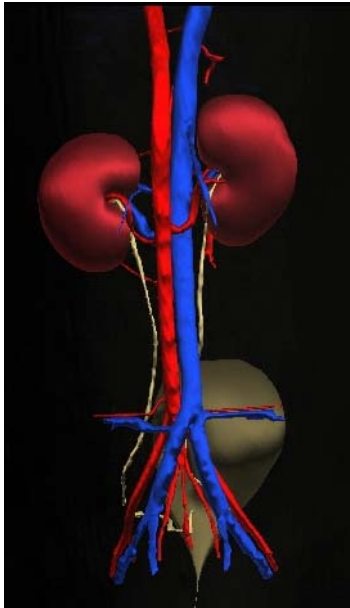
L'examen débute ici par l'évaluation de la tête de la rate, située caudalement au fondus gastrique et latéralement aux côtes. L'examen se poursuit ventralement en balayant le corps de la rate en direction de la queue. La rate est l'organe le plus échogène de l'abdomen. Son écotexture est finement granulaire et ses veines anéchogènes sont facilement visibles, alors qu'elles traversent la capsule hyperéchogène. On note dorsalement quelques anses intestinales caudales à l'estomac, et le gras abdominal mésentérique et omental amorphe, qui est parsemé de ligne hyperéchogène. Le rein se retrouve dorsalement à la rate et la proximité des 2 organes permet de comparer leur échogénicité.



Finalement, le **parenchyme splénique** est normalement homogène à l'exception des travées veineuses anéchogènes et leurs parois parfois hyperéchogènes. La **taille** de la rate est évaluée subjectivement et variera entre les races de **chiens**. Ses rebords devraient être un peu moins effilés que ceux des lobes hépatiques. Chez le **chat**, une épaisseur de moins de 9mm au niveau du corps de la rate sera jugée acceptable.

Une **sonde linéaire de haute fréquence**, soit de 10 à 15 MHz, fournit des images plus détaillées en raison de la résolution spatiale accrue. La portion superficielle de la rate peut ainsi être mieux évaluée. Les filtres de l'appareil employés pour former cette image mettent en relief la capsule haute réfléchissante, de même que la paroi abdominale située en superficie. Le rein gauche est encore une fois visualisé en profondeur et comparé au parenchyme splénique. Remarquez que son cortex est moins échogène que le parenchyme splénique. Ce type de comparaison doit toutefois prendre en considération l'atténuation progressive des ultrasons dans les tissus. Ainsi, la comparaison de l'échogénicité doit idéalement se faire à même profondeur.

Le mode Doppler couleur met en évidence les **artères** et **veines spléniques**, au signal respectivement **rouge** et **bleu**. Remarquez la veine splénique principale qui traverse la capsule pour transporter un flux en direction de la veine porte, puis au foie. Dans cette même zone que le lobe gauche du pancréas sera recherché.



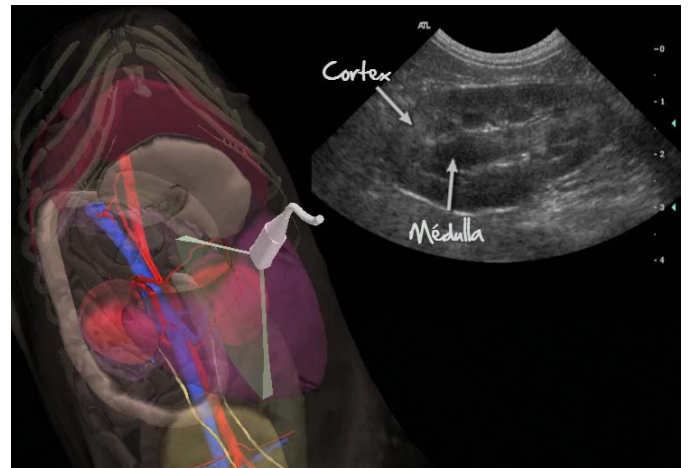
Les reins sont enfouis dans l'abdomen, dorsalement à l'intestin du côté droit et au côlon et à la rate du côté gauche. Le rein gauche est plus caudal que le droit et plus facilement accessible, bien qu'il puisse se retrouver en partie sous l'arche costale comme chez ce chien. La rate sert souvent de fenêtre acoustique pour imager le **rein gauche** et son échogénicité sert de repère pour évaluer celle du rein. Le **rein droit** est davantage enfoui et son accessibilité est parfois compromise par la superposition des dernières côtes droite et par les artéfacts engendrés par le contenu duodénal, colonique et cécal. Son pôle crânial se loge dans la fosse rénale du lobe hépatique caudé, dont l'échogénicité pourra être comparée. Il se retrouve à proximité du lobe droit du pancréas et servira de repère pour localiser ce dernier.

On remarque ici par transparence la relation anatomique entre le côlon et les reins. Le **contenu fécal** devra être contourné pour permettre aux ultrasons d'atteindre les reins. En profondeur, on retrouve l'**aorte** et la **VCC** qui s'étendent en portion médiane dorsale de l'abdomen, entre les 2 reins qui y sont connectés par les artères et veines rénales, respectivement. Les uretères quittent les bassinets pour s'étendre dans l'espace rétropéritéal jusqu'aux jonctions uretéro-vésicales, situées sur les faces dorsolatérale gauche et droite du col vésical.

Une **sonde convexe** peut faciliter l'examen des reins en raison d'une empreinte plus petite qui se manipule aisément. Avec le marqueur dirigé crânialement, on identifie d'abord le rein en plan longitudinal. Le **cortex** est plus échogène que la **médulla**, laquelle est presque anéchogène. Cette médulla est légèrement ondulée à sa périphérie.

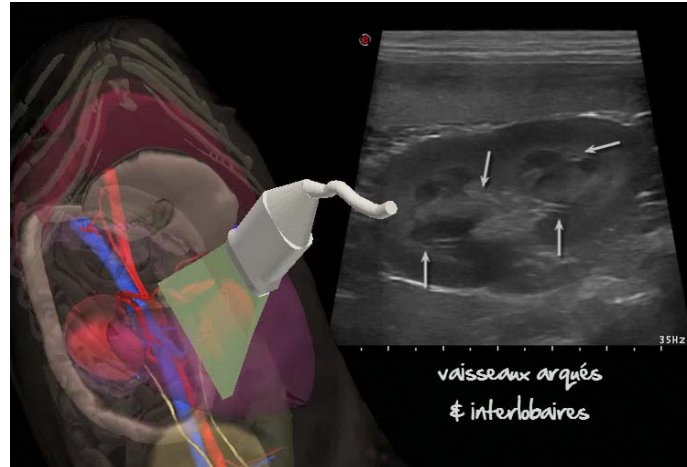
L'**artère et veine rénales** peuvent être suivies jusqu'à leur embouchure sur l'aorte et sur la VCC. Cet exercice sera utile pour identifier les surrénales, comme c'est le cas ici du côté gauche.

Par ailleurs, la mesure du **diamètre luminal de l'aorte** obtenue à ce niveau pourra être comparée à la longueur de chaque rein dans leur plan longitudinal, afin d'**estimer la taille des reins**, laquelle varie passablement chez les chiens de différentes tailles. En divisant la mesure obtenue pour la longueur de chaque rein par le diamètre de l'aorte, mesurée lors de la systole, soit à son diamètre le plus large, on obtient un ratio. Ce **ratio** devrait varier entre 5.5 et 9.1. Chez le **chat**, un rein de **3cm à 4.3cm de longueur** – en fonction de la taille chat – est jugé normal.



