

Echo Pleuro Pulmonaire et diaphragmatique

24/5/2024

S.MONZIOLS

SAR digestif Magellan

Introduction



Recommandations Formalisées d'Experts

PERTINENCE DE LA PRESCRIPTION DES EXAMENS BIOLOGIQUES ET DE LA RADIOGRAPHIE THORACIQUE EN REANIMATION

RFE commune SFAR-SRLF

R8.2 - Il faut probablement réaliser une RT en cas d'altération des échanges gazeux, d'augmentation des pressions d'insufflation (pression de plateau) ou de modifications auscultatoires faisant suspecter l'apparition ou l'aggravation d'une anomalie parenchymateuse ou pleurale, bien que le rendement diagnostique du scanner thoracique (voire de l'échographie pulmonaire) soit sans doute supérieur.

(Grade 2+) Accord fort

R8.4 - Il faut probablement envisager l'échographie thoracique comme alternative à la RT pour la détection d'anomalies pleurales (pneumothorax, pleurésie) voire parenchymateuses (foyer, atelectasie).

(Grade 2+) Accord fort

Sensibilité et spécificité

- **Aucun test n'est parfait**
 - Faux négatifs et Faux positifs
- **Sensibilité : % de tests positifs chez les malades**
 - $Se = VP / (VP + FN)$
- **Spécificité : % de tests négatifs chez les non malades**
 - $Sp = VN / (VN + FP)$

	Malade	Non Malade
Test +	VP	FP
Test -	FN	VN
Total	VP+FN	VN+FP

VP : Vrai positif
VN : vrai négatif
FP : Faux positif
FN : Faux négatif

Nektaria Xirouchaki
Eleftherios Magkanas
Katerina Vaporidi
Eumorfia Kondili
Maria Plataki
Alexandros Patrianakos
Evaggelia Akoumianaki
Dimitrios Georgopoulos

Lung ultrasound in critically ill patients: comparison with bedside chest radiography

	consolidation	Sd interstitiel	pneumothorax	Épanchement pleural
RT	Se : 38 % Sp : 89 % Δc : 49 %	Se : 46 % Sp : 80 % Δc : 58 %	Se : 0 % Sp : 99 % Δc : 89 %	Se : 65 % Sp : 81 % Δc : 69 %
EPP	Se : 100 % Sp : 78 % Δc : 95 %	Se : 94 % Sp : 93 % Δc : 94 %	Se : 75 % Sp : 93 % Δc : 92 %	Se : 100 % Sp : 100 % Δc : 100 %

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

REVIEW ARTICLE

Julie R. Ingelfinger, M.D., *Editor*

Point-of-Care Ultrasonography

José L. Díaz-Gómez, M.D., Paul H. Mayo, M.D., and Seth J. Koenig, M.D.

Acute Pulmonary Edema

Sensitivity: 88%

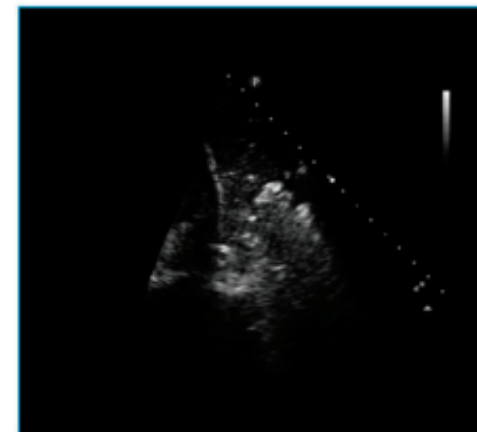
Specificity: 90%



Pneumonia

Sensitivity: 88%

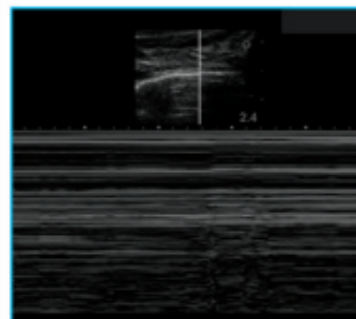
Specificity: 93%



Pneumothorax

Sensitivity: 81%

Specificity: 100%



Left Ventricular Dysfunction

Sensitivity: 69–94%

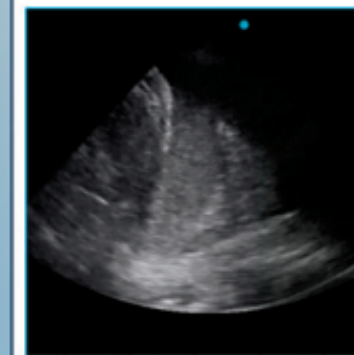
Specificity: 88–96%



Thoracoabdominal Trauma

Sensitivity: 74%

Specificity: 96%



Comment ça marche...

- Le poumon échogène ?
 - Repose sur l'analyse d'artéfacts
 - Liés à l'interaction air/eau
 - Peu d'images directes
- ⇒ Sémiologie très spécifique

- Décrite par Lichtenstein, Lichtenstein et Lichtenstein...

D lichtenstein and lung ultrason >30 références

Réani



Disponible en ligne sur
ScienceDirect
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France
EM|consulte
www.em-consulte.com



MISE AU POINT

**Échographie pulmonaire en réanimation
et aux urgences**

Lung ultrasound in the critically ill

D. Lichtenstein

Service de réanimation médicale, faculté Paris-Ouest, hôpital Ambroise-Paré, 9, rue Charles-de-Gaulle, 92100 Boulogne, France

Disponible sur Internet le 26 septembre 2008

Un appareil simple !

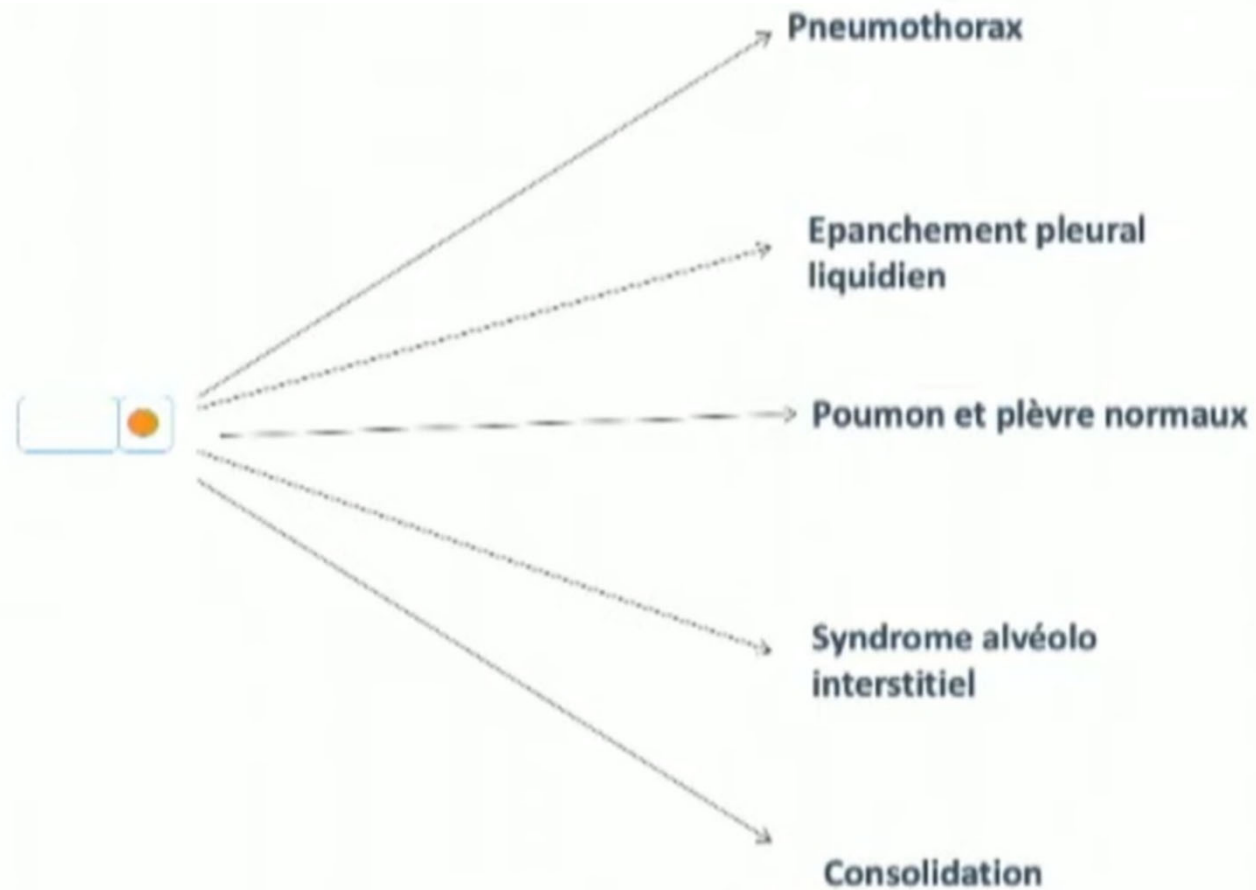
- Compact
- Facilement transportable
- Allumage rapide
- Examen facilement réalisable au lit du patient
- Courbe d'apprentissage rapide
- Non irradiant
- Rentabilité
- Attention au choix de la sonde
- Evaluation de l'aération pulmonaire de façon dynamique au lit du patient et suivi en temps réel des traitements entrepris.



