

# Sémiologie élémentaire et artéfacts en échographie

X Demondion

L Lemaitre

# Artefacts en échographie

**Les artéfacts ultrasonores**

**JC Vandroux**

CHU Limoges

Artéfacts et images pièges en échographie

Artifacts and pitfalls in ultrasound images

A. Mrani Zentar\*, G. Sebti, S. Alj, H. Jalal, M. Ouali Idrissi,  
N. Cherif Idrissi Ganouni

Service de radiologie, CHU Mohamed VI, Marrakech, Maroc

- Les artéfacts conséquence de phénomènes physiques qui modifient les images échographiques par rapport aux coupes anatomiques correspondantes.
- Problèmes d'absorption différente par les tissus ou à des réflexions inadéquates du faisceau d'ultrasons
- Modifie les images échographiques en créant de fausses structures anatomiques **mais également êtres utiles en séméiologie échographique.**

Ces artéfacts en échographie B correspondent soient à des échos surajoutés, soient à des échos absents, soient à des déformations au niveau de l'image.

**Les artéfacts peuvent gêner l'interprétation ou conduire à des erreurs. Ils peuvent cependant être utile et servir à la reconnaissance et la caractérisation des lésions**

## ► **Artéfacts liés à la physique**

- Cône d'ombre / Ombre de bord
- Renforcement postérieur
- Image en miroir
- Réverbération
  - échos retardataires
  - Image en queue de comète
- Diffusion, dispersion

## ► **Artéfacts liés à la technologie**

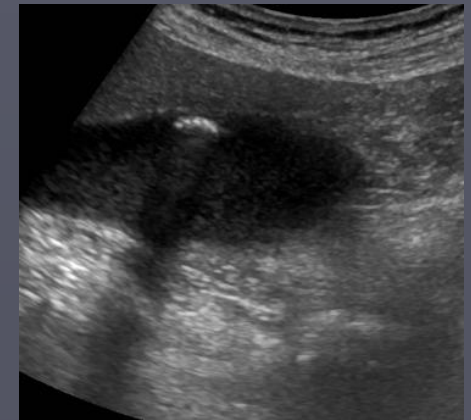
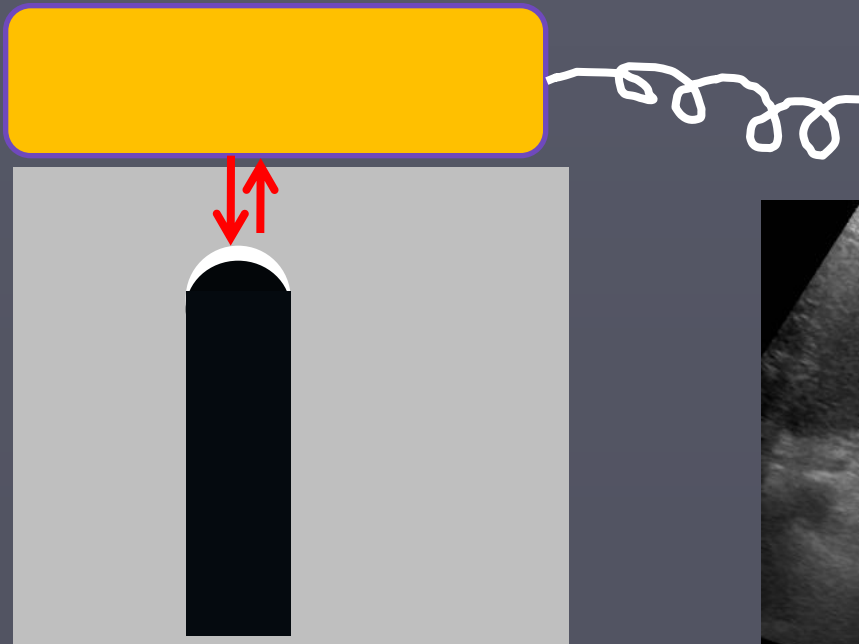
- lobes latéraux épaisseur de coupe (volume partiel)
- Lié au réglage de l'échographe: réglage du gain (TGC) ...
- Liés dysfonctionnements de l'échographe ( logiciel et matériel) et des capteurs

## ► **Liés l'environnement (champ électromagnétique, alimentation...)**

# **Les artéfacts liés aux phénomènes physiques**

# Cône d'ombre postérieur

- ▶ Le cône d'ombre acoustique se retrouve en arrière d'une structure très réfléchissante ou absorbante et de dimension suffisante.
- ▶ Le rayon incident est réfléchi en (quasi) totalité et la quantité d'énergie transmise est (quasi) nulle



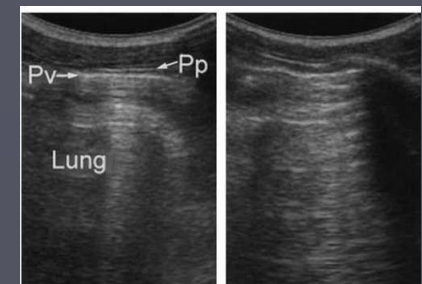
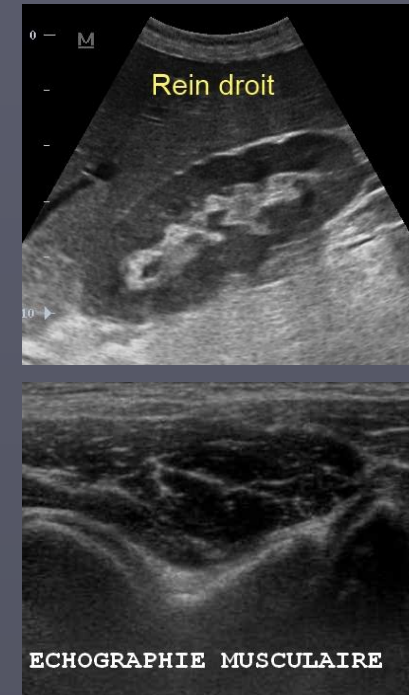
# FORMATION DE L'IMAGE

## ► Interface

- foie/rein = 6% réflexion

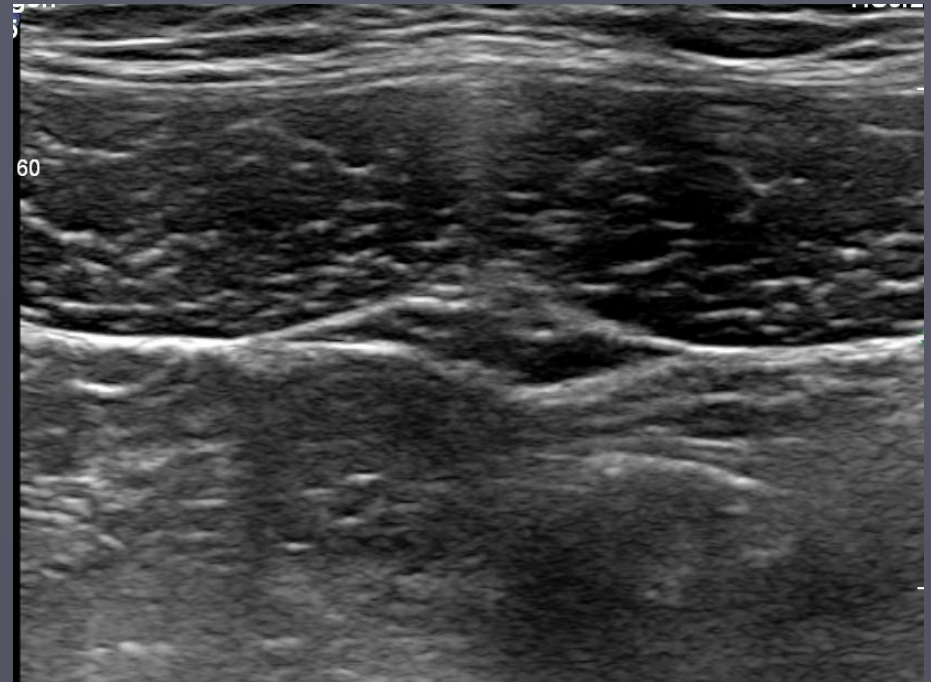
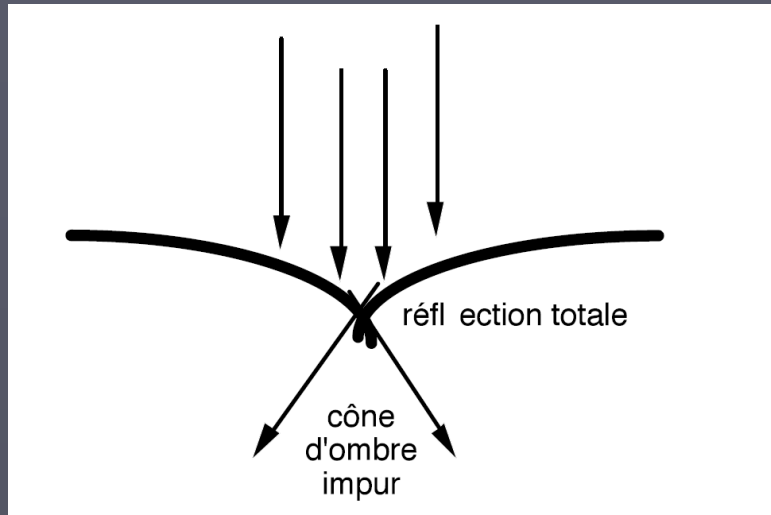
- muscle/os = 40% réflexion

-tissus mous/air = 100% réflexion



# cônes d'ombre de séparation.

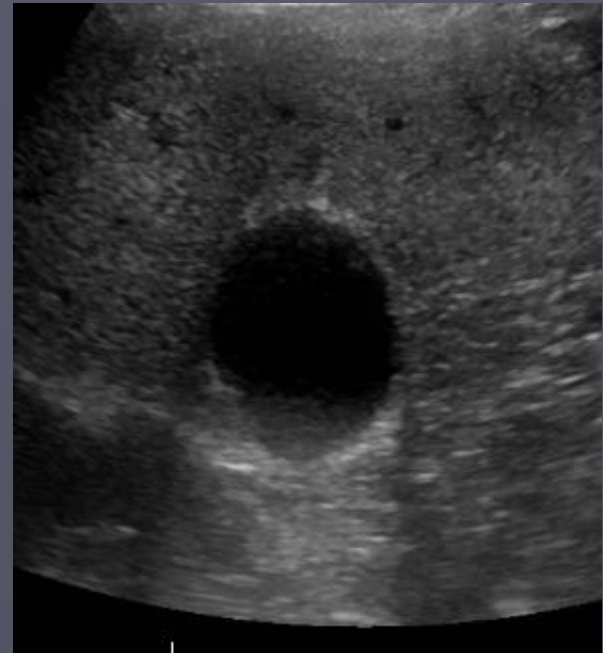
Le plus souvent à un sillon en avant de la structure à étudier. Ce sillon sépare deux milieux d'impédance acoustique différente. L'origine du cône d'ombre est une double réflexion sur les interfaces du sillon de séparation



# cône d'ombre de paroi latérale

L'ombre de bord est dû à une réfraction du faisceau d'ultrasons en marge des structures rondes. La déviation des ultrasons est responsable du retour d'un moins grand nombre d'échos dans cette zone.

Observé avec des structures, telles que les lésions kystiques, les bords de la vésicule biliaire et les reins

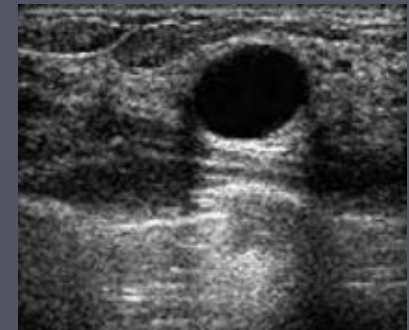
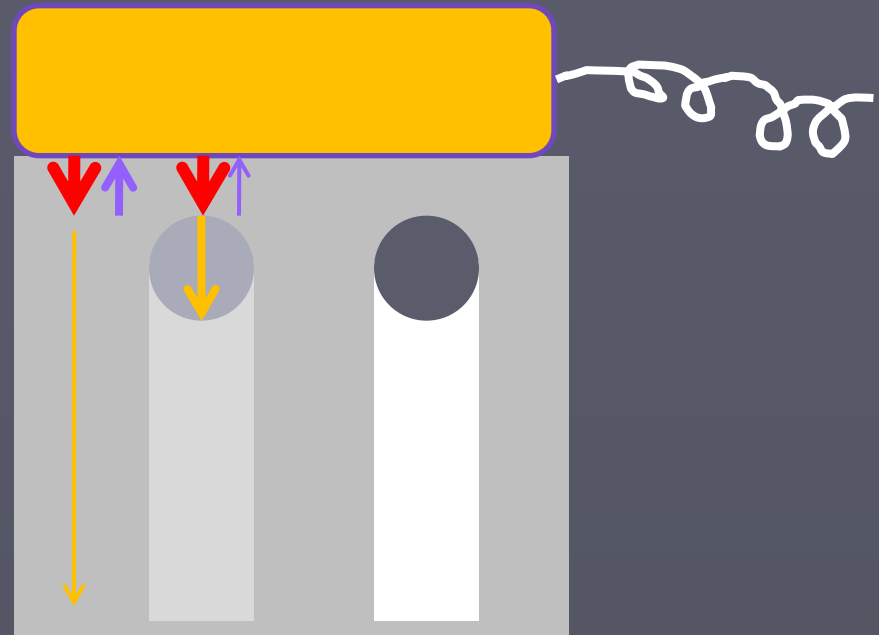




# Renforcement postérieur

Structure anatomique moins réfléchissante que le tissu avoisinant.

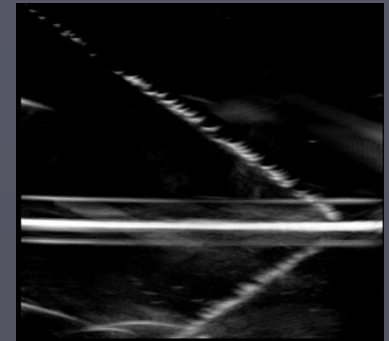
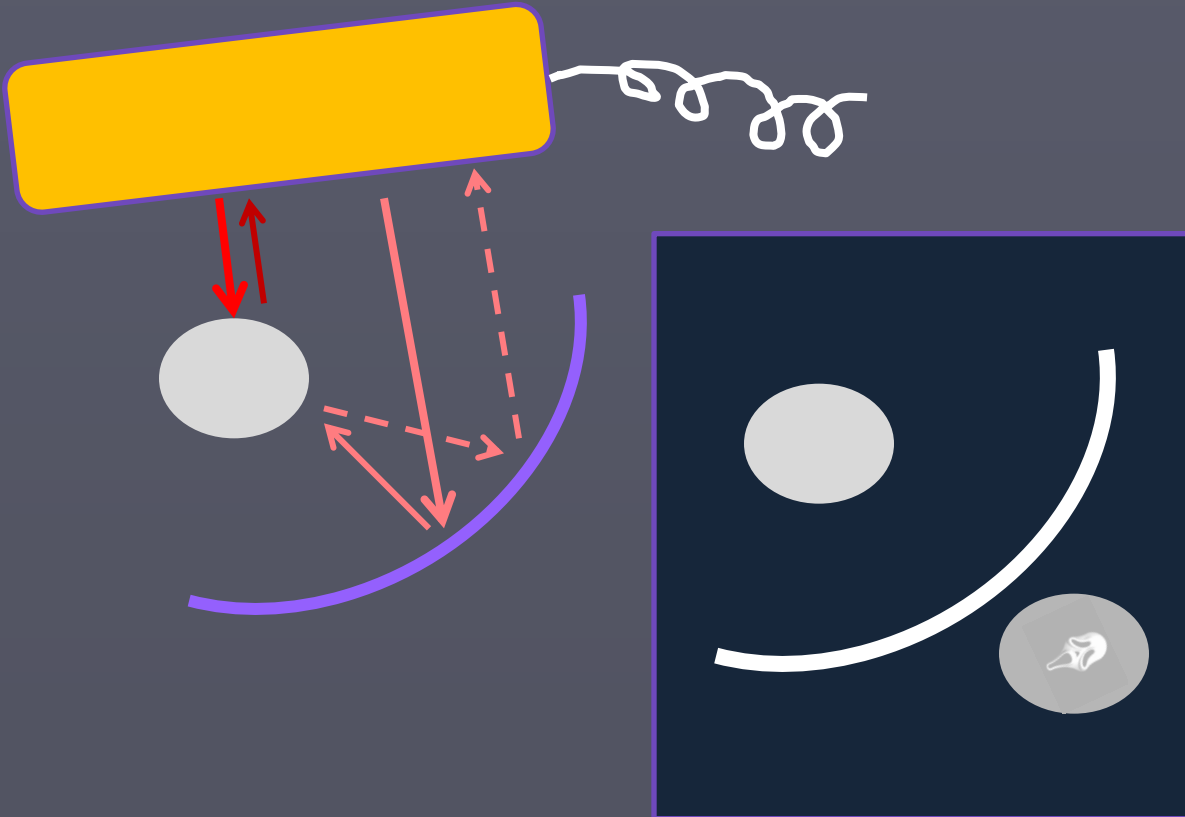
- ▶ L'intensité du fx US incidente traversant la structure est plus importante que l'intensité passant sur les cotés.
- ▶ L'énergie renvoyé par les tissus situés en arrière de la structure est plus importante que celle renvoyée par les tissus situés de chaque coté