Après avoir bien évalué le **rein gauche** en plan longitudinal, la sonde sera ensuite tournée sur elle-même pour obtenir un plan transverse, le marqueur placé du côté droit, i.e. vers soi si l'on est droitier. Avec ce plan, le sinus rénal situé du côté médial sera placé à gauche sur l'image, alors que le cortex sera tourné latéralement. La **crête rénale** s'étendra aussi médialement et sera bordée par le bassinnet rénal. Ce **bassinnet** mesurera en hauteur médio-latérale moins de **2mm** la plupart du temps, mais pourra dilater lors de diurèse accrue. Ce plan permettra aussi la localisation de l'uretère s'étendant médialement puis caudalement, si dilaté. L'uretère ne sera pas visible en temps normal et son identification fera suspecter un processus inflammatoire ou obstructif. Comme pour le plan longitudinal, la sonde devra être glissée d'un pôle à l'autre pour couvrir tout le rein.

L'emploi d'une **sonde linéaire** de plus haute fréquence, soit d'environ 10 à 15 MHz, fournira des images de plus haute résolution et de meilleure qualité, surtout si les reins sont très superficiels. Le mode Doppler couleur permettra de visualiser les vaisseaux interlobaires, arqués et parfois de plus petits traversant le cortex. Un rein bien perfusé montrera une vascularisation homogène dans toutes ses sections. Ce mode pourra être utile pour distinguer certaines portions anéchogènes, comme le bassinnet et l'uretère, des vaisseaux sanguins. Finalement, une vascularisation

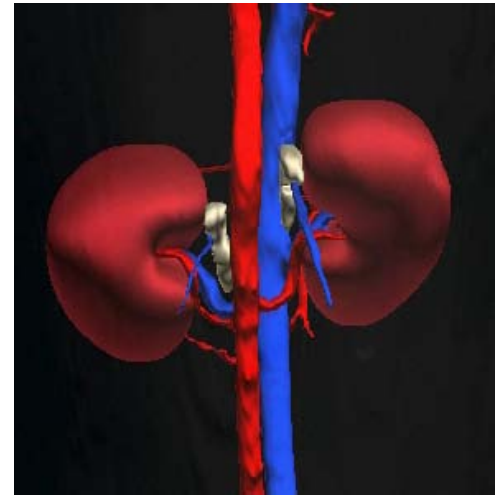


hétérogène pourra faire penser à un phénomène ischémique ou à une infiltration néoplasique ou inflammatoire. Certains de ces vaisseaux seront aussi devinés en mode B, surtout avec l'emploi d'une sonde de haute fréquence. Les vaisseaux arqués seront reconnus par leurs parois doubles hyperéchogènes à la jonction corticomédullaire. Remarquez aussi la **démarcation nette entre le cortex et la médulla** et la relation d'échogénicité entre ces 2 régions, et vis-à-vis le parenchyme de la rate située ventralement. Remarquez aussi le balayage complet du rein dans les 2 plans.

Une sonde convexe est particulièrement utile pour évaluer le rein droit chez le chien en raison de sa position plus dorsale et plus crâniale que le rein gauche. Une approche intercostale sera même parfois nécessaire, surtout chez le chien à thorax profond. En raison de l'angle de la sonde vis-à-vis ce rein, il apparaîtra généralement oblique sur l'image. La proximité du foie permettra de comparer leur échogénicité respective. Le cortex rénal sera normalement hypoéchogène à isoéchogène vis-à-vis le foie, mais à l'occasion hyperéchogène chez les vieux animaux et chez le chat obèse.

Le rein sera ensuite évalué en plan oblique. Le côlon qui apparaît de façon intermittente sur ces images peut limiter l'accès au rein droit. Il sera alors important de manipuler la sonde et d'appliquer une pression variable pour contourner ou déplacer le côlon et accéder au rein.

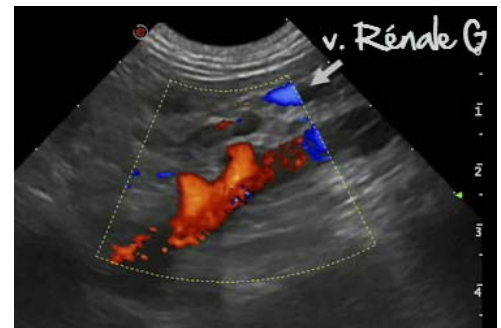
Comme leur nom l'indique, les glandes surrénales sont à proximité des reins, dans l'espace rétropéritonéal de l'abdomen dorsal. La **surrénale gauche** est située médialement et dorsalement au rein gauche, bordant la face latérale de l'aorte, tout juste crânialement à la veine rénale gauche. Ventralement, la surrénale gauche est imprégnée de la veine phrénicoabdominale gauche qui la divise en 2 lobes. La **surrénale droite** est quant à elle un peu plus crâniale et dorsale, située médialement et dorsalement au rein droit, et tout juste latéralement et dorsalement à la **VCC**. On retrouve aussi tout prêt de la surrénale gauche l'origine de l'artère mésentérique crâniale sur l'aorte, puis de l'artère céliaque tout juste crânialement, laquelle donne les artères splénique et hépatique.



En vue dorsale, on remarque bien la relation anatomique entre les surrénales et les vaisseaux avoisinants, soient l'aorte, la veine cave caudale, puis les artères et veines rénales. On remarque aussi une **veine phrénicoabdominale** du côté droit qui divise également la surrénale droite en 2 lobes. **La reconnaissance des structures vasculaires à proximité de chaque surrénale garantira leur identification.**

Une **sonde convexe** est généralement employée pour localiser la surrénale gauche et procéder à son examen, du moins initialement. Le mode Doppler peut faciliter la reconnaissance de la vascularisation régionale au rein gauche, facilitant l'identification de la glande surrénale.

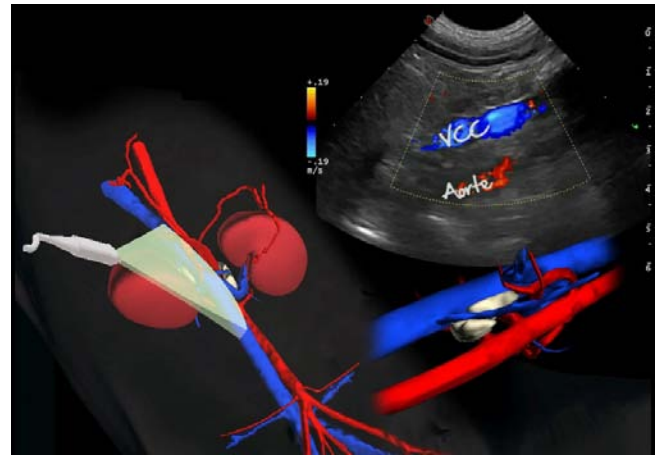
À partir d'un plan longitudinal du rein gauche, la **veine rénale** est d'abord identifiée, puis suivie jusqu'à ce que glisse ventralement à l'aorte pour rejoindre la VCC. Remarquez aussi la plus petite artère rénale gauche qui prend origine de l'aorte. Ce plan longitudinal où la sonde est dirigée de façon oblique vers la région centrodorsale de l'abdomen permet d'identifier l'**aorte** sur un même plan que la veine rénale gauche et de l'artère qui la suit, puis de retrouver la surrénale qui se trouve tout juste crânialement à ces 2 derniers vaisseaux. Remarquez par ailleurs le petit vaisseau phrénico-abdominal qui longe la surface ventrale de la surrénale, de même que les artères céliaque et mésentérique crânial qui sortent de l'aorte tout près de la position de la surrénale.