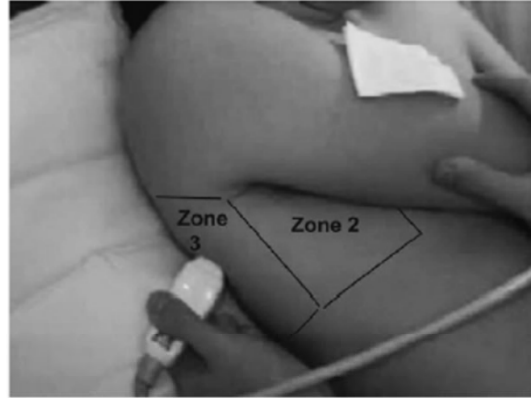
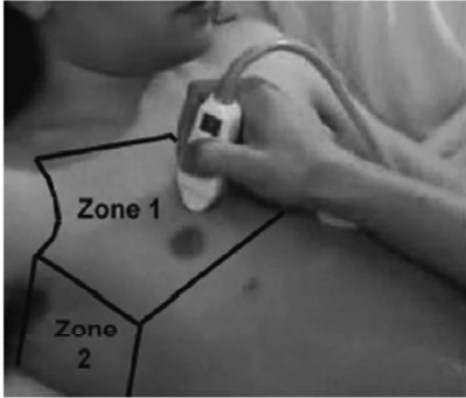


Echographie Pleuro-pulmonaire :

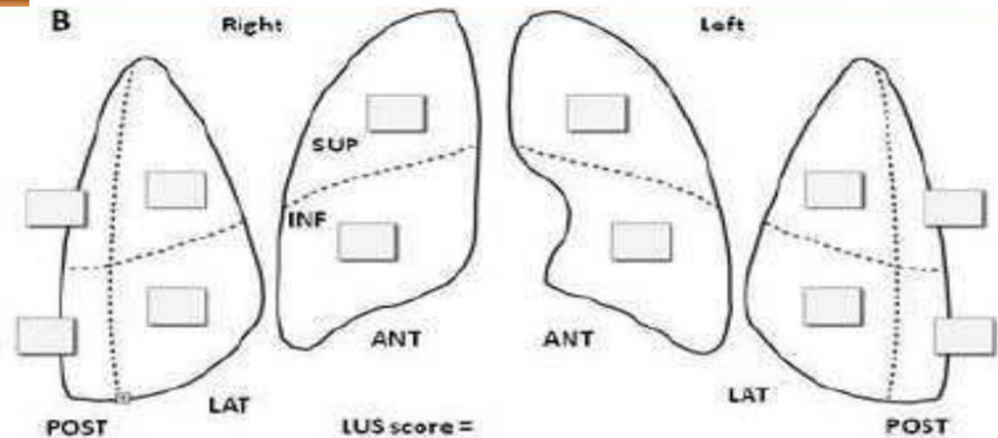
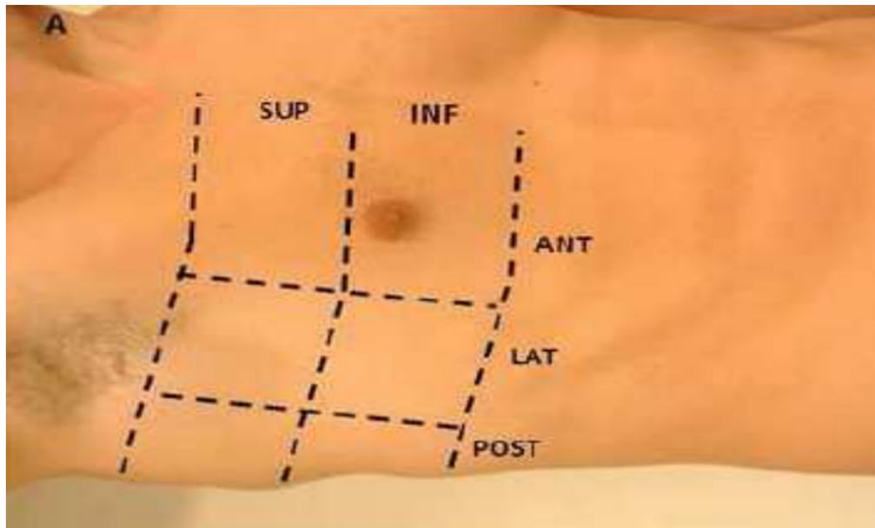
5 diagnostics syndromiques



Sémiologie de base



Zone 1 antérieur
Zone 2 : latérale
Zone 3 : Postéro latéral

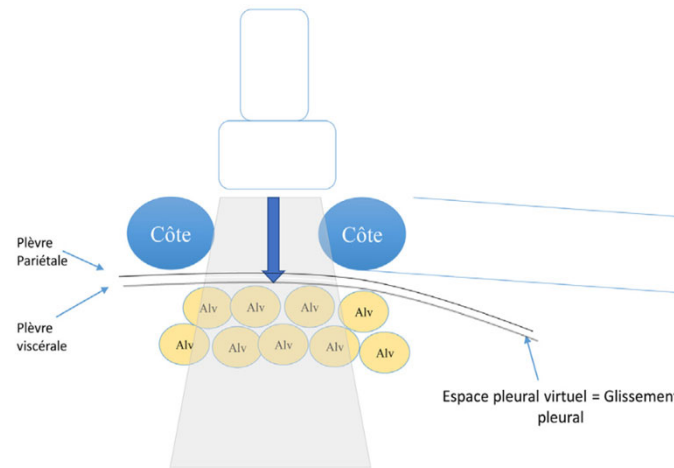


Bouhemad B, roudy JJ, Arbelot C, AJRCCM 2011

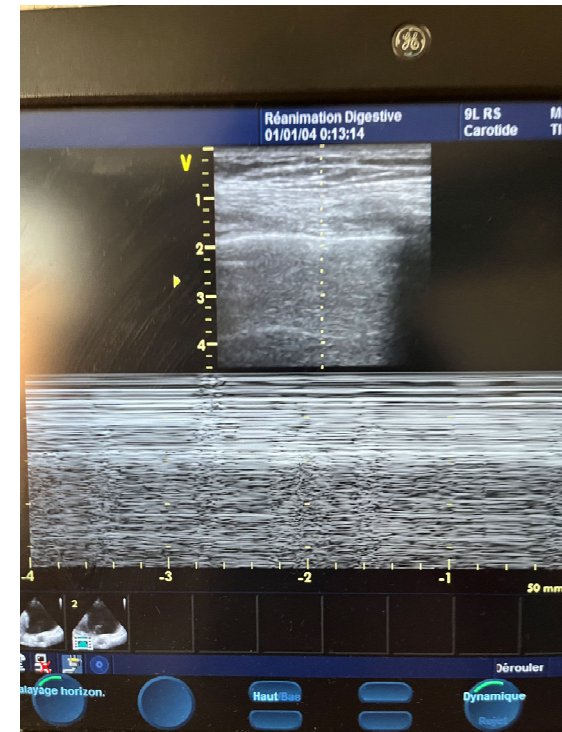
Sémiologie de base : La plèvre

2D : Le glissement pleural

- 2 feuillets de la plèvre sont accolés
- poumon ventilé
- Si absence :
 - Air entre les deux feuillets
 - Poumon non ventilé
- Si présence de lignes B ou consolidation : absence de PTX

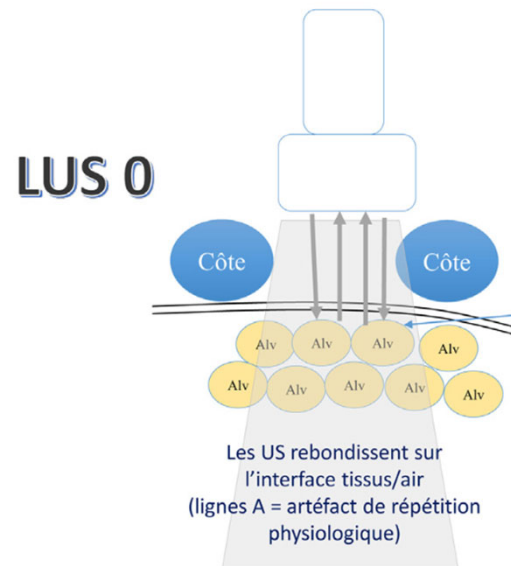


TM : Signe du Bord de mer



Poumon Normal : Les lignes A

- Artéfacts horizontaux
- Liés à la répétition de l'échogénicité de la ligne pleurale
- Intervalles réguliers (répétition de la distance entre la sonde et la plèvre)



Ligne A

Pneumothorax

2D

Abolition du glissement pleural

Absence de ligne B

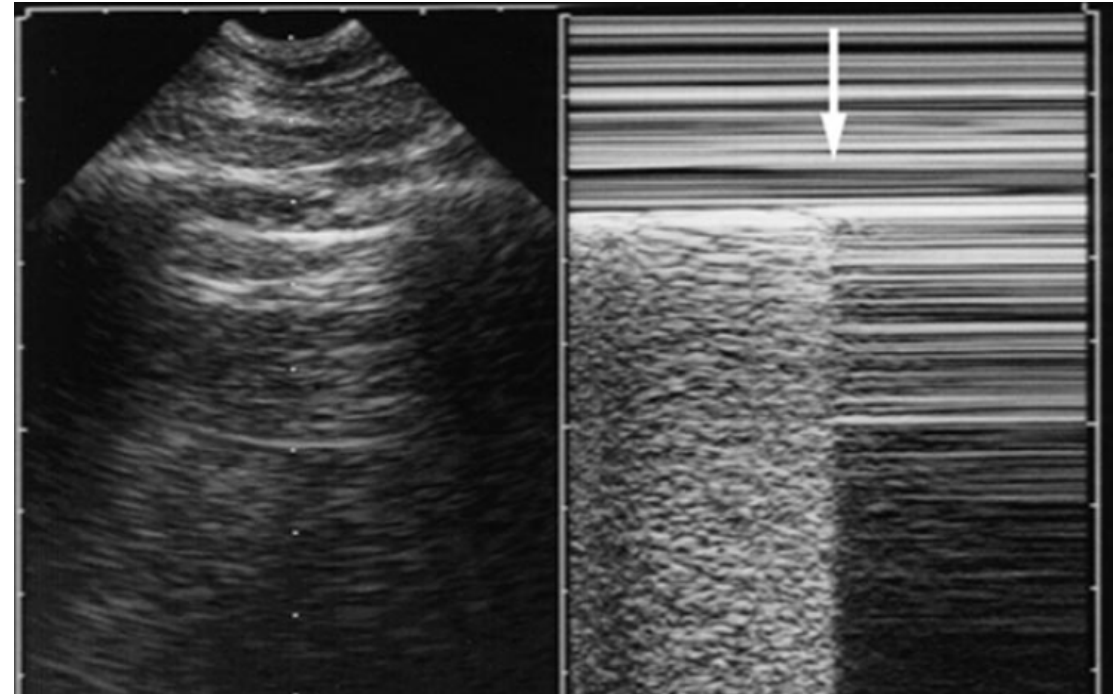
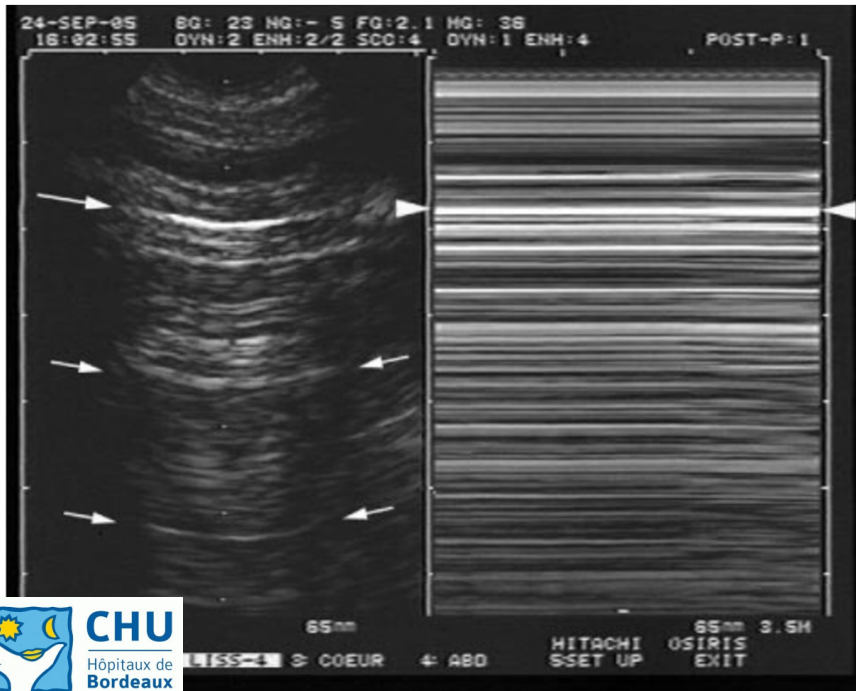
Présence de ligne A