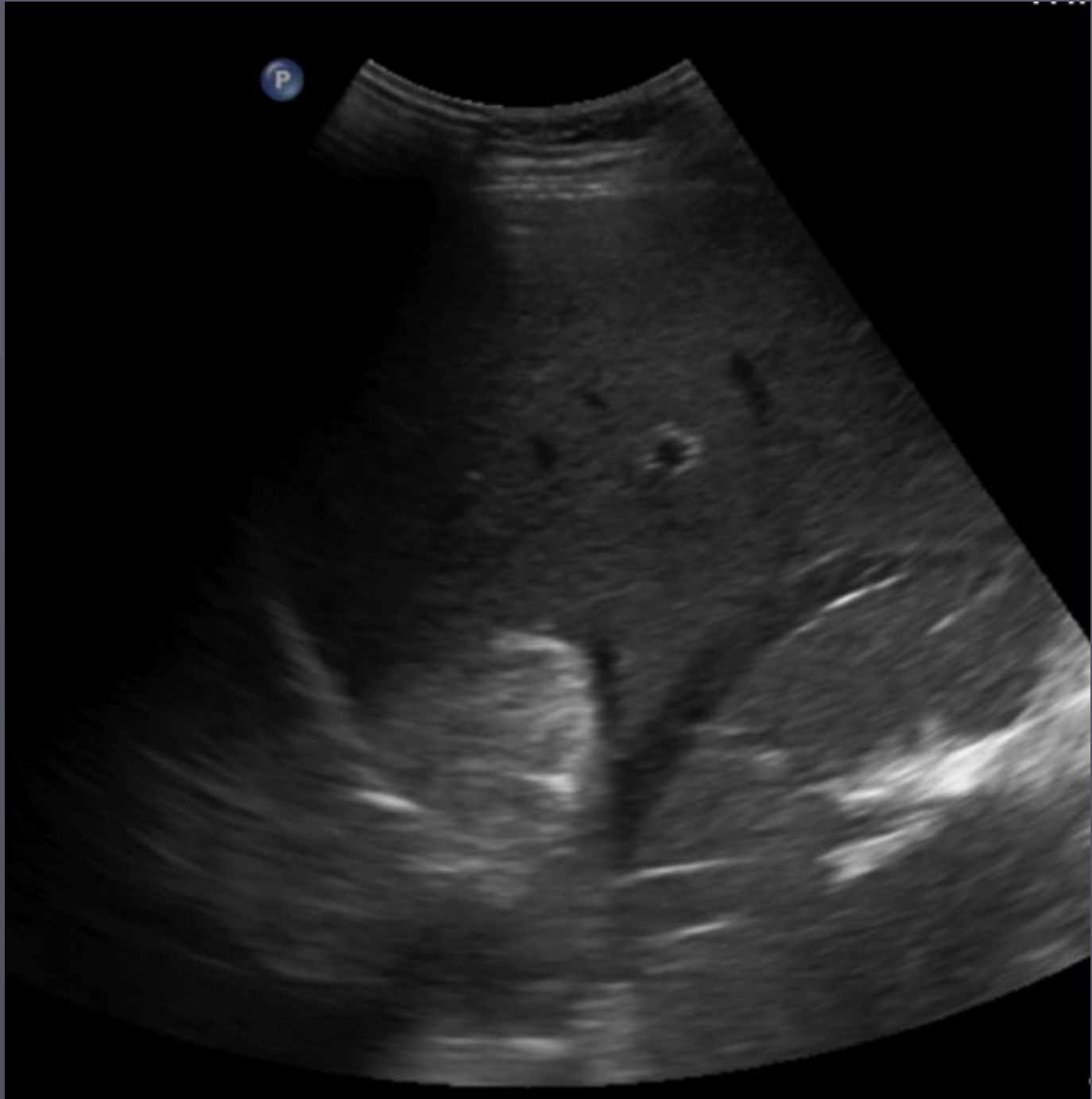


# Image en miroir

## IMAGE EN MIROIR

- ▶ Survient quand deux structures réfléchissantes sont positionnées l'une à proximité de l'autre devant la sonde.
- ▶ Chacune des interfaces peut réfléchir le faisceau vers l'autre.





# ECHOS DE REPETITION / REVERBERATION

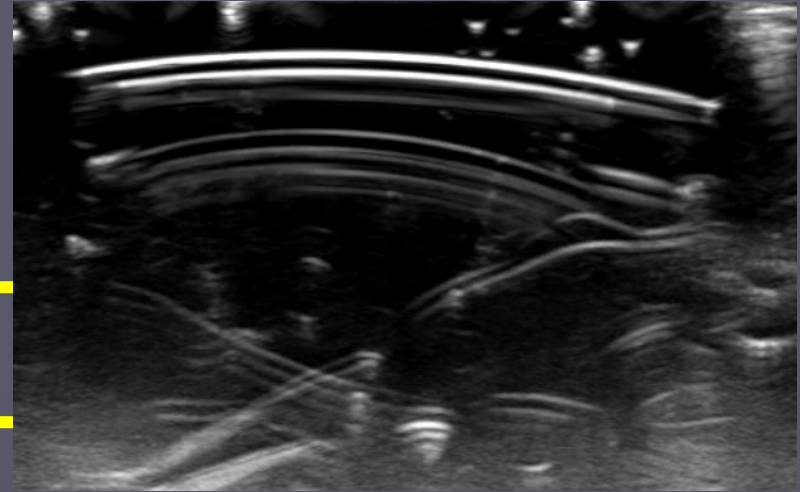
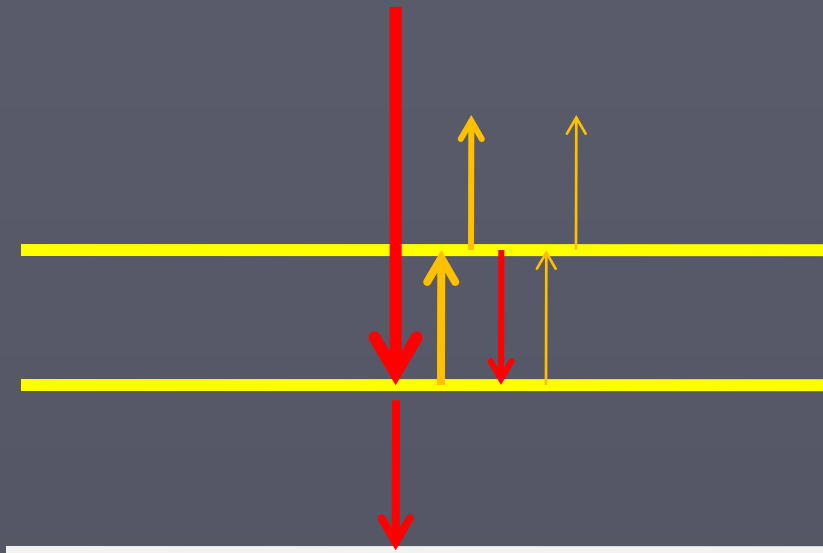
## -Les échos surajoutés

- ▶ **Les échos retardataires sont dus à des réflexions inappropriées sur des interfaces**
  - échos parasites qui arrivent en retard sur la sonde. Leur apparition est :
- ▶ favorisée par une trop forte puissance du faisceau d'ultrasons incident ainsi que par la présence d'interface séparant deux milieux d'impédances acoustiques très différentes.
- ▶ Selon la taille de l'interface, on parlera :
  - ▶ d'échos de répétition (interface de grandes dimensions)
  - ▶ d'échos de réverbération (interface de petites dimensions)

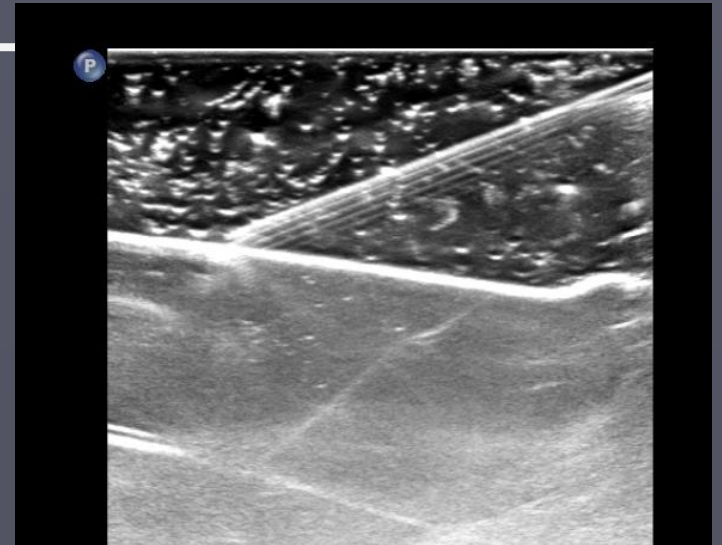
# Echos de répétitions

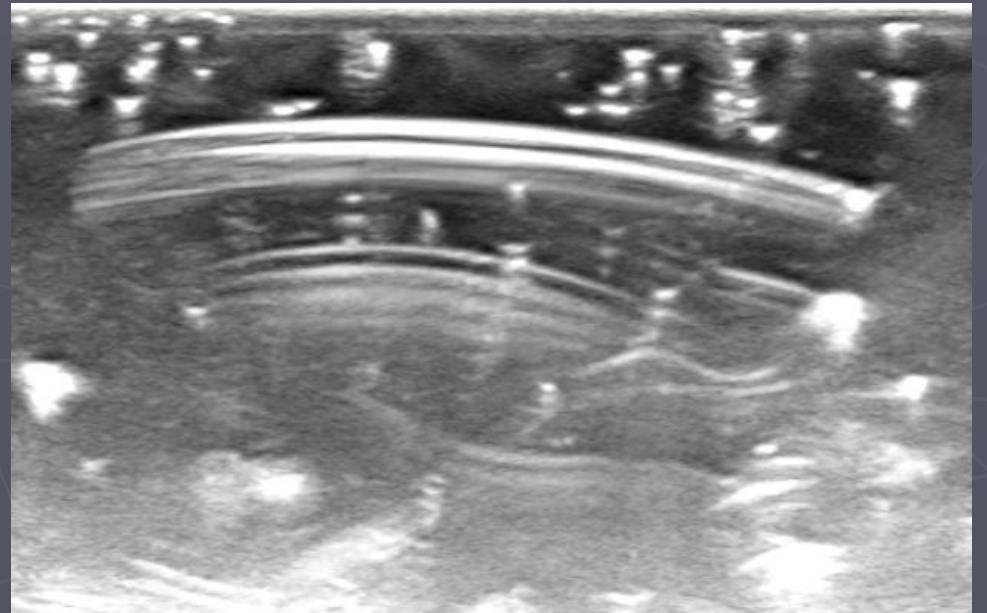
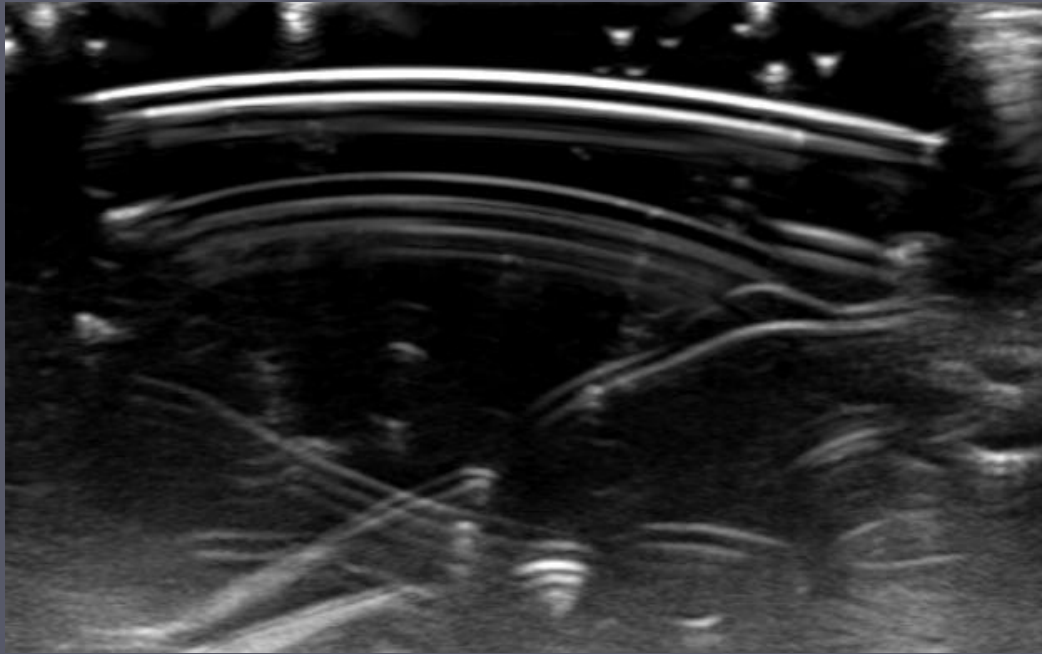
## Echos de répétitions

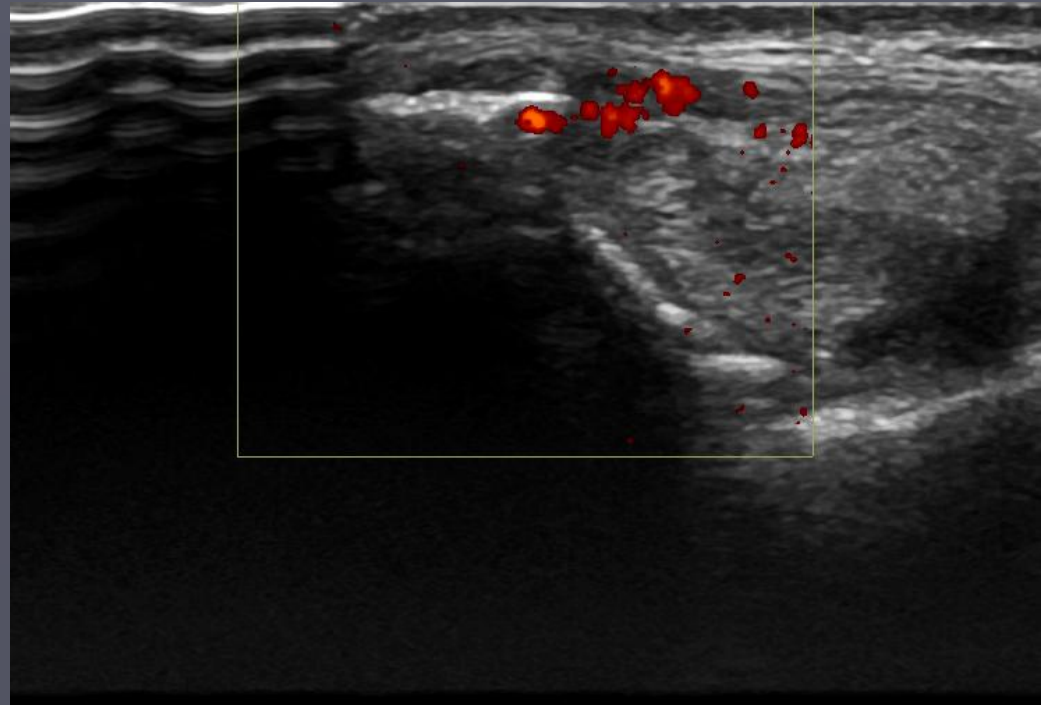
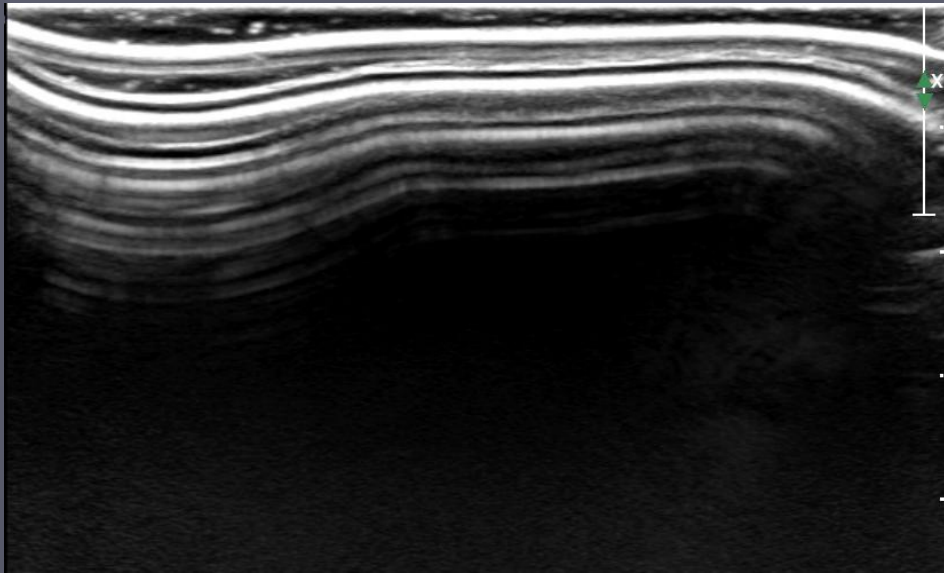
### Echos de répétitions



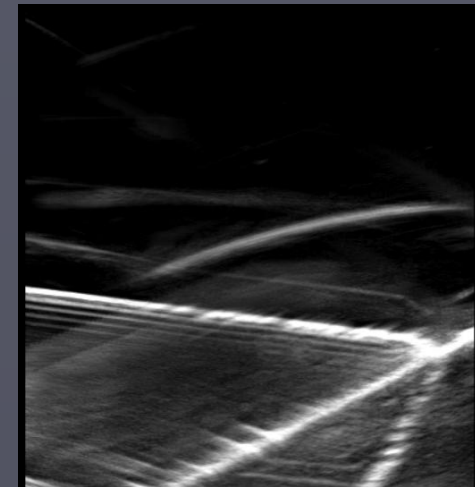
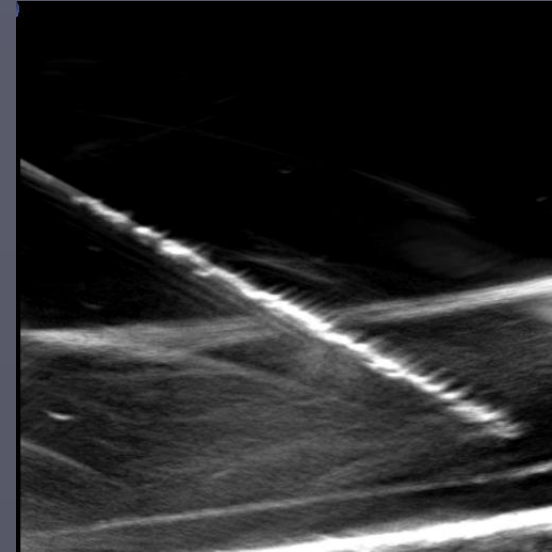
Piégeage des ultrasons entre deux surfaces réfléchissantes entre lesquelles ils rebondissent. À chaque rebond, un petit écho est libéré vers la sonde et forme une image . Le retard entre deux échos conduit la machine à placer l'image à une profondeur de plus en plus grande