Lorsque la surface de l'abdomen est suffisamment plate et que la surrénale se retrouve à quelques cm de la peau, l'emploi d'une **sonde linéaire** est indiqué pour obtenir des images de plus haute résolution spatiale. Depuis un plan longitudinal du rein, les artères et veine rénales sont suivies en glissant la sonde médialement, en direction de l'aorte.

Remarquez ici la **forme caractéristique de la surrénale gauche**, soit celle d'une cacahuète plus ou moins aplatie, et son échogénicité très faible, se rapprochant de celle des vaisseaux. En cas de doute, l'emploi du Doppler couleur permet de différencier cette structure d'une lumière vasculaire. La médulla peut aussi apparaître un peu plus échogène, ce qui peut faciliter son identification.

L'identification de la **surrénale droite** peut représenter un plus grand défi, et ce, en raison de sa localisation plus dorsale et crâniale et les obstacles que représentent certaines portions du tube digestif dans cette région. Depuis le **rein droit** en plan longitudinal, examiné de façon oblique en orientant la sonde crânialement, derrière l'arche costale, la sonde est tournée doucement vers un plan presque dorsal pour localiser la **VCC** et l'**aorte**. À partir de ce plan, la sonde est retournée latéralement pour identifier la surrénale qui se retrouve tout juste latérale à la VCC, i.e. accolée à sa paroi et donnant parfois l'impression de pénétrer sa lumière en fonction du niveau de compression employé. Un léger mouvement latéromédial sera souvent nécessaire pour localiser cette surrénale.



En mode B, la même démarche sera préconisée, soit d'identifier d'abord le rein droit, puis de glisser la sonde médialement et en suivant la trajectoire de l'artère et veine rénales droites, pour atteindre la veine cave caudale qui apparaîtra ventrale à l'aorte. L'aorte sera aussi distinguée de la VC par sa pulsation évidente. Les matières fécales comprises dans le côlon ascendant et transverse seront la source d'artéfact d'ombrage acoustique et de réverbération, limitant parfois l'examen.

Alors que les 2 pôles de la surrénale gauche seront facilement distingués et symétriques, le **pôle crânial de la surrénale droite** sera plus difficile à discerner et prendra la forme d'une tête de flèche repliée latéralement. La veine phrénico-abdominale droite sera parfois reconnue longeant la portion centrale de la surrénale en plan presque horizontal, comme le montre la reconstruction anatomique sous l'image échographique.

Comme vu lors de ces clips vidéos, la **forme** de la glande surrénale variera en fonction de son côté, mais aussi entre les animaux. Elle sera par exemple plus aplatie chez les gros chiens et plus arrondie chez les petits chiens et particulièrement chez le chat. La mesure de son **épaisseur dorsoventrale** sera la plus représentative, et se situera en temps normal **entre 4 et 7mm** chez le **chien** et entre **3 et 4mm** chez le **chat**. Notons finalement l'impact qu'exerceront différents types de pathologies endocriniennes ou non sur la taille de ces surrénales.

## 11

### LA VESSIE

[3:09]

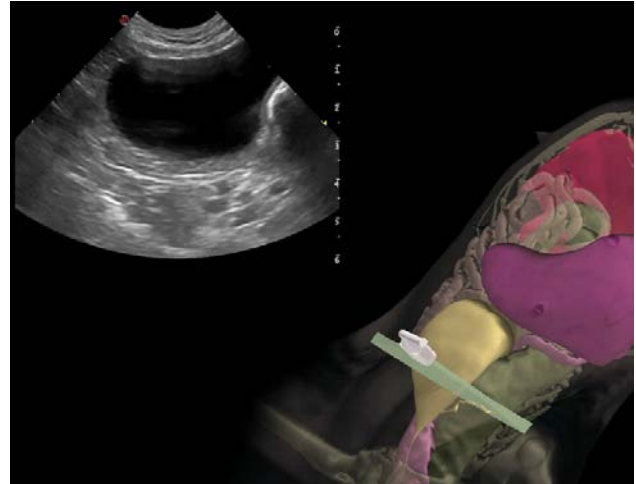
La vessie se trouve dans l'abdomen caudal, ventralement au côlon descendant et à l'utérus chez la femelle intacte. L'**urètre** s'y détache caudalement pour s'étendre dans le canal pelvien. La taille de la vessie dictera en partie la proportion de l'urètre qui est accessible par voie trans-abdominale, chez le chien, alors que chez le chat, cet urètre n'est généralement pas visible à moins d'obstruction. Le **trigone**, représentant la portion cônique caudale de la vessie, connecte avec l'urètre proximal, mais leur jonction n'est pas facile à identifier à l'échographie. On peut, chez plusieurs chiens, reconnaître les **jonctions urétéro-vésicales**, communément appelées papilles urétérales, situées dorsolatéralement sur le col de la vessie. Bien que les **uretères** ne soient pas visibles la plupart du temps, il arrive qu'une onde péristaltique apportant de l'urine vers la vessie les dilate suffisamment pour faire apparaître leur lumière alors anéchogène. Une vessie modérément distendue facilite son examen échographique.

En **plan longitudinal**, le marqueur placée en direction crâniale, la vessie est balayée de gauche à droite, d'une paroi latérale à l'autre. Bien que l'urine soit normalement **anéchoïque**, on remarque souvent une zone hyperéchogène en périphérie, surtout ventralement, conséquence d'un **artéfact de faisceau ultrasonore accessoire ou secondaire**, comme vu dans la section sur les artéfacts. Cet artéfact ne doit pas être confondu pour un sédiment urinaire, lequel se déplacerait en rotationnant le chien et présenterait une interface horizontale plane, parallèle à la surface de la table d'examen. Remarquez aussi la minceur de la **paroi vésicale**, qui est pratiquement invisible, en raison de la **distension** de la vessie. Une paroi pouvant atteindre 4 et même 5mm d'épaisseur sera observée chez certains chiens si la vessie est relativement vide. Il faut ainsi faire attention à ne pas interpréter une telle observation comme un signe de cystite. **L'épaisseur doit en effet être appréciée lors de distension modérée de la vessie.**

La sonde est ensuite glissée vers le **col** puis la **jonction vésico-urétrale** et l'**urètre proximal**. Chez cette chienne intacte, on remarque l'utérus situé tout juste dorsalement, puis le côlon encore plus dorsal, avec son contenu hautement atténuant provoquant une ombre acoustique.

En **plan transverse**, l'urètre puis la vessie sont de nouveau examinés, pour atteindre la zone apicale crâniale.

Une sonde convexe permet – de par la forme de la zone balayée - d'inclure la majorité de la vessie dans l'image. Une sonde linéaire pourra cependant être utile chez les plus petits patients.



Remarquez encore une fois l'utérus et le côlon situés du côté dorsal, et vers la gauche. Comme ces 3 structures peuvent facilement se déplacer, leur relation gauche-droite sera variable.