± Point poumon

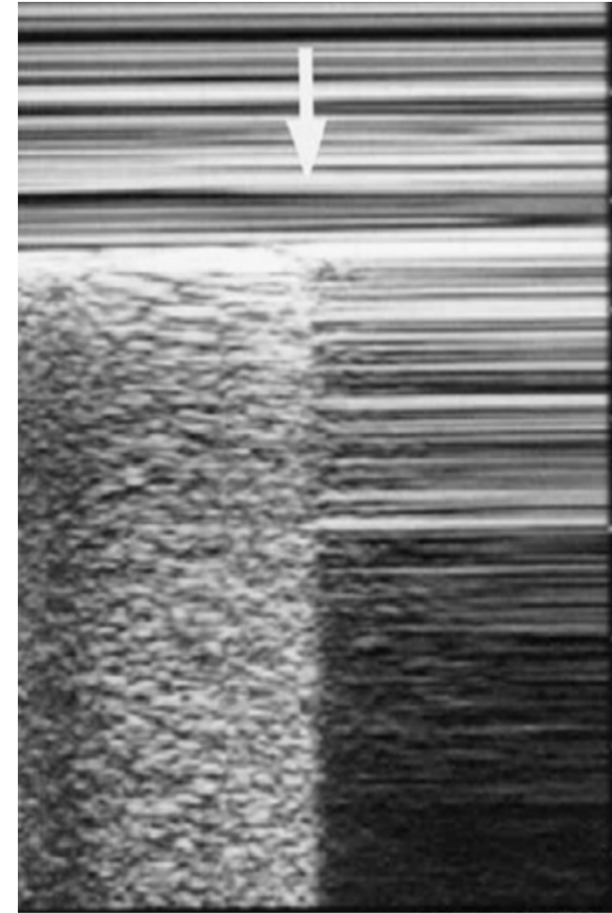
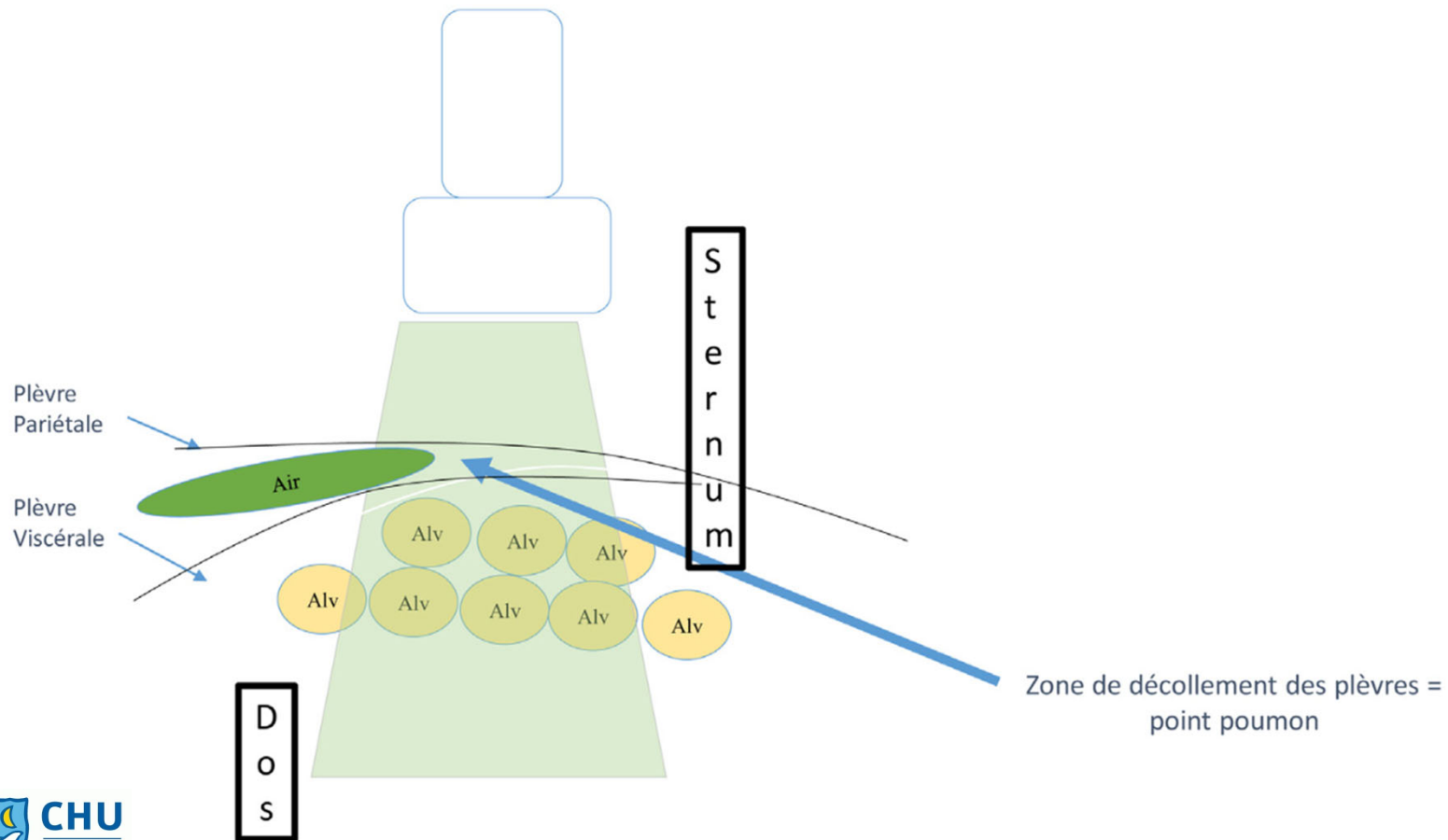
Mode TM :

Signe de la stratosphère ou du code barre.