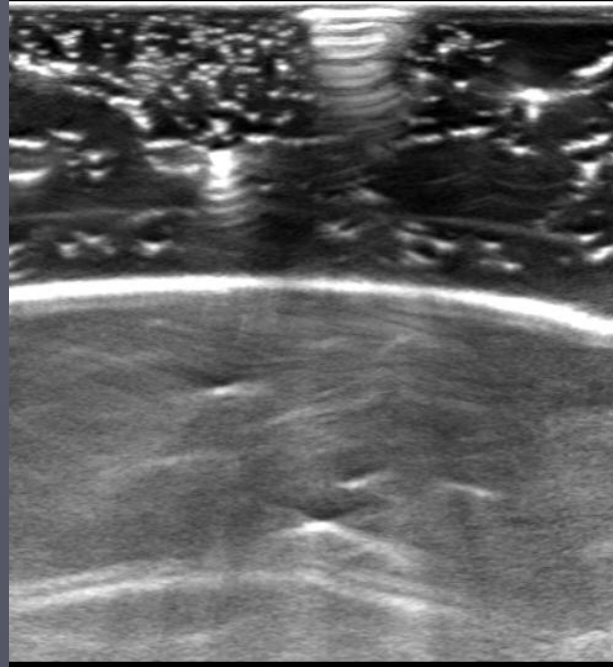
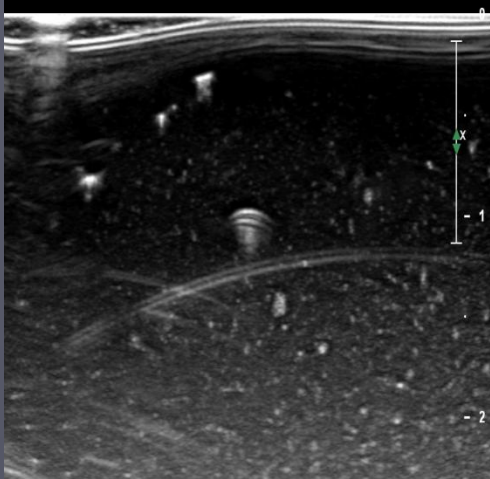
# Représentation échographique d'une aiguille à biopsie



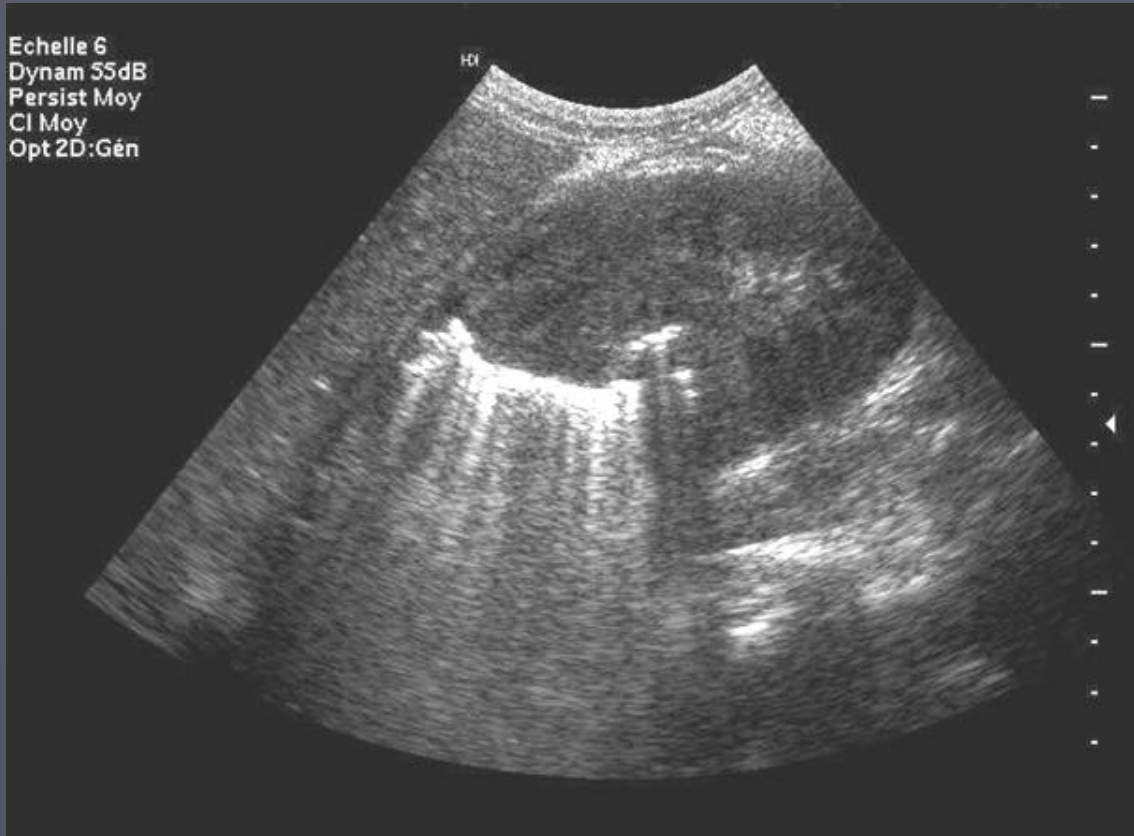
Aiguille métallique dans le plan de coupe échographique avec 3 inclinaisons différentes, échos de répétition postérieurs surtout au point perpendiculaire au faisceau incident, échos plus grossiers en profondeur malgré la focalisation sur la pointe de l'aiguille



# La queue de comète



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



L. Lemaitre

Pyélonéphrite emphysémateuse du rein: représentation échographique de l'air avec une ombre acoustique dégradé: bien que l'air soit un très fort réflecteur ultrasonore, l'interface gaz-parenchyme est complexe avec de de multiples angles d'incidence et l'ombre acoustique est ainsi interrompue par des échos de répétition avec des images en queue de comète d'échogénicité et de répartition très variables.



L. Lemaitre

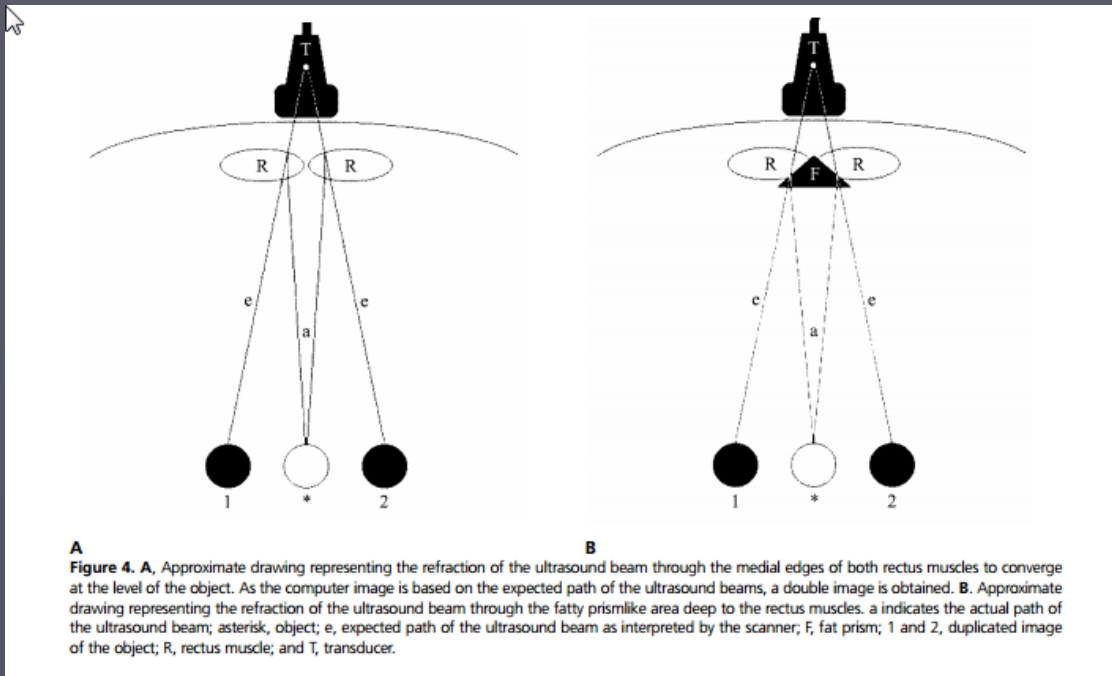
Pyélonéphrite emphysémateuse du rein: représentation échographique de l'air avec une ombre acoustique dégradé: bien que l'air soit un très fort réflecteur ultrasonore, l'interface gaz-parenchyme est complexe avec de de multiples angles d'incidence et l'ombre acoustique est ainsi interrompue par des échos de répétition avec des images en queue de comète d'échogénicité et de répartition très variables.

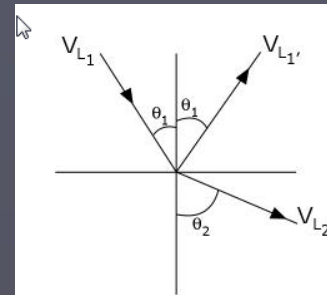
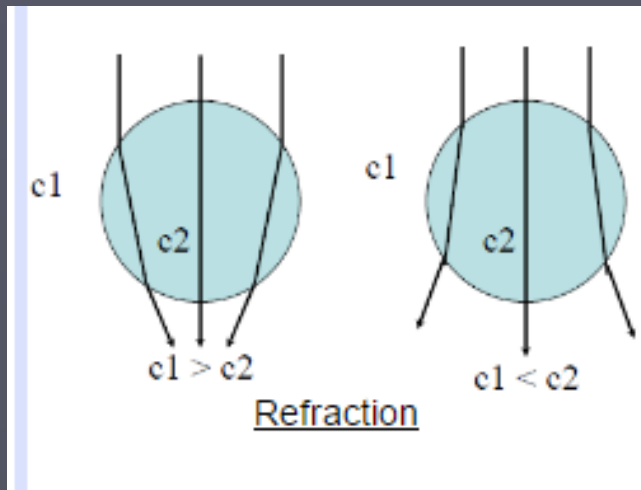
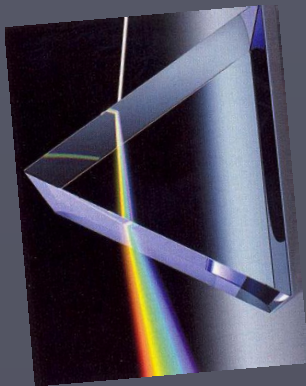
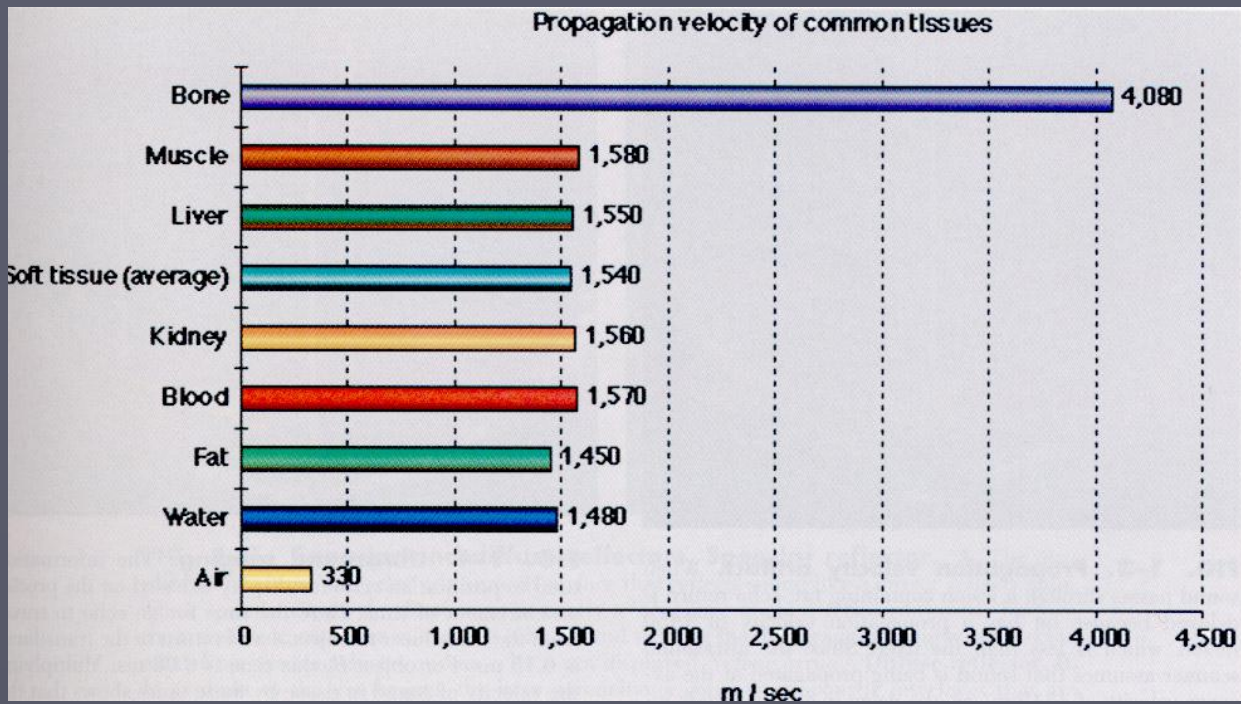
# Artefacts liés aux caractéristiques particulières du milieu

- ▶ Artefacts de réfraction
- ▶ Anisotropie

# Artéfact de duplication

Ce type d'artéfact est observé essentiellement avec les muscles droits de l'abdomen qui font office de deux lentilles qui font converger les faisceaux d'ultrasons incidents entraînant ainsi la duplication de ces derniers et engendrant une image surajoutée à l'image réelle





$$\frac{\sin \theta_1}{V_{L1}} = \frac{\sin \theta_2}{V_{L2}}$$

Where:

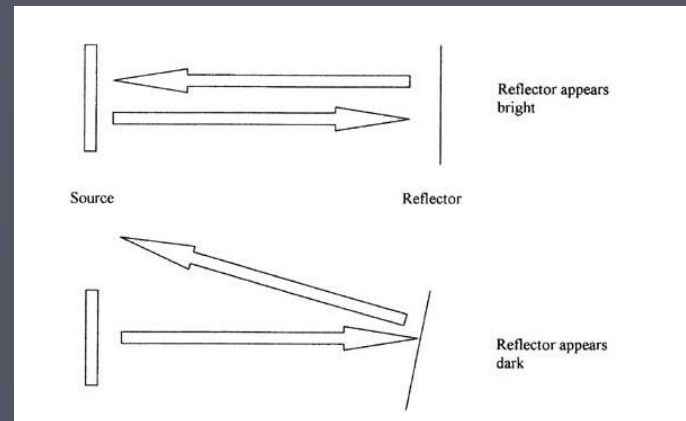
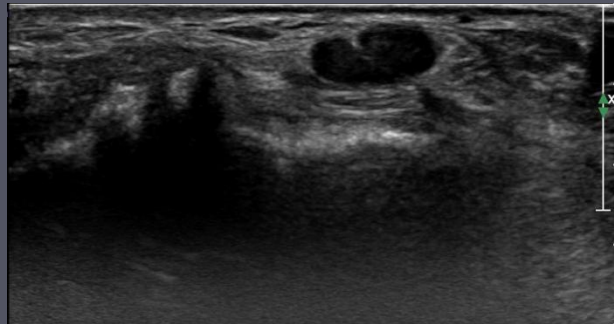
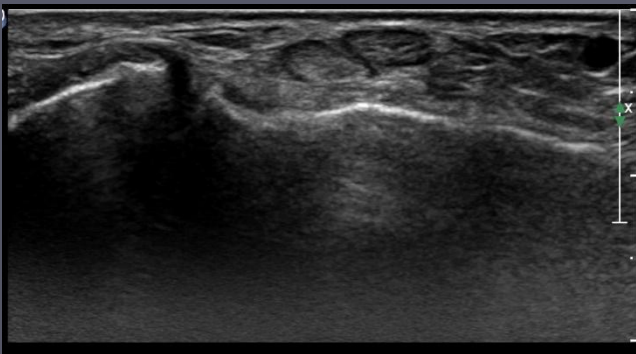
$V_{L1}$  is the longitudinal wave velocity in material 1.

$V_{L2}$  is the longitudinal wave velocity in material 2.

# Anisotropie Anisotropie

L'échogénicité de certaines structures dépend de l'orientation du faisceau ultrasonore.

L'échogénicité est maximale lorsque le faisceau incident arrive perpendiculairement à la structure et diminue lorsque l'obliquité augmente.

