



Echographie thoracique

Appareillage & Sémiologie normale

M.El Hajjam, N. Cherif Idrissi Ganouni,
S. Hantous, E. Mahdjoub, G. Durand

*Journées Toulousaines
17-18 septembre 2021*



Introduction

- Décrite dès la moitié du XXème siècle – Ross, J Lab Clin Med 1968
- Fausses croyances années 90 : poumon = obstacle US
- Essor dans les années 1990-2000 (Lichtenstein, Giron)
- Boom de l'Echo thoracique depuis 2010 (domaine d'urgence vitale où radio thorax peut être insuffisante, et scanner difficile d'accès...)

-Giron.J. L'échographie Thoracique. Rev. Pneumol. Clin 2000

-Lichtenstein.D. Échographie pleuro-pulmonaire. Réanimation 2003



Thoracic Ultrasound

Edited by Christian B. Laursen,
Najib M. Rahman
and Giovanni Volpicelli

1. Physics and basic principles

By Stephen Alerhand, Ole Graumann and Bret P. Nelson
10.1183/2312508X.10006017

▶ Abstract

2. Technique and protocols

By Christian B. Laursen, Jesper R. Davidsen and Fergus Gleeson
10.1183/2312508X.10006117

▶ Abstract

3. Chest wall and parietal pleura

By Maged Hassan and Najib M. Rahman
10.1183/2312508X.10006217

▶ Abstract

4. Pneumothorax

By Nils Petter Oveland
10.1183/2312508X.10006317

▶ Abstract

5. Pleural effusion

By Christopher Merrick, Rachelle Asciak, Anthony Edey, Fabien Ma
10.1183/2312508X.10014817

▶ Abstract

6. Interstitial syndrome

By Luna Gargani
10.1183/2312508X.10006517

▶ Abstract

7. Pneumonia

By Gebhard Mathis
10.1183/2312508X.10006617

▶ Abstract

8. Pulmonary embolism

By Giovanni Volpicelli
10.1183/2312508X.10006717

▶ Abstract

9. Lung tumours

By Christian Görg, Corinna Trenker and Andreas Schuler
10.1183/2312508X.10006817

▶ Abstract

10. The diaphragm

By Giovanni Ferrari, Søren Helbo Skaarup, Francesco Panero and John
10.1183/2312508X.10006917

▶ Abstract

11. The upper abdomen

By Stefan Posth and Ole Graumann
10.1183/2312508X.10007417

▶ Abstract

12. The mediastinum

By Felix J.F. Herth
10.1183/2312508X.10007017

▶ Abstract

13. Ultrasound of the neck for airway management

By Michael S. Kristensen and Wendy H. Teoh
10.1183/2312508X.10007517

▶ Abstract

14. Focused cardiac ultrasound

By Gabriele Via, Anthony Dean, Gabriele Casso, Brian Bridal Løgstrup
10.1183/2312508X.10007117

▶ Abstract

15. Newborns, infants and children

By Francesco Raimondi, Fiorella Migliaro, Antonietta Giannattasio, Let
Margherita Trinci, Vittorio Miele and Stefania Ianniello
10.1183/2312508X.10007217

▶ Abstract

16. Ultrasound-guided procedures

By John P. Corcoran, Mark Hew, Fabien Maldonado
10.1183/2312508X.10007317

▶ Abstract

17. Future directions

By Christian B. Laursen, Najib M. Rahman and Giova
10.1183/2312508X.10007617

▶ Abstract

Le terme échographie thoracique

Sous entend plusieurs compartiments

paroi,
plèvre,
poumon,
médiastin,
cœur,
diaphragme

Implique de nombreuses spécialités :

- cardiologie,
 - pneumologie,
 - pédiatrie,
 - les urgences,
 - la réanimation,
 - la pédiatrie...
- et l'Imagerie**



Intérêts multiples

- Technique non invasive
- Economique
- Facilité de réalisation
- Outil diagnostique rapide : hôpital, extrahospitalier, en cabinet
- Mobilisable au lit du patient
- Temps réel
- Statique et dynamique
- Outil de surveillance et monitoring au quotidien
- Outil interventionnel

[Anaesthesiol Intensive Ther.](#) 2014 Nov-Dec;46(5):323-35. doi: 10.5603/AIT.2014.0056.

Ten good reasons to practice ultrasound in critical care.

[Lichtenstein D](#)¹, [van Hooland S](#), [Elbers P](#), [Malbrain ML](#).



Sensibilité US > Radio thorax au lit

Lichtenstein D. Anesthesiology 2004

Xirouchaki N Intensive Care Med 2011

Sensibilité US > Radio thorax Pneumopathie Pneumothorax

X.Y PloS One 2015 (méta-analyse PAC)

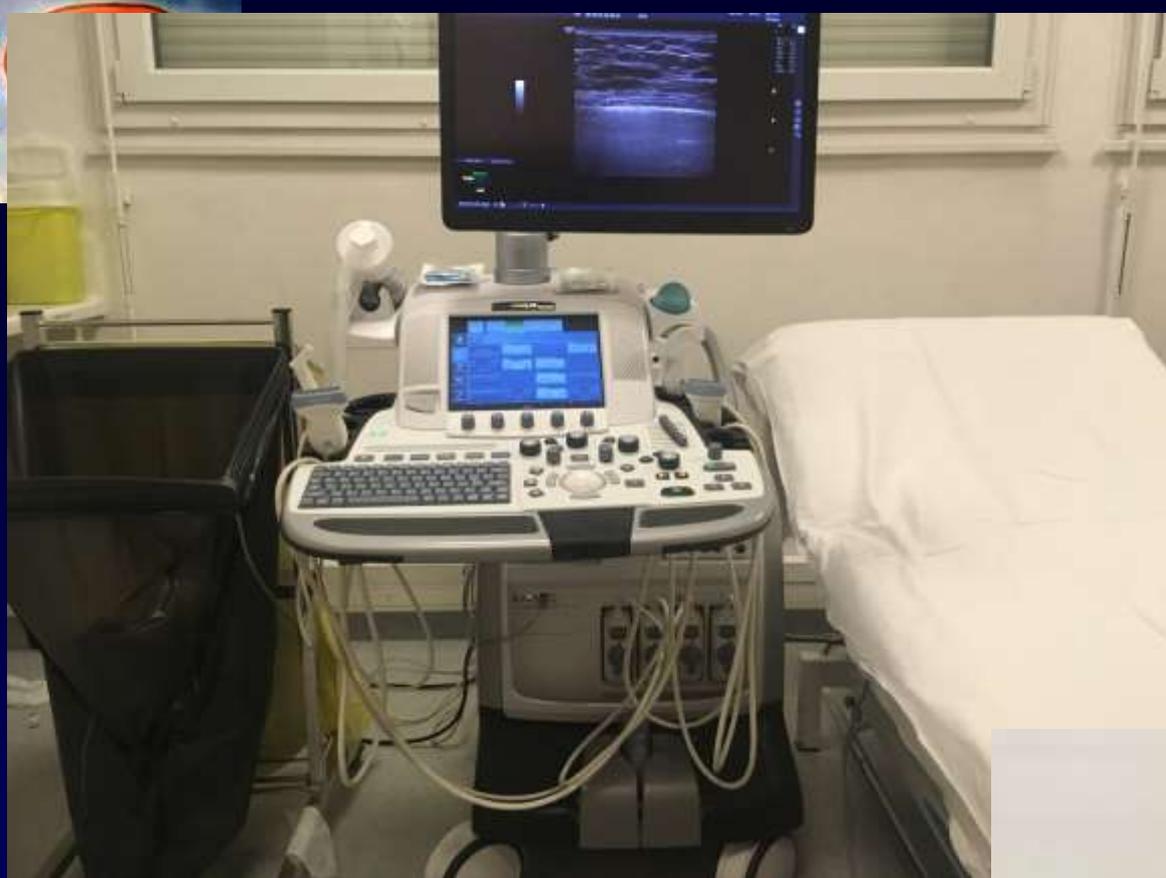
Alrajab S. Critic care 2013 (méta-analyse Pneumothorax)

Plan

- **Appareillage**
- **Sémiologie normale**
 - Plèvre – Poumon
 - Pari
 - Diaphragme
 - Cœur
- **Limites**

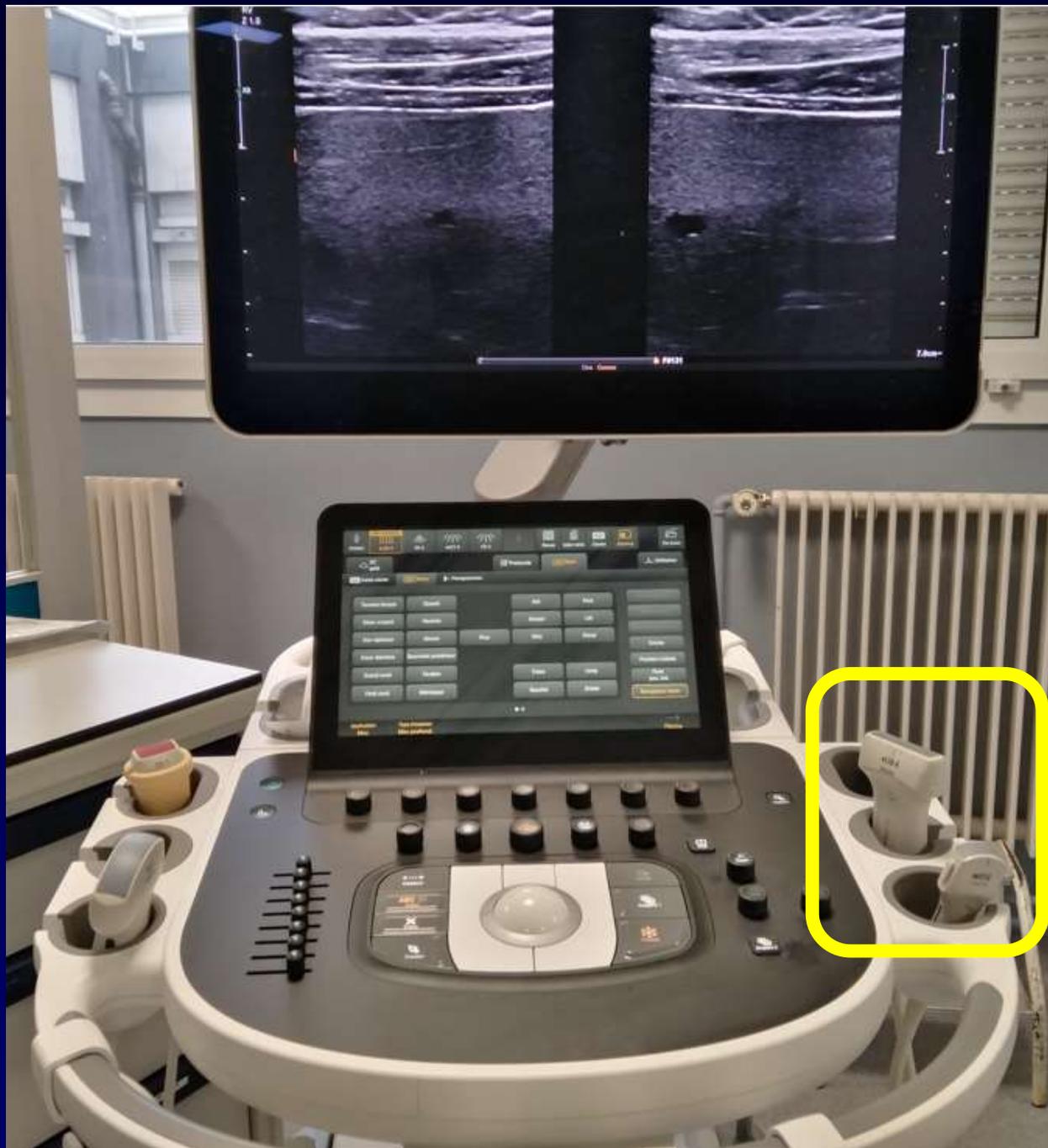
Plan

- **Appareillage**
- **Sémiologie normale**
 - Plèvre – Poumon
 - Paroi
 - Diaphragme
 - Cœur
- **Limites**



Glaïeul de Byzance







Echo- stéthoscope 2000 Euros



ÉCHOGRAPHE PORTATIF / POUR
ÉCHOGRAPHIE POLYVALENTE / SONDE
WIRELESS
UPROBE-2, UPROBE-3



Echo-sthétoscope 500 Euros

We are HACKING
ultrasound technology
to create an OPEN-SCIENCE
and AFFORDABLE
Echo-stethoscope FOR ALL



Echopen lance une sonde
d'échographie open source



L'équipe de développement de l'écho-stéthoscope. © Karine S. Bouvattier-Fondation Pierre Fabre

APHP
Fondation Pierre Fabre
Association EchOpen
<http://www.echopen.org>

Faire tomber les coûts

Installé depuis six mois à l'Hôtel-Dieu grâce au soutien de l'APHP (l'Assistance publique des hôpitaux de Paris) et soutenu par la fondation Pierre Fabre, le fablab associatif Echopen est né d'une nécessité de concevoir un dispositif d'échographie à bas coût permettant d'accéder facilement à l'orientation diagnostique. En général, les équipements d'échographie sont chers et imposants.

You'll never need multiple probes again !



Utile en situation critique: Temps, infection, corps entier

Ultrasonography can be utilised to predict airway **difficulty during induction of anaesthesia**, evaluate if the **stomach is empty** or possesses gastric content that poses an aspiration risk, localise the essential **cricothyroid membrane** prior to difficult airway management, perform **nerve blocks for awake intubation**, confirm tracheal or oesophageal intubation and facilitate localisation of tracheal rings for tracheostomy. Ultrasonography is an excellent diagnostic tool in **intraoperative and emergency diagnosis of pneumothorax**. It also enables diagnosis and treatment of **lung consolidation**, atelectasis, pleural effusion and differentiates causes of **acute breathlessness during pregnancy**. Patient safety can be enhanced by **performing procedures under ultrasound** guidance, e.g. thoracocentesis, vascular line access and help guide timing of removal of chest tubes by **quantification of residual pneumothorax size**

Insights Imaging (2014) 5:253–279
DOI 10.1007/s13244-014-0309-5

REVIEW

Ultrasonography for clinical decision-making and intervention in airway management: from the mouth to the lungs and pleurae

Michael S. Kristensen · Wendy H. Teoh · Ole Graumann ·
Christian B. Laursen

Plan

➤ **Appareillage**

➤ **Sémiologie normale**

- **Plèvre – Poumon**

- Paroi

- Diaphragme

- Cœur

➤ **Limites**



**Echographie pleuro-pulmonaire
= 7 principes de base**



Principe 1: Appareillage

- Performant, bonne résolution, pas un jouet +++
- Mobilité
- Rapidité allumage. Batterie chargeable
- Sondes multifréquences. **Idéalement une sonde**
- Ergonomie: un clavier plat qui se désinfecte aisément
- Coût

-Simplicité: Echo naturelle (sans maquillage)

Harmoniques et filtres risquent de supprimer les artefacts et affecter la dynamique



Convexe
Basse fréquence

Sonde

Linéaire
Haute fréquence

Examen bilatéral et
comparatif

PLEURÉSIE

PAROI

Aspect liquide retentissement dg et poumon
Guidage procédure

Côte, masse pariétale..