Se 88 Sp 99,6

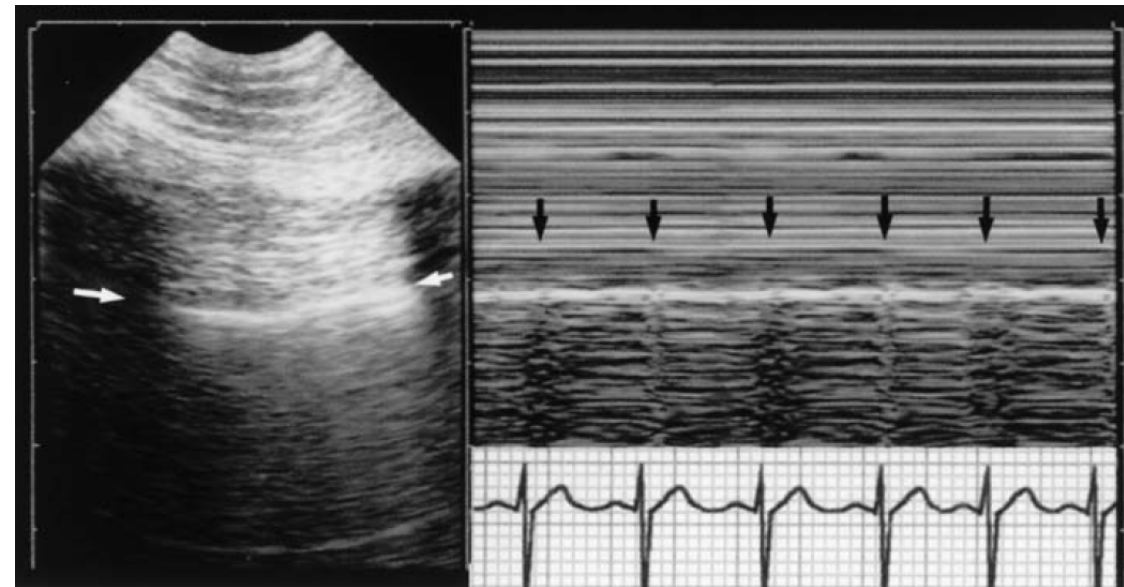


Point Poumon



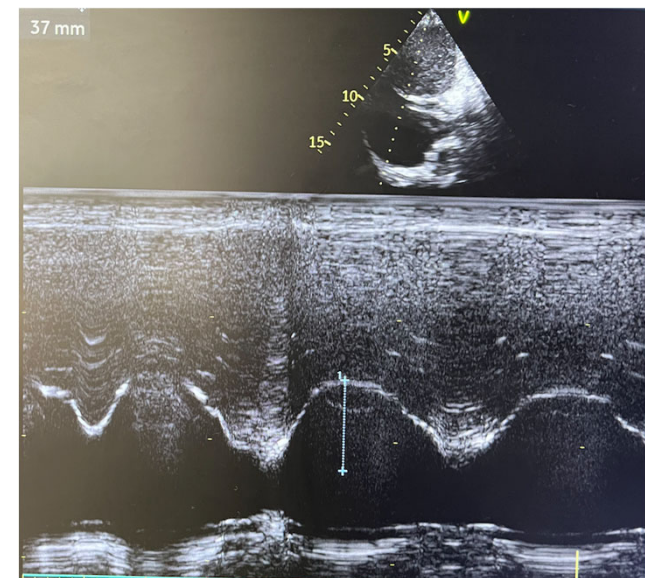
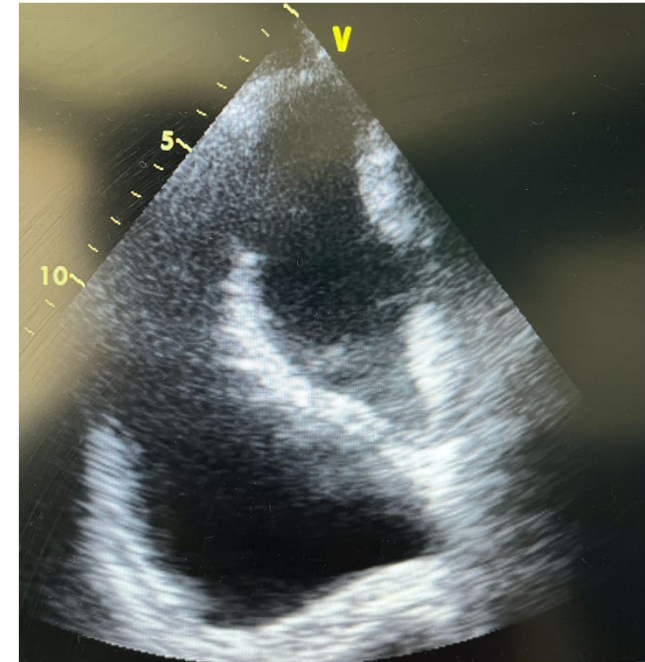
Pneumothorax

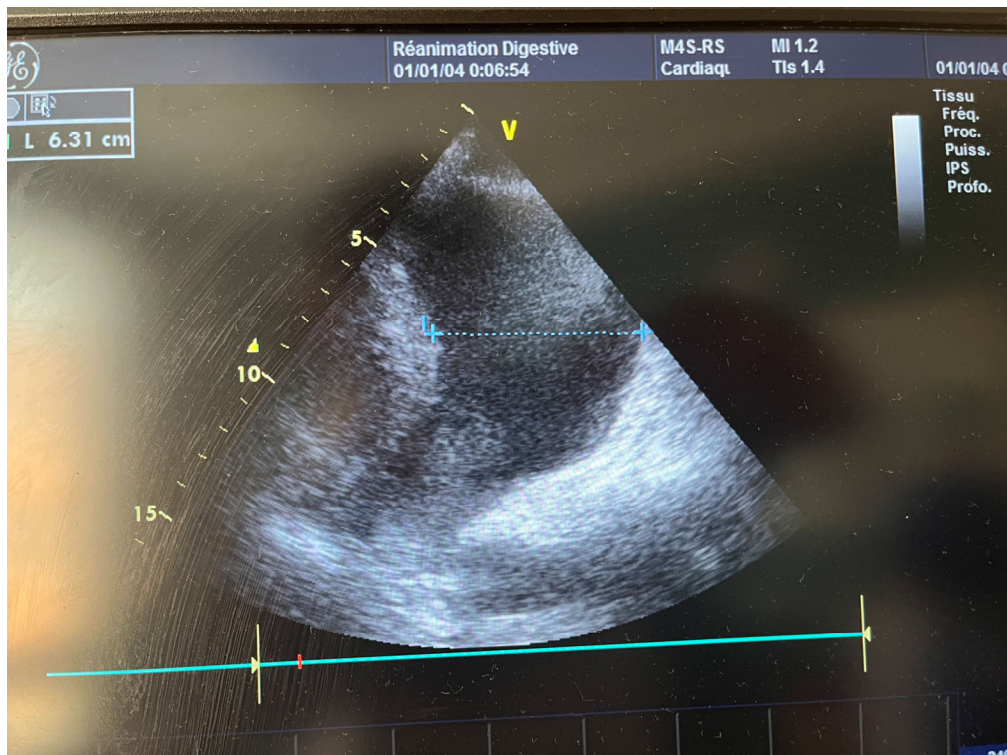
- Le Pouls pulmonaire :
- Transmission au niveau du poumon des différents battements cardiaques.
- L'absence de pouls pulmonaire est en faveur d'un PTX.

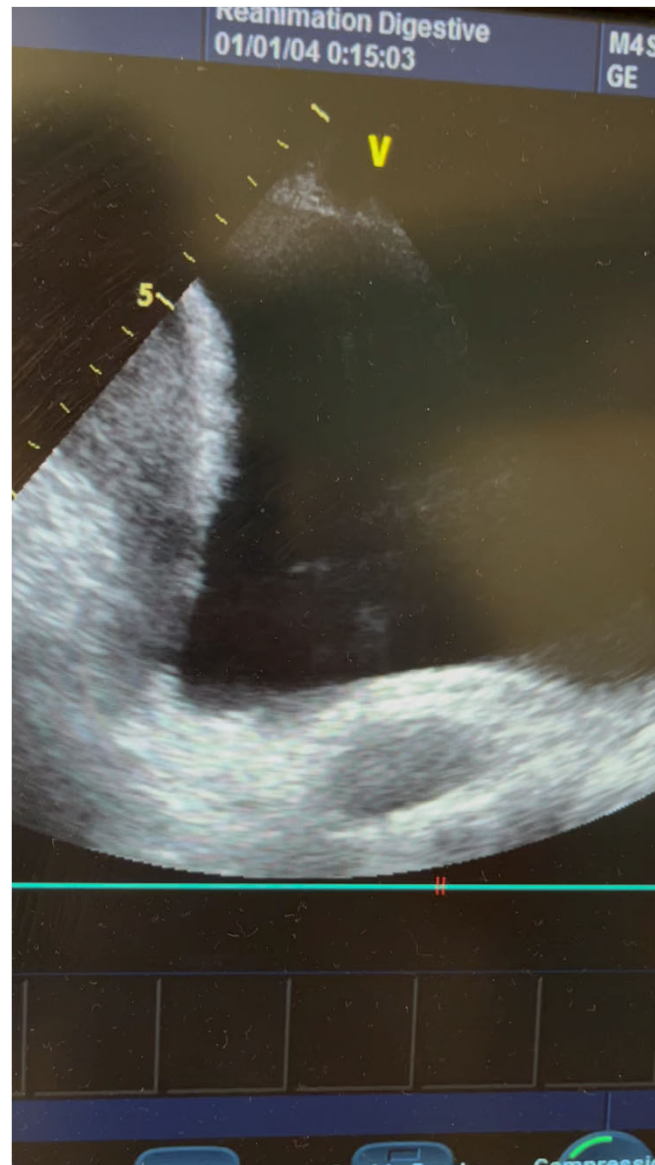


Epanchement pleural

- Présence de liquide dans la cavité pleurale
- Sous-estimé par la RT (minimum 200ml)
- Analyse statique (2D)
 - Image anéchogène délimitée par 4 bords réguliers
- Analyse dynamique (TM)
 - Signe de la sinusoïde
- Guide de ponction
 - >15 mm sur 3 EIC consécutifs



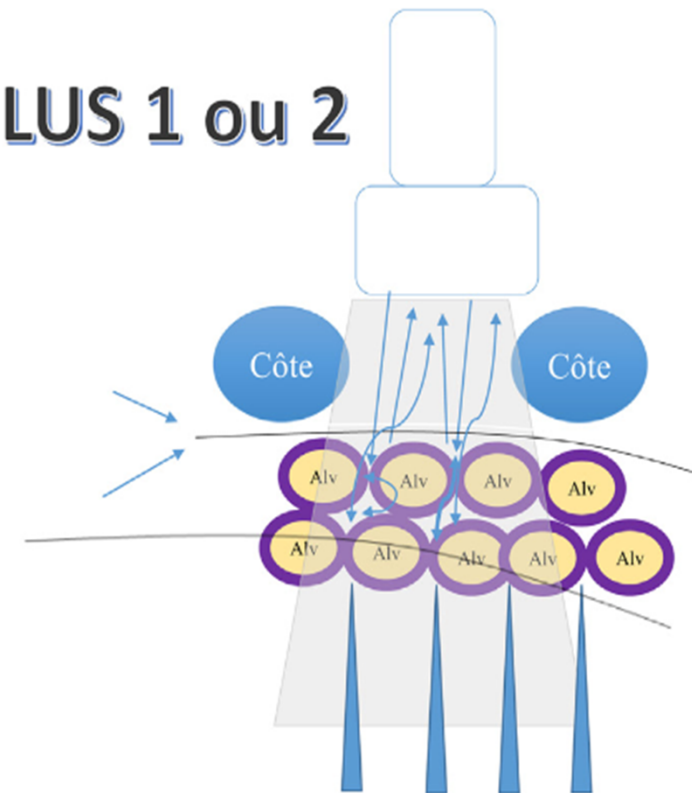
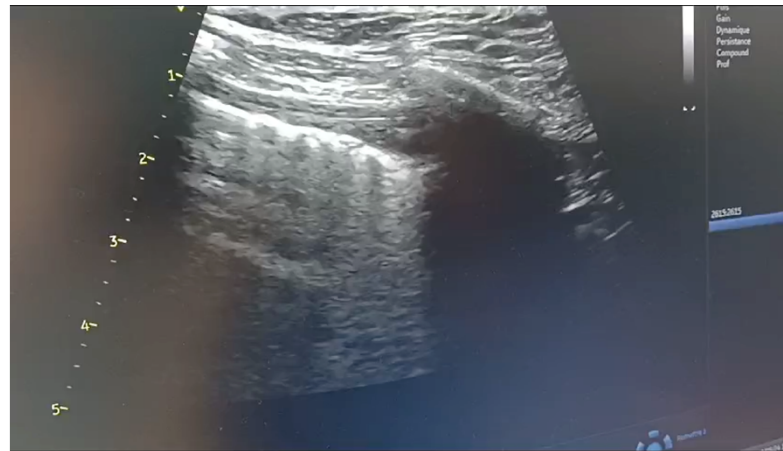