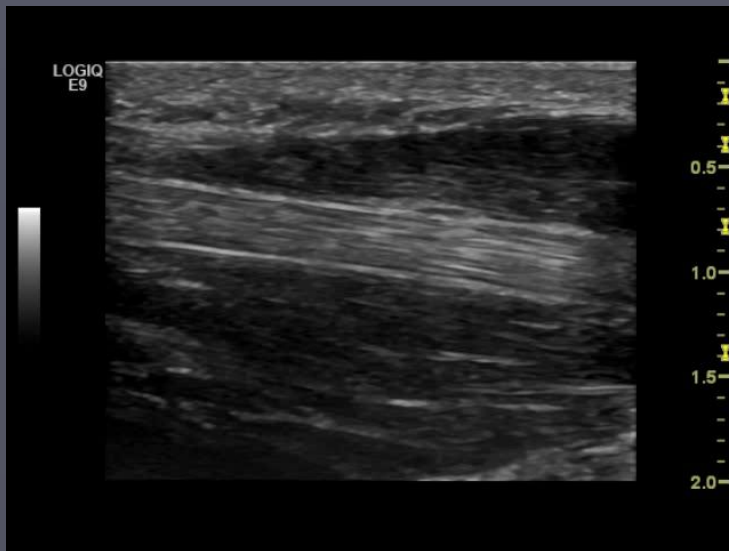
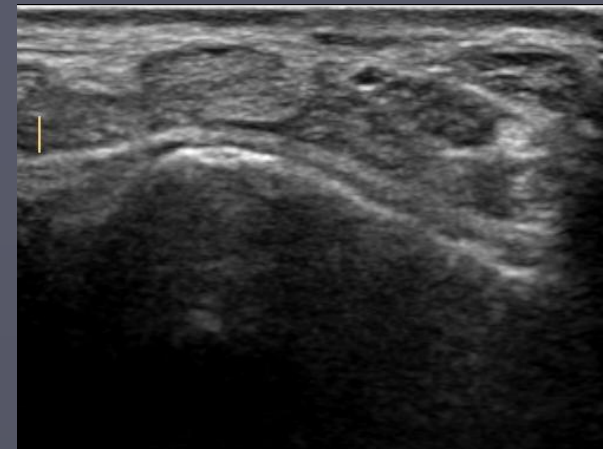
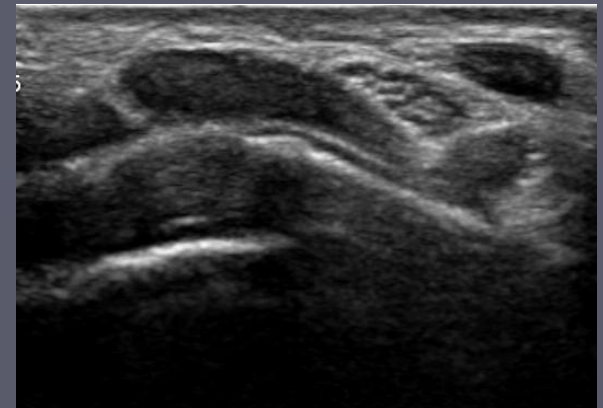


# TENDON

Doit être étudié sous tension

## **Tendon normal:**

- fibrillaire, hyperéchogène
- à bords nets
- d'épaisseur symétrique



- fin piqueté hyperéchogène
- entouré d'une gaine hyperéchogène
- tendon normal= pas de signal en mode doppler

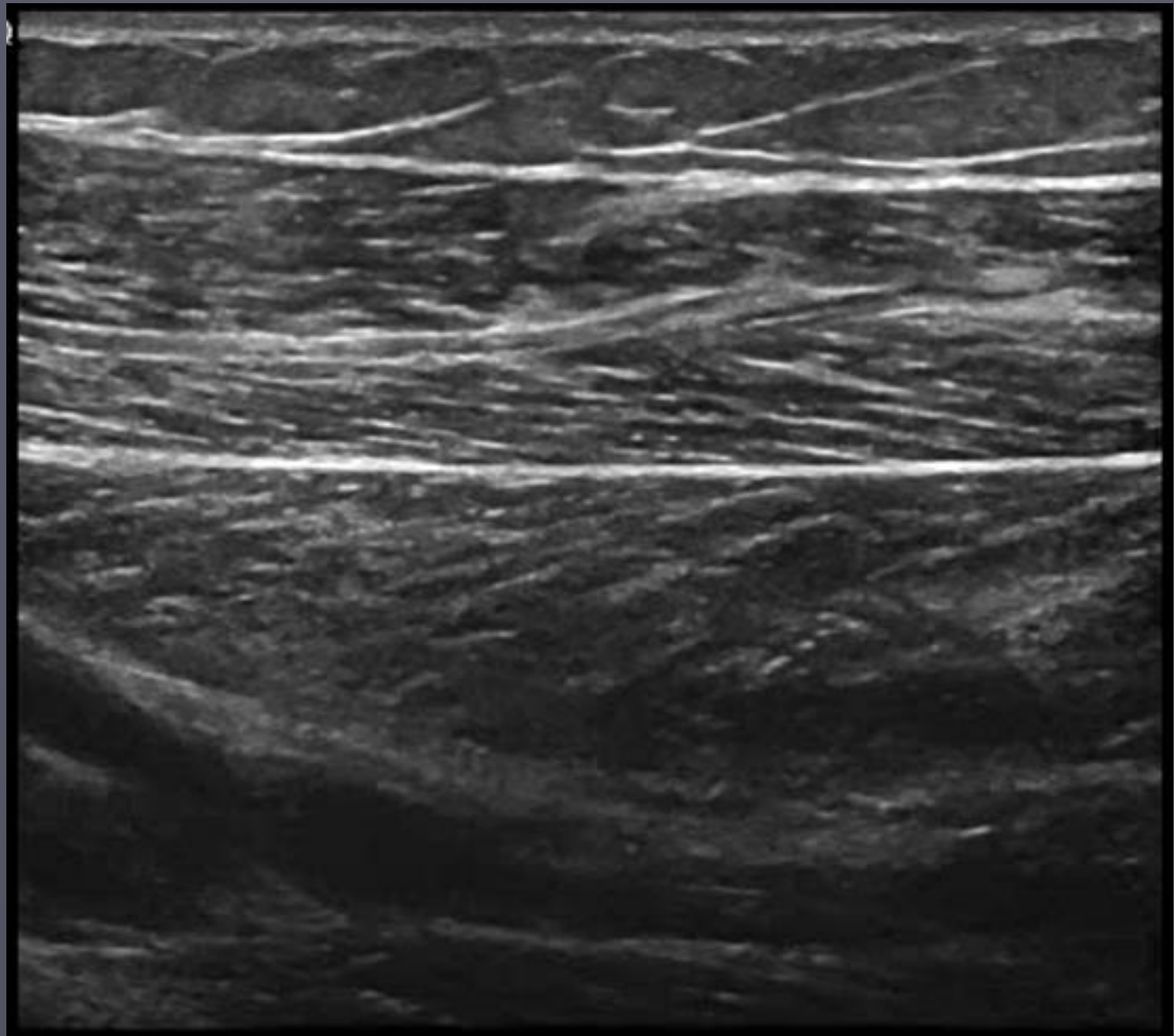


# MUSCLE

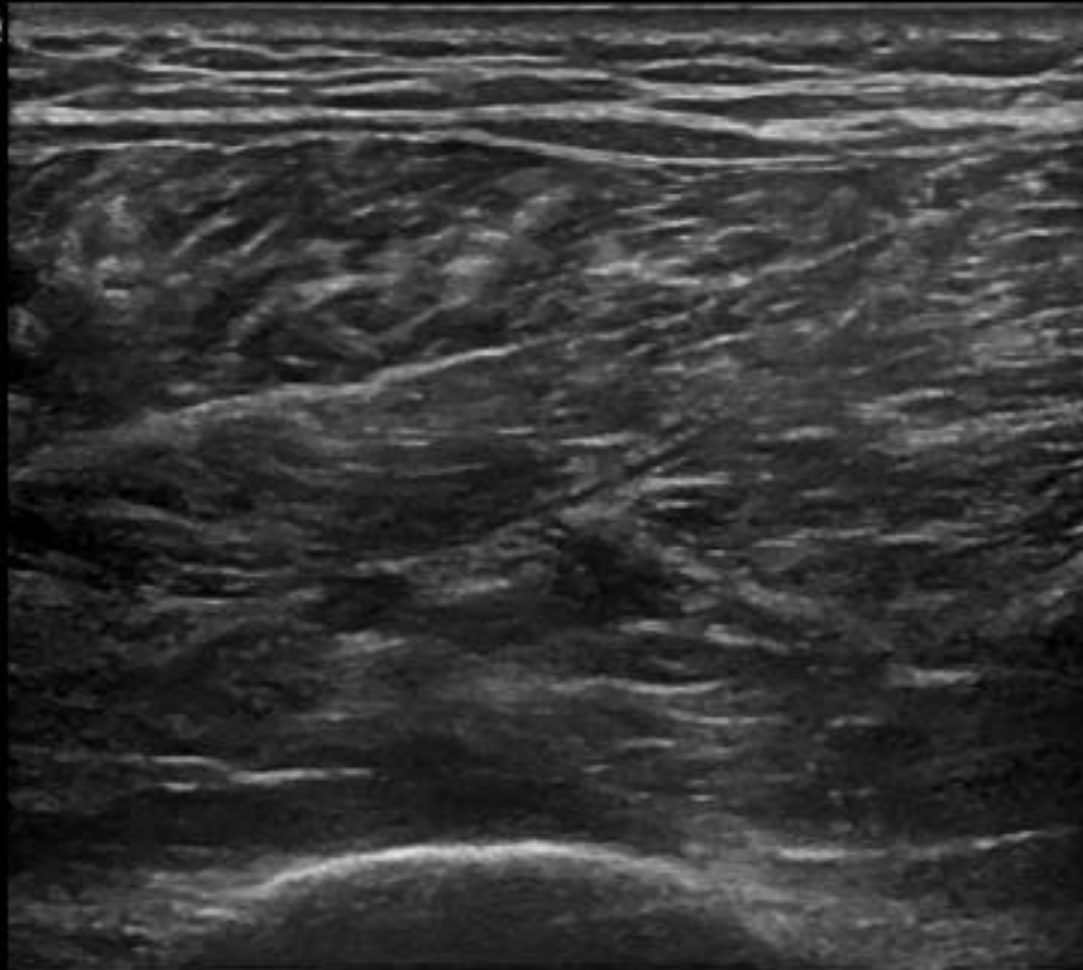
Différentes composantes anatomiques de la loge musculaire:

- Fibres musculaires contractiles (partie centrale du muscle)
- Tissu conjonctif de soutien (elts vasculo nerveux et fibres de collagène)
- Tendons , cloisons aponévrotiques
- Jonction myo-tendineuse
- Aponévrose périphérique qui entoure le corps musculaire





LOGIQ  
E9



1

2

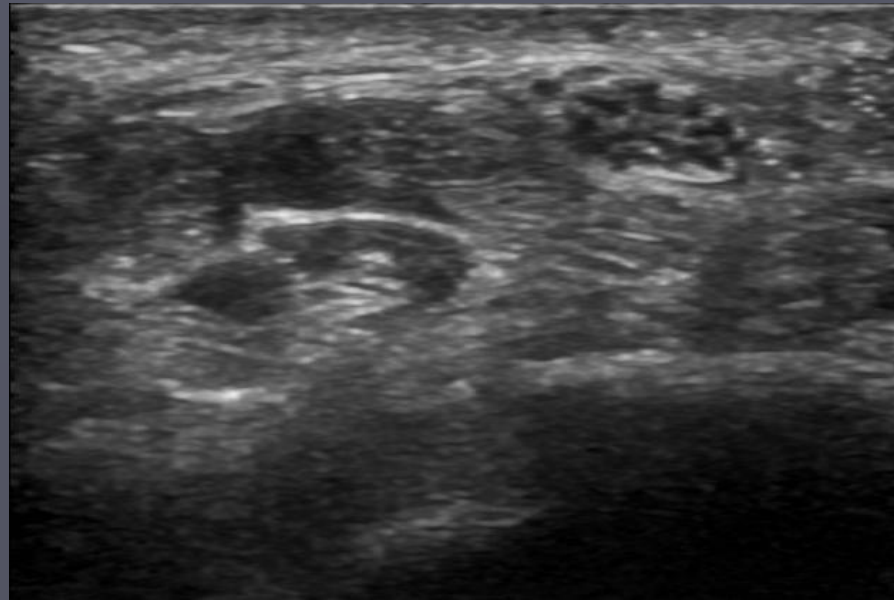
3

4

# NERFS

## Nerf normal:

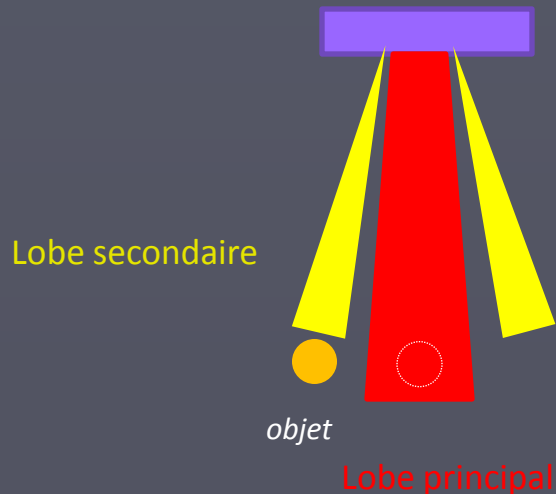
- Nerf périphérique est constitué de fascicules entourés d'un tissu conjonctif de soutien appelé périnèvre, lui même enveloppé par l'épinèvre.
- Coupe axiale, fascicules nerveux = hypoéchogènes, tissu environnant= hyperéchogène.
- Coupe longitudinale= aspect fibrillaire et rubané.



# **Les artefacts liés à la technologie des échographes et des capteurs**

# Les artéfacts des lobes secondaires (side lobes artifacts)

- ▶ Les faisceaux d'ultrasons émis par la sonde sont composés d'un lobe principal et de lobes secondaires
- ▶ Les lobes secondaires qui peuvent être à l'origine d'artéfacts de type fausses cloisons (plus facilement observables dans les structures liquidiennes).
- ▶ Elles proviennent de la réflexion des lobes secondaires sur des structures inclinées par rapport à la direction de propagation du lobe principal. Les échos produits sont pris en compte sur la ligne de tir principale : ils sont à l'origine d'un dédoublement de la structure réfléchissante.



## Artifacts 5: On the sidelines

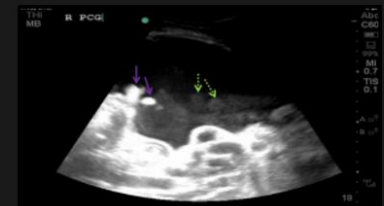


Hong Chuen

December 16, 2010

artifacts

artifacts, side lobe



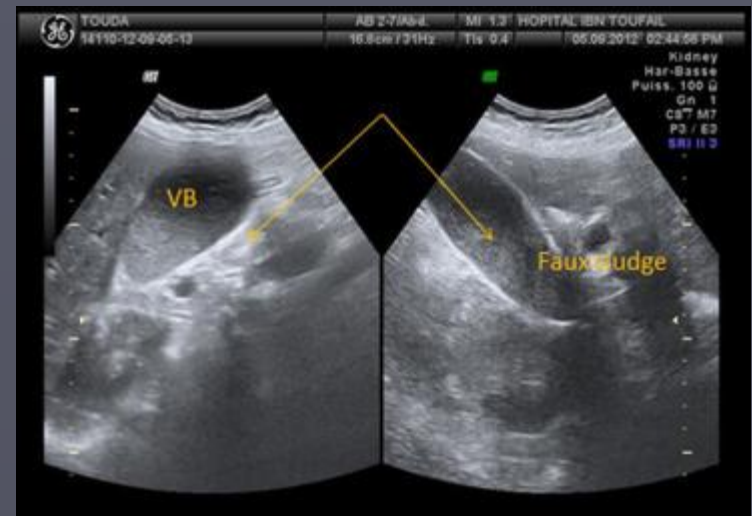
# Les artefacts d'épaisseur de coupe

Le faisceau d'ultrasons possède une épaisseur qui est la plus faible au niveau de la zone focale et qui s'évase en s'éloignant de la sonde. La représentation dans un plan est une moyenne d'une épaisseur de tissus homogènes ou hétérogènes.

En cas d'hétérogénéité du milieu exploré, l'échogénicité affichée est la moyenne de l'échogénéité des tissus inclus dans l'épaisseur du faisceau.....

Les effets de volume partiel :  
lorsque l'épaisseur du faisceau intéresse à la fois une structure liquidienne et les parties molles adjacentes.

Ex: pseudo-sludge au niveau de la vésicule biliaire lorsqu'il y a présence d'air au voisinage de celle-ci.



# Artefact de scintillement



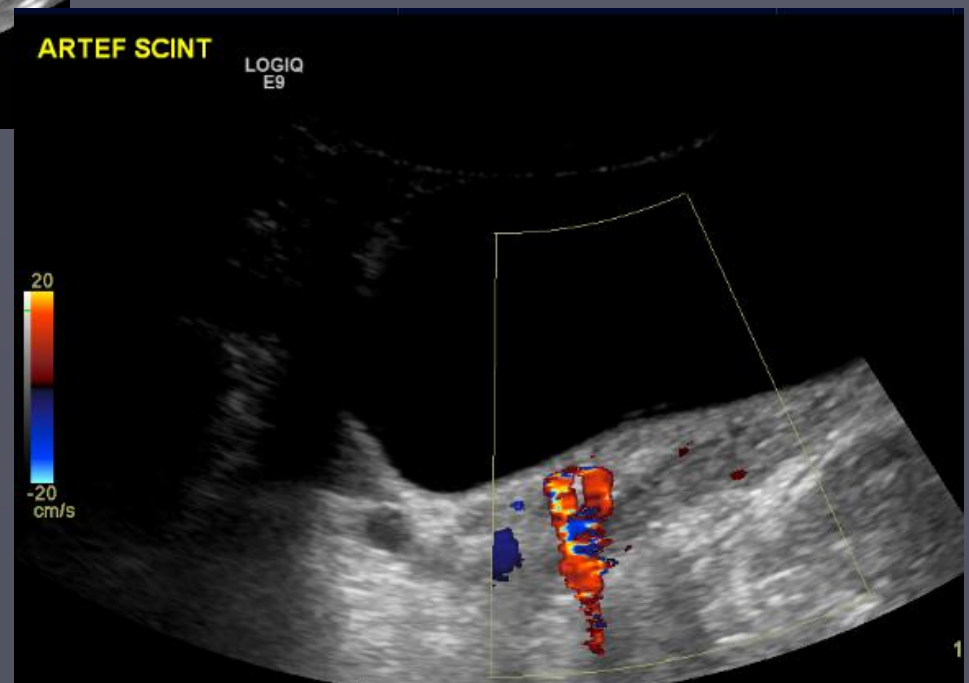
Rapport entre une interface irrégulière et l'artefact de scintillement : l'onde acoustique arrivant sur une interface entre deux milieux présentant une grande différence d'impédance entre eux se fragmente en de multiples ondes plus petites qui vont engendrer un ensemble complexe d'ondes réfléchies.