## 12

### APPAREIL REPRODUCTEUR

[8:14]

Bien que les glandes mammaires et la région vulvaire et vaginale puissent être échographiées, surtout lors de tuméfaction, l'examen échographique se concentre généralement sur les organes internes. L'**utérus** s'étend entre la **vessie** et l'**urètre**, ventralement, et le **côlon**, dorsalement. Alors que le corps et le col utérin sont échographiés aisément par voie trans-abdominale, la portion vaginale est généralement inaccessible. Deux **cornes utérines** quittent le corps utérin crânialement, se dirigeant de façon sinueuse dans la cavité abdominale, pour atteindre la région ventro-latérale aux reins, endroit où chaque **ovaire** peut être reconnu. Ces ovaires mesurent environ 2cm de longueur chez la chienne et 1cm chez la chatte, alors que les cornes mesurent entre 3 et 8mm durant l'anestrus, expliquant la difficulté à les localiser chez certaines chiennes, et surtout chez la chatte. **Évidemment, la taille du tractus variera en fonction du cycle œstral et donc plus facilement détectable en période de chaleur.**



Remarquez la proximité des ovaires avec les **reins**. L'identification des reins servira en fait de bon point de départ pour localiser ces ovaires, surtout lorsque les cornes ne sont pas suffisamment larges pour être identifiées et suivies crânialement.

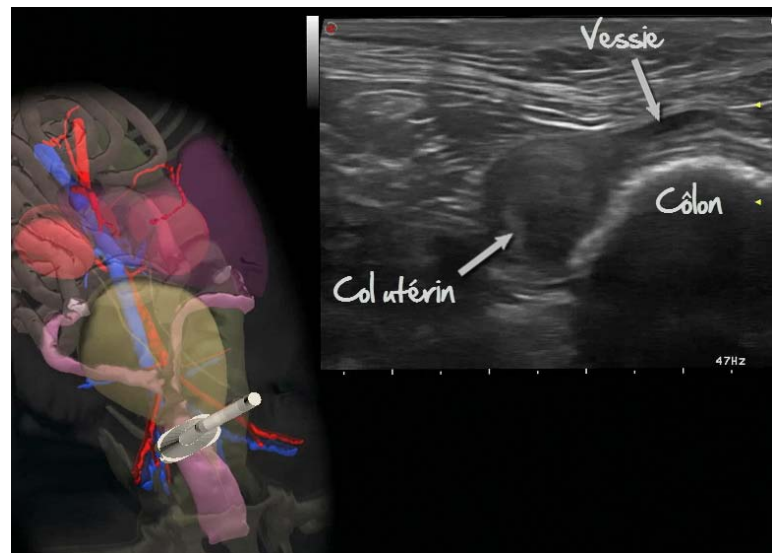
À l'instar du scrotum et des testicules qui peuvent être facilement évalués à l'échographie, la **prostate** est généralement accessible par voie trans-abdominale, du moins en partie. Une sonde transrectale pourra aussi être employée pour compléter l'examen, surtout lorsque la prostate se retrouve intra-pelvienne, ou lors de suspicion de masse ou de kyste s'étendant dans le canal pelvien. Une **vessie bien distendue** entraînera crânialement la prostate, facilitant ainsi son examen. Les **lobes prostatiques** pourront être reconnus, entourant la portion proximale de l'urètre. Alors qu'une prostate de chien castré en jeune âge sera petite et de faible échogénicité, la prostate d'un chien intact sera progressivement grosse, sphérique et hyperéchogène. Toutefois, quelque soit le statut hormonal, les lobes prostatique demeurent normalement symétriques et homogènes. De petits kystes anéchogènes sont toutefois attendus lors d'hyperplasie bénigne.

Remarquez la proximité des ovaires avec les **reins**. L'identification des reins servira en fait de bon point de départ pour localiser ces ovaires, surtout lorsque les cornes ne sont pas suffisamment larges pour être identifiées et suivies crânialement.

L'emploi d'une **sonde linéaire** peut être bénéfique pour l'évaluation des ovaires et de l'utérus, à condition que ces structures soient suffisamment superficielles. Ici, on remarque la proximité de l'ovaire gauche avec le rein et la rate. L'ovaire est ovale, légèrement irrégulier et hétérogène en raison de la présence de nombreux de corps jaunes chez cette femelle en diestrus.

La sonde est ensuite glissée caudalement pour identifier la **corne utérine gauche** et la suivre vers le corps utérin. Cet exercice n'est pas toujours facile, surtout lorsque la corne est petite et lorsque le contenu digestif et l'obésité de la patiente limitent sa visibilité. Cette corne sinueuse doit aussi être différenciée d'une anse intestinale, dont la paroi est cependant plus épaisse et démontrant une activité péristaltique et un contenu parfois gazeux. La connexion avec le corps de l'utérus n'est pas facile à visualiser. On remarque ici la proximité de la vessie remplie d'urine, à droite de la portion caudale de la corne utérine gauche.

**Un plan transverse facilite l'identification du corps et du col utérin**, et leur distinction vis-à-vis le côlon descendant et la vessie. Ici, la région du col utérin est encore proéminente chez cette chienne tout juste en période diestrals. Ce col montre souvent une forme de cible en plan transverse. Le côlon et ses matières fécales ombrageuses est situé à sa gauche et dorsalement, alors que le col vésical aplati est visible à gauche et ventralement. En déplaçant la sonde crânialement, on remarque que le corps de l'utérus est plus petit, comparativement au col.



En **plan longitudinal**, on remarque bien les replis intérieurs arrondis du col utérin, ainsi que les différentes couches pariétales de l'utérus en phase diestrals précoce. Ces couches sont plus évidentes en proestrus, oestrus, métrustrus et



début de la diestrus, alors qu'elles disparaissent en phase diestrals avancée et lors de l'anestrus. Ceci s'applique également aux cornes.

Après avoir bien examiné puis mesuré le diamètre du col utérin, la sonde est glissée crânialement en plan transverse vers l'émergence de la **corne droite** et suivant sa trajectoire à droite de la vessie. La corne est ensuite suivie en direction de l'**ovaire droit**. Remarquez les couches pariétales relativement distinctes, ce qui est typique du début diestral chez cette patiente. L'ovaire droit est éventuellement reconnu tout juste derrière le rein droit. Il est ovale et hypoéchogène, mesurant moins de 1cm de longueur chez cette chienne.



Chez le **chien mâle**, la **prostate** est identifiée en plan transverse depuis le col de la vessie. La sonde est glissée caudalement depuis le col pour identifier une petite structure bilobée, d'échogénicité moyenne, comme c'est le cas-ci chez ce jeune chien intact, entourant l'urètre prostatique dont la lumière contenant un peu d'urine anéchogène est visible, mais dont la paroi se confond au tissu prostatique. Une sonde convexe est généralement plus utile en raison de sa petite empreinte qui peut être plus facilement glissée et orientée vers le canal pelvien. Une sonde linéaire peut toutefois être employée chez certains patients, surtout si l'empreinte n'est pas trop longue et que la prostate est bien avancée crânialement. La sonde est glissée caudalement et crânialement pour couvrir toute la prostate, examinant du même coup l'urètre prostatique et le col vésical.

En **plan longitudinal**, on remarque la forme ovale à fusiforme de la prostate normale, ainsi que la lumière de l'urètre qui la traverse. Le côlon et son contenu provoquant un ombrage embrouillé accompagné de réverbération est identifié dorsalement à la vessie, tout juste crânialement.