Syndrome Interstitiel

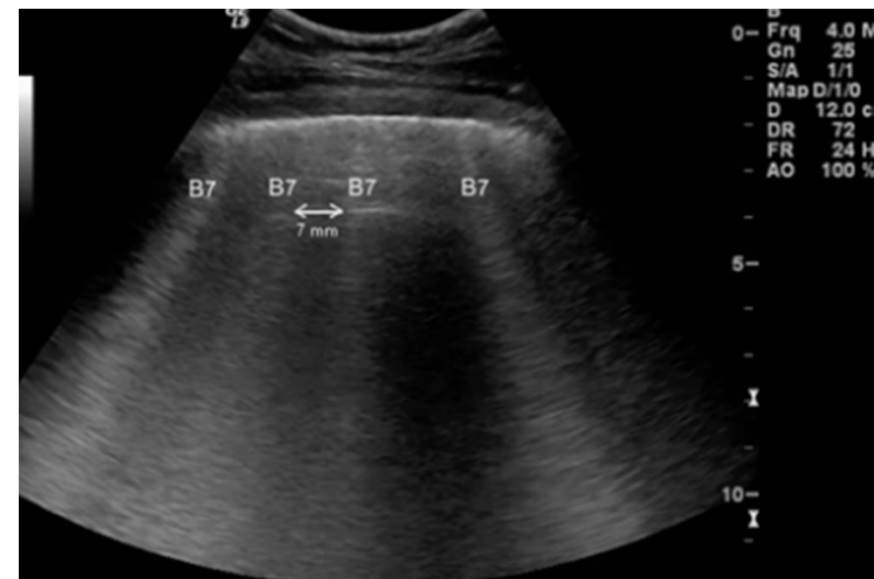
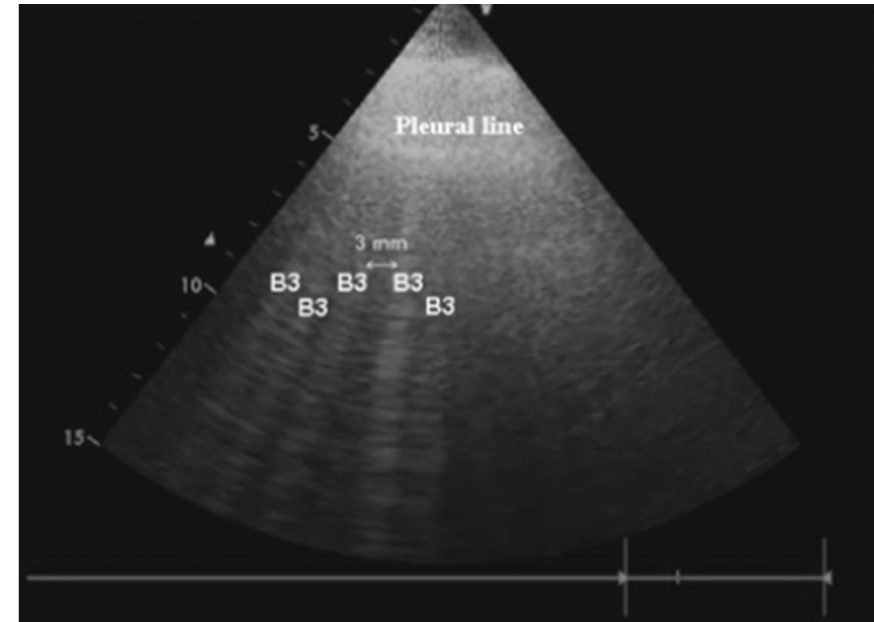
- Épaississement des septa interlobulaires
- Œdème pulmonaire lésionnel ou cardiogénique
- Diagnostic échographique : **Lignes B**
- Artéfacts verticaux de réverbération
- « Queues de comète »

LUS 1 ou 2



LIGNES B

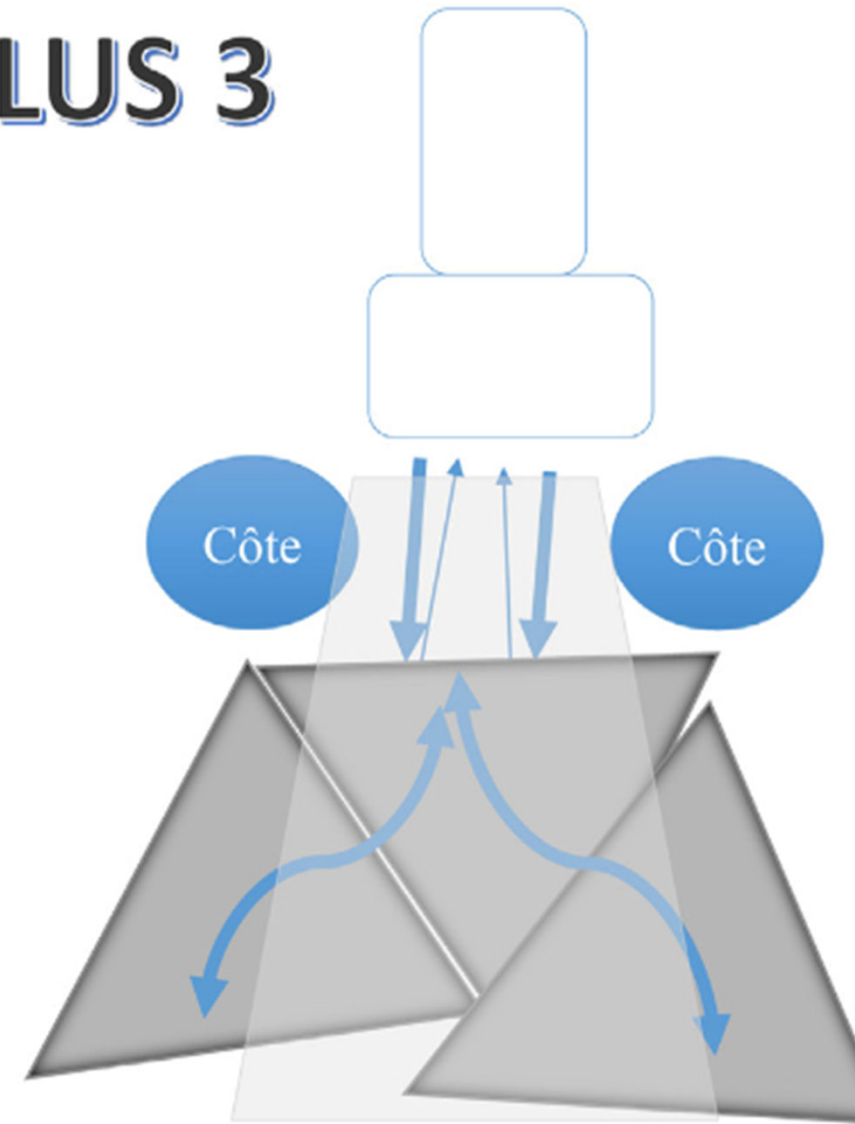
- 5 caractéristiques
 - Partent de la ligne pleurale
 - Bien délimitées
 - Diffuses sans atténuation
 - Effacent les lignes A
 - Bougent avec le glissement pleural
- Physiologique si < 3 par fenêtres
- Sd interstitiel si > 3 dans une aire de façon Bilatérale
- Méthode de Volpicelli, OAP Se 97% Sp 95%
- LUS 1 à 2
- Association à une ETT



CONDENSATION

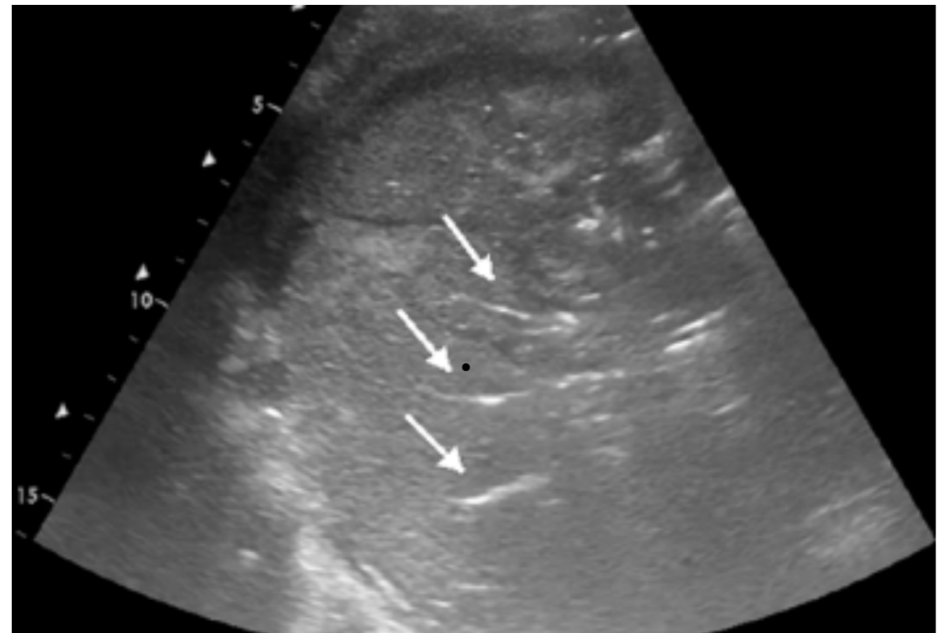
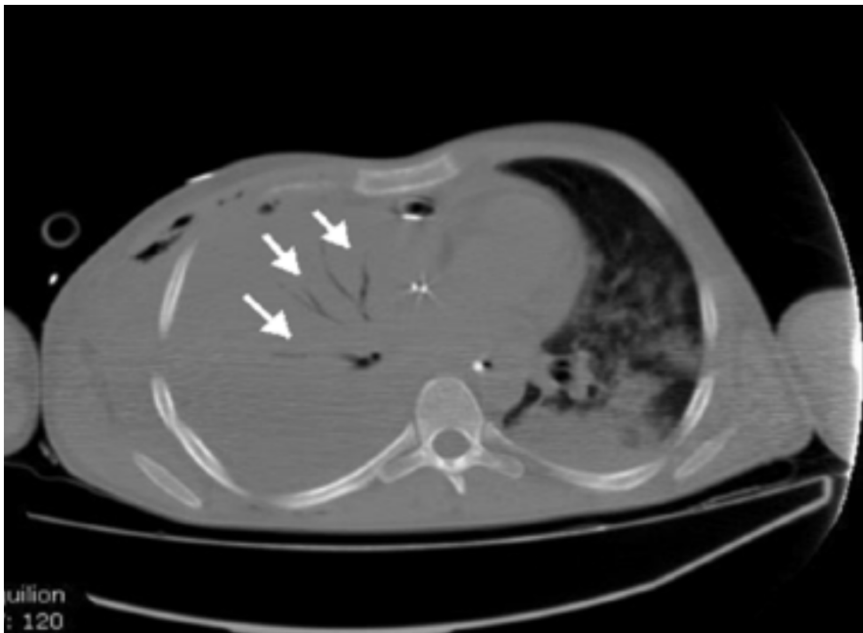
LUS 3