POUMON

POUMON

Poumon normal
Syndrome alvéolaire
Syndrome interstitiel

Surface pulmonaire normale
Syndrome interstitiel, sd alvéolaire périphérique

PNEUMOTHORAX

PNEUMOTHORAX

Code barre point poumon

MASSE pulmonaire

MASSE pulmonaire

Aspect épaisseur

Envahissement pariétal
Vascularisation - biopsie

DIAPHRAGME

DIAPHRAGME

Amplitude-sniff test

Épaisseur et fraction de raccourcissement



Principe 2

Thorax = Lieu de mélange Air et Eau
Dynamique gravitationnelle inverse
L'eau descend et l'air monte

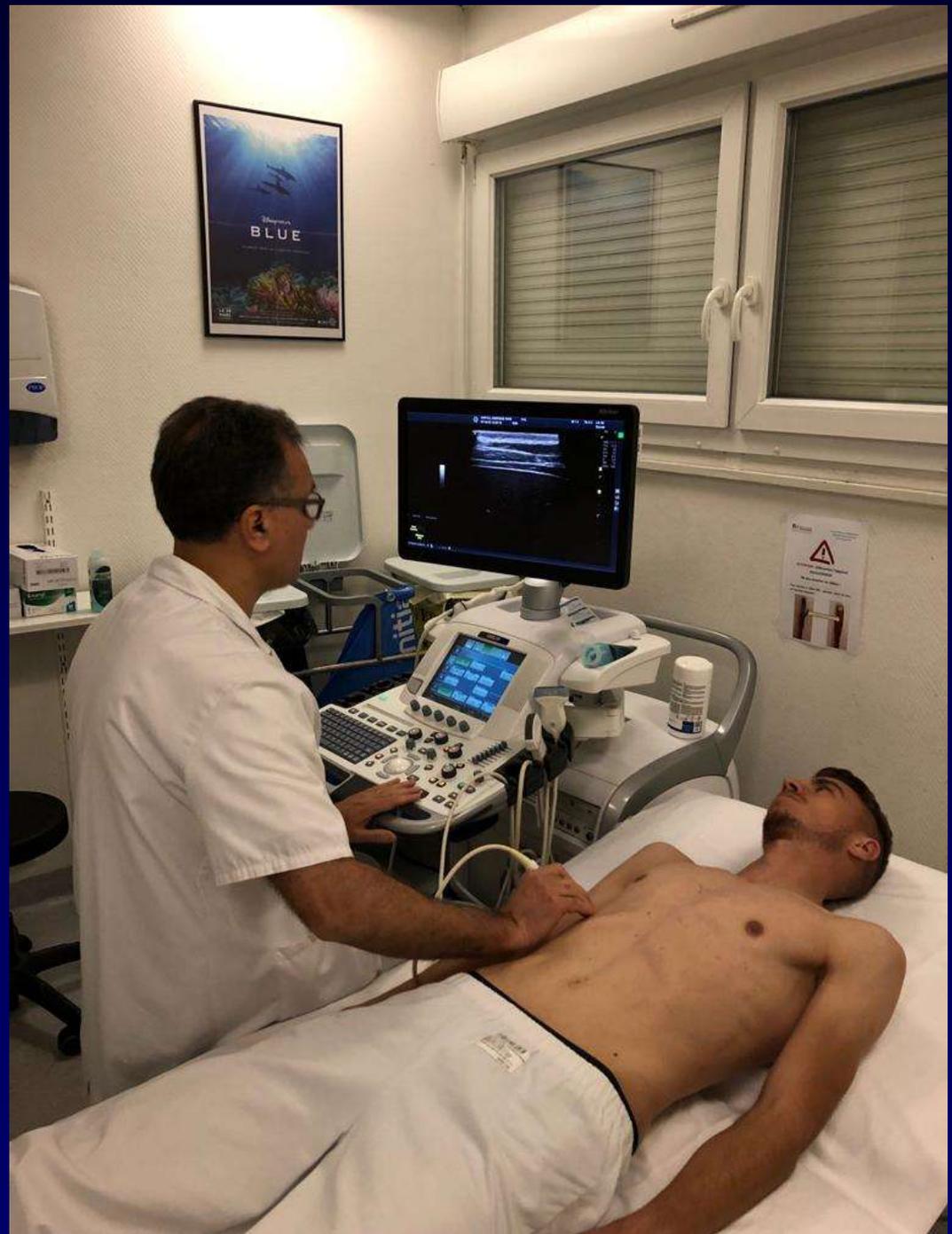
Principe 3

Poumon organe volumineux 1500 cm²
(17% surface cutanée)

→ Définir les zones à examiner



Installation du patient décubitus dorsal



Position assise notamment si détresse respiratoire

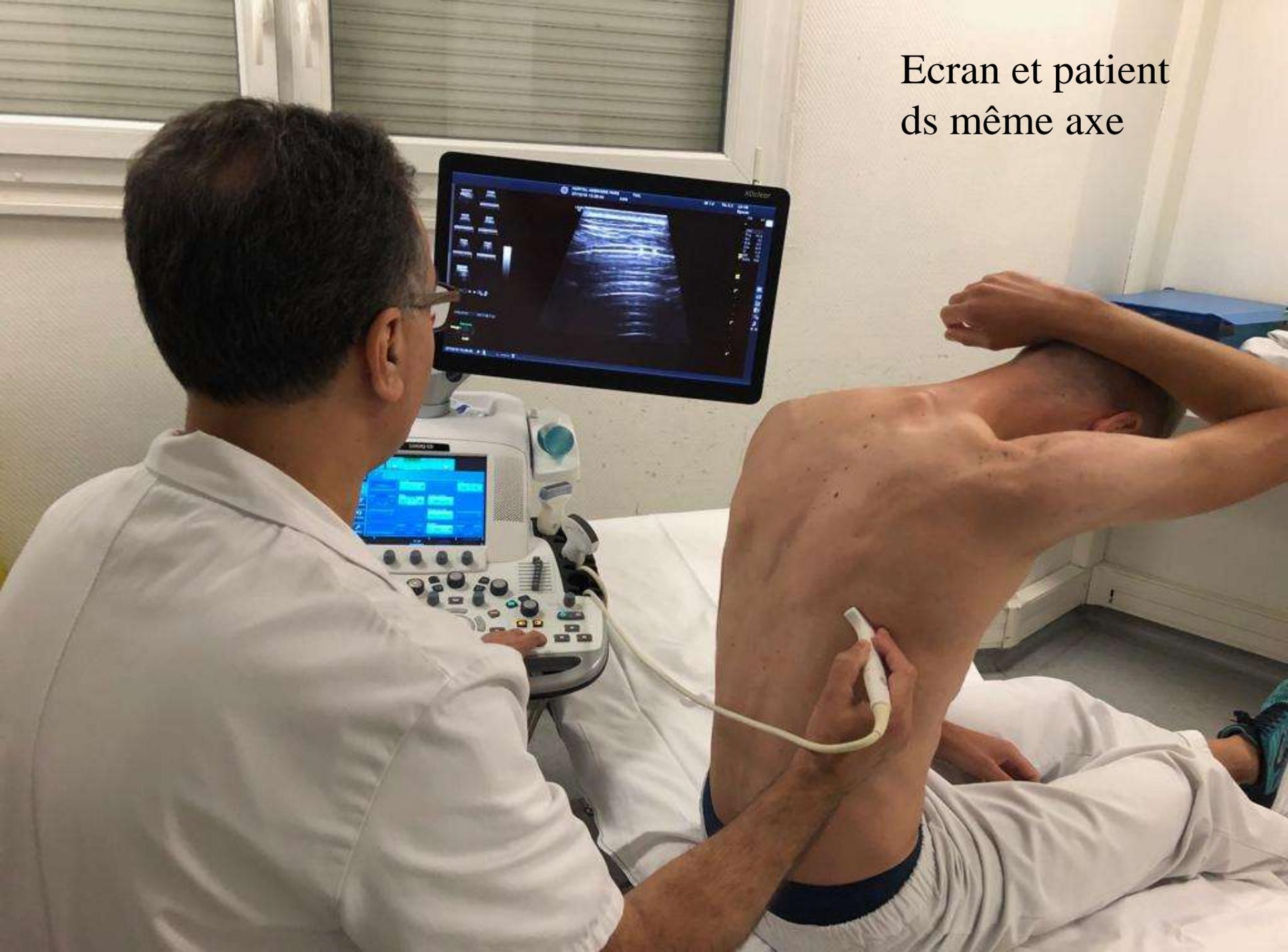
Coupes intercostales



Coupes longitudinales



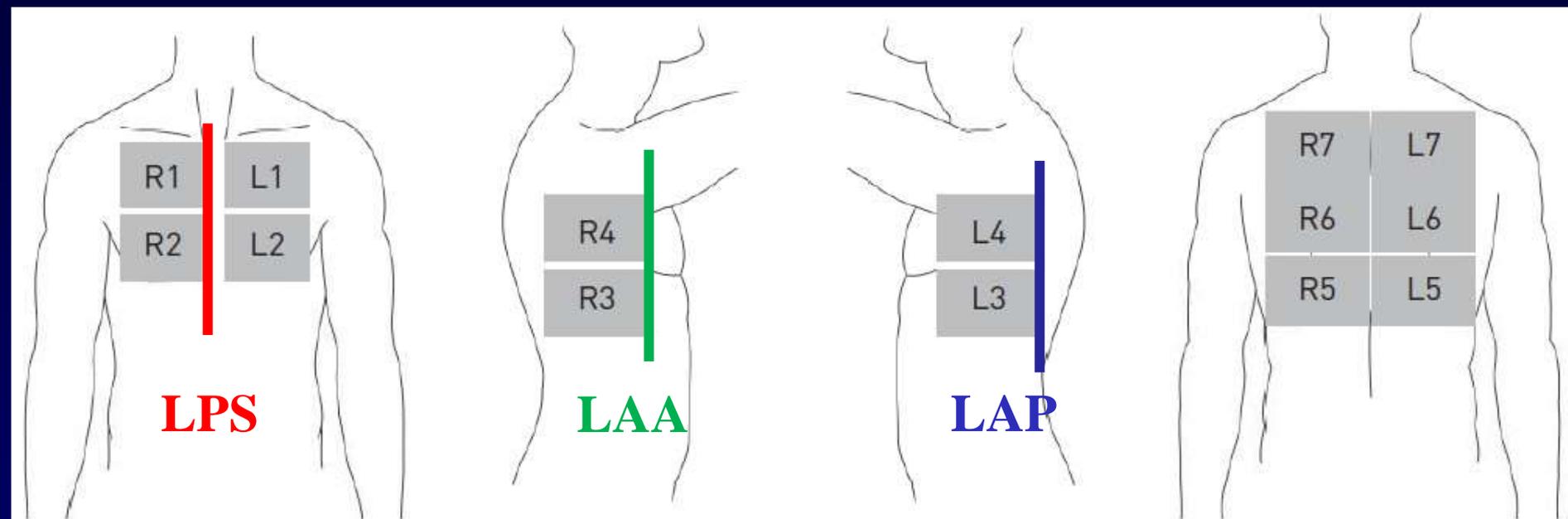
Ecran et patient
ds même axe



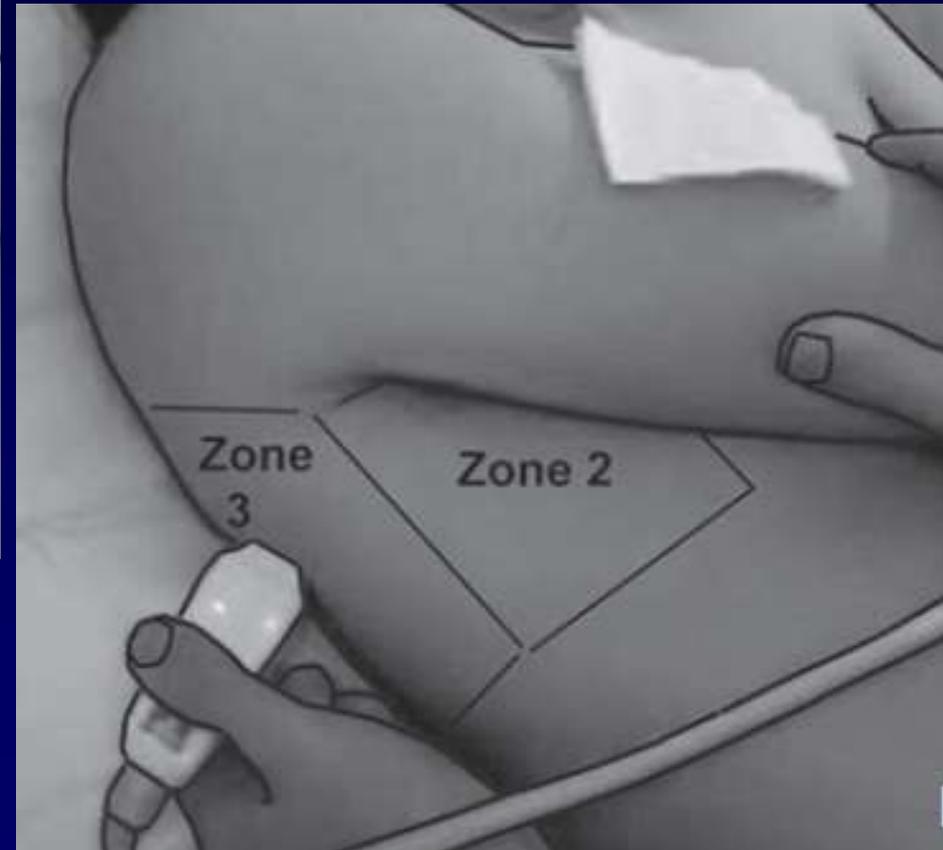
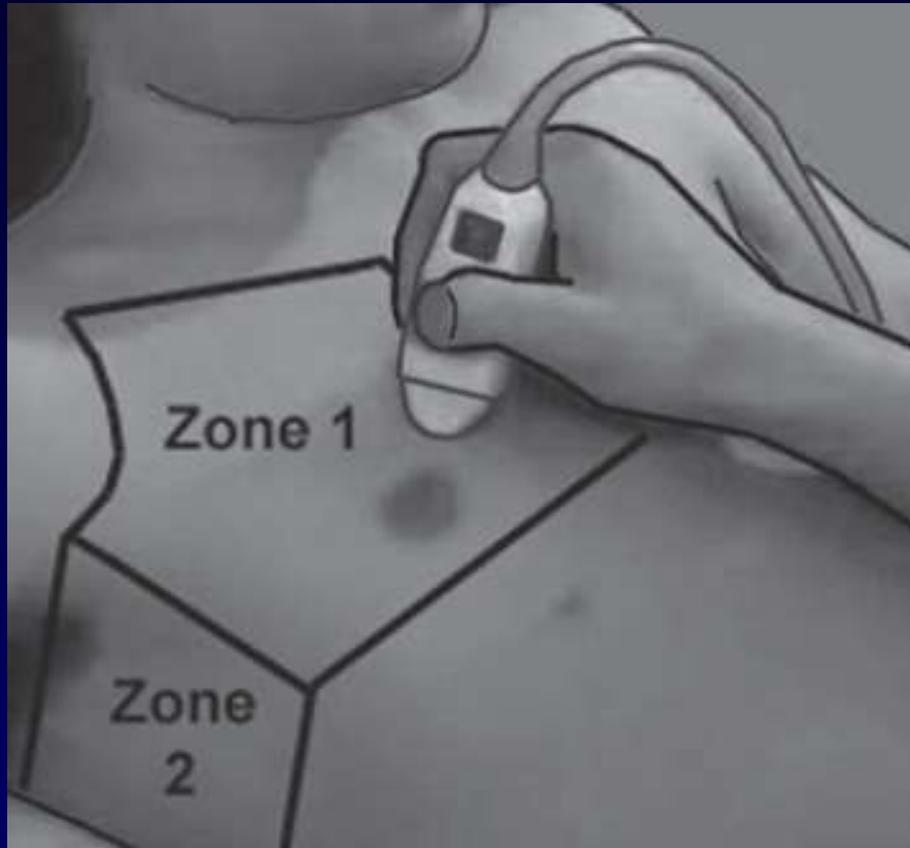