De retour au **plan transverse**, on remarque en passant deux petites protrubérances faisant protrusion dans la lumière du col vésical, du côté dorsal. Il s'agit des papilles urétérales ou jonctions urétéro-vésicales. L'examen des papilles et l'observation du jet urétéral, comme vu dans la section sur l'emploi du Doppler couleur et énergie, sera effectué lors de suspicion d'uretère ectopique ou d'urétérocèle.

Chez le **chien intact mature**, la prostate devient plus grosse en raison de l'influence de la testostérone. Cette **hyperplasie** se traduit par une augmentation de volume symétrique des 2 lobes ainsi qu'une hyperéchogénicité uniforme. De petits kystes anéchogènes pourront aussi apparaître. Remarquez ici le contour lisse des lobes prostatiques et leur démarcation franche vis-à-vis les gras environnants. Cette démarcation sera souvent affectée lors de prostatite ou de tumeur prostatique. Les lobes semblent un peu asymétriques, ce qui est toutefois expliqué par l'angle oblique employé pour évaluer la prostate.

Remarquez aussi la zone anéchogène s'étendant depuis le centre de la prostate, expliquée par la présence de l'urètre et du raphé médian, et en partie par un phénomène de réfraction.

En **plan longitudinal**, cette grosse prostate s'étend au-delà de la surface balayée. Sa portion caudale disparaît sous l'ombrage acoustique provoqué par l'os pubien. L'urètre prostatique est encore une fois visible.

Le **petit intestin** occupe une large portion de la cavité abdominale et se retrouve, de façon générale, principalement du côté droit, à proximité de la paroi abdominale droite et de la paroi abdominale ventrale. Le jéjunum représente son principal segment, relativement libre dans la cavité péritonéale, alors que l'iléon est le plus court et plus profond.

Le **côlon** se divise en portion descendante, longeant l'abdomen du côté gauche, portion transverse, s'étendant caudalement à l'estomac, puis en portion ascendante du côté droit de l'abdomen. À la jonction iléocolique se retrouve le cécum, plus volumineux et normalement rempli d'air chez le chien, alors qu'il est petit et vide chez le chat.

Le **duodénum** est le premier segment du petit intestin, divisé en portion crâniale qui se connecte au pylore, en portion descendante qui longe la paroi abdominale droite, puis en portion ascendante qui devient le jéjunum dans l'abdomen moyen, caudalement à l'estomac.

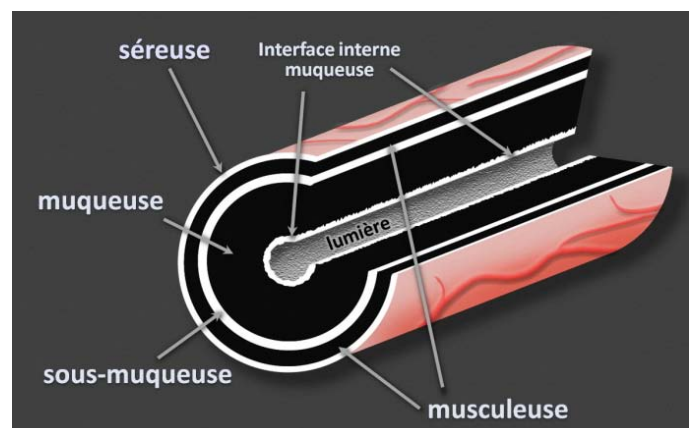
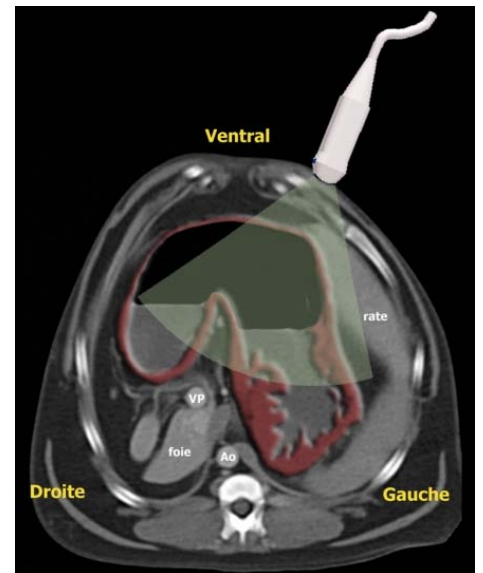
L'**estomac** est aussi divisé en quelques sections, soit l'antrum pylorique qui rejoint le duodénum via le canal pylorique, le corps s'étendant ventralement, le fondus à gauche, puis le cardia près de l'arrivée de l'œsophage. La reconnaissance de ces diverses relations anatomiques facilitera grandement l'évaluation échographique du tube digestif.

La **radiographie** demeure un outil important pour l'évaluation globale du tube digestif. L'air que contient ce tube représente un excellent milieu de contraste qui facilite son identification. À la radiographie, la position, le diamètre et le contenu du tube digestif peuvent être évalués et certains corps étrangers sont détectés, dans la mesure où leur opacité est suffisamment différente du contenu luminal. Une série barytée peut aussi être effectuée, mais comporte plusieurs limites.

L'emploi de l'échographie a été pendant longtemps limité par certains aspects technologiques d'une part, mais aussi par la présence d'**artéfacts**. En dépit de certains facteurs limitant qui persistent, l'échographie permet, contrairement à la radiographie, une évaluation directe de la paroi du tube digestif et des organes annexes. Ainsi, cette modalité est maintenant reconnue comme un test globalement plus utile, bien que mieux employée lorsque combinée à la radiographie.

Alors que les progrès technologiques ont permis de franchir certaines barrières, **le principal obstacle à l'échographie digestive demeure son contenu luminal**, lequel engendre de nombreux artéfacts nuisibles. Un déplacement judicieux de la sonde échographique vers de meilleures fenêtres acoustiques nous permettra d'atteindre et d'examiner la majorité des portions d'intérêt.

Les **couches pariétales** sont généralement bien distinctes à travers tous les segments. L'altération de ces parois sera fortement




considérée lors du diagnostic. Parmi les critères échographiques, l'épaisseur pariétale et l'intégrité des différentes couches ou strates seront les plus significatives.


L'anatomie échographique du tube digestif est relativement simple. D'abord, la **séreuse**, soit la couche externe, apparaîtra comme une mince ligne hyperéchogène. On retrouvera ensuite vers le centre la **musculeuse**, qui sera anéchogène, la **sous-muqueuse**, hyperéchogène, puis la **muqueuse**, à nouveau anéchogène. La surface interne de la muqueuse sera souvent tapissée de mucus et de petites bulles d'air et apparaîtra hyperéchogène. La **lumière** sera généralement vide, ou remplie d'une petite quantité de liquide.

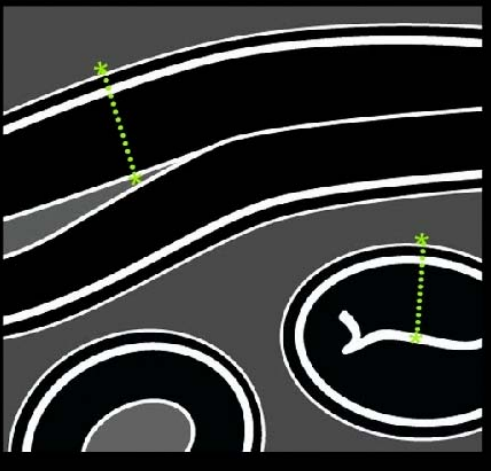
Mesures normales

Estomac	2-5 mm
Duodénum	3-6 mm
Jéjunum	2-5 mm
Iléon	2-4 mm
Colon	2-3 mm



Estomac	1.7-3.6 mm
Duodénum	2.0-2.5 mm
Jéjunum	2.0-2.5 mm
Iléon	2.5-3.2 mm
Colon	1.4-2.5 mm





L'apparence des parois intestinales variera en fonction du plan examiné.