- Facilement visible
- Perte de l'aération pulmonaire
- Le poumon apparaît comme un tissu plein
- « Poumon hépatisé »
- Bronchogramme aérique : Zone hyperéchogène
- LUS 3
- Atélectasies ou foyer intra parenchymateux



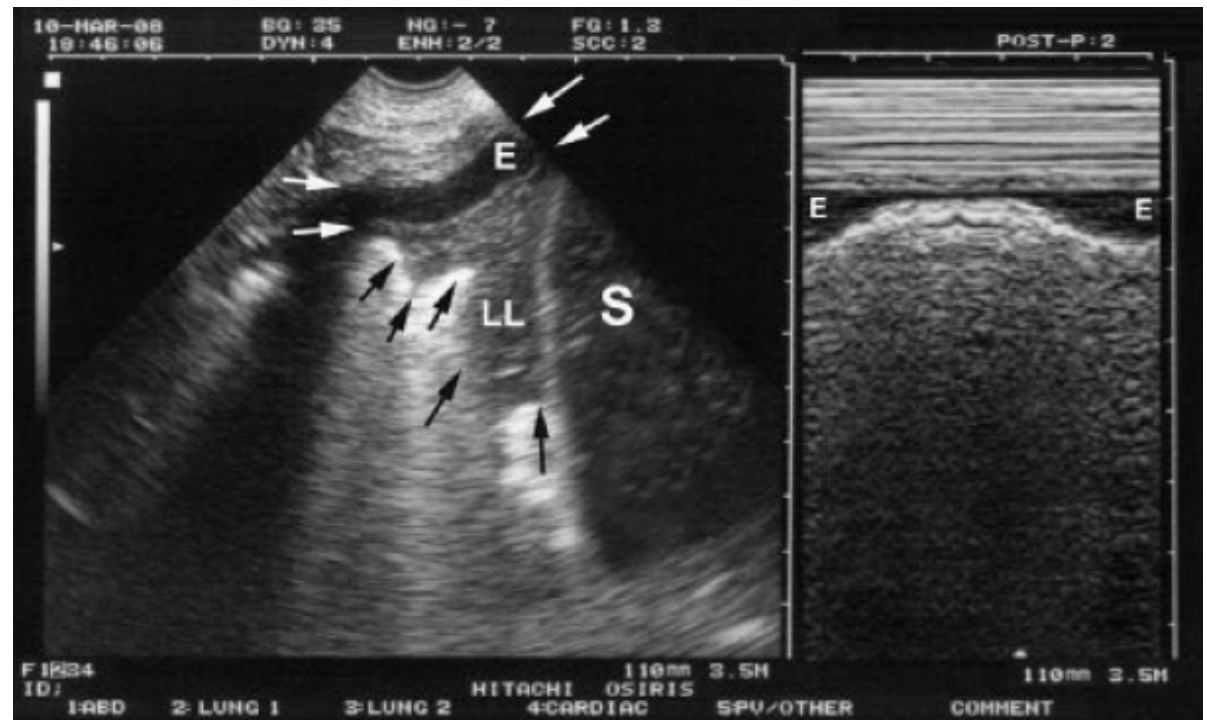
Condensation

- Bronchogramme aérique



PLAPS : Postero Lateral And Alveolar Syndrom

- En Zone Postérieure
- Condensation pulmonaire
- Epanchement pleural
- Bronchogramme aérique (flèche noire)

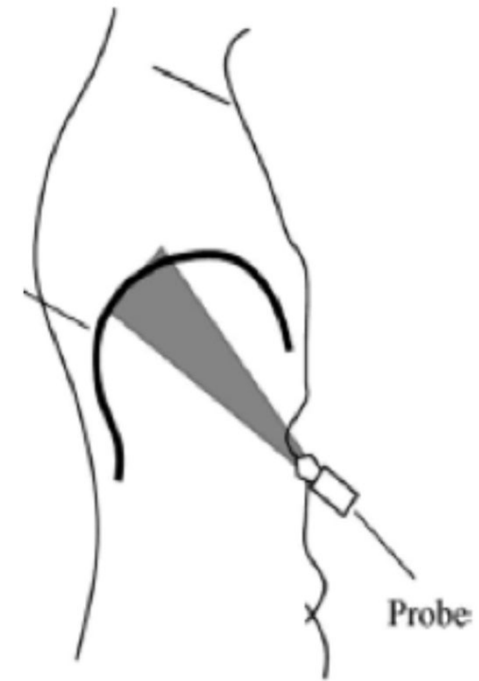


Le diaphragme

- Rôle fondamental dans la capacité respiratoire et dans la toux.
- Dysfonction diaphragmatique : atteinte très fréquente dans le domaine de soins critique (post opératoire digestif et thoracique).
- A l'entrée des patients en réa : jusqu'à 2/3 des patients présentent une dysfonction diaphragmatique.
- La ventilation mécanique et certains facteurs systémiques fréquents chez les patients de réa peuvent aggraver les troubles trophiques diaphragmatiques : corticoïdes / curares / sepsis / dénutrition