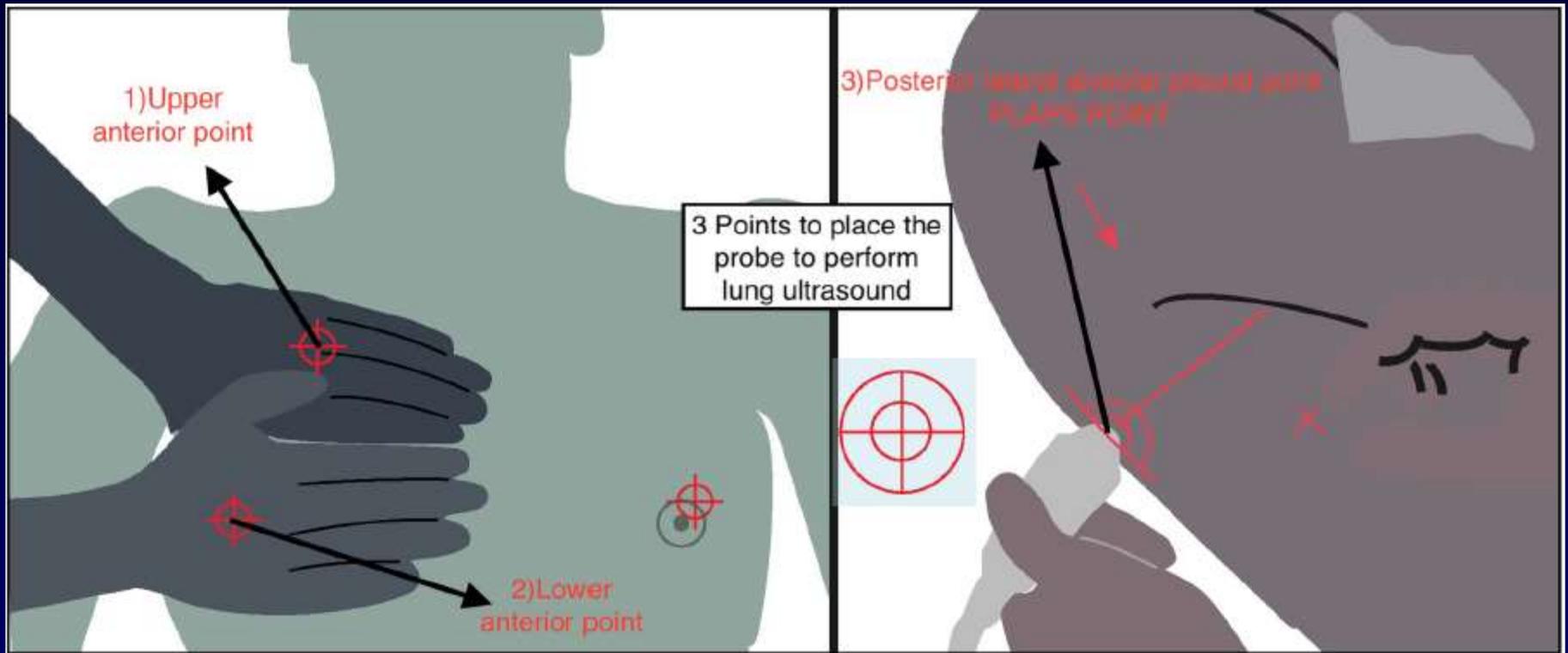


7 zones d'exploration de chaque côté



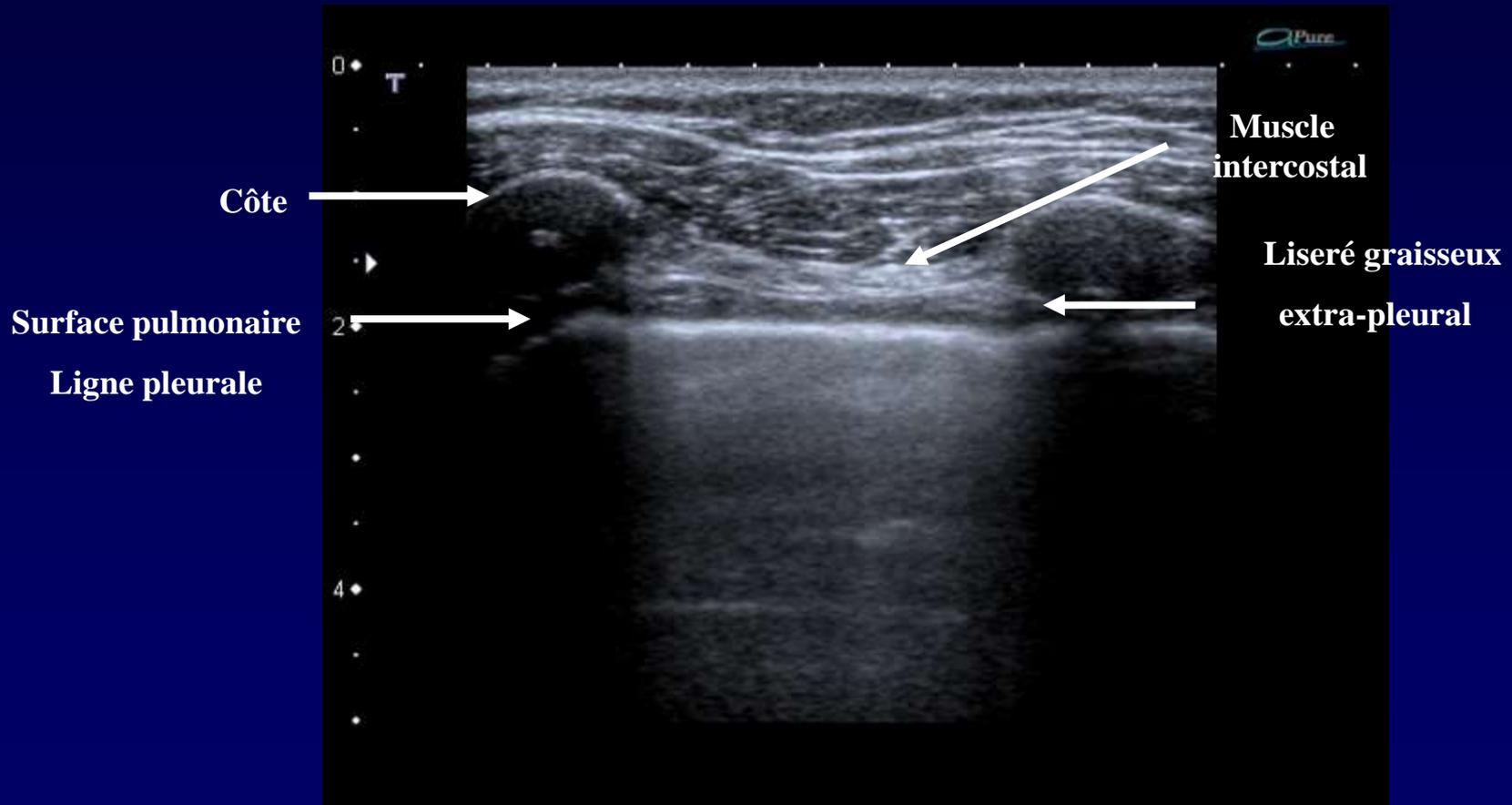
3 points basiques pour l'Echo-sthétoscope thoracique





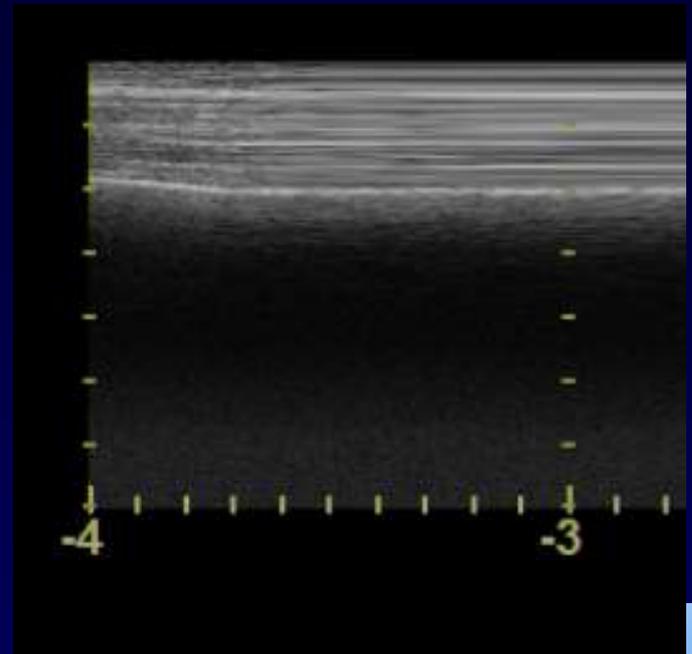
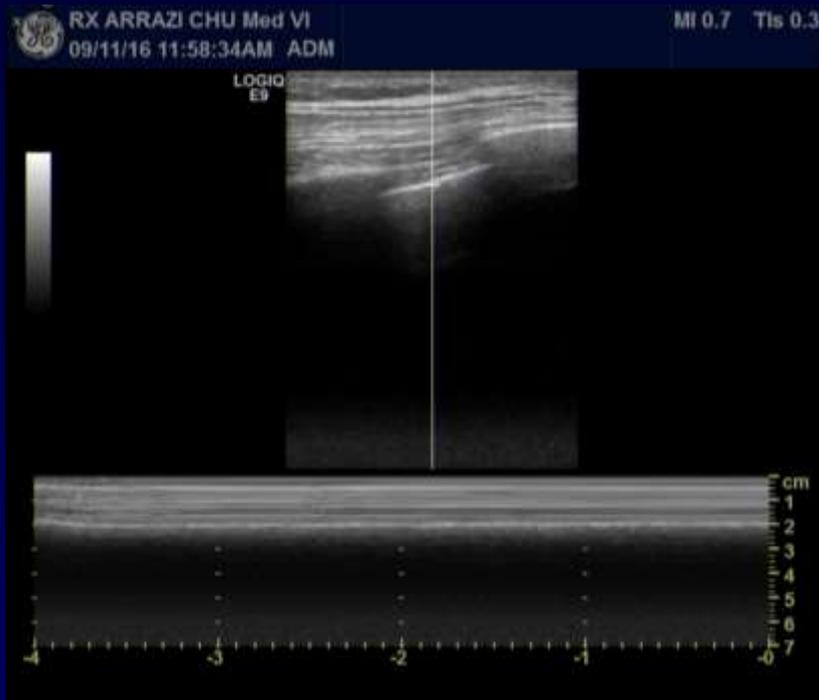
Principe 4

Toute la sémiologie part de **la ligne pleurale**
Surface pleuro-pulmonaire



Principe 5 : Le poumon est un organe dynamique

Le glissement pleural



Mode Temps de mouvement (TM)

Aspect en bord de mer



Principe 6

Considérer les artéfacts comme une information clinique à part entière

Il faut savoir faire un pas vers ces artéfacts

Ils ns ont rebouté en tant que radiologues, les pneumologues en ont fait des alliés

Classification alphabétique A, B, E, Z

Lignes horizontales ou verticales

Lignes A et B les plus utilisées en pratique



Artéfacts : Sémiologie standardisée basée sur des signes et des repères reproductibles

-Le normal

Signe de la ligne pleurale: Localiser le poumon

Signe du glissement pleural et de la ligne A : Normalité

-Le pathologique

- Signe de la ligne pulmonaire, de la sinusoiide : Epanchement pleural
- Signe de la fractale : Consolidation pulmonaire
- Fusées pleurales : Sd interstitiel
- Signe de la stratosphère, lignes A, code Barre et point poumon
= Pneumothorax

Impédance acoustique

Milieu	Impédance ($10^6/\text{Kg}/\text{m}^2/\text{s}$)
Air	0,0004
Eau	1,48
Sang	1,68
Rein & rate	1,62
Foie	1,63 à 1,67
Muscle	1,67 à 1,76
Os	3,65 à 7

Air: réfléchit la totalité des US
Os: absorbe la totalité des US



Transmission des US

Réflexion

Résultat de la rencontre des US avec une interface entre 2 milieux d'impédance différente

Réfraction

Déviation de l'onde acoustique lorsqu'elle a une incidence oblique par rapport à une interface

Transmission

Atténuation

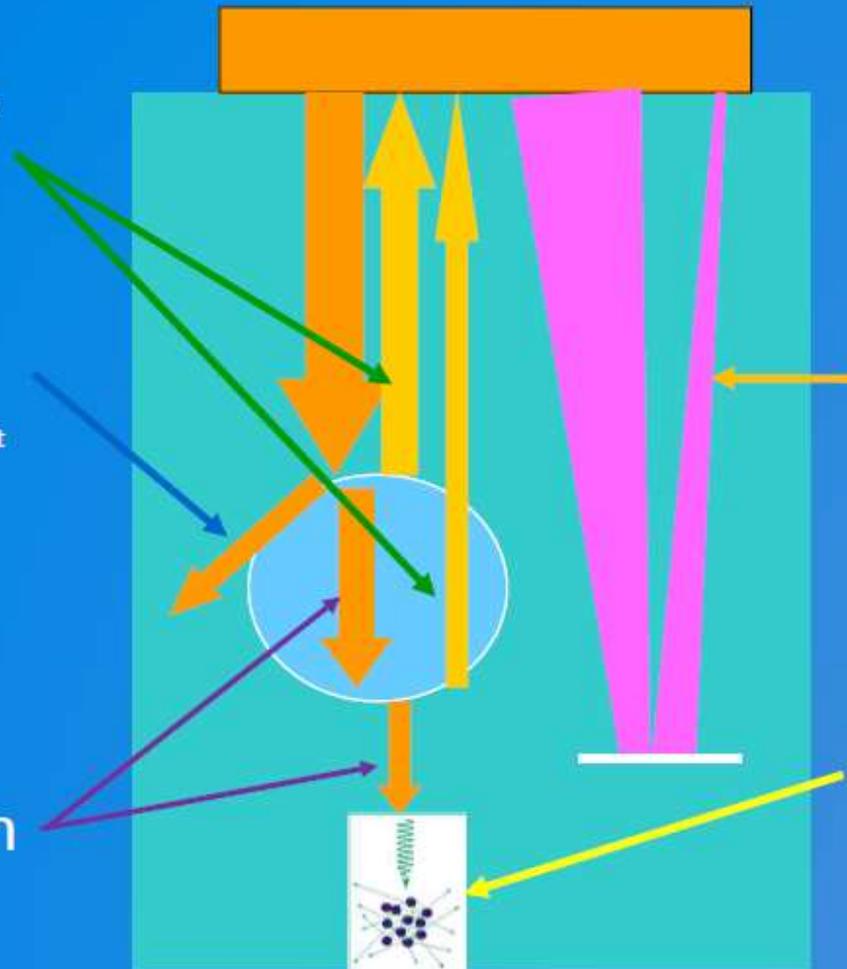
réfraction+dispersion+absorption

Absorption

Transformation de l'énergie acoustique en énergie thermique

Diffusion/ Dispersion

Dispersion de l'énergie acoustique dans toutes les directions au contact de cibles de taille équivalente ou plus petite que la longueur d'onde