## Piège

L'effet Arlequin a été mis en évidence derrière des masses hépatiques calcifiées ou des calcifications pancréatiques. Une interprétation erronée de ces images peut faire croire à une masse tissulaire hypervascularisée et conduire à proposer de faux diagnostics.

Peut mettre en évidence certains calculs rénaux délicats à différencier des zones échogènes

Mode Doppler couleur : mosaïque rapidement changeante de rouge et de bleu visible en arrière de calcifications, là où un cône d'ombre est généralement présent en échographie mode B





# **Les artéfacts liés au dysfonctionnement de l'appareil**

# Les artéfacts liés à l'environnement de l'appareil échographe

Ce sont des perturbations dues à un environnement rayonnant continues ou intermittentes. Elles peuvent provenir également du secteur et sont de basse ou haute fréquence

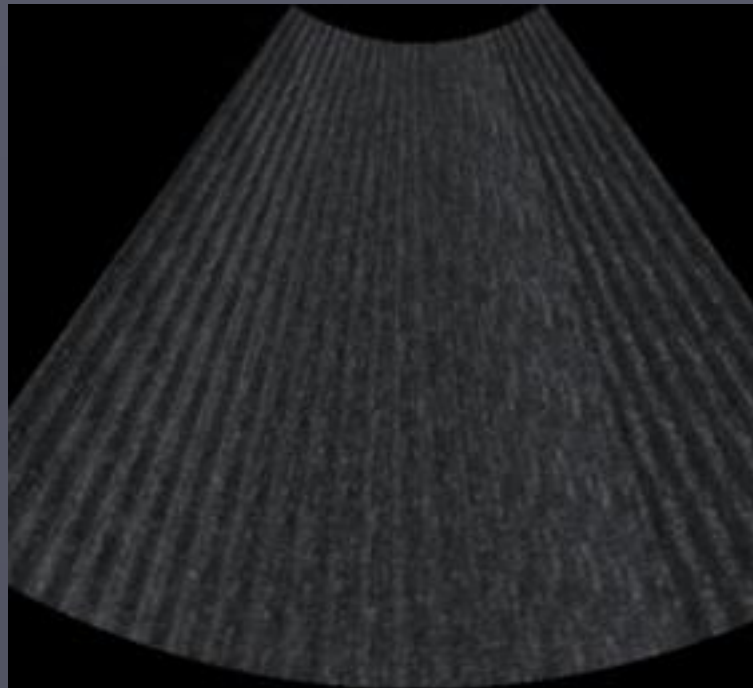
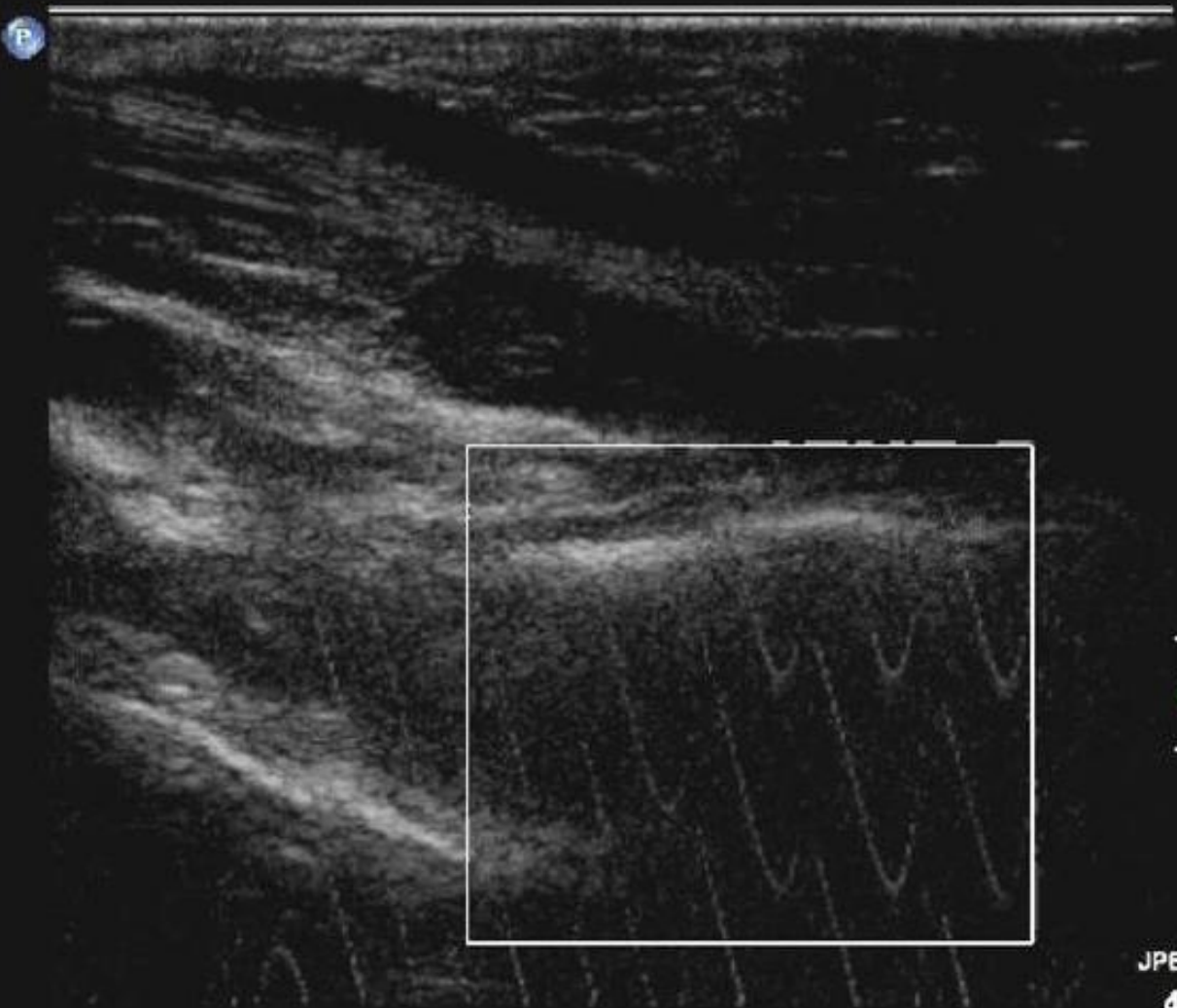


image: 1/25  
BF 5Hz  
P1

**2D**  
83%  
K 66  
M Mittel  
Aufl  
**FD**  
88%  
700Hz  
WF 38Hz  
Niedrig

S3 S3  
+4.7



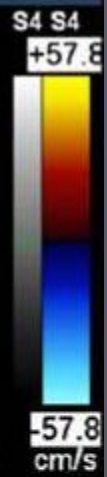
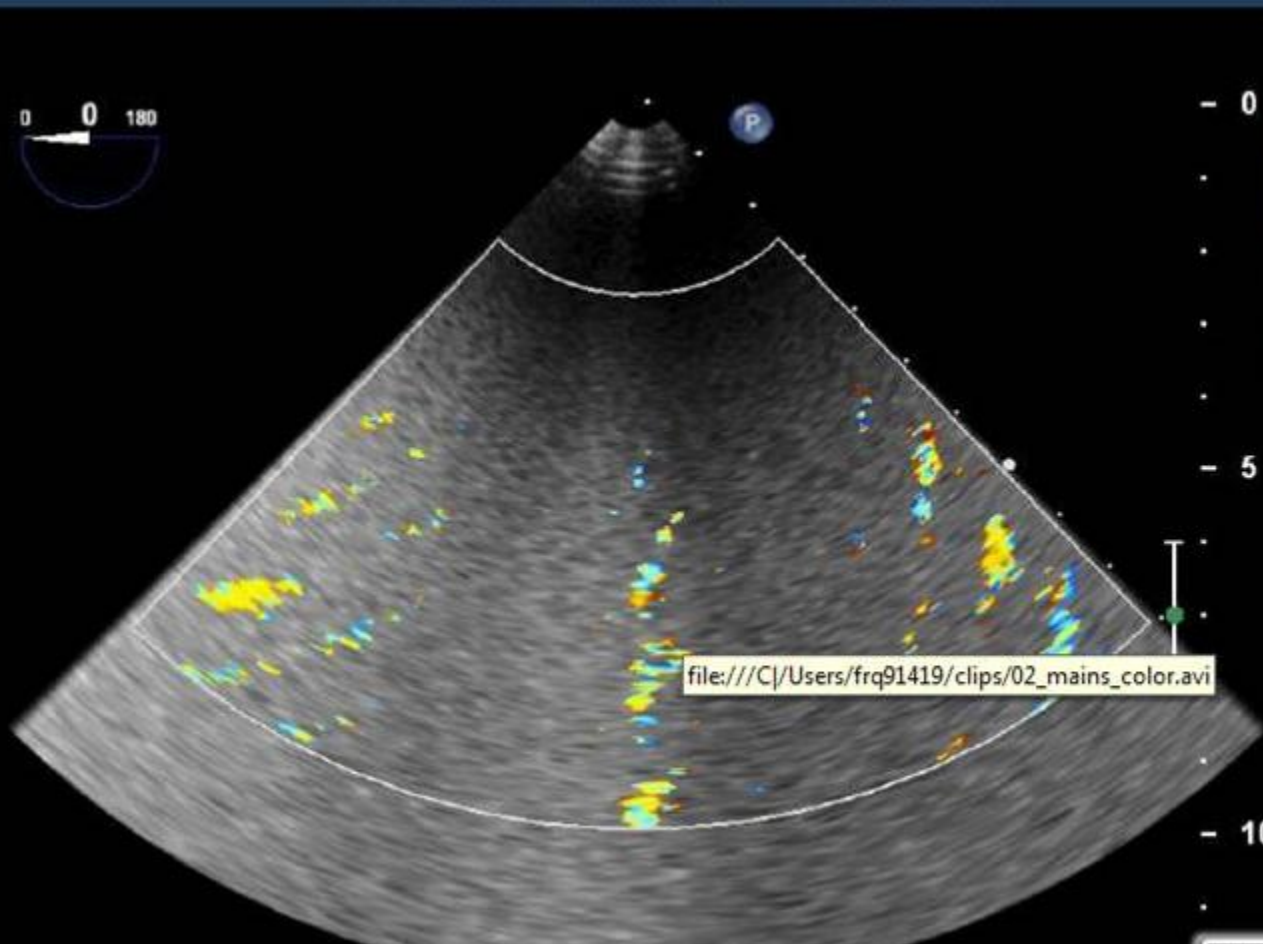
JPEG  
4.5



**BF 10Hz**  
12cm

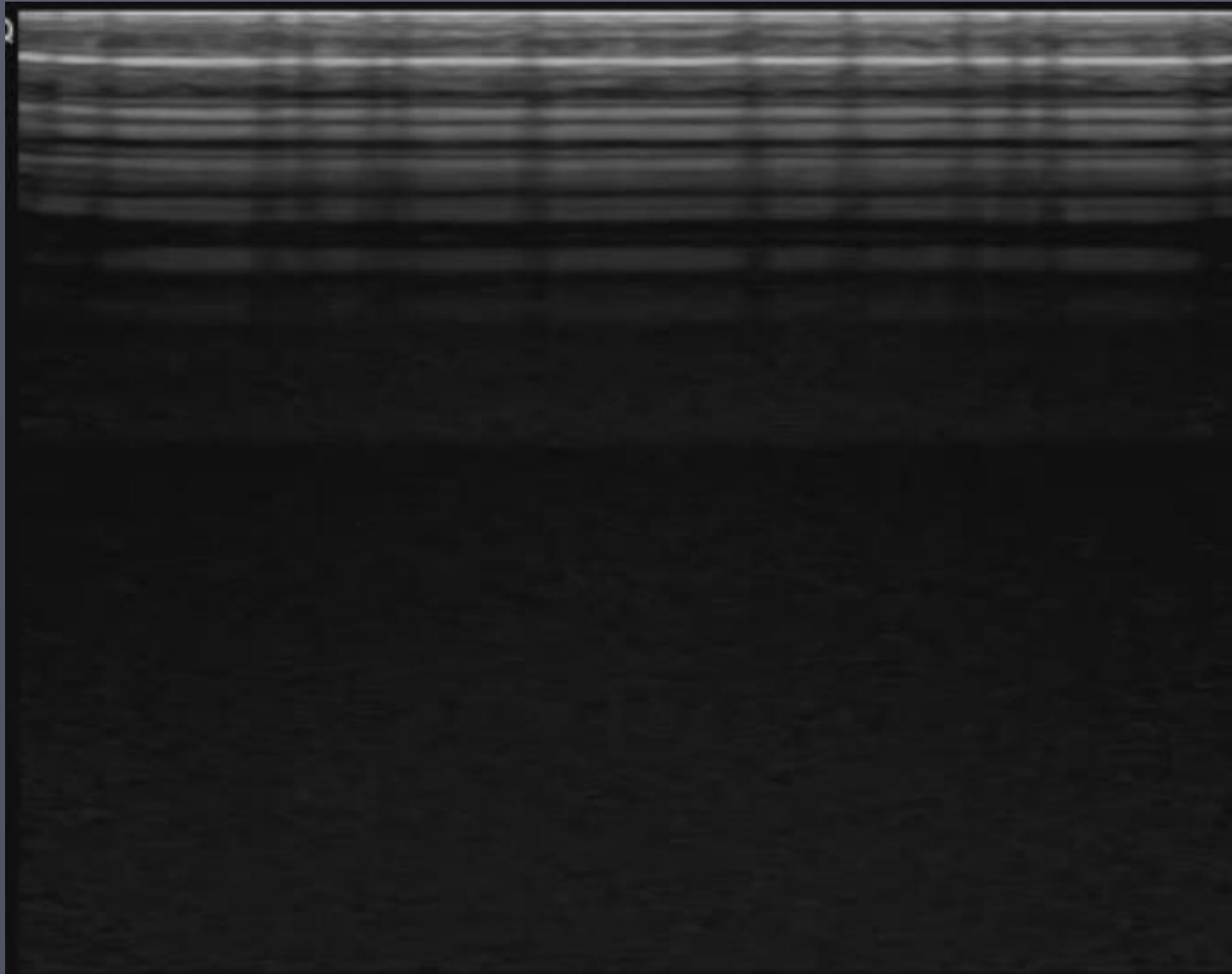
**2D**  
87%  
K 50  
M Aus  
Allg

**FD**  
65%  
4.4MHz  
WF Hoch  
Mittel



file:///C:/Users/frq91419/clips/02\_mains\_color.avi

Sonde defectueuse : cristaux cassés



# Sémiologie Échographique élémentaire



**Journal de radiologie**  
**Vol 83, N° 2-C2 - décembre 2002**  
**pp. 1877-1887**  
Doi : JR-12-2002-83-12-0221-0363-101019-ART2

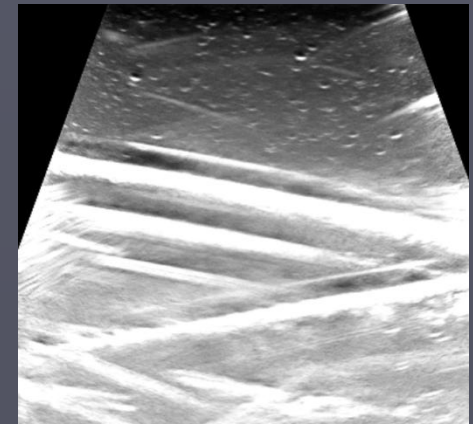
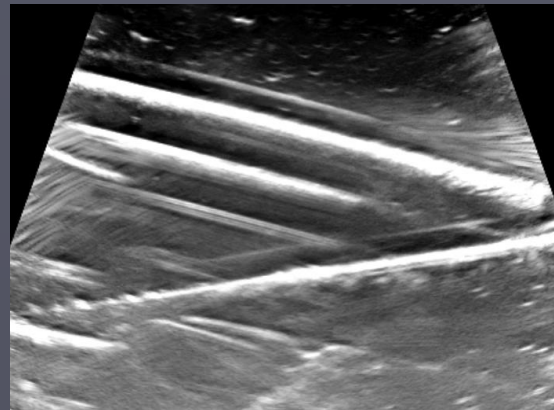
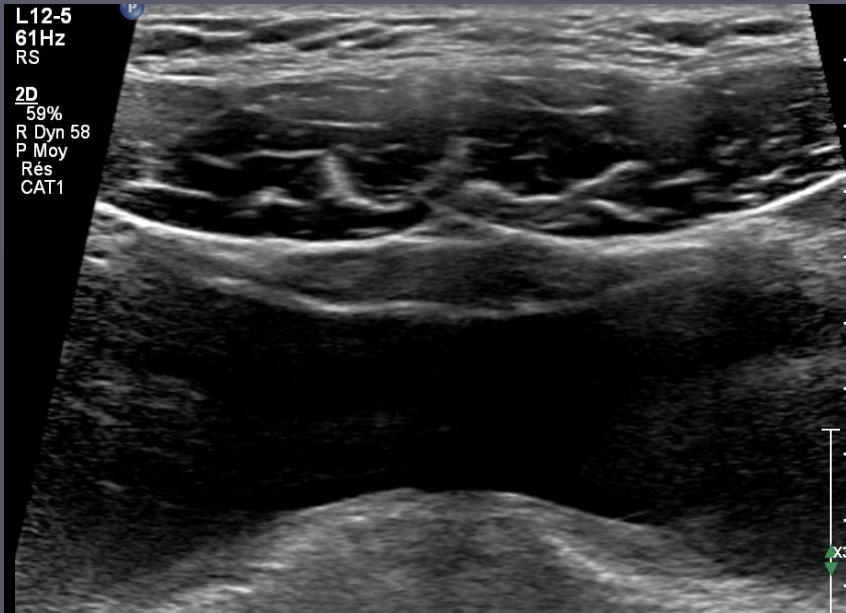
## Sémiologie élémentaire ultrasonore

© 2002. Éditions Françaises de Radiologie, Paris

**Basic Sonographic Interpretation**

LLemaître<sup>[1]</sup>DMatter<sup>[2]</sup>

# Interface ou paroi?



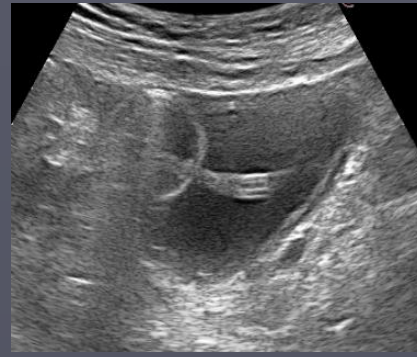
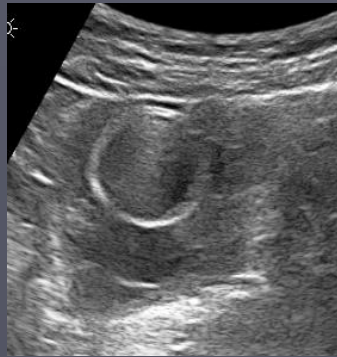
# Interface ou paroi ?