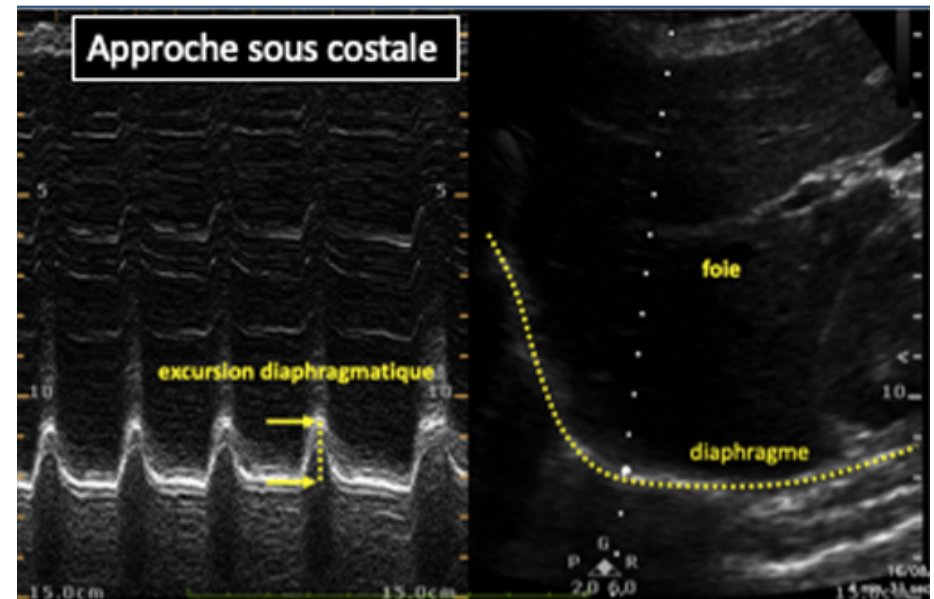
Echo diaphragmatique

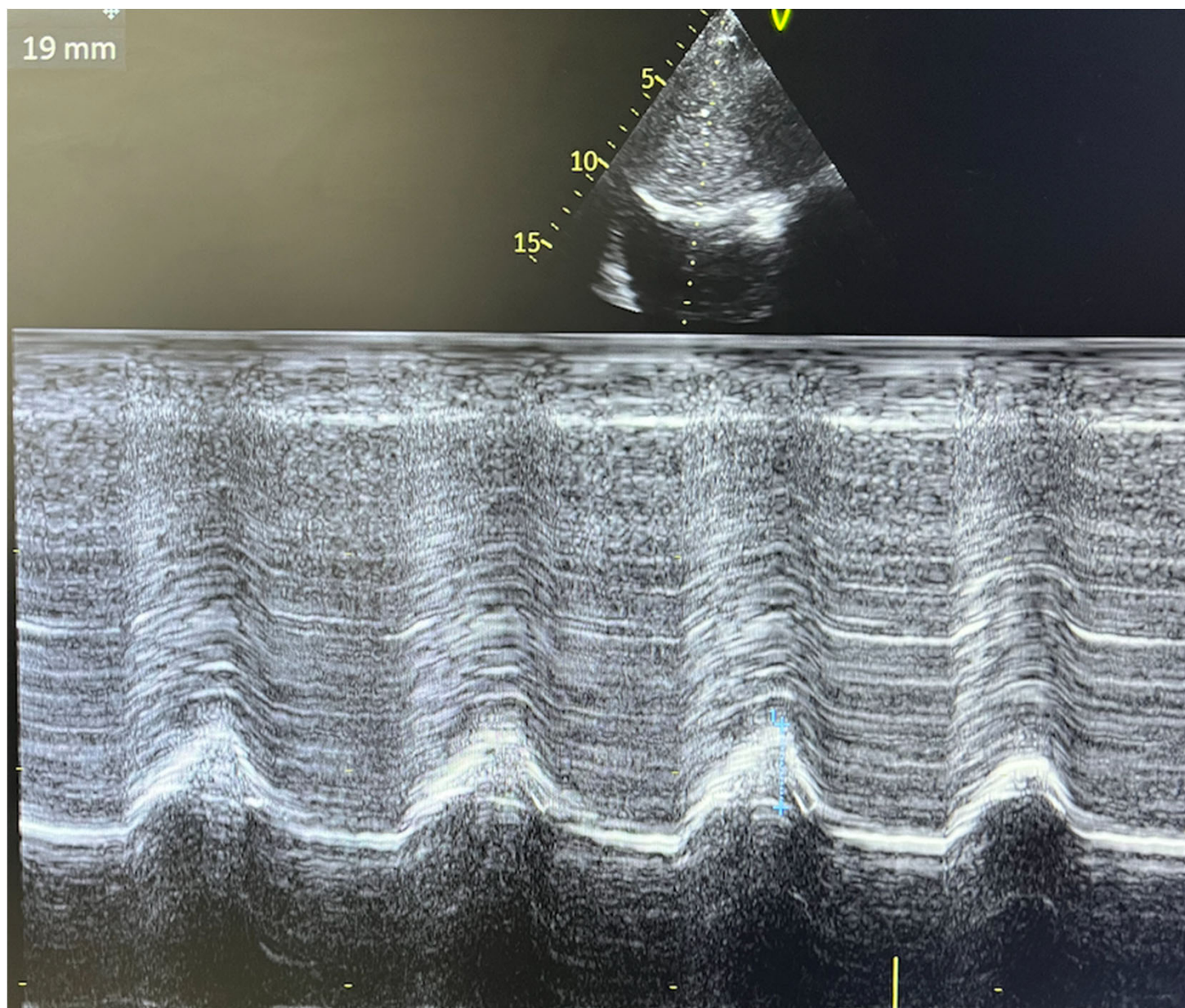
- Imagerie DYNAMIQUE non invasive effectuée au lit du malade
- Visualisation simple du muscle diaphragmatique
- Analyse directe des structures sus et sous jacentes
- Position DD, proclive de 10-15°
- Voie sous costale, ligne médio-claviculaire (sonde basse fréquence)



Excursion diaphragmatique

- Amplitude de la cinétique cranio caudale du diaphragme en inspiration.
- Courbe sinusoïde en mode TM
- Valeurs normales chez le patient sain :
 - 1,5 à 2 cm en ventilation calme
 - 5-7 cm en ventilation forcée
- Cut-off < 1cm *prédictif échec sevrage*



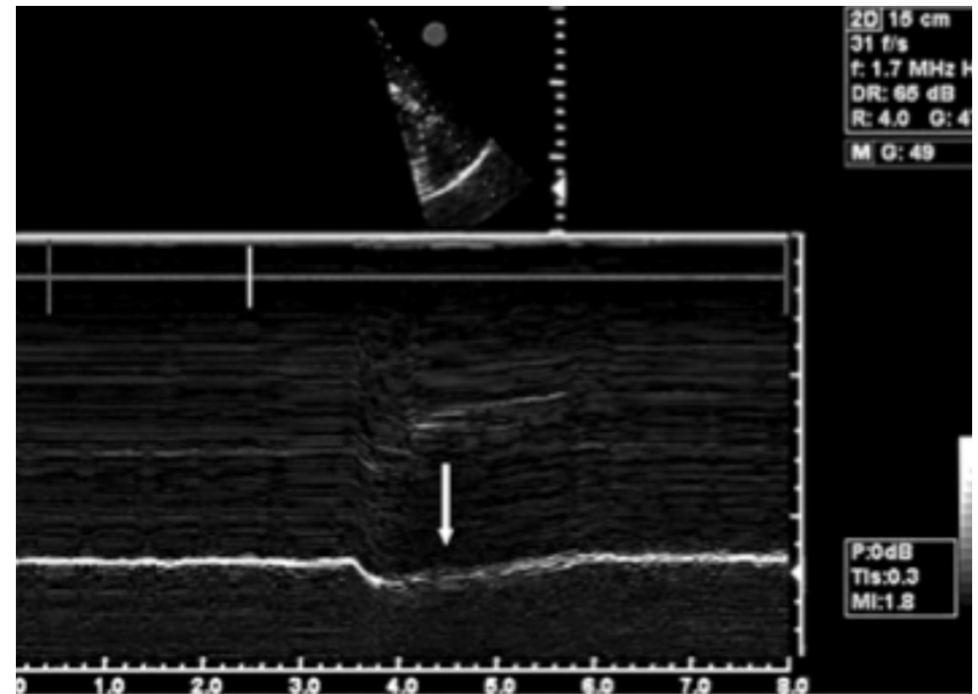


Dysfonction diaphragmatique

- Excursion en générale $< 1\text{cm}$ ou $< 25\text{ mm}$ à l'inspiration forcée .

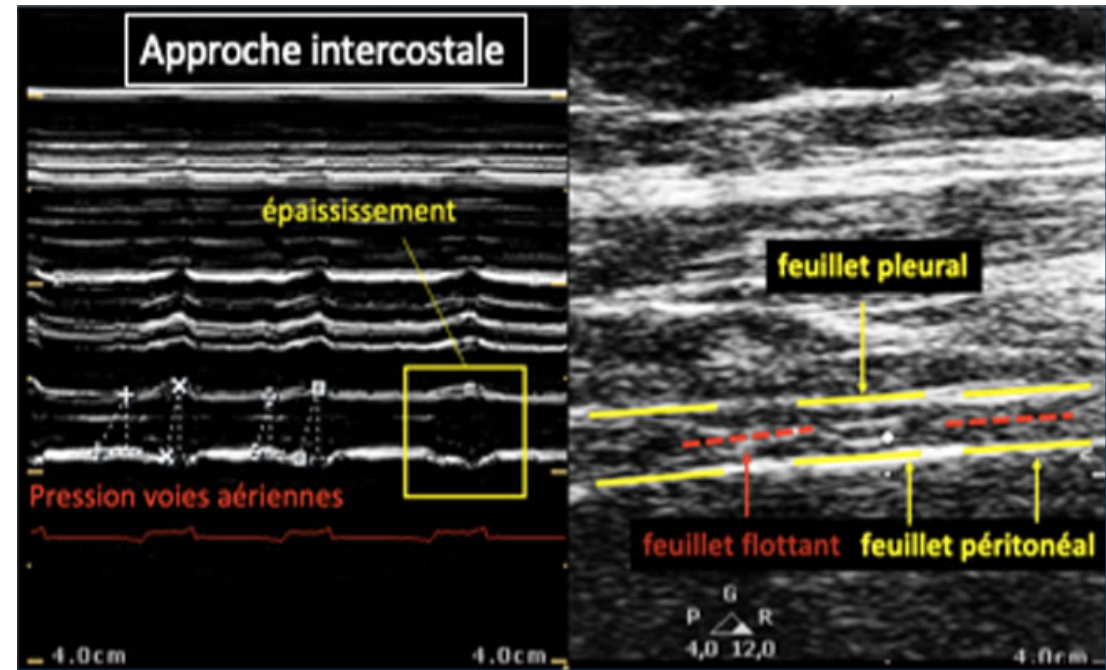
Paralysie diaphragmatique

- Excursion nulle
- Mouvement paradoxal : dyskinésie diaphragmatique



Epaississement diaphragmatique

- Analyse du diaphragme
 - Approche intercostale :
 - Sonde linéaire
 - Mesure FE: Fraction épaissement
 - Pathologique si < 30%



$$FE = \frac{E_{\text{fin inspiration}} - E_{\text{fin expiration}}}{E_{\text{fin expiration}}}$$

Application clinique : Prédiction sevrage ventilatoire

Inability of Diaphragm Ultrasound to Predict Extubation Failure: A Multicenter Study

Emmanuel Vivier MD ^a✉, Michel Muller MD ^b, Jean-Baptiste Putegnat MD ^a, Julie Steyer MD ^b, Stéphanie Barrau MD ^{c, d}, Florence Boissier MD, PhD ^{c, d}, Gaël Bourdin MD ^a, Armand Mekontso-Dessap MD, PhD ^e, Albrice Levrat MD ^b, Christian Pommier MD ^a, Arnaud W. Thille MD, PhD ^{c, d}



« Diaphragmatic dysfunction assessed by ultrasound was not associated with an increased risk of extubation failure »

Editorial | May 2020

Bedside Ultrasound for Weaning from Mechanical Ventilation: The Diaphragm Is Not Enough! **FREE**

Emmanuel Vivier, M.D., Ph.D. ✉; Armand Mekontso Dessap, M.D., Ph.D.