Echostructures élémentaires

OS : Hyperéchogène + cône d'ombre pur

(réflexion+absorption)

Eau : anéchogène + renforcement postérieur

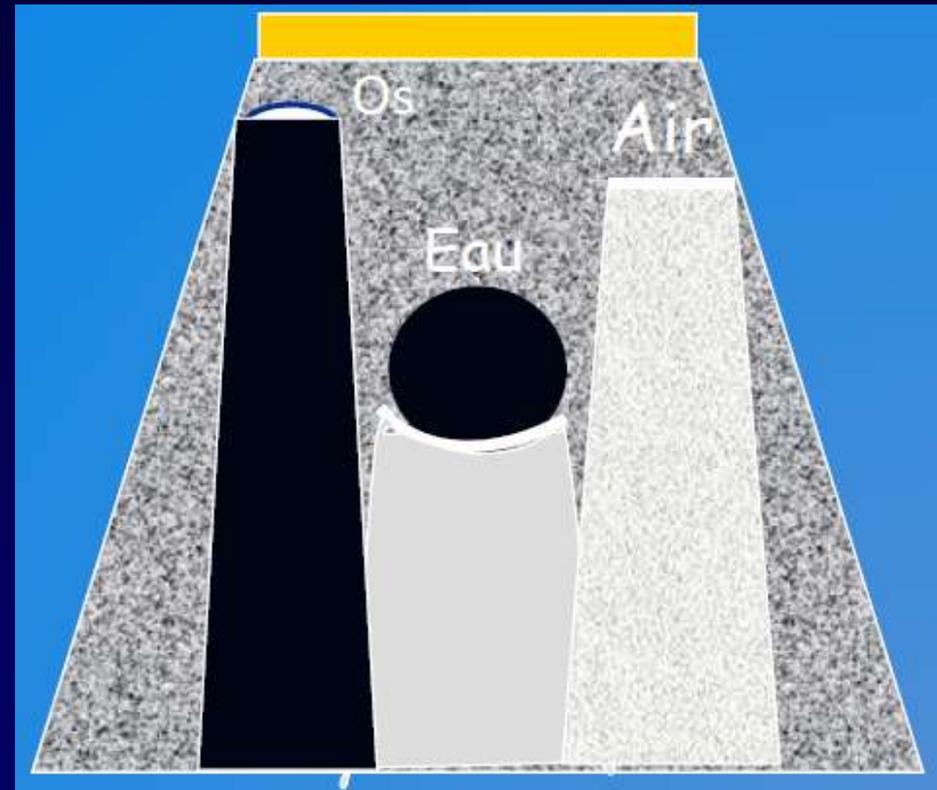
(transmission)

Air : hyperéchogène + cône d'ombre impur

(réflexion+dispersion)

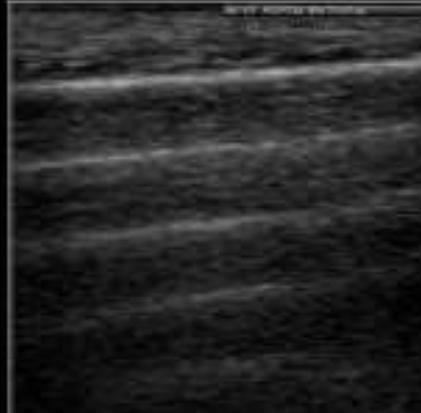
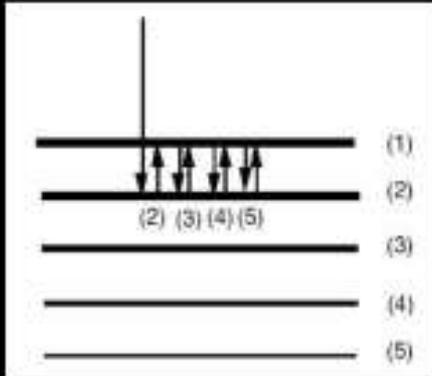
Tissu : graisse + échogène que muscle, que foie

(réflexion+réfraction+transmission)



Artéfacts

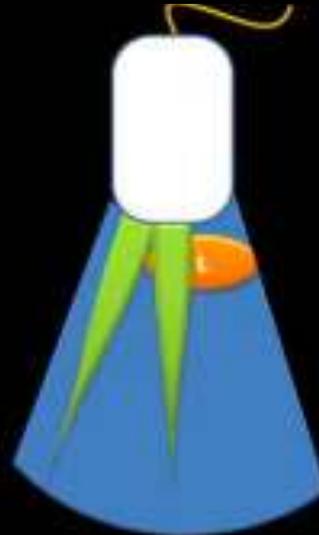
RÉVERBÉRATION²



QUEUE DE COMÈTE²



RENFORCEMENT POSTÉRIEUR¹



CONE D'OMBRE



IMAGE EN MIROIR²





Sémiologie normale statique

Artéfacts nommés selon l'alphabet

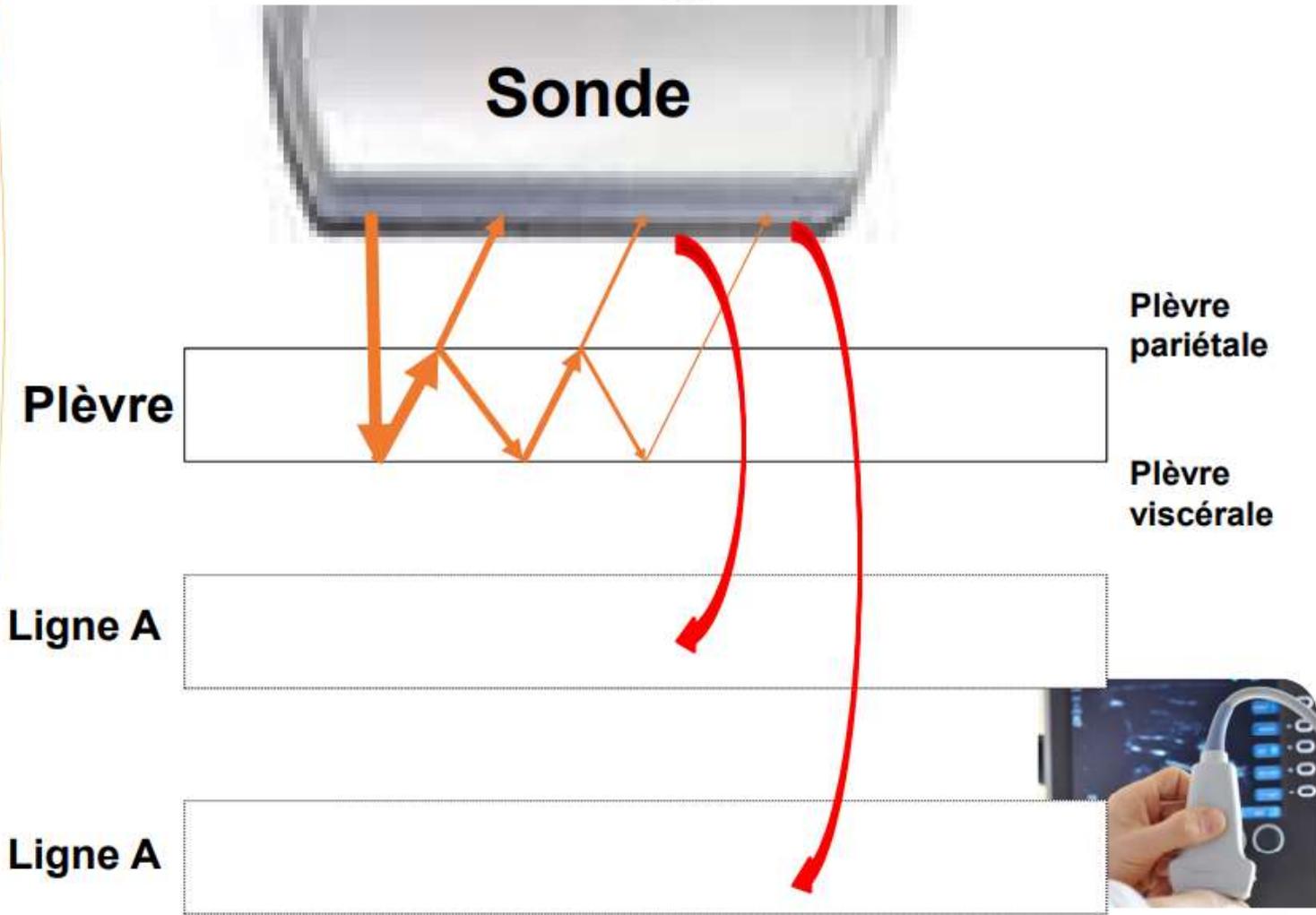
Ligne A

Lignes B fusées verticales sans épuisement

Lignes Z (parasites)