## Interface :

Limite ne comportant pas de paroi, entre deux milieux d'impédance acoustique différente sans paroi, sans épaisseur physique : une ligne fine (exemple de deux liquides : séparation huile/eau).

**L' image d'interface peut s'observer également en présence d'une paroi fine et lisse.**

Lorsque la paroi anatomique existe, la résolution des appareils ne permet pas son identification lorsqu'elle est très fine (exemple kyste) → image d'interface.



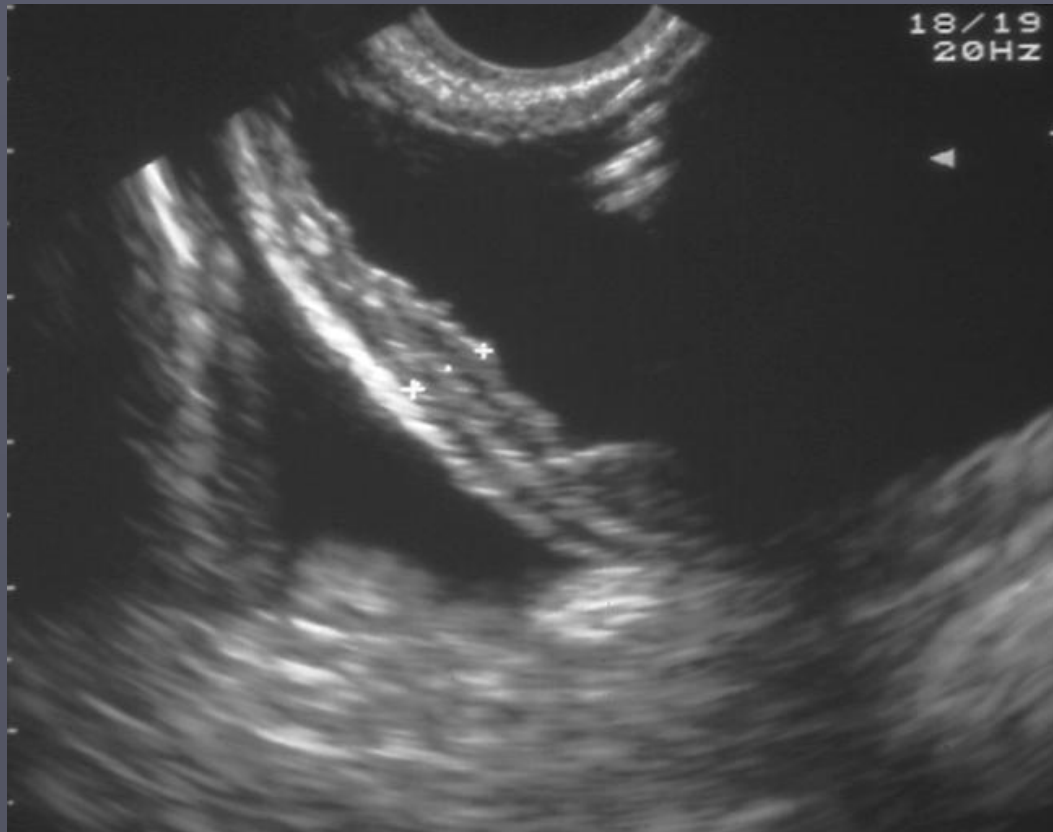
L'étude de la paroi être réservée aux structures anatomiques de plus de 2 mm d'épaisseur qui séparent des milieux d'impédance acoustique très différente comme par exemple la paroi épaissie d'une vésicule ou d'une vessie (attention à la validité des mesures !!!)



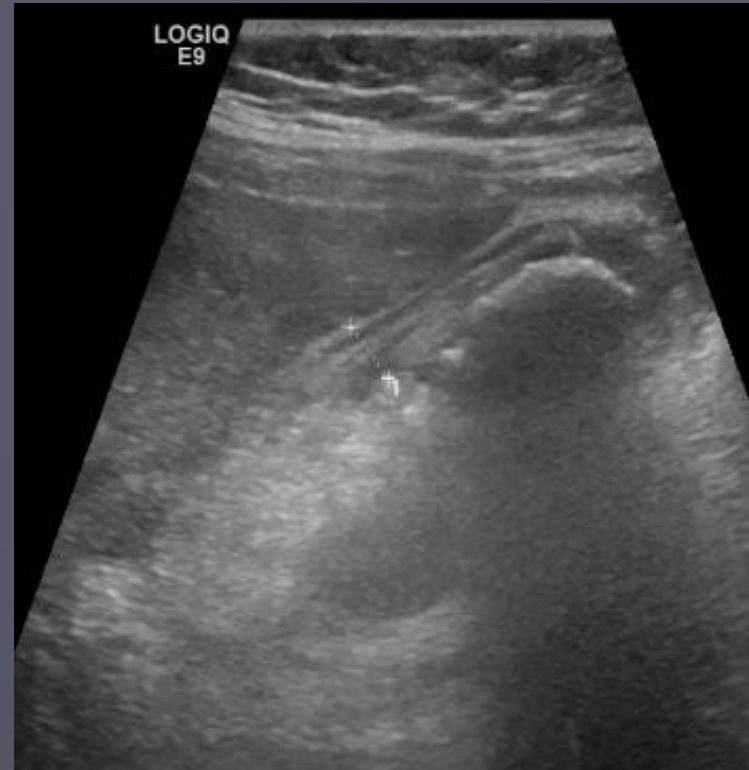
# Interface ou paroi?



# Interface ou paroi?



La paroi épaissie se distingue bien de l'interface postérieure, très échogène avec une forte différence d'impédance acoustique liée ici à l'ascite

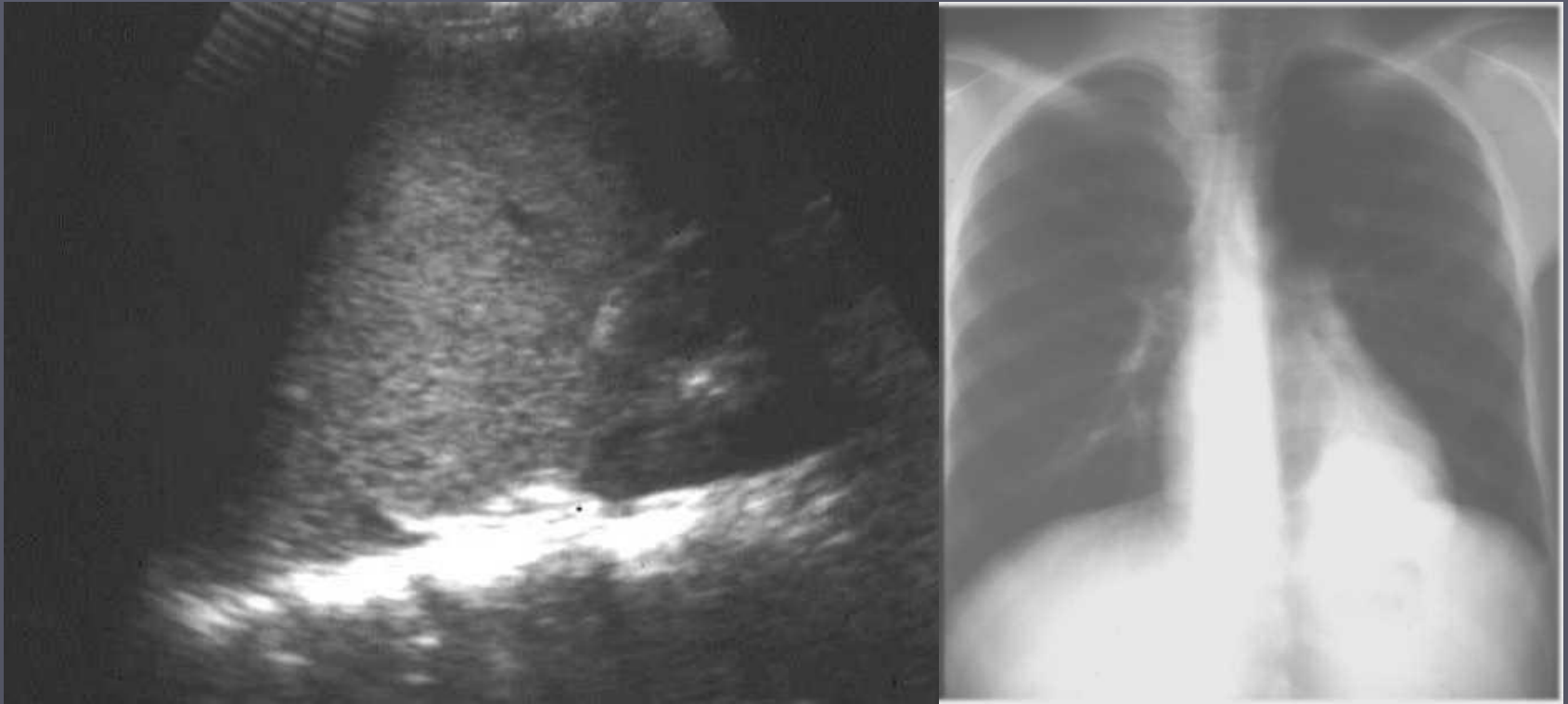


Epaissement de la paroi vésiculaire

# Interface

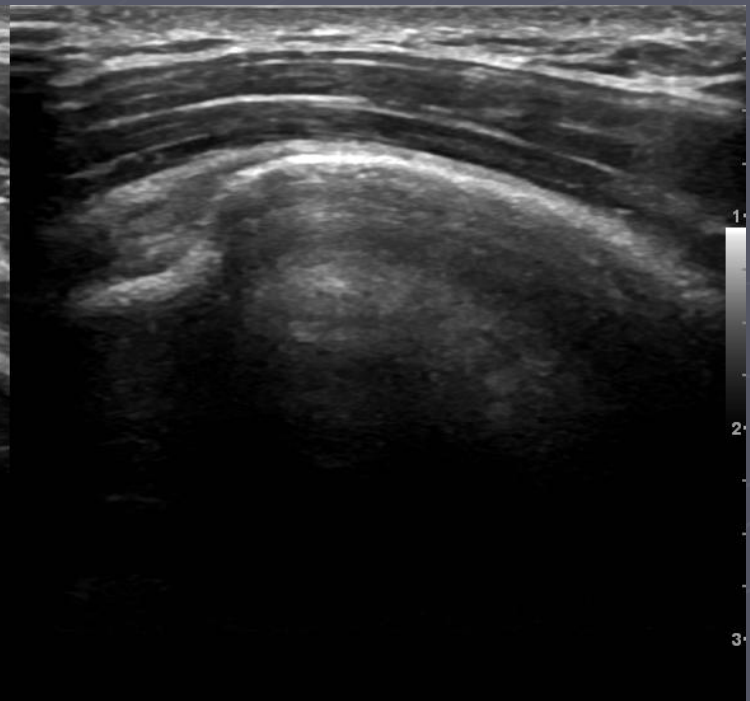
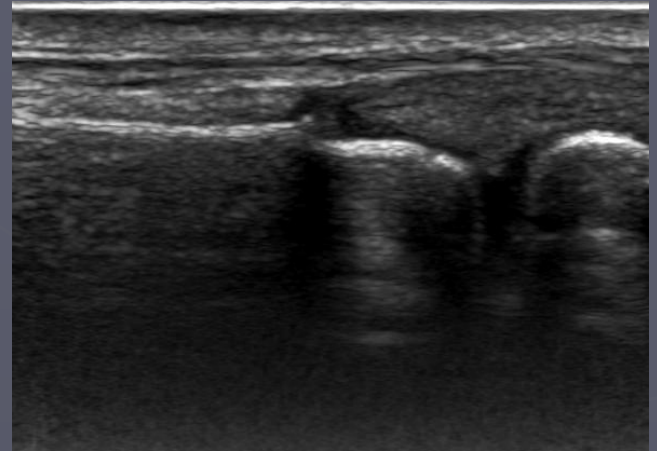
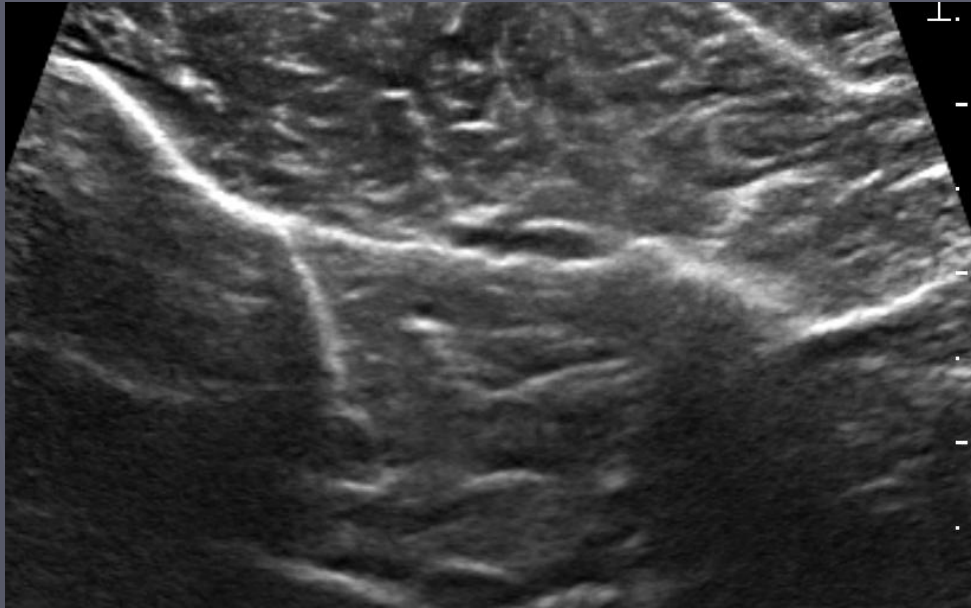


# Interface



Coupe coronale de l'hypocondre gauche: enfant de 10 ans présentant des douleurs abdominales: au dessus du rein gauche et de la rate, disparition de l'interface aérique du poumon: la radiographie de thorax réalisée à la suite de l'échographie nous permettra de confirmer le foyer de pneumopathie devant cette opacité rétrocardiaque gauche

# Interface osseuse.....



# *L'image de structure*

Fortement échogène

« hyperéchogène »

# Calculs



Représentation et séméiologie élémentaire du calcul avec les deux composantes, l'image hyperéchogène et l'ombre acoustique homogène et bien définie



# Facteurs de détection des calculs

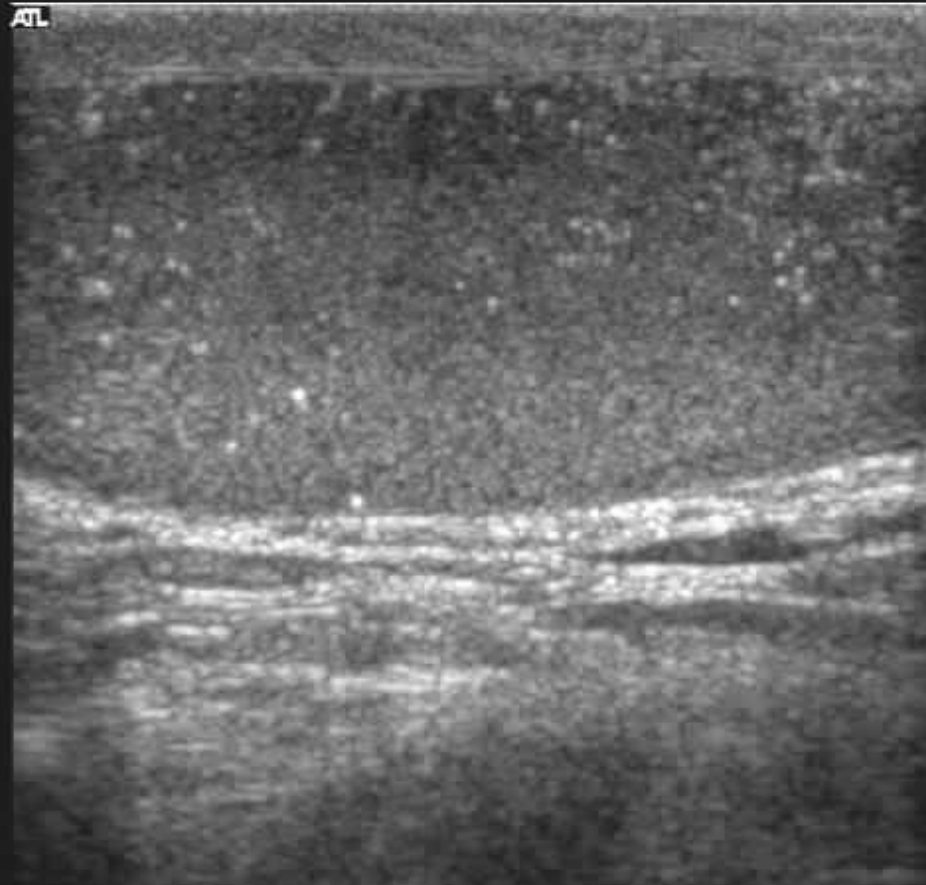
- ▶ Taille du calcul
- ▶ Fréquence de la sonde
- ▶ Environnement du calcul (liquidien, graisse)
- ▶ Structures postérieures au calcul (air, graisse, parenchyme)

00/07/26:141408  
L10-5 Tiss.s/Testi

26 Jul 00  
14:42:07

ITm 0.1 IM0.8  
Img.155 3.9 cm

Ech 3  
150dB/C 4  
Persist Moy  
Optim 2D:Rés  
N/B 0 Pg 0  
Coul 0 Pg 0



Représentation de microlithiases testiculaires: la très petite taille des calculs situés dans les tubes séminifères ne permet pas l'identification d'un cône d'ombre

La plus petite taille du calcul donnant une ombre acoustique est de l'ordre de 3,5 mm.