Les segments traversant le plan de coupe de façon perpendiculaire auront une forme annulaire avec des couches concentriques, alors que les segments longeant le plan de coupe montreront des couches linéaires ou courbes. Remarquez sur cette animation l'apparence variable des différentes couches

pariétales, depuis la lumière vers la périphérie, en fonction du plan de coupe et du niveau de dilatation luminale. Les parois seront ensuite **mesurées**, en plaçant un premier curseur sur la surface externe de la séreuse et un deuxième sur la surface interne de la muqueuse. L'épaisseur sera variable à travers les segments digestifs. Chez le chien, le duodénum sera le plus épais, alors que le côlon sera le plus mince. L'épaisseur sera généralement proportionnelle à la taille du chien. L'épaisseur relative des segments digestifs sera différente chez le chat. En effet, le segment intestinal le plus épais sera l'iléon chez cette espèce. Comme pour le chien, remarquez la variabilité de l'épaisseur de l'estomac, car influencée par le niveau de dilatation. Ce facteur devra être pris en considération lors des

mesures. Ces valeurs normales établies ont été pour la plupart sur des tubes digestifs vides.

Une sonde convexe à **petite empreinte facilitera l'évaluation de l'estomac**. En plan sagittal au patient, le marqueur placé crânialement, le fondus est d'abord évalué en **plan transverse vis-à-vis l'estomac**. Chez ce chien, le **fondus** est légèrement rempli de liquide anéchogène qui occupe justement cette portion de la lumière gastrique en raison du décubitus dorsal. On note les replis gastriques faisant protrusion dans la lumière de l'estomac. Employant par moment un plan légèrement oblique pour bien visualiser tout le fondus, la sonde sera ensuite glissée vers le centre de l'abdomen pour évaluer le **corps gastrique**, puis vers la droite jusqu'à l'antrum pylorique, portant attention aux différentes couches pariétales. Remarquez ici la musculeuse proéminente de cette région de l'estomac. La **région pylorique** sera ensuite examinée en plan transverse jusqu'à l'apparition du duodénum proximal.

La sonde sera ensuite tournée à 90 degrés pour évaluer l'estomac dans un **plan longitudinal**, le marqueur déplacé vers soi, puis l'estomac sera à nouveau examiné, jusqu'à la **jonction gastro-duodénale**.

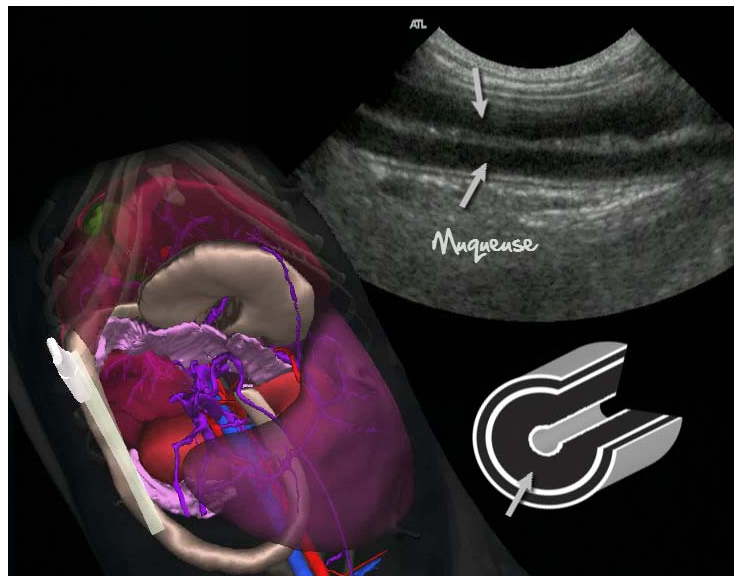
Sur cette nouvelle boucle, remarquez la granularité accentuée des images obtenues avec un plus ancien appareil, toujours chez le même chien, mais à un autre moment. Ce **bruit** fait partie des facteurs corrigés avec les appareils d'aujourd'hui. Remarquez que l'estomac était complètement vide durant cet autre examen.

Dans certaines conditions et particulièrement chez les plus petits patients, l'emploi d'une **sonde linéaire** peut être indiqué, pour obtenir des images de plus haute résolution. Ici, on remarque très bien les replis gastriques et les différentes couches de la paroi.

Le **duodénum** sera d'abord examiné à sa jonction avec l'estomac. La visibilité de cette jonction sera affectée par la présence d'air et d'ingesta dans l'antrum pylorique, tout comme la présence d'air et de matières fécales dans le côlon transverse qui se retrouve tout juste caudalement. Le duodénum est ensuite suivi en plan transverse longeant sa courbure crâniale, pivotant la sonde, laquelle est placée sous l'arche costale, en pressant légèrement au besoin, ou encore entre les 2 dernières côtes. La portion descendante est ensuite examinée sur toute sa longueur.

Remarquez ici la **muqueuse proéminente du duodénum** chez le chien. Ce segment est le plus épais du tube digestif. Ce plan de coupe nous servira aussi à localiser le lobe droit du pancréas qui longe le duodénum et à travers lequel se propage la veine pancréatico-duodénale servant de repère anatomique.

Remarquez aussi la muqueuse duodénale qui apparaît granulaire sur ces images en raison du bruit. Vous verrez ce bruit disparaître sur le prochain clip avec l'emploi d'une sonde linéaire et de filtres particuliers sur un autre appareil. Plusieurs organes apparaîtront de chaque côté du duodénum lors du balayage de la sonde.



La sonde sera ensuite pivotée sur elle-même, le marqueur dirigé crânialement, pour obtenir un **plan longitudinal** du duodénum. Les couches pourront être à nouveau examinées dans ce plan de coupe. Remarquez la présence de dépression dans la muqueuse ventrale, représentant les **plaques de Peyer**, lesquelles sont souvent proéminentes chez le jeune chien.

Une **sonde linéaire** sera aussi employée si une évaluation approfondie de la paroi duodénale est indiquée. Il sera toutefois plus difficile de suivre le duodénum descendant sous l'Arche costale pour atteindre l'estomac étant donné la taille de la sonde. Remarquez ici la proximité du rein droit et de quelques segments jéjunaux, dont la paroi - et particulièrement la muqueuse - est plus mince.

Le **jéjunum** représente la grande majorité du petit et se retrouve distribué de façon aléatoire dans les cavités abdominales. Cette distinction avec le duodénum descendant sera facile en raison de la position et l'épaisseur duodénale. Le jéjunum sera normalement d'épaisseur relativement identique sur toute sa longueur. Bien qu'il soit difficile de le suivre d'un bout à l'autre, un balayage de tout l'abdomen sera effectué alors que les anses seront évaluées et mesurées au besoin. L'épaisseur pariétale comme pour les autres segments intestinaux sera en général proportionnelle à la taille du chien. Ce qui explique l'intervalle des valeurs normales

rapportées. Une sonde linéaire de haute fréquence de 10 à 15 MHz sera aussi employée pour accroître la résolution des images et faciliter l'appréciation des différentes couches pariétales. Remarquez ici l'épaisseur relativement constante des segments jéjunaux qui se succède sur les images en plan transverse, oblique et longitudinal comparativement au duodénum descendant dont la paroi plus épaisse se démarque.