A différencier des lignes E

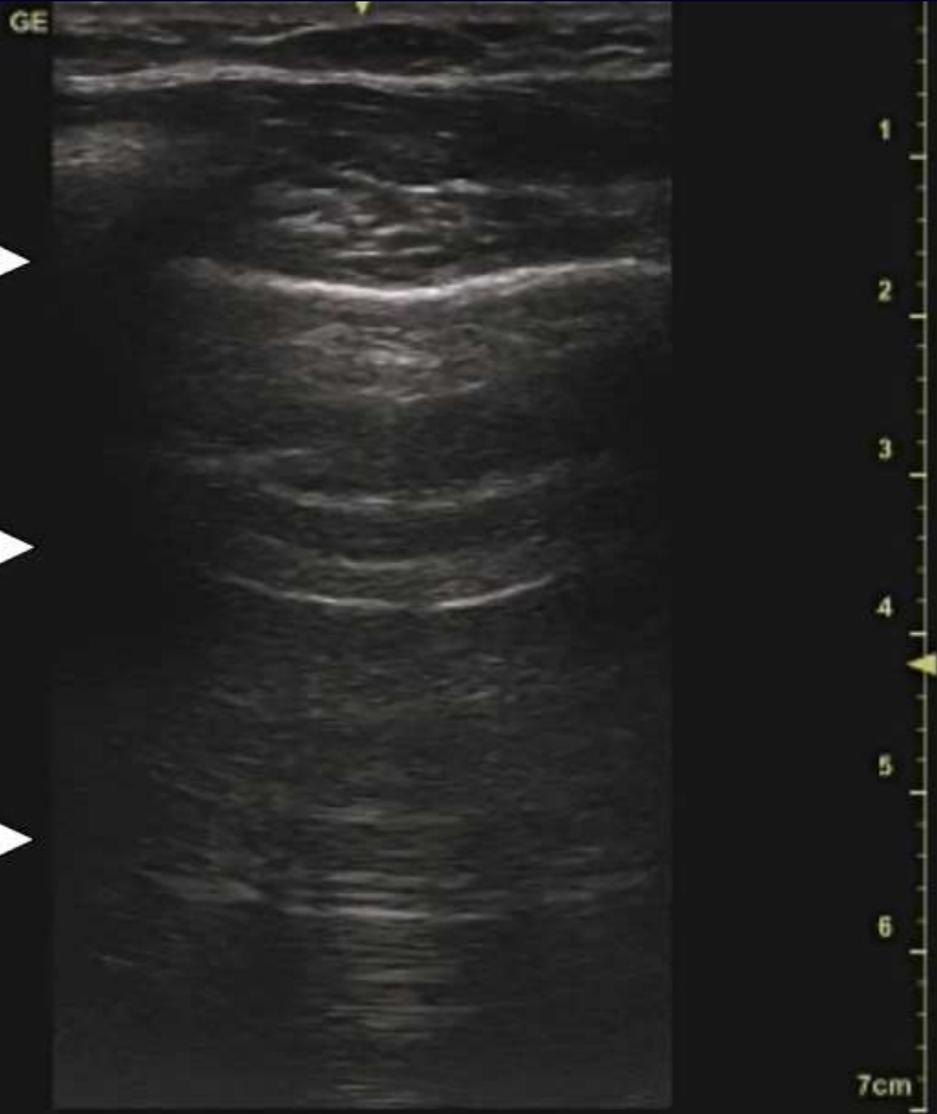
Réverbération: lignes A



Pleural Line →

A line →

A line →



Jonction thoraco-abdominale

Ligne pleurale
Surface pleuro-
pulmonaire



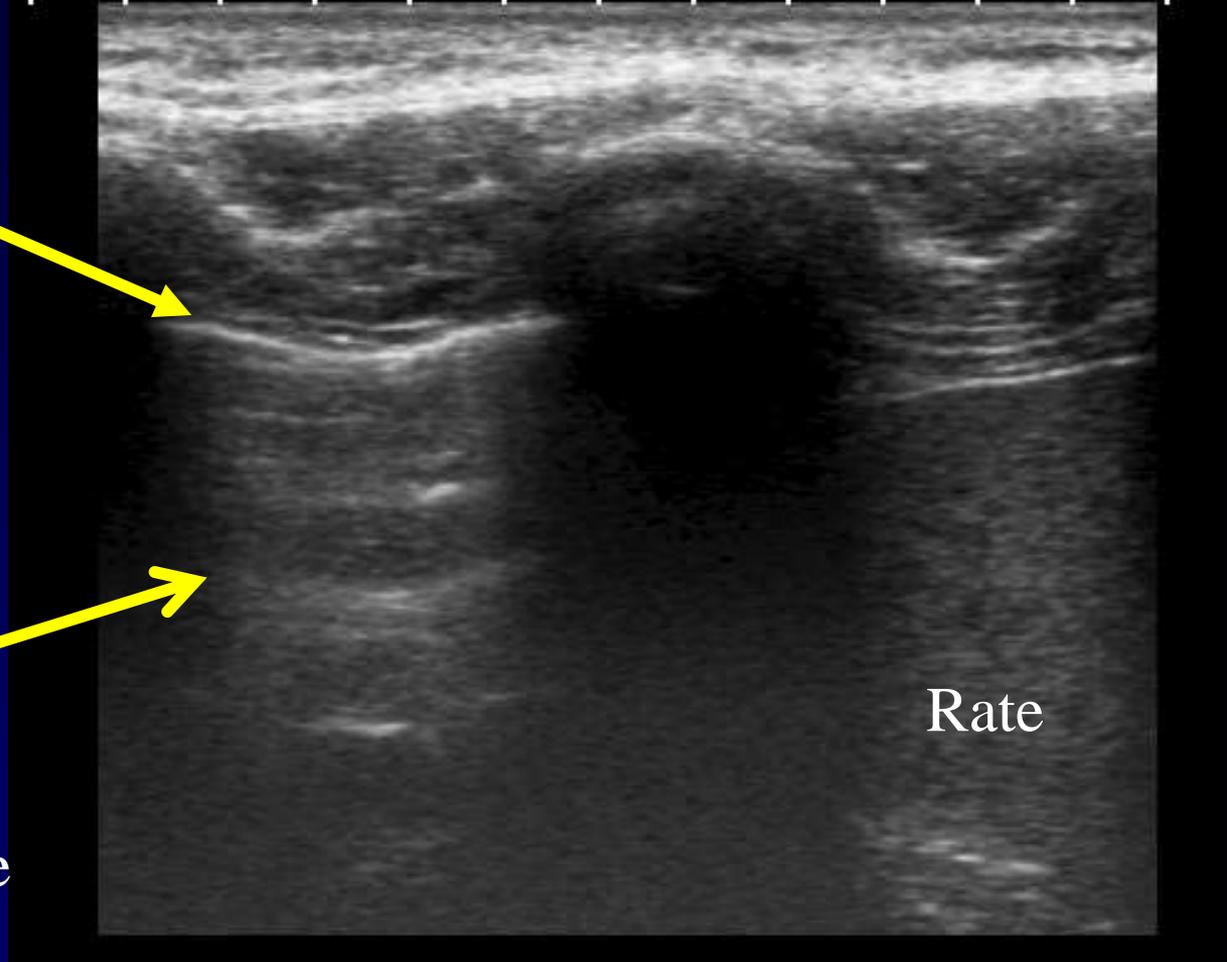
Haut

Bas

Lignes A=
Artéfacts de
répétition sur ligne
pleurale



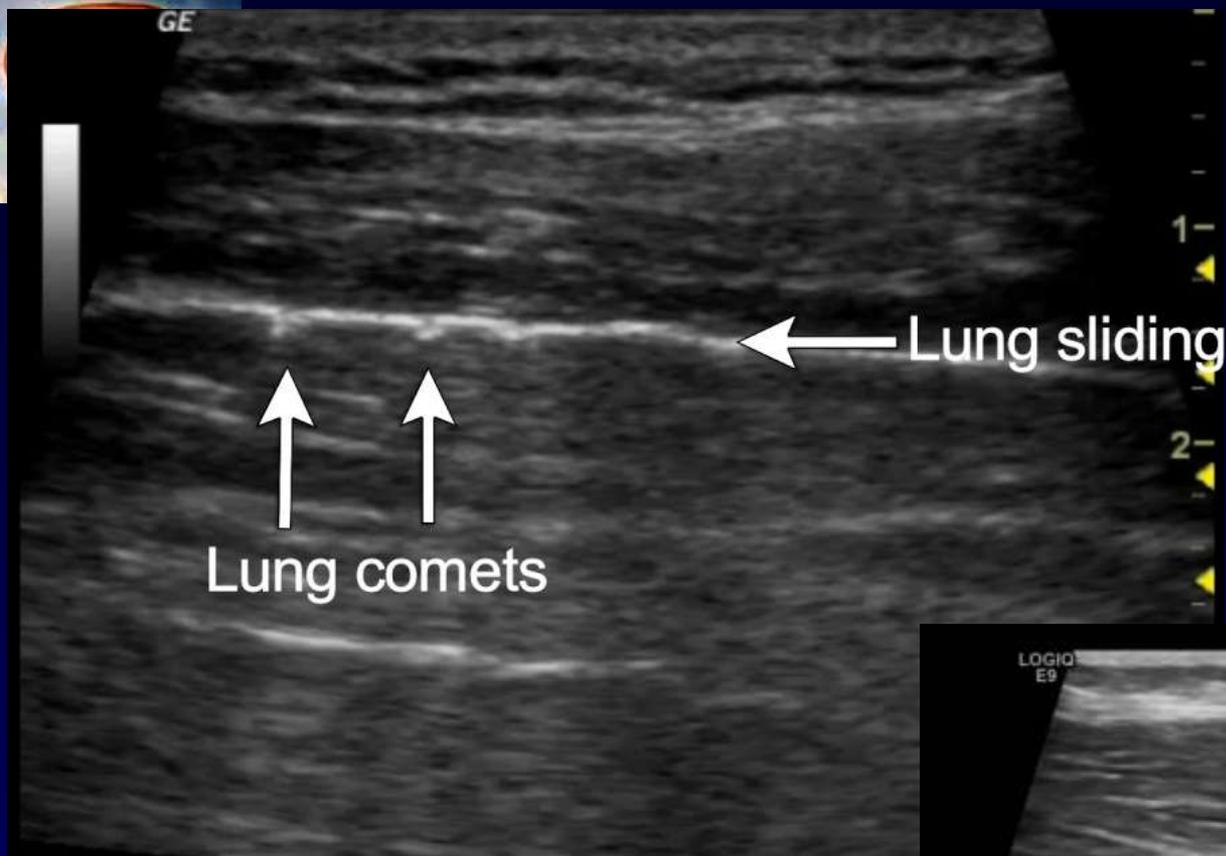
Rate





Ligne B ou « queue de comète »

- Se voit plus vers la base du poumon
- Quelques unes seulement
- Artéfact hyperéchogène vertical bien défini
- Débute au niveau de la ligne pleurale, nait du feuillet viscéral, donc sa présence négative un pneumothorax
- Efface les lignes A
- Traverse tout l'écran comme un laser ou une fusée
- Se déplace avec le mouvement respiratoire



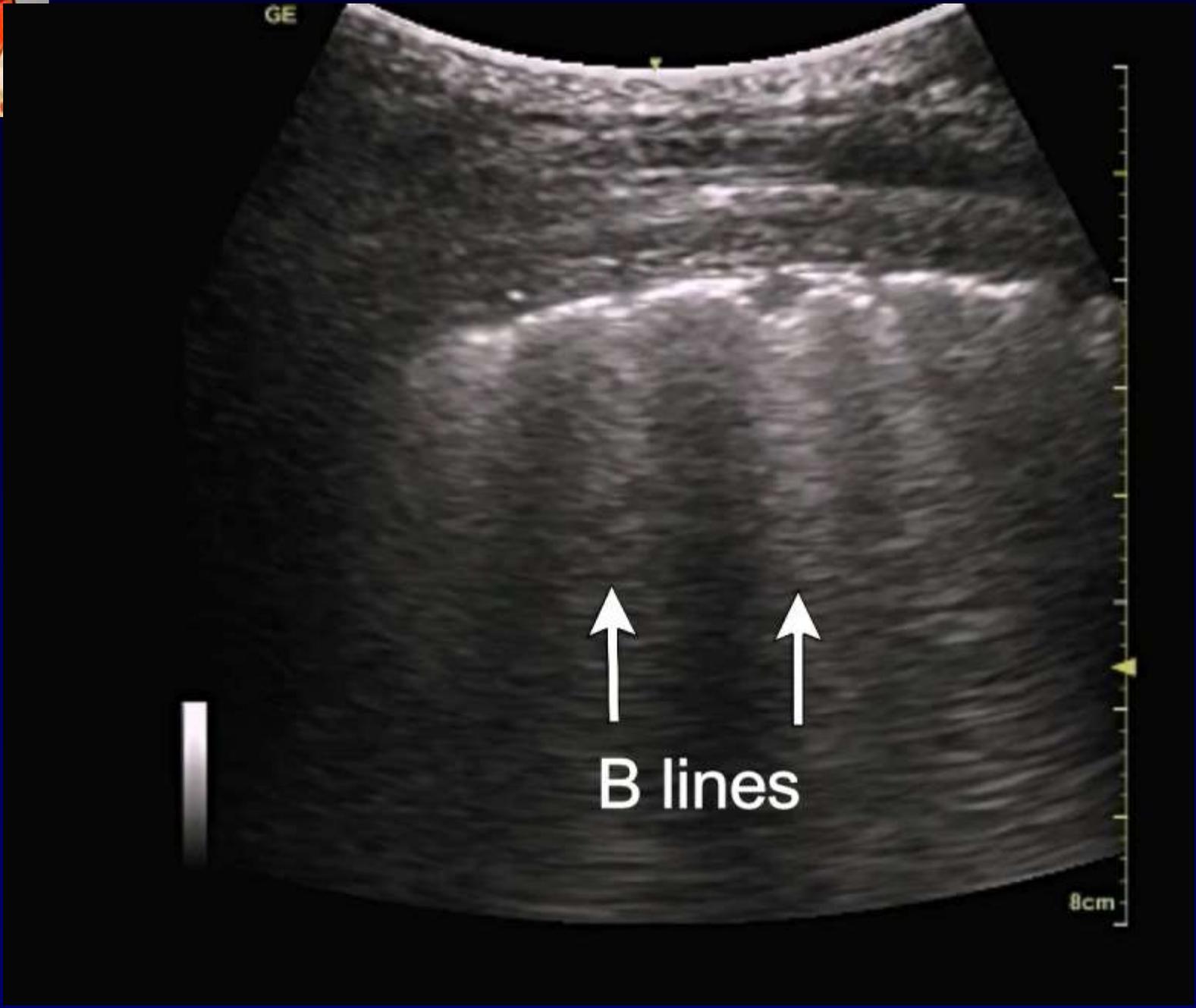


GE



B lines

8cm



Sémiologie normale dynamique

Le glissement pleural

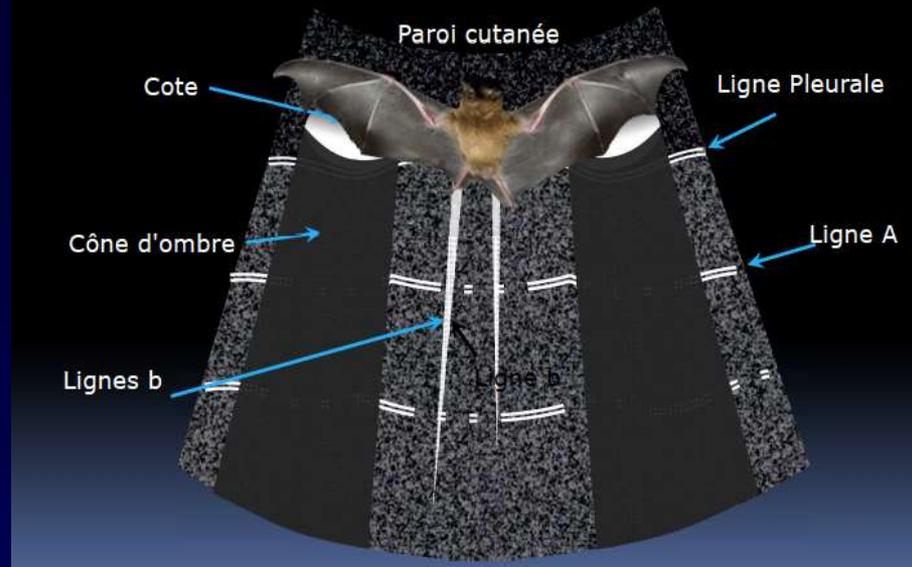
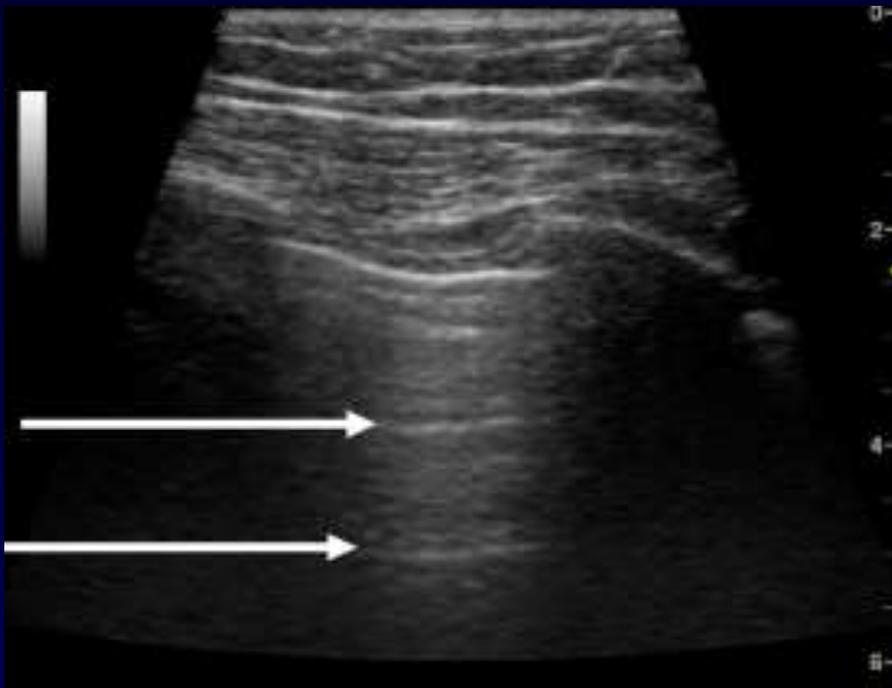
Signe majeur de normalité, c'est un scintillement visible au niveau de la ligne pleurale, correspondant à la cinétique Crânio-caudale respiratoire du poumon. Il peut être objectivé en mode TM, lequel donne le signe du « bord de mer »

Le glissement pleural est un mouvement relatif, tranchant avec l'immobilité des structures sus-jacentes.