Calcul urétérale sans image de cône d'ombre postérieur identifiable (environnement défavorable).

Attention, avant d'affirmer la non visualisation d'un cône d'ombre postérieur il faut s'assurer de la parfaite focalisation sur la structure.....)



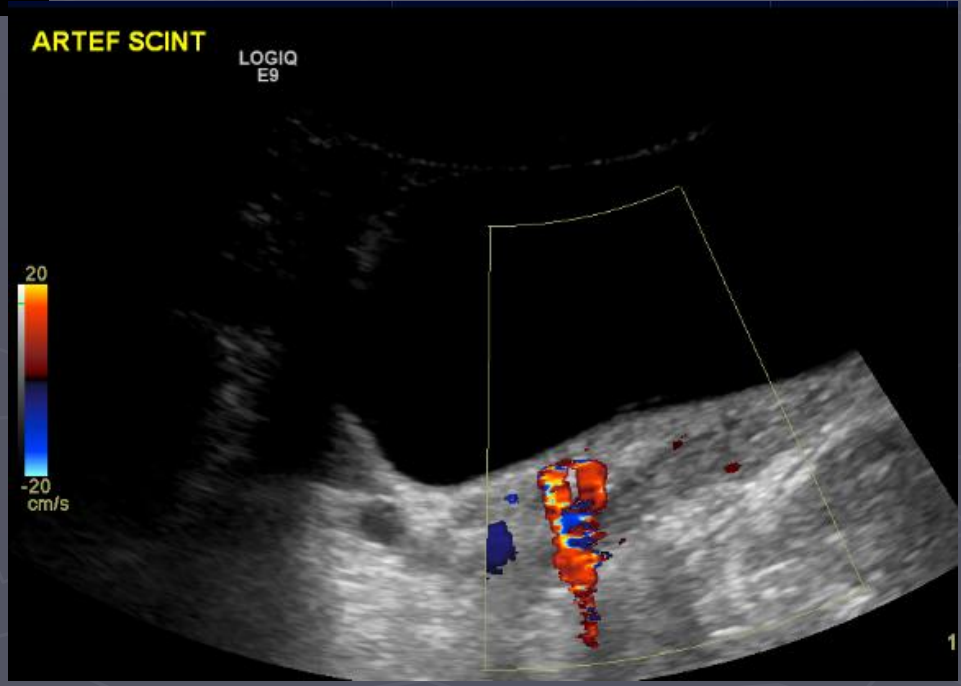
Cône d'ombre postérieur

LOGIQ  
E9



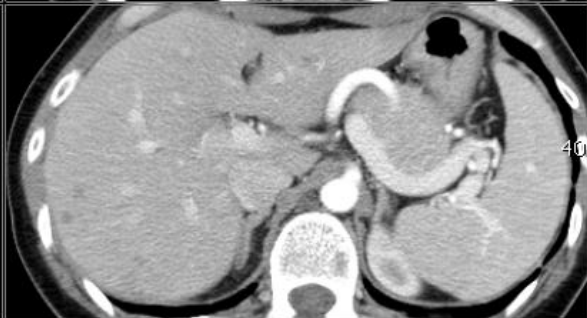
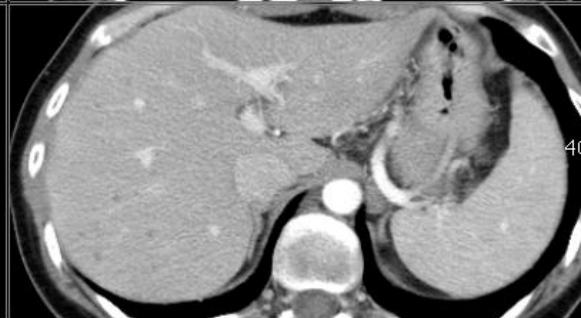
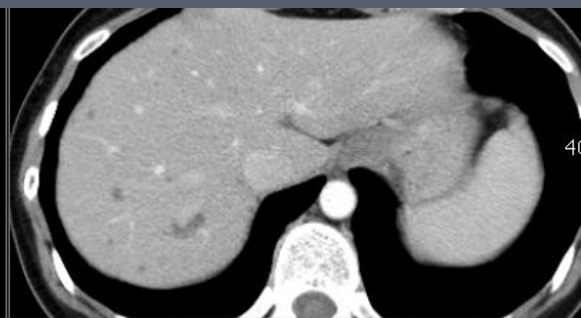
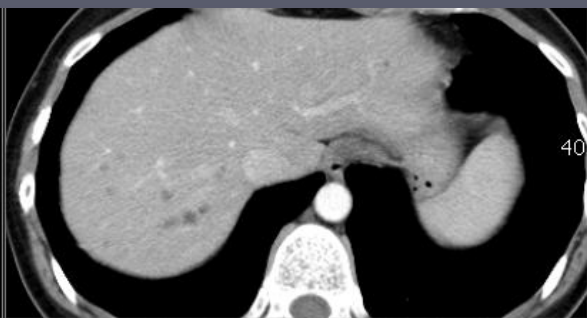
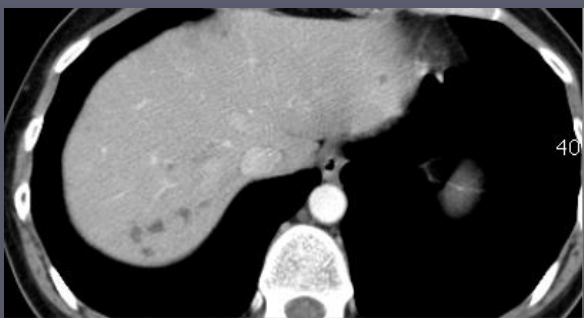
ARTEF SCINT

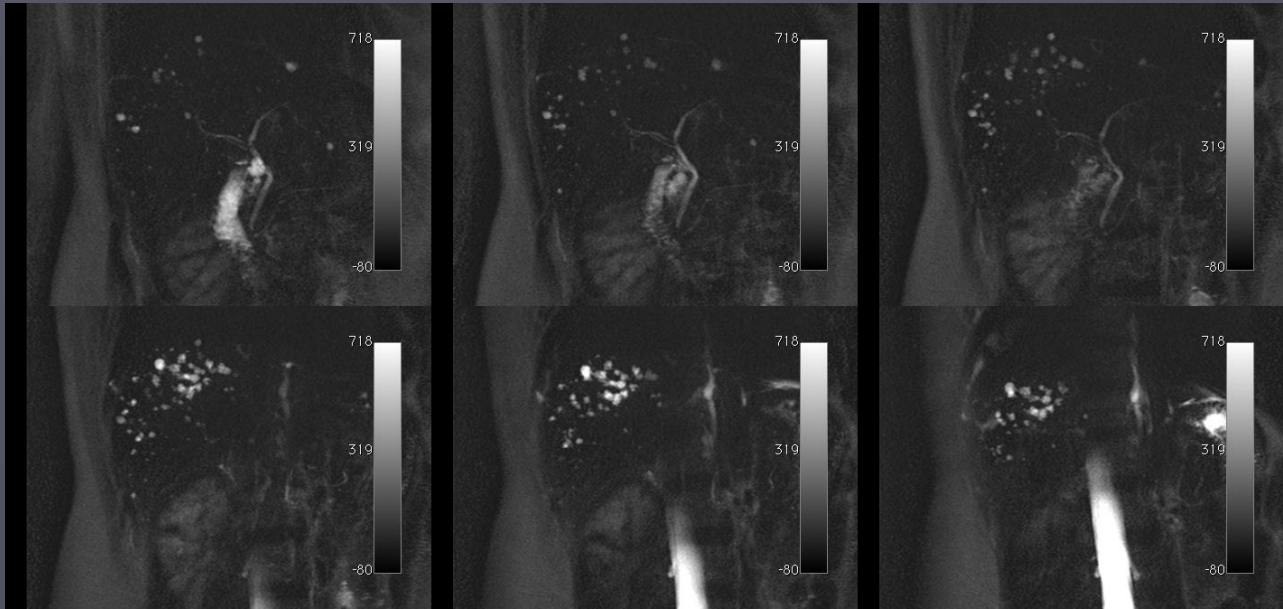
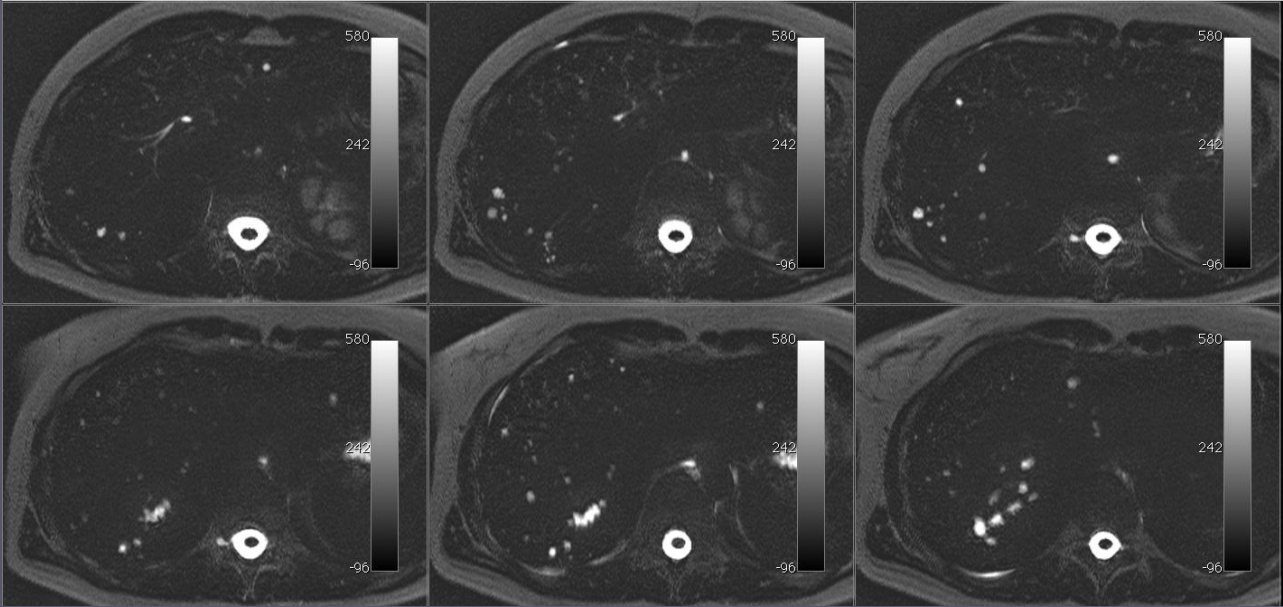
LOGIQ  
E9



# Images hyperéchogènes ?

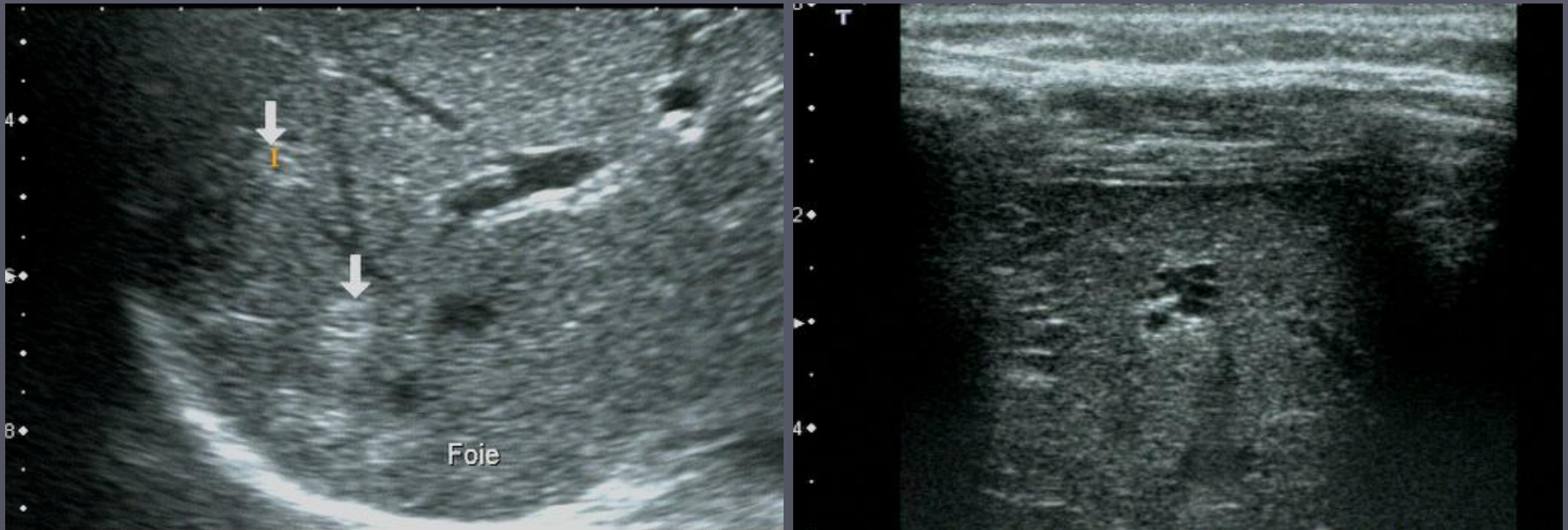






# *L'image de structure*

## ► L'hyperéchogénicité

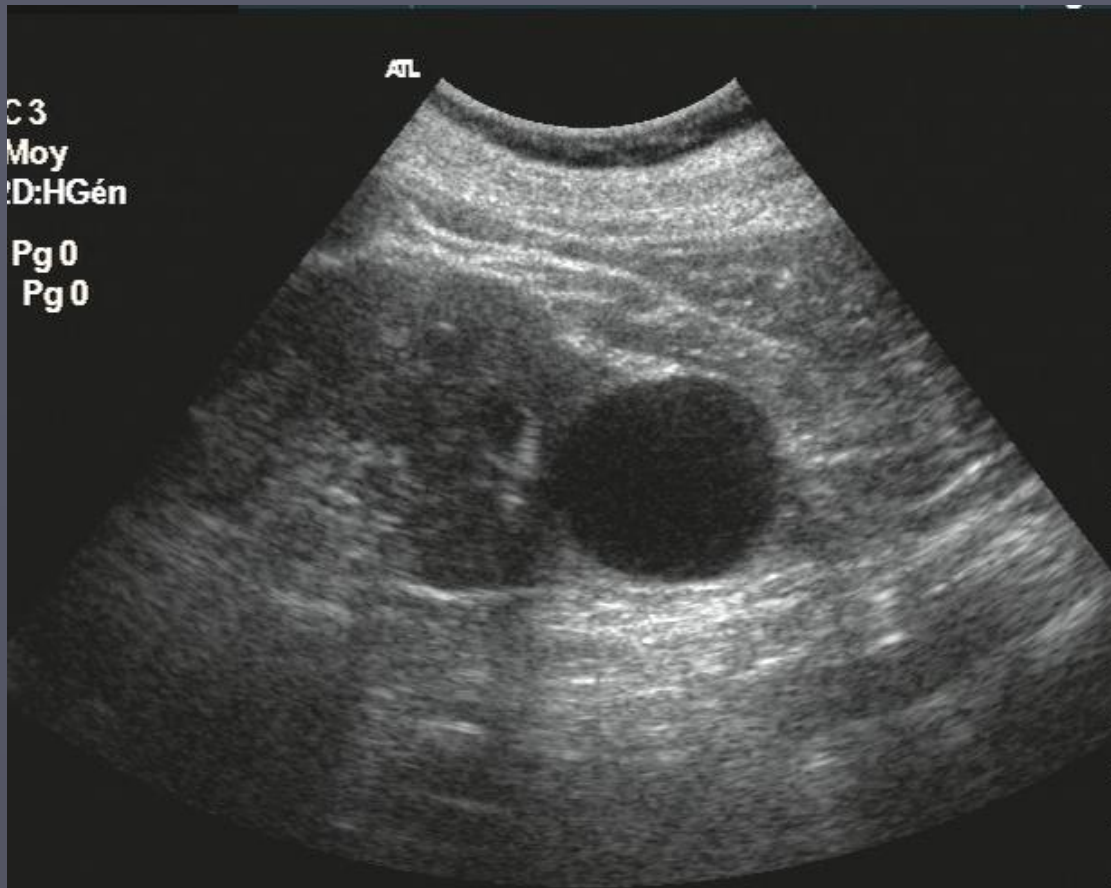


L'hyperéchogénicité est liée à la multiplicité des interfaces entre les microkystes dont on ne voit le contenu liquidien qu'en utilisant des sondes de haute fréquence