L'**iléon** est un court segment se caractérisant par sa paroi un peu repliée vers la lumière, se retrouve plus facilement après avoir d'abord identifié sa jonction avec le côlon dans l'abdomen moyen souvent à droite de la ligne blanche. Ce segment montre une forme caractéristique de **rosette** en plan transverse chez le **chat**.

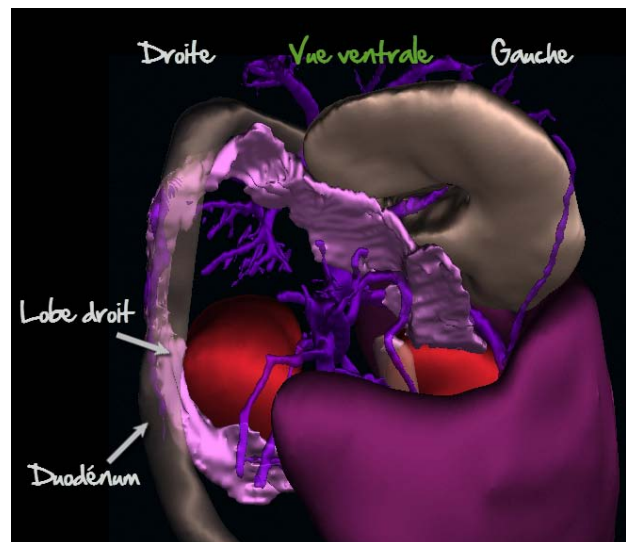
L'évaluation du **côlon** peut se faire avec une sonde convexe ou linéaire de fréquence plus élevée comme dans cet exemple permettant de mieux voir sa paroi. Bien que sa paroi ventrale soit généralement accessible, la présence de matière fécale et de gaz provoque des artéfacts d'ombrage et de réverbération limitant l'accès au tissu en profondeur de leur interface. Remarquez la minceur de la paroi du côlon dont les couches sont toutefois bien distinctes. Le côlon sera suivi en plan transverse depuis sa portion descendante longeant la paroi abdominale gauche vers les portions transverses puis ascendante jusqu'au caecum. L'évaluation en plan longitudinal complétera notre examen.

# 14

## LE PANCRÉAS

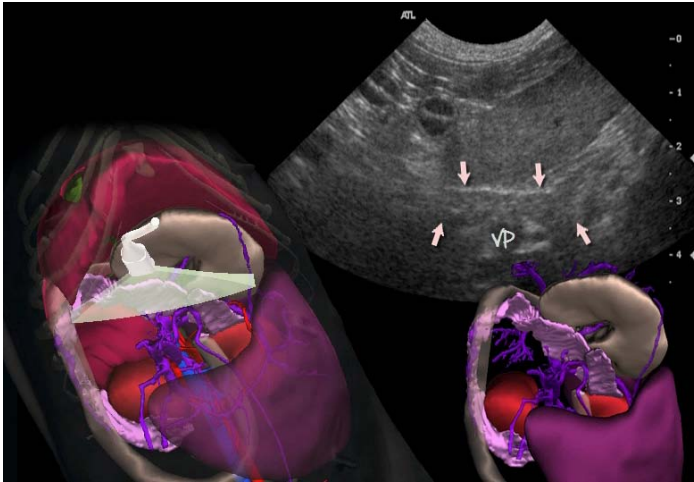
[5:26]

Le pancréas est situé à proximité de l'estomac et du duodénum. Son **lobe droit** longe la portion descendante du duodénum, et donc la paroi abdominale droite, ventralement et latéralement au rein droit. Sa portion caudale se détache du duodénum, se dirigeant vers l'abdomen central. Le **corps** du pancréas est court, à la jonction des lobes droit et gauche. Il se situe tout juste caudalement à la jonction gastro-duodénale et ventralement et du côté droit de la **veine porte**. Cette veine sert d'ailleurs de repère anatomique important pour localiser cette section du pancréas. Le **lobe gauche**, un peu plus large, s'étend caudalement à l'estomac, pour atteindre une zone triangulaire délimitée par la rate, latéralement, le rein gauche, caudodorsalement, et le fondus gastrique crânialement. Le lobe gauche longe en partie la veine splénique, laquelle se dirige vers la veine porte du côté crânial. Le lobe gauche est en partie enfoui dans le gras omental et mésentérique, rendant son identification plus difficile chez le chien du moins. Chez le chat, ce lobe sera plus facilement visible en raison de la visibilité accrue du canal pancréatique qui le traverse. Les branches veineuses pancréatico-duodénales qui longent et traversent le lobe droit du pancréas faciliteront l'identification de celui-ci, surtout chez le chien.



En vue dorsale, on remarque la proximité du lobe droit du pancréas avec le rein droit et le duodénum, mais également son extension crâniale sous l'arche costale, limitant son accessibilité à l'échographie. Remarquez aussi la proximité du foie, permettant d'en comparer l'échogénicité. Les segments ascendant et transverse du côlon, qui apparaissent en vert ici, peuvent, en raison

de leur contenu, nuire à l'identification et l'évaluation du pancréas, tout comme l'air contenu dans le duodénum et l'estomac.



Le corps et le lobe gauche du pancréas peuvent être identifiés à partir d'un **plan transverse vis-à-vis la veine porte**, laquelle peut être identifiée à partir de ses branches intrahépatiques. La visualisation de la VP sera interrompue dans ce cas-ci par l'artéfact de réverbération émanant de l'antré pylorique. La VP sera bien visible tout juste caudalement au pylore.

Une fois la VP localisée, l'attention se dirige alors tout juste

ventralement, où se situe la portion proximale du lobe gauche. **Un pancréas normal sera difficile à identifier, en raison de son échogénicité similaire aux gras environnants.** Heureusement, lors de pathologie, l'échogénicité du pancréas sera généralement altérée, facilitant sa visualisation. Remarquez ici la proximité du **côlon transverse** qui apparaît de façon intermittente sur l'image lors de la respiration du patient.

La région où s'étend le lobe gauche du pancréas est délimitée caudalement par le **rein gauche**, ventrolatéralement par la **rate** et crânialement par l'**estomac**. La **veine splénique** peut aussi être suivie chez certains patients depuis la rate jusqu'à sa terminaison dans la VP, balayant du même coup la région du pancréas et facilitant l'identification de lésion.

L'identification sur une même image de la VP en plan longitudinal et de la jonction pylorique en plan transverse peut servir de départ pour localiser l'extrémité gauche du corps du pancréas.

En maintenant le plan de balayage transverse au pylore et au duodénum proximal, l'examen du corps du pancréas peut être complété. Ensuite, poursuivant la trajectoire du duodénum descendant qui longe la paroi abdominale, le **lobe droit** du pancréas peut être suivi et examiné à son tour.