Le glissement est maximal aux bases, faible aux sommets

Une bulle géante d'emphysème n'abolit pas le glissement pleural. Cette notion est utile pr distinguer une bulle géante d'un pneumothorax

Signe de la Chauve Souris



Le sujet normal présente un glissement pleural associé à des « lignes A » majoritaires, des « lignes B » absentes ou confinées au dernier espace intercostal et rares sur la paroi antérieure

3 signes = artéfacts

Bat sign

Lignes A

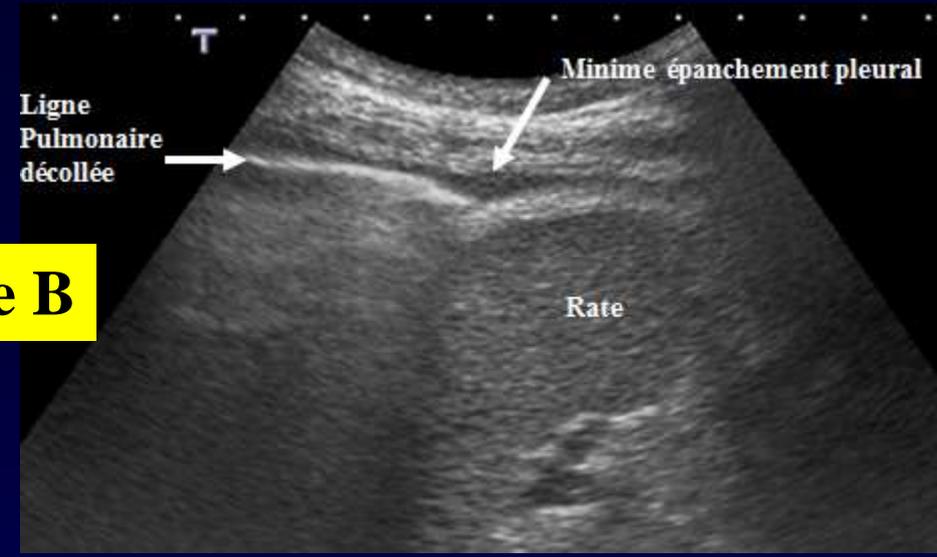
**Glissement
pleural**



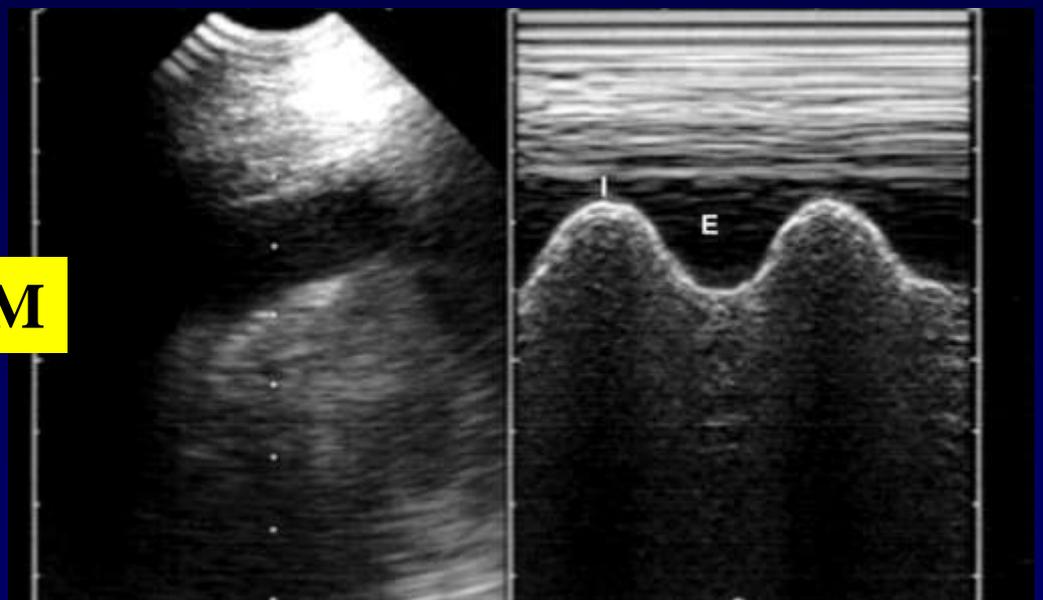
1. Lung Artefacts

Epanchement pleural

Mode B



Mode TM

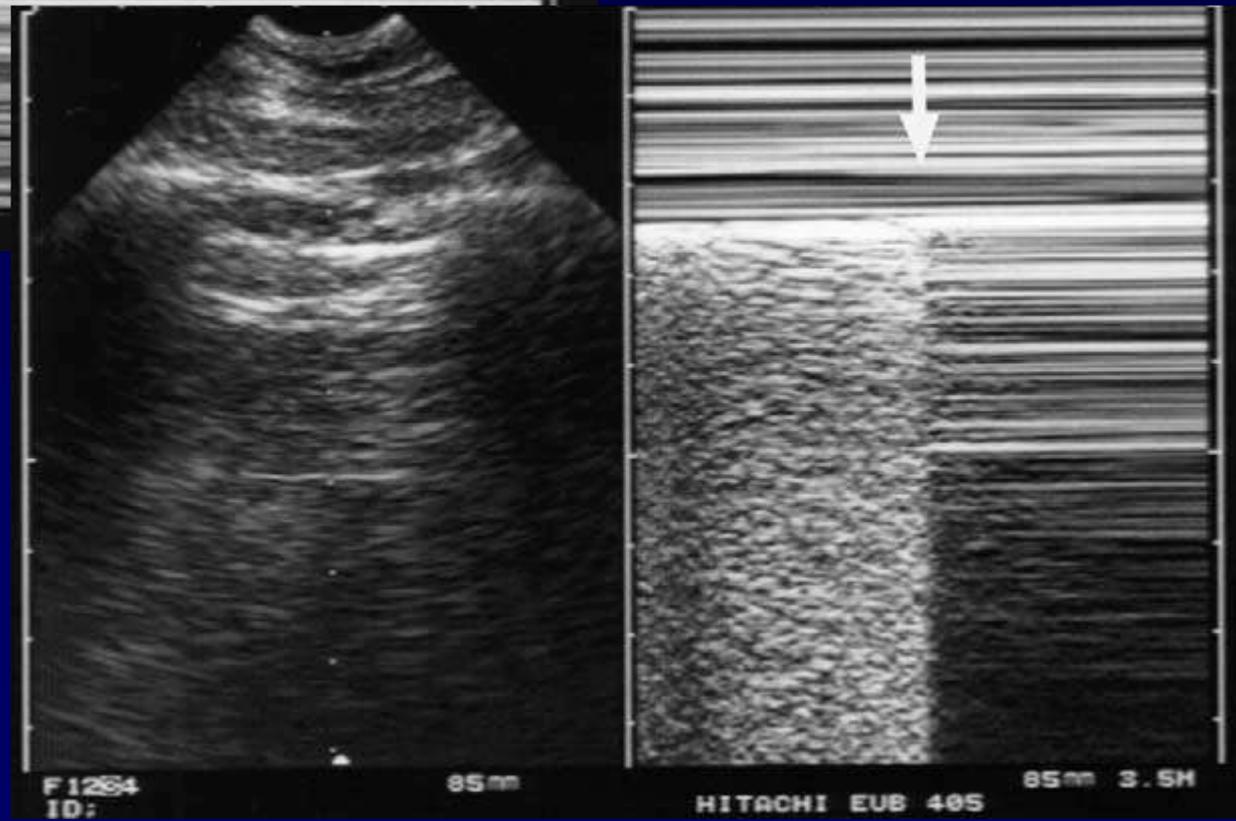
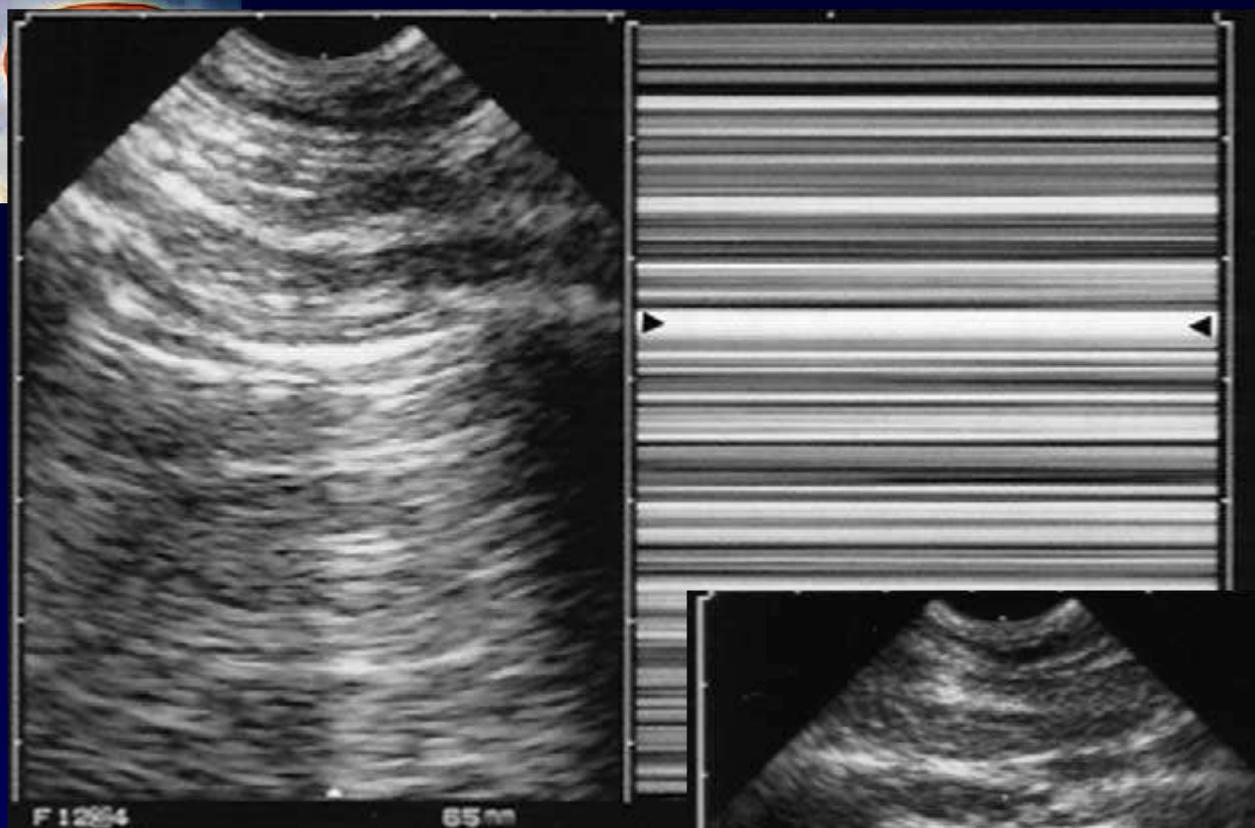


**Aspect normal
Bord de Mer**

(Pleurésie, sinusoïde). L'excursion centrifuge inspiratoire de la surface pulmonaire : signe de la « sinusoïde », un signe spécifique d'épanchement pleural et un signe attestant d'une bonne fluidité.
I, inspiration - E, expiration

Pneumothorax

Point poumon





Principe 7

Tout trouble vital aigu atteint la ligne pleurale

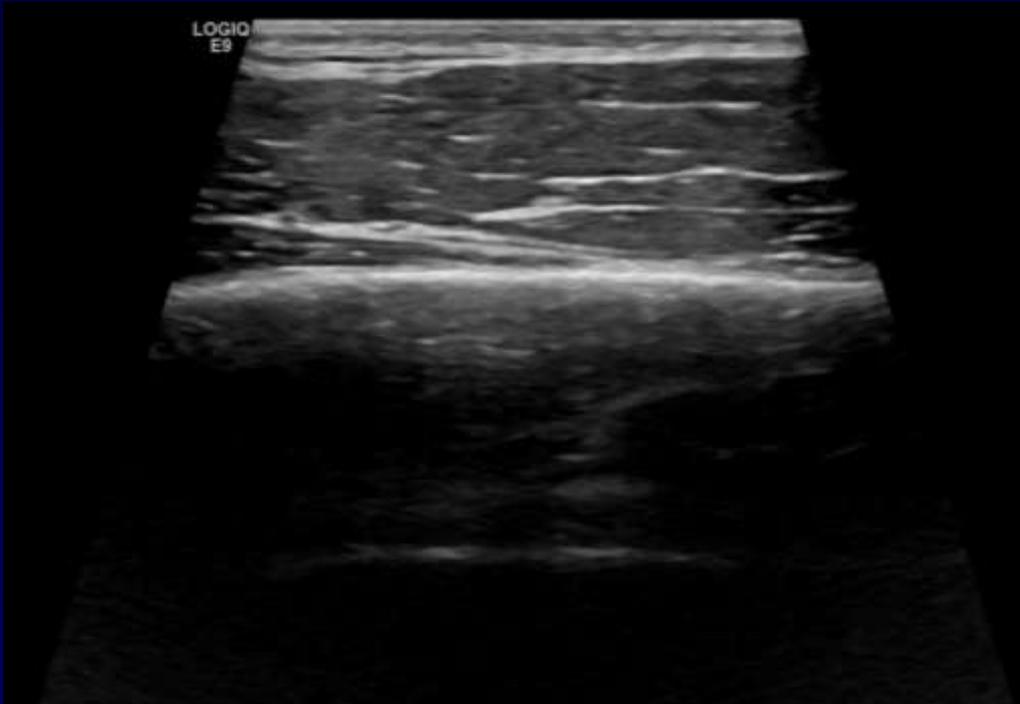
- Pleurésie
- Pneumothorax
- Syndrome alvéolaire aigu
- (Syndrome interstitiel)

Donc accessible en échographie

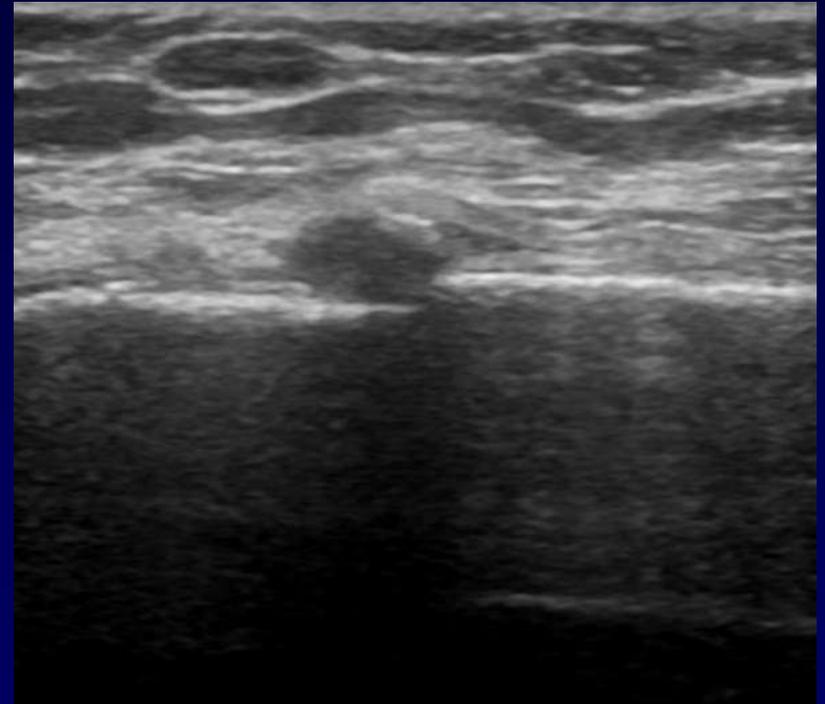
Plan

- Appareillage
- **Sémiologie normale**
 - Plèvre – Poumon
 - Paroi**
 - Diaphragme
 - Cœur
- Limites