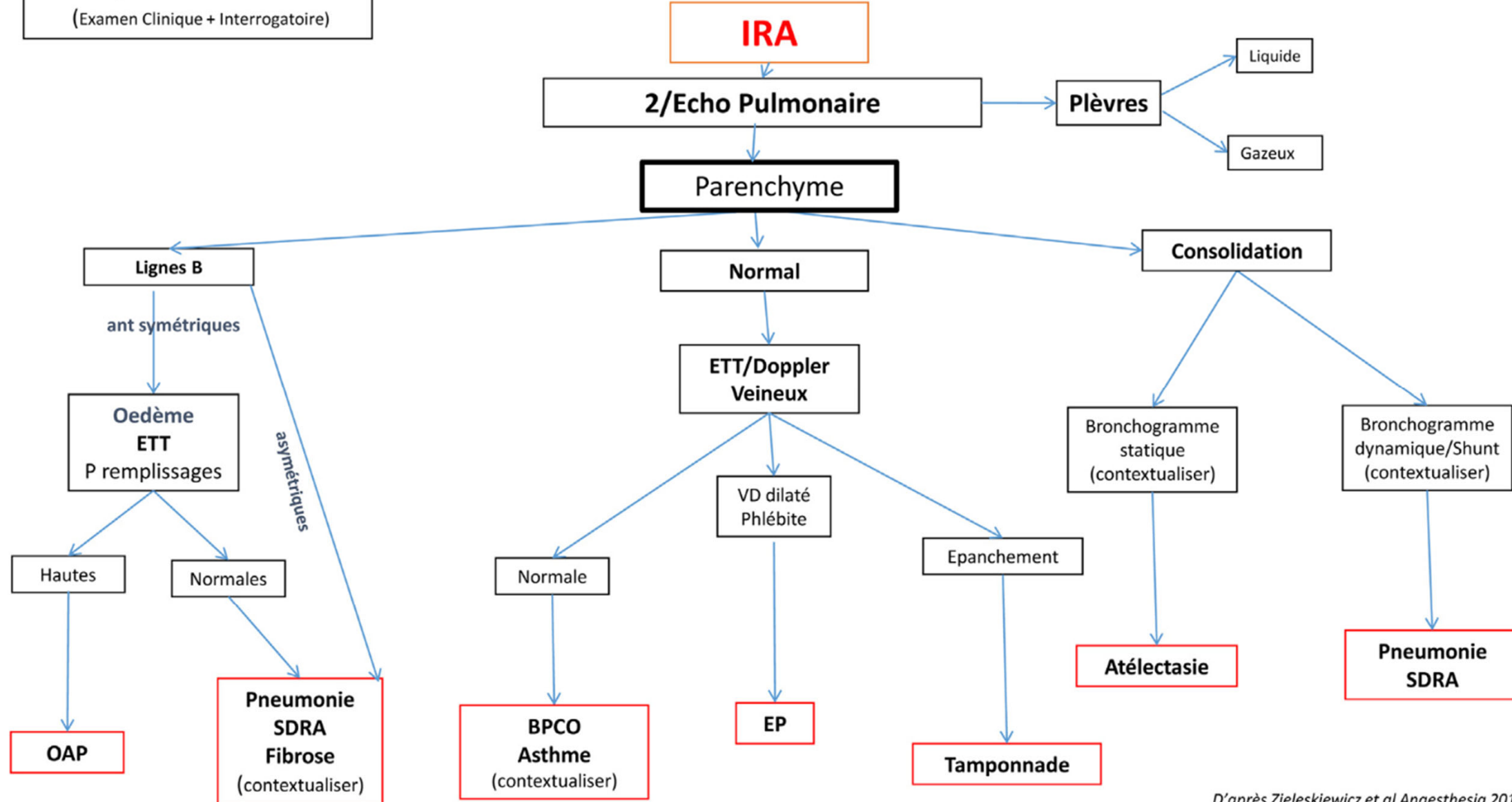
Evaluation échographique des muscles respiratoires accessoires



Application Clinique : BLUE PROTOCOL

- Démarche de réflexion proposée par Lichtenstein
- A partir de la sémilogie échographique de base
- Permet une approche simple de la pathologie pulmonaire en fast-écho
- Interprétation fonction du contexte clinique
- Associé à ETT +/- échographie de compression des 4 points
- Facilement reproductible
- ...Donc, à répéter souvent!

1/Contextualiser
(Examen Clinique + Interrogatoire)



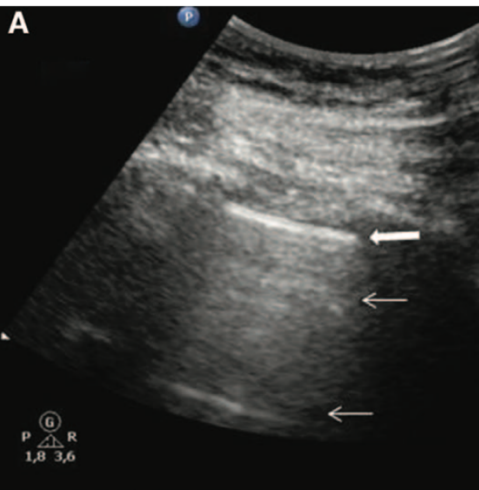
D'après Zieleskiewicz et al Anaesthesia 201

Application clinique : Lung US Score (LUS)

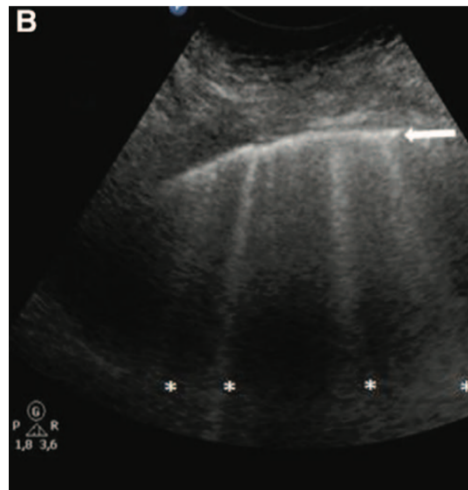
- Lung Ultrasound Score :
- Evaluation semi quantitative de la perte d'aération pulmonaire
- 12 zones
- 0 = Poumon normal
- 1 = Poumon avec perte modérée d'aération, lignes B espacées
- 2 = Poumon avec perte importante de l'aération, lignes B coalescentes
- 3 = Poumon consolidé
- 0 à 36 points

Application clinique : Evaluation du recrutement pulmonaire

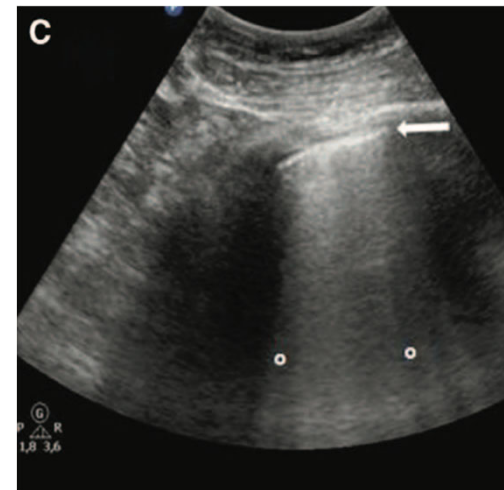
Ligne A



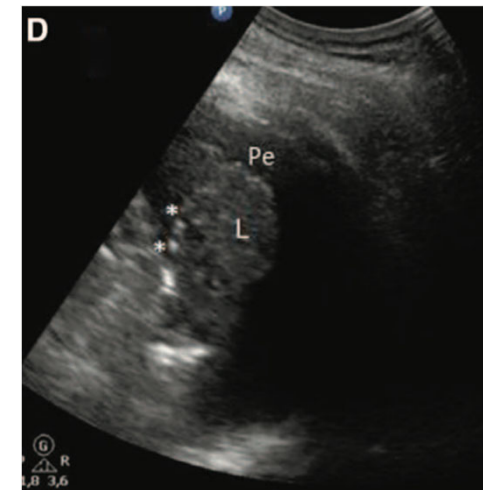
Ligne B1



Ligne B2



Aspect C



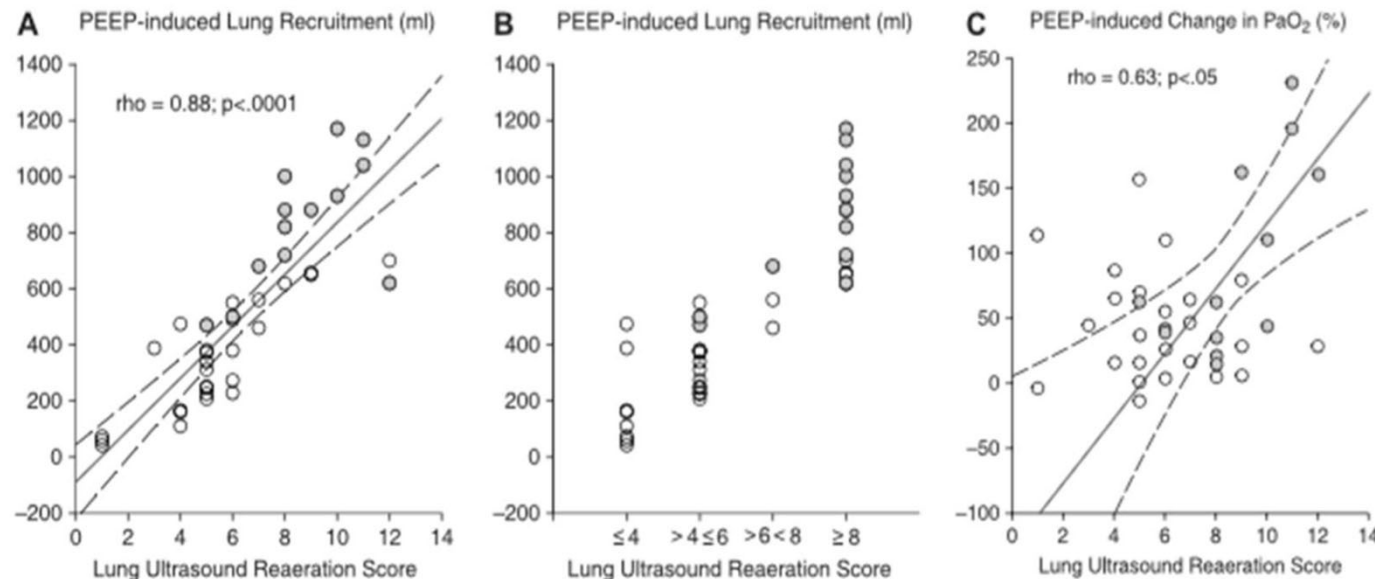
Aération

Tissu en excès

Application clinique : Evaluation du recrutement pulmonaire

Bedside Ultrasound Assessment of Positive End-Expiratory Pressure-induced Lung Recruitment

Belaïd Bouhemad¹, Hélène Brisson¹, Morgan Le-Guen¹, Charlotte Arbelot¹, Qin Lu¹, and Jean-Jacques Rouby