En plan transverse, le lobe droit apparaît souvent triangulaire et montre une veine anéchogène qui le traverse de façon sinueuse. Cette **veine pancréatico-duodénale** représente un repère anatomique utile. Remarquez le foie légèrement hypoéchogène au pancréas situé latéralement et le côlon ascendant situé médialement. Quelques segments jéjunaux apparaissent aussi sur les images.

Caudalement, le lobe droit quitte la paroi duodénale pour se diriger vers le centre de l'abdomen. Remarquez aussi la présence du **rein droit**, situé médialement et dorsalement au lobe droit du pancréas et au duodénum.



Finalement, le lobe est examiné en **plan longitudinal**. L'échogénicité du pancréas peut être à nouveau comparée à celle du foie. Normalement, le pancréas est isoéchogène à légèrement hyperéchogène vis-à-vis ce dernier. Remarquez la trajectoire sinueuse de la **veine pancréatico-duodénale** qui traverse le lobe pancréatique.

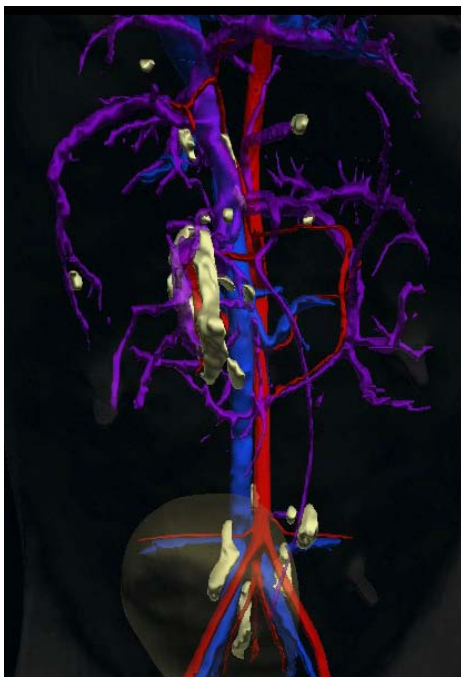
Comme mentionné précédemment, le **canal pancréatique** est plus souvent visible dans le lobe pancréatique gauche du chat, servant ainsi de repère anatomique pour l'identification du pancréas chez cette espèce, contrairement au chien chez qui il est rarement visualisé.

# 15

## LES NŒUDS LYMPHATIQUES

[6:08]

La cavité abdominale comporte multiples NL, de couleur beige dans cette animation, qui assistent au drainage lymphatique des nombreux organes et structures abdominales. Ces nœuds sont pour la plupart situés à **proximité de vaisseaux** qui peuvent être identifiés à l'échographie et servant ainsi de **repères anatomiques**.



En vue dorsale, on remarque d'abord l'un des principaux groupes de NL, soit les **sous-lombaires**, bordant l'extrémité caudale de l'aorte et de la VCC, au site de la bifurcation des vaisseaux iliaques. Les **iliaques médiaux** sont les plus gros et normalement visibles chez tous les patients, alors que les hypogastriques, plus caudaux et au centre, peuvent aussi être identifiés lorsqu' hypertrophiés. Ce groupe de nœuds draine les uretères, la vessie, l'utérus ou la prostate, les gonades ainsi que la région pubienne et péripelvienne. L'examen de ces nœuds est particulièrement indiqué lors de processus néoplasique impliquant l'une de ces structures.

L'autre principal groupe de NL se retrouve au centre de l'abdomen, enfoui dans le **mésentère**, longeant les veines mésentériques et jéjunales. Plusieurs de ces nœuds sont suffisamment gros pour être visibles à l'échographie, alors que les plus petits sont identifiés

lors de lymphadénomégalie ou lors de changements d'échogénicité. La présence du tube digestif et de son contenu peut parfois nuire à l'identification des NLs mésentériques ou jéjunaux. Ces nœuds drainent surtout le jéjunum, l'iléon et le pancréas.

Finalement, on retrouve de façon plus isolée, et en nombre variable, les **NLs coliques**, longeant le côlon descendant, les **NLs spléniques**, longeant la veine du même nom ainsi que le lobe gauche du pancréas, le **NL gastrique**, le **NL pancréaticoduodénal**, longeant la courbure duodénale crâniale, et le groupe de **NLs hépatiques**, longeant la veine porte. Ces NLs font partie de l'examen échographique, particulièrement lors de bilan d'extension oncologique.

Une **sonde convexe** est souvent employée pour localiser les **NL mésentériques**. Ces nœuds sont ici identifiés sur un plan de



coupe transverse vis-à-vis le patient, posant la sonde tout juste à droite de la région ombilicale. L'identification des veine et artère mésentériques crâiales, qui traversent de façon sinueuse l'abdomen à l'intérieur de ce plan de coupe transverse, permet ensuite de reconnaître les nœuds qui les longent. **Ces nœuds sont d'échogénicité et d'échotexture similaires à la rate.** Leur fine granularité contraste avec le gras environnant, bien que leur échogénicité soit en temps normal très semblable.

En **plan longitudinal**, on reconnaît la forme effilée de ces nœuds, bien qu'une extrémité soit souvent arrondie. Leur capsule est fortement échogène, mince, lisse et bien définie. En épaisseur, ces nœuds peuvent atteindre environ **3-4mm** chez le chat et jusqu'à environ **8-9mm** chez le chien de grande taille. Notons qu'ils sont souvent plus proéminents chez les animaux en croissance. On remarque ici la pulsation de l'artère mésentérique crâniale qui nous permet de confirmer la présence de NL adjacents.

Une **sonde linéaire** de plus haute fréquence peut aussi être employée pour optimiser la qualité des images en raison de la résolution spatiale accrue. En mode Doppler couleur, on remarque à nouveau la vascularisation mésentérique intimement associée aux NL jéjunaux.

Remarquez aussi la fine granularité, ou échotexture, de ces nœuds, ainsi que la capsule lisse, hyperéchogène et bien délimitée. Malgré une échogénicité similaire à celle des gras environnants, c'est la visualisation de la capsule et la différence d'échotexture qui servent à les reconnaître. L'échogénicité est d'ailleurs normalement homogène, bien qu'une légère hypoéchogénicité soit parfois notée en zone périphérique, particulièrement chez les jeunes animaux. On peut finalement observer dans ce nœud une vascularisation hilare qui disparaîtra plus souvent lors d'infiltration néoplasique.

Comme pour l'identification des NL mésentériques, celle des **NLs sous-lombaires** est grandement facilitée par la localisation, d'abord, de l'**aorte** et de la **VCC**, puis de leur **bifurcation** caudale. La **vessie**, située ventralement, peut également servir de fenêtre acoustique et représente un bon point de départ dans la recherche de ces vaisseaux. Remarquez ici la forme aplatie de la VCC en raison de la pression exercée par la sonde, contrairement à l'aorte, à sa gauche, mais à droite sur l'image **transverse**, qui demeure circulaire. En glissant la sonde caudalement, toujours en plan transverse, l'attention est maintenant portée à gauche et à droite de ces vaisseaux afin d'identifier les nœuds lymphatiques iliaques médiaux, lesquels sont généralement apparente chez le chien normal, et surtout du côté droit.

En **plan longitudinal**, on remarque à nouveau la forme ovale à fusiforme du NL, son échogénicité moyenne et sa texture très fine. La surface ventrale de la colonne vertébrale apparaît en profondeur. En plan longitudinal, puis transverse, on remarque l'artère iliaque externe droite anéchogène, qui pulse à l'image, située tout juste médialement à ce NL.