**Echo des côtes... oh ! combien utile et désamorce les conflits !
Ligne hyperéchogène avec cône d'ombre franc**

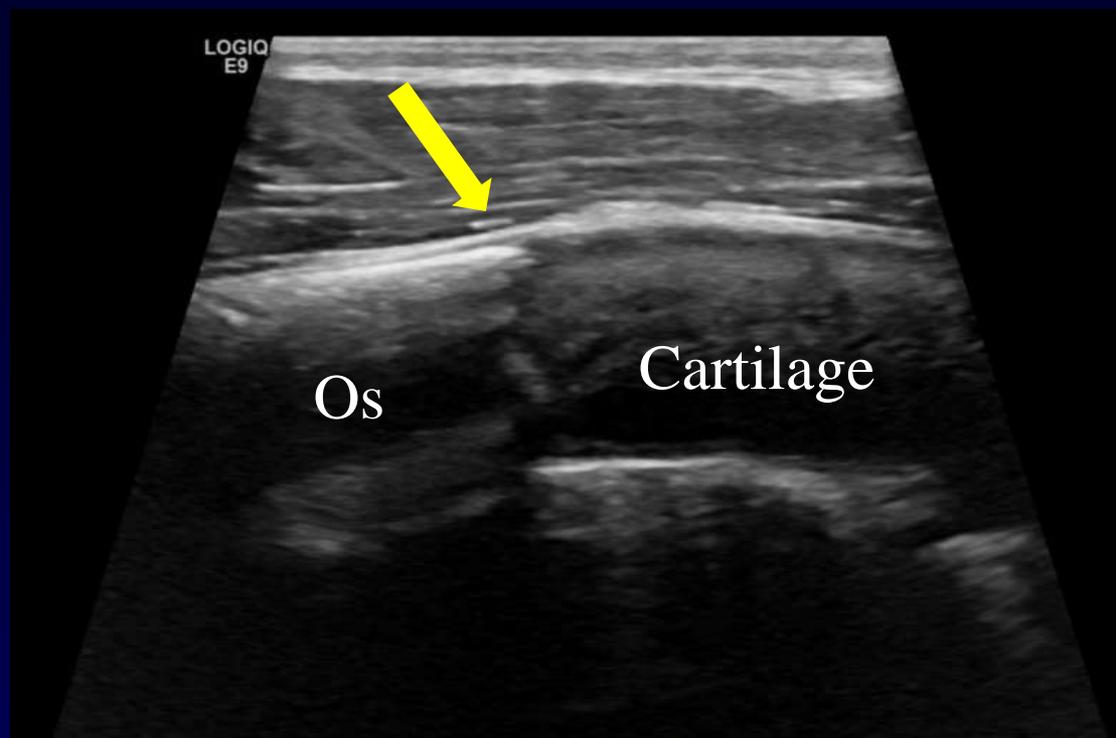


Normal

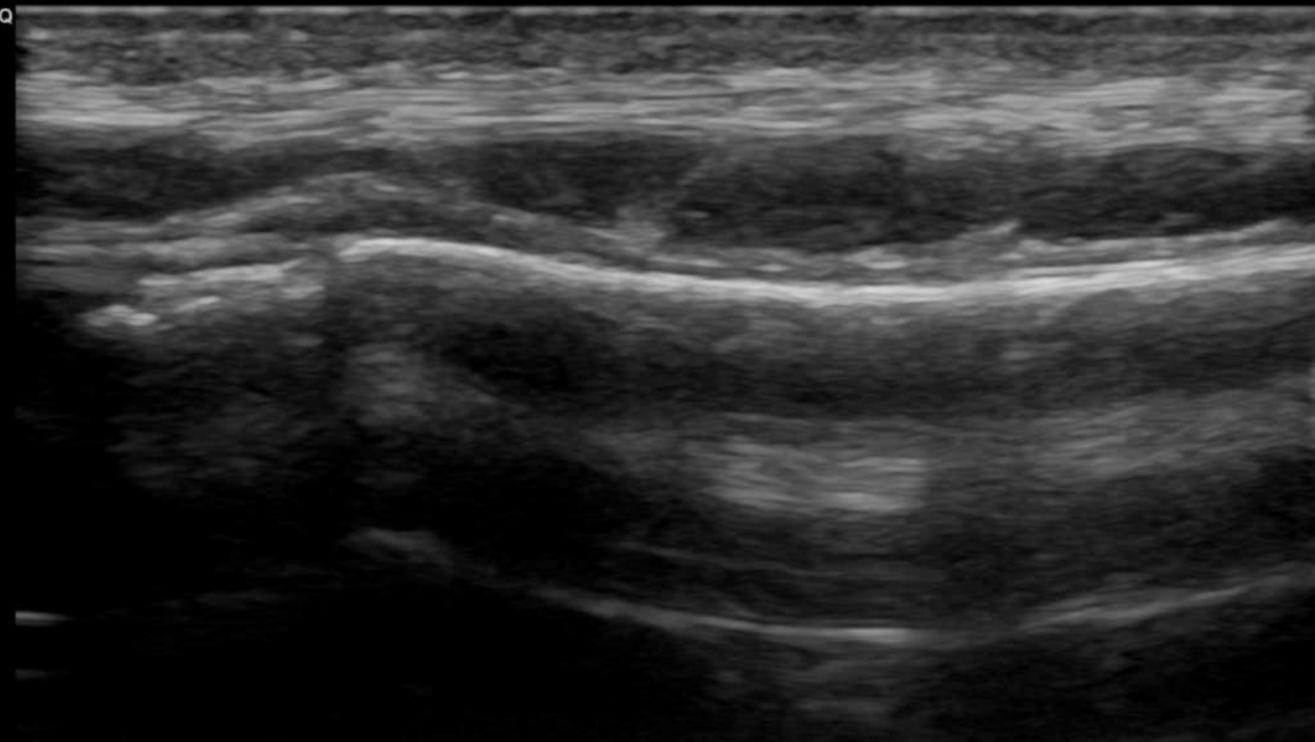


Fracture

**Articulation
Chondro-Costale
normale**



LOGIQ
E9



- CHI
- Frq 18.0
- Gn 38
- S/A 3/3
- Cte A/0
- D 1.8
- DR 78
- AO% 100

0.5"



1.0"

Normal

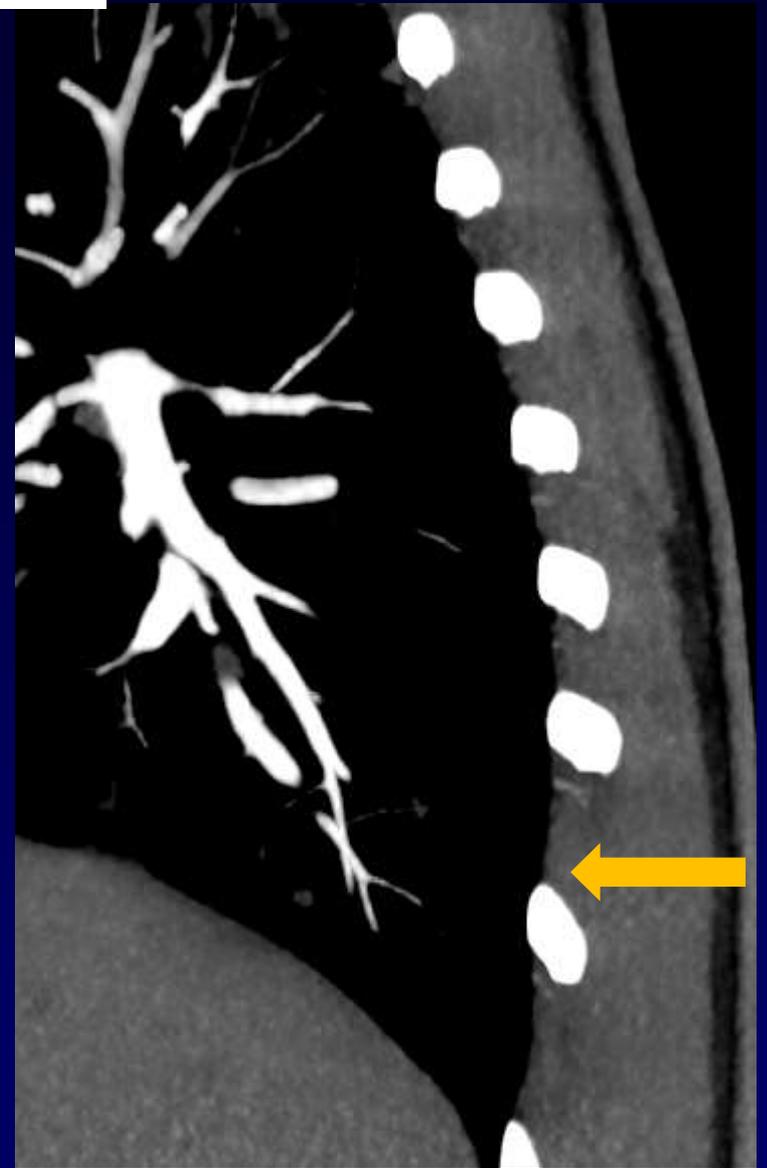
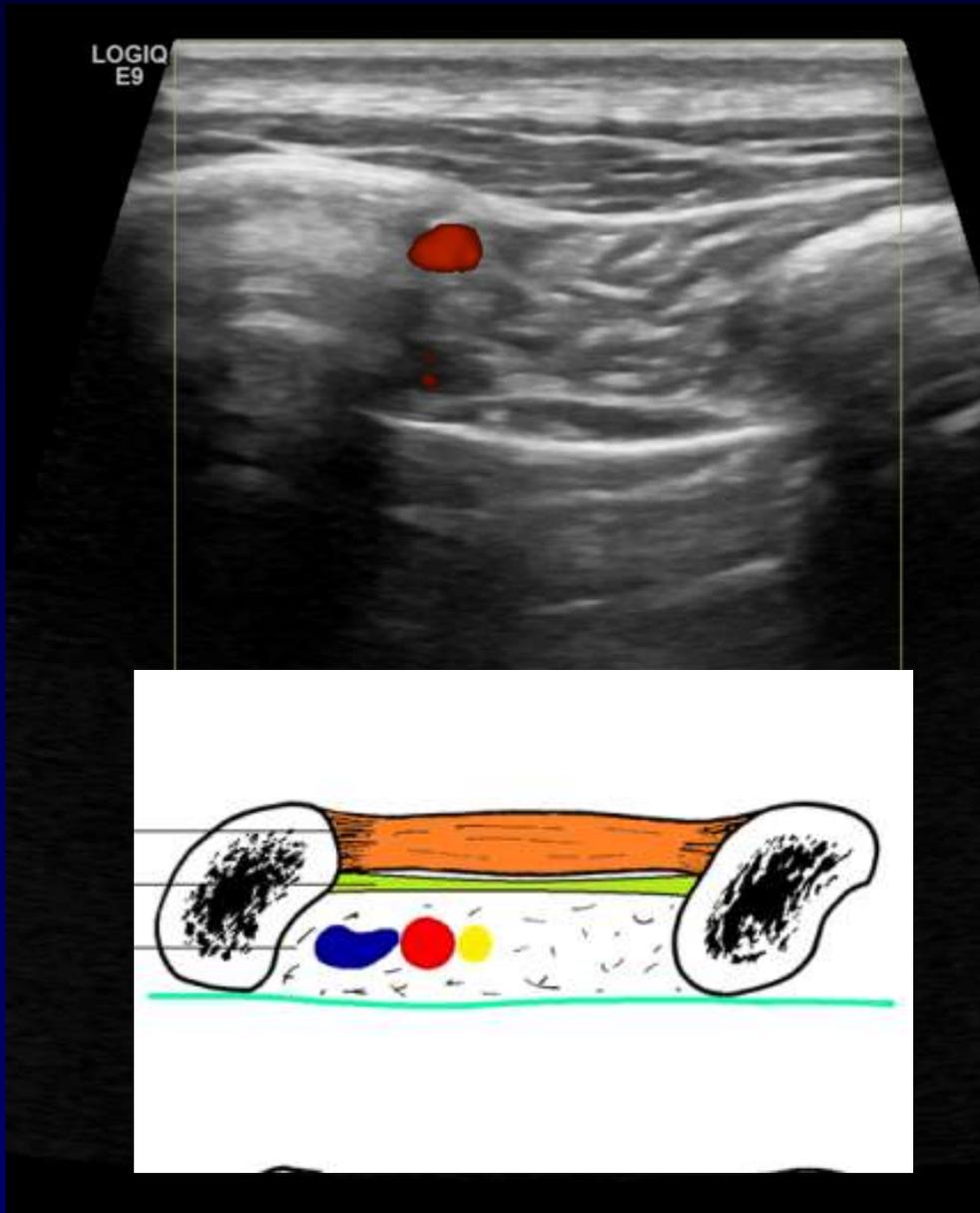


Fracture

MANUBRIUM

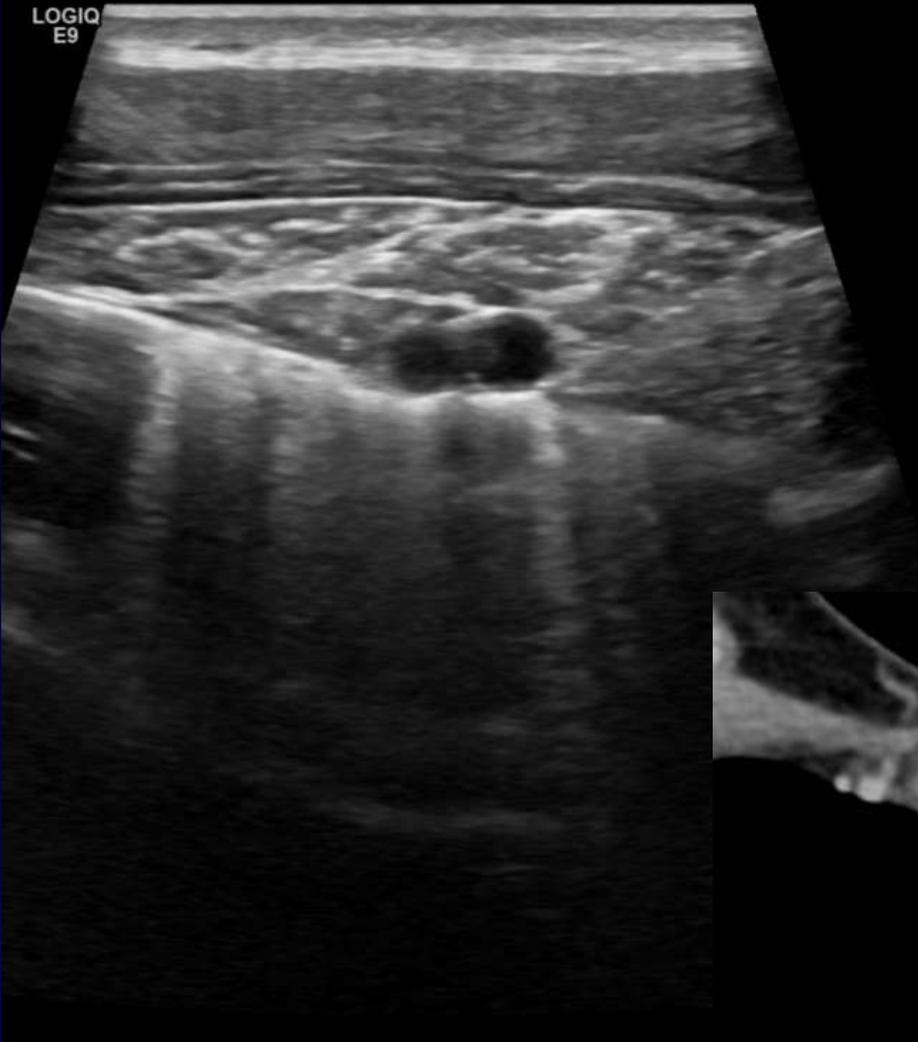
BODY

Pédicule intercostal

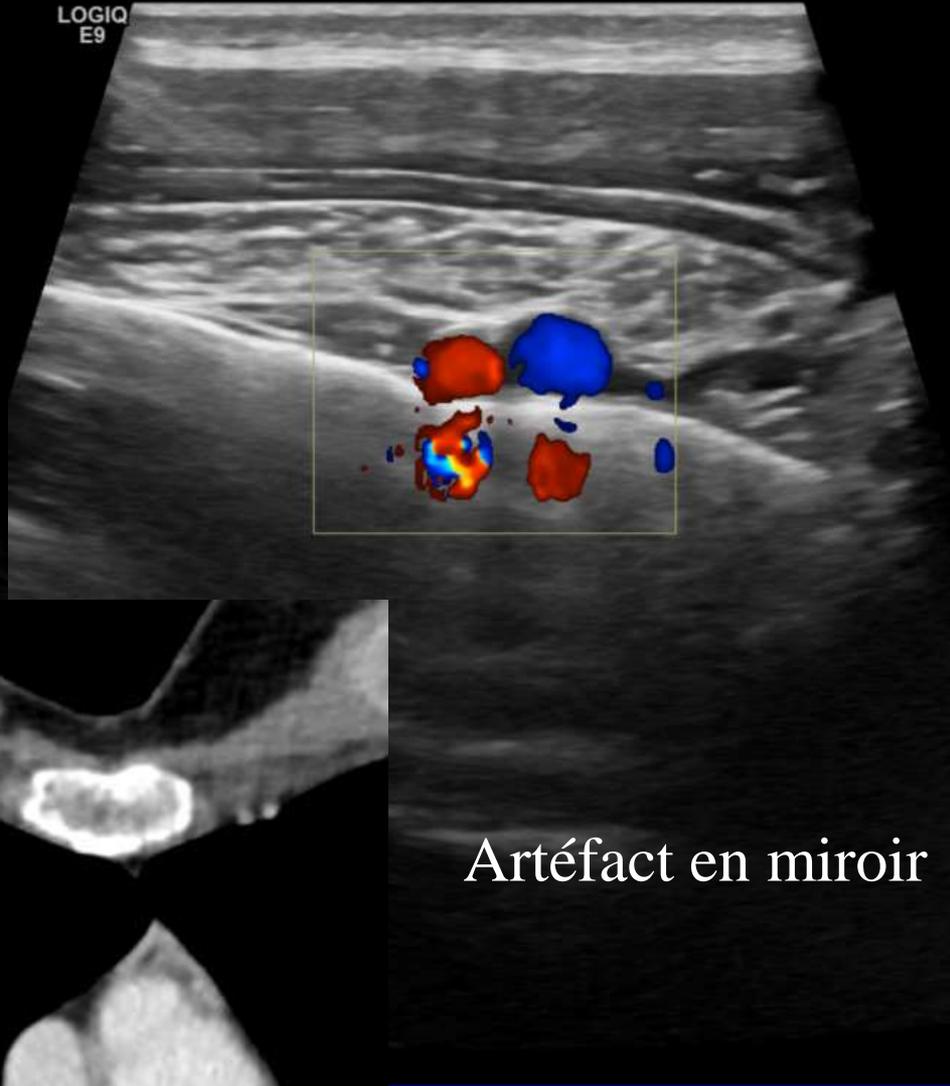


Ponction, infiltration

LOGIQ
E9

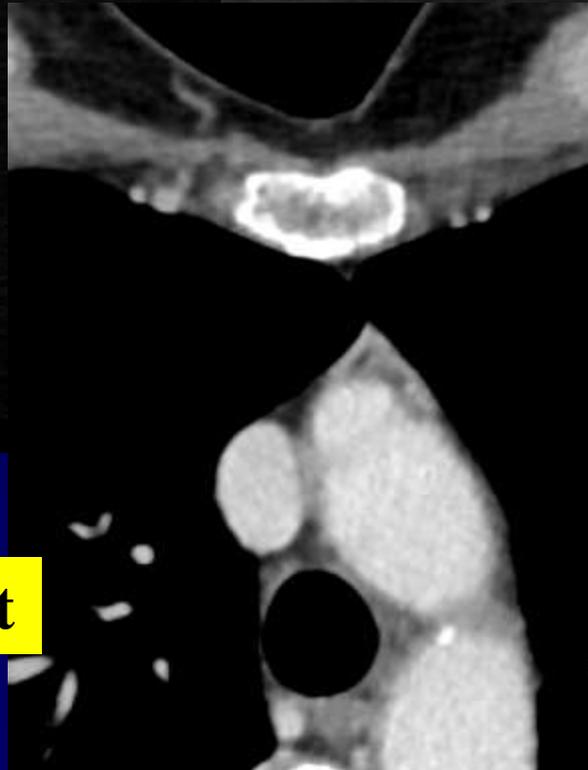


LOGIQ
E9



Artéfact en miroir

Vaisseaux thoraciques int



Plan

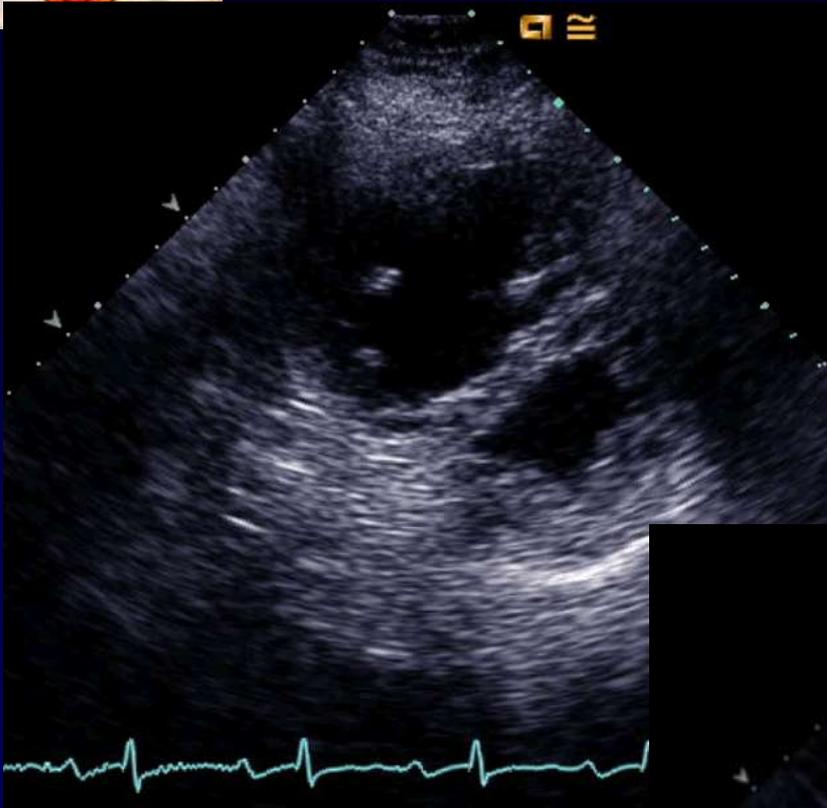
- Appareillage
- **Sémiologie normale**
 - Plèvre – Poumon
 - Pari
 - Diaphragme
 - Cœur
- Limites



En temps réel, 4 cavités, VCI, VSH



Septum paradoxal, CPA



Tamponnade

Plan

- **Appareillage**
- **Sémiologie normale**
 - Plèvre – Poumon
 - Paroi
 - Diaphragme
 - Cœur
- **Limites**

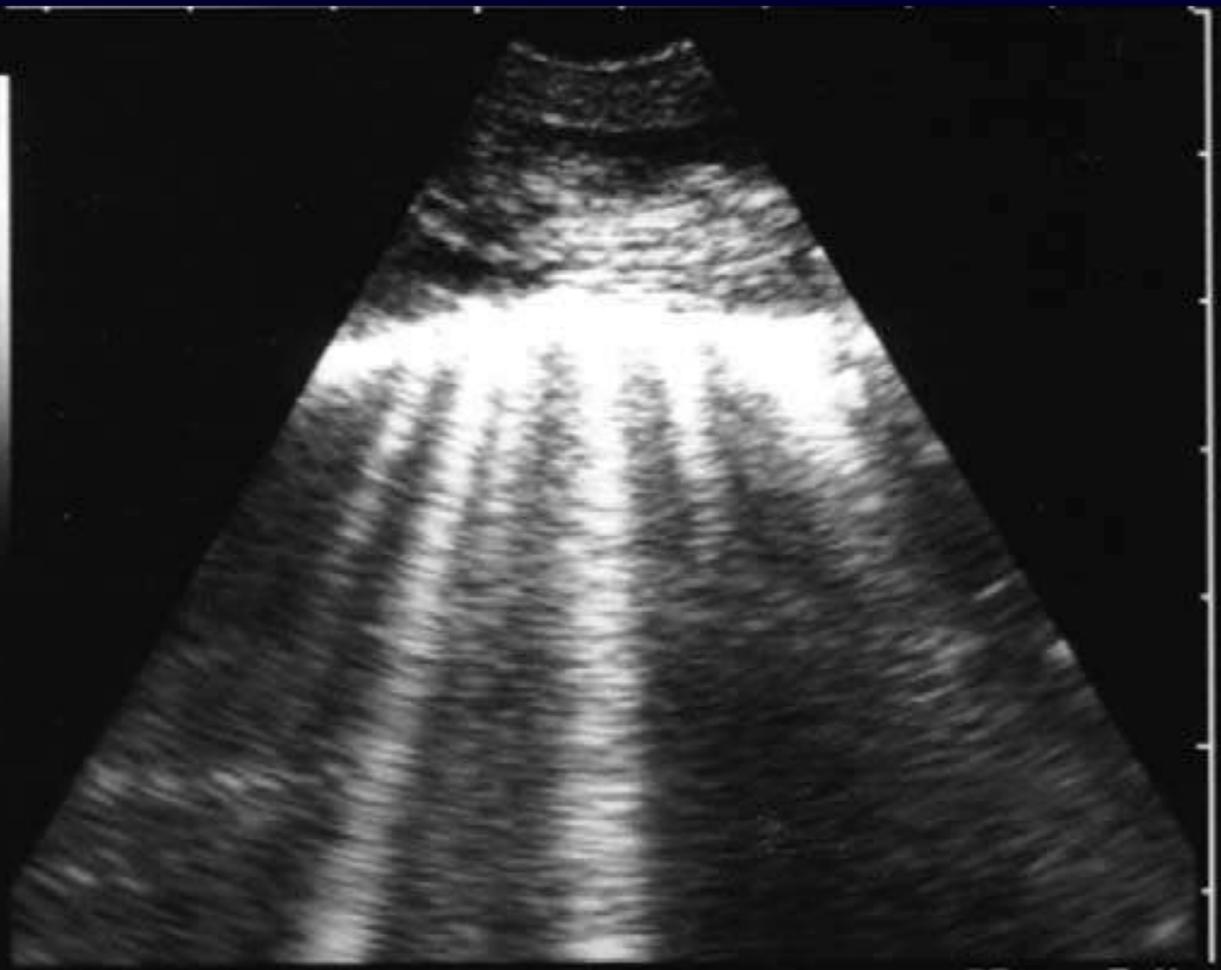
-Obésité

-Pansements trop larges (ex drain pleural)

-Emphysème pariétal – formation de lignes E (générées par les collections gazeuses) naissent au-dessus de la ligne pleurale
Le signe de la chauve-souris ne peut pas être détecté

-Les lésions pulmonaires centrales peuvent être non accessibles (abcès profond)

-Défaillance respiratoire avec tirage important



« Lignes E » Emphysème pariétal
Queues de comètes sans signe de la
« chauve-souris », à ne pas
confondre avec les « lignes B »



Conclusion

Les retombées essentielles de l'échographie thoracique en milieu critique d'urgence et de réanimation sont l'ouverture à des domaines moins critiques (pneumologie, cardiologie, médecine générale, de famille....)

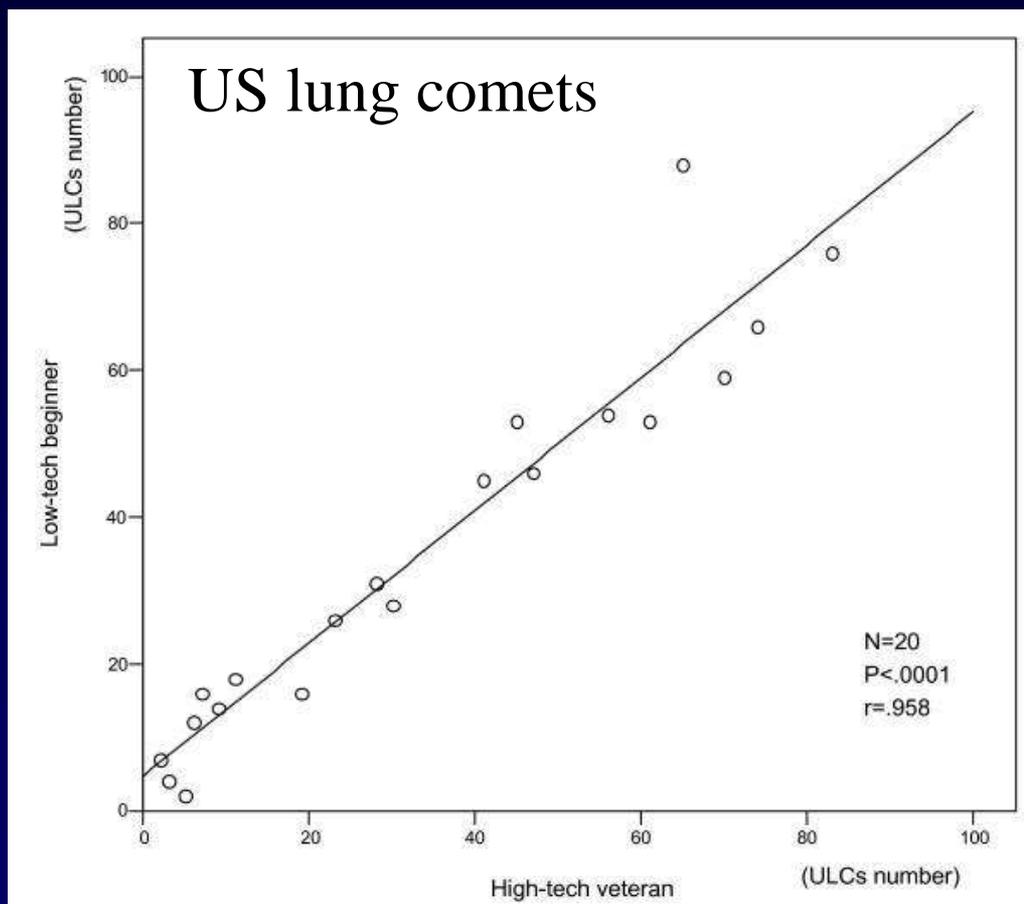
Mais attention à la vulgarisation de l'outil et au surcoût engendré si scanner réalisé de toute façon derrière

- Encadrement rigoureux pour une utilisation rationnelle
- Les radiologues doivent se positionner dans cette thématique +++





Apprentissage rapide de l'échographie pulmonaire



Simulation en Echographie thoracique

 **3D SYSTEMS**® formerly Symbionix