*L'image de structure*  
hypo-échogène

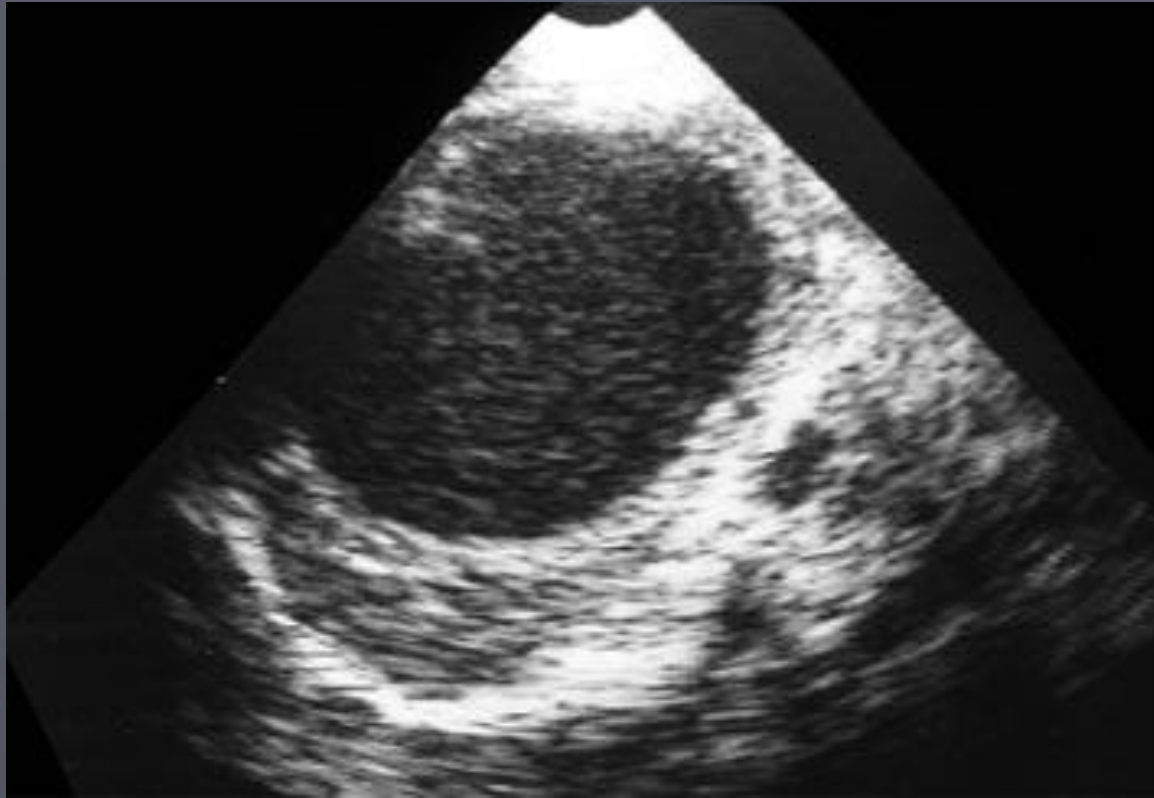
# *L'image de structure*



Kyste simple du rein avec renforcement postérieur  
et effet de bord lié à la diffraction des ultrasons

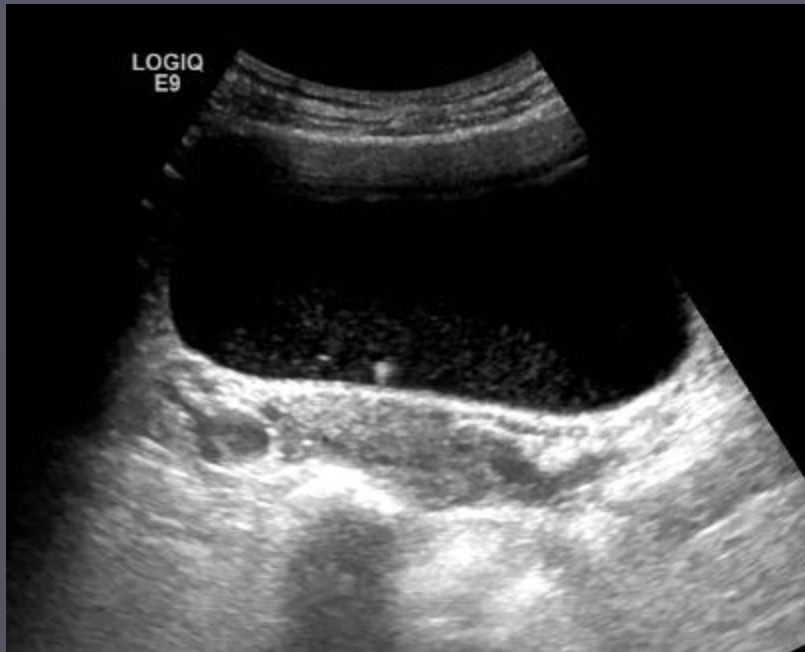


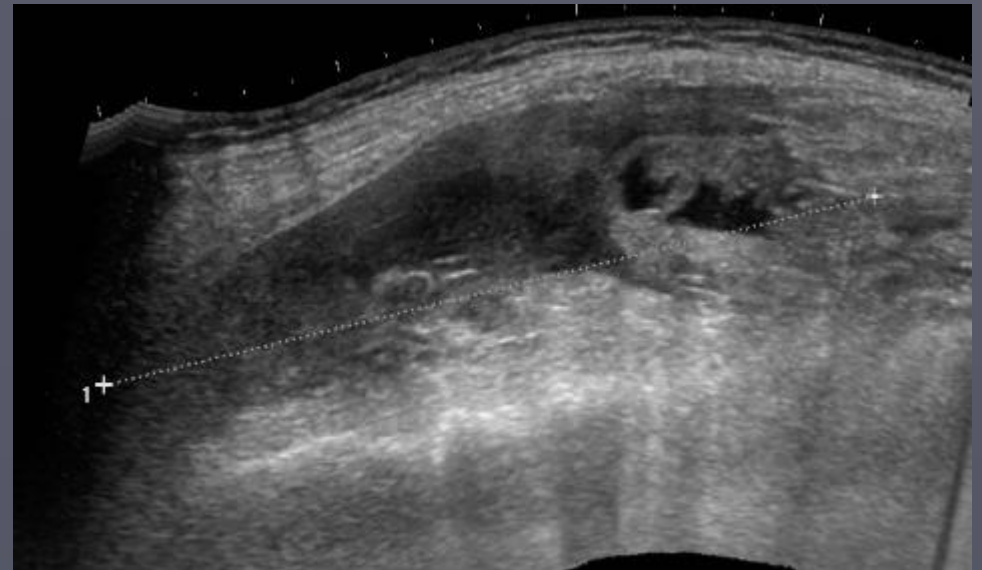
# Kyste contenant de fins échos



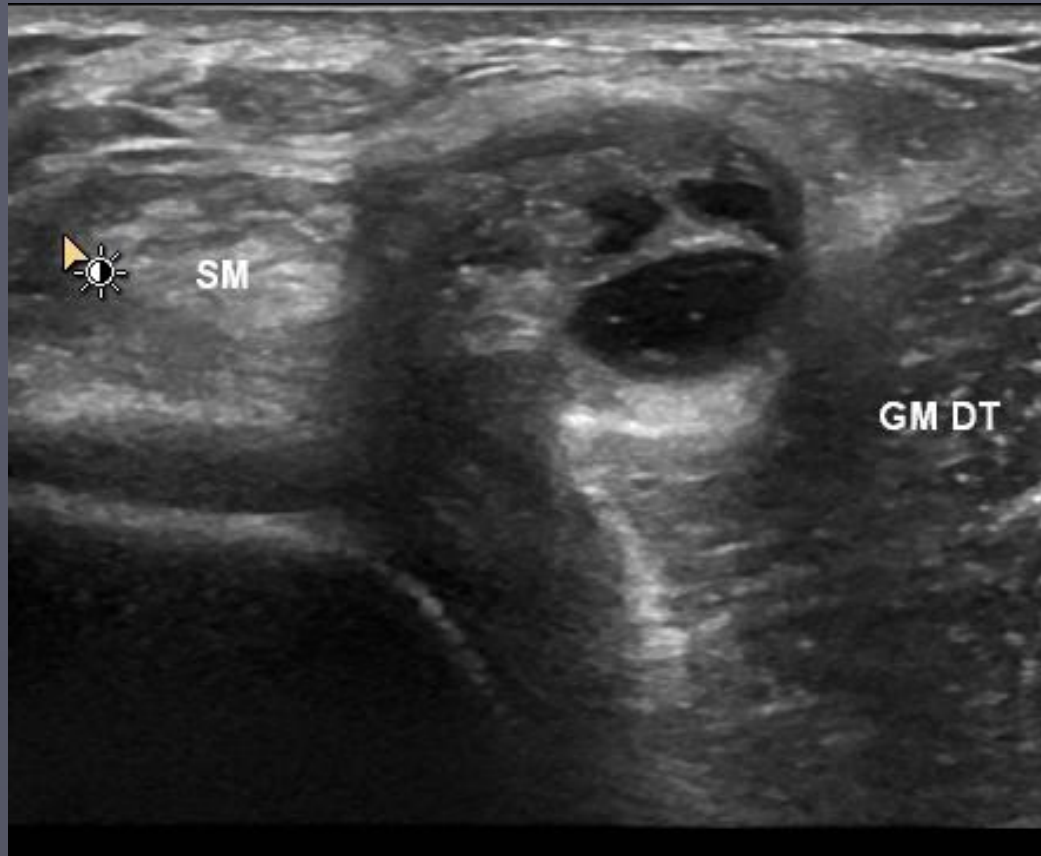
Kyste épidermoïde de la rate (cristaux de cholestérols...)

# Les variations du contenu

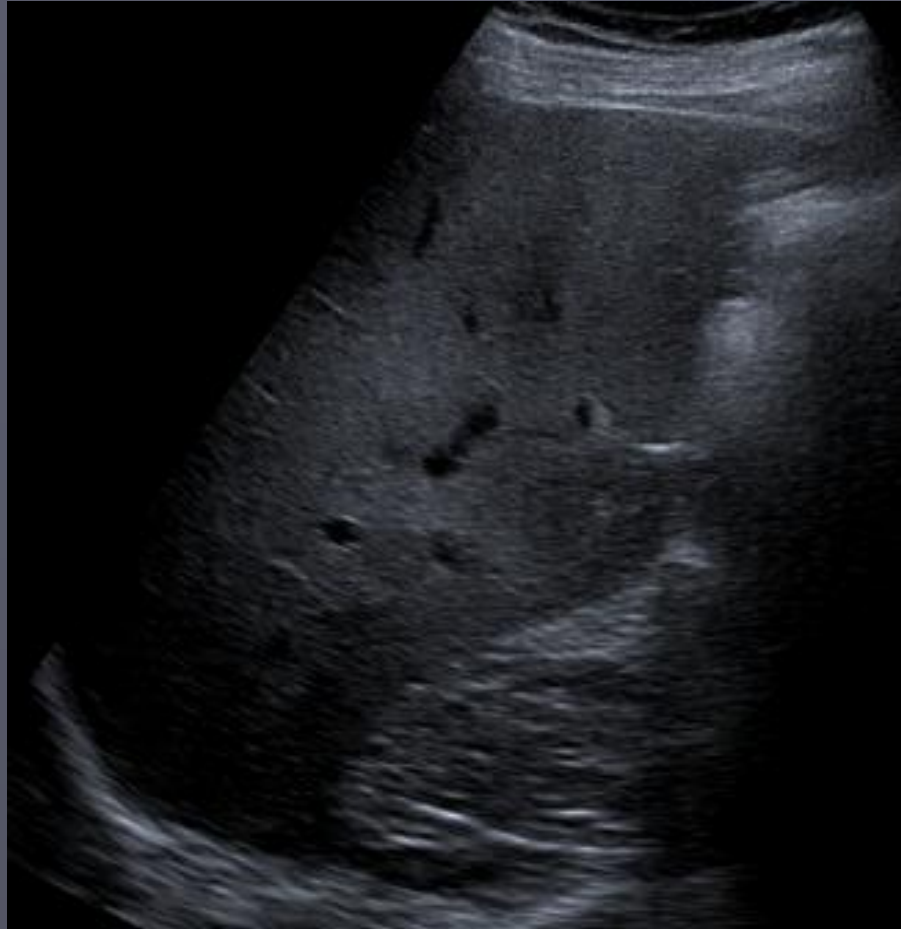




Hématome musculaires



Kyste poplité à contenu hétérogène (synovite)



Lésion hépatique hypoéchogène



# *L'image de structure (image tissulaire)*

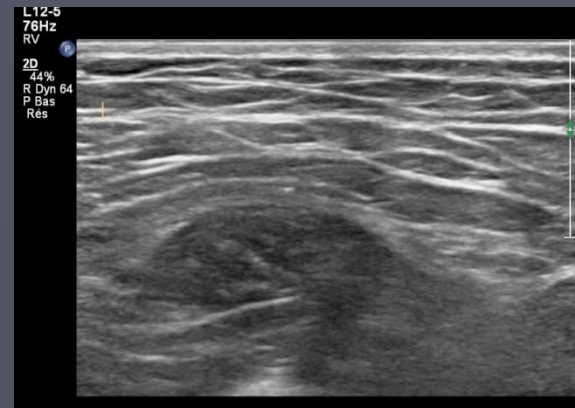
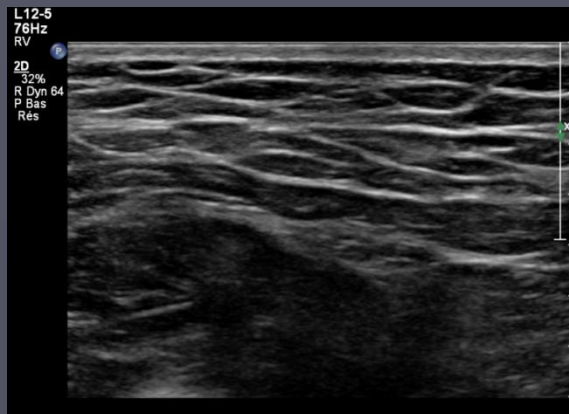
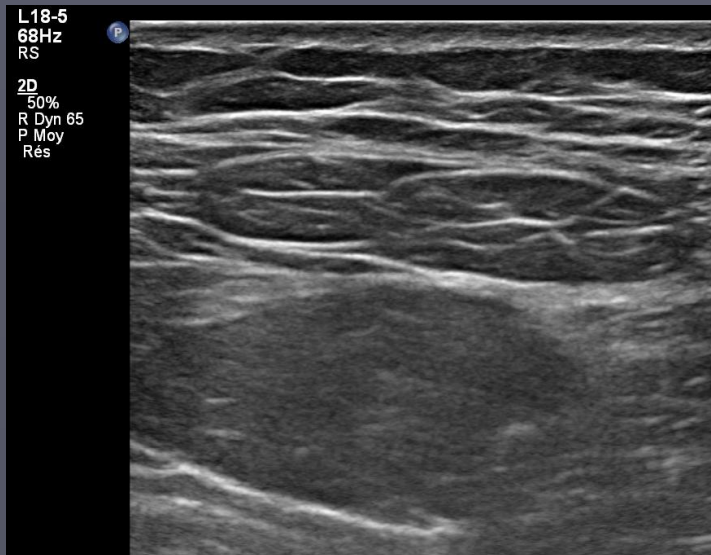
Les images élémentaires se combinent pour constituer les différentes formes de structures, échogènes ou anéchogènes.

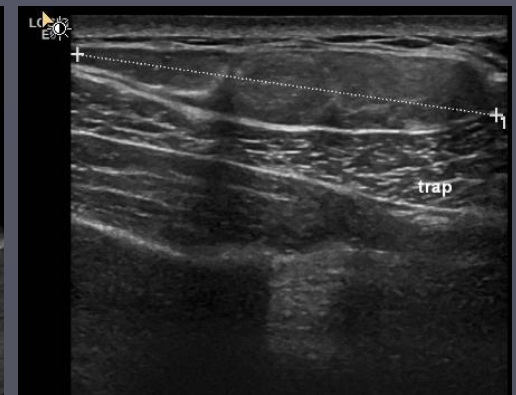
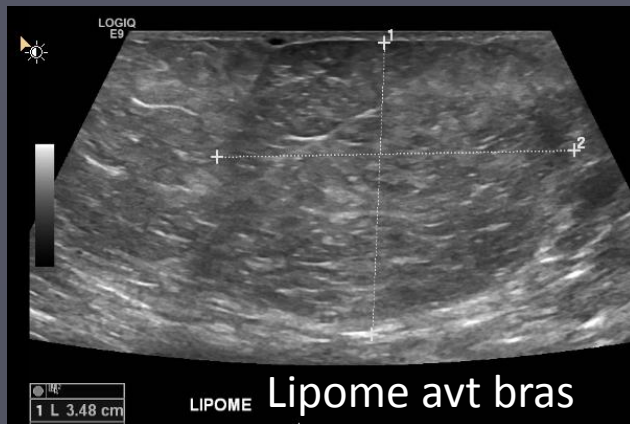
## **Cas particulier du tissu adipeux**

Echogénicité du tissu adipeux ?

# Echogénicité du tissu adipeux ?

L'échogénicité du tissu adipeux dépend de sa microarchitecture différent selon la région anatomique...





# Tuméfaction abdominale



Ascite cloisonnée chez un garçon de 12 ans en insuffisance rénale en hémodialyse ( traitement antérieur par dialyse péritonéale): bilan d'un ventre distendu douloureux pseudotumoral. Les multiples cloisonnements sont à l'origine de ces interfaces et du caractère pseudosolide de la lésion

# RETENIR QUE:

- ▶ L'hyperéchogénicité est liée
  - À l'absorption des ultrasons (exemple fibrose)
  - A la multiplicité des interfaces rapprochées
  - Aux hétérogénéités du milieu
- ▶ L'hypoéchogénicité est liée
  - A l'homogénéité du milieu et à la faible absorption
  - A l'absence d'interfaces

# RETENIR QUE:

- ▶ Le liquide est transonore, Anéchogène
- ▶ Le liquide peut perdre son caractère transsonique
  - À cause de son contenu
    - ▶ Contenu épais, riche en protéines ou avec des cristaux,
    - ▶ Infection
    - ▶ Hémorragies
  - A cause de la structure entourant le liquide
    - ▶ Multiples cloisons rapprochées
    - ▶ Fibrine...
    - ▶ Accolement de multiples petits kystes
- ▶ Ne pas oublier qu'une formation liquidienne est compressible !

La sémiologie est comme l'image  
échographique ....

En nuance (de gris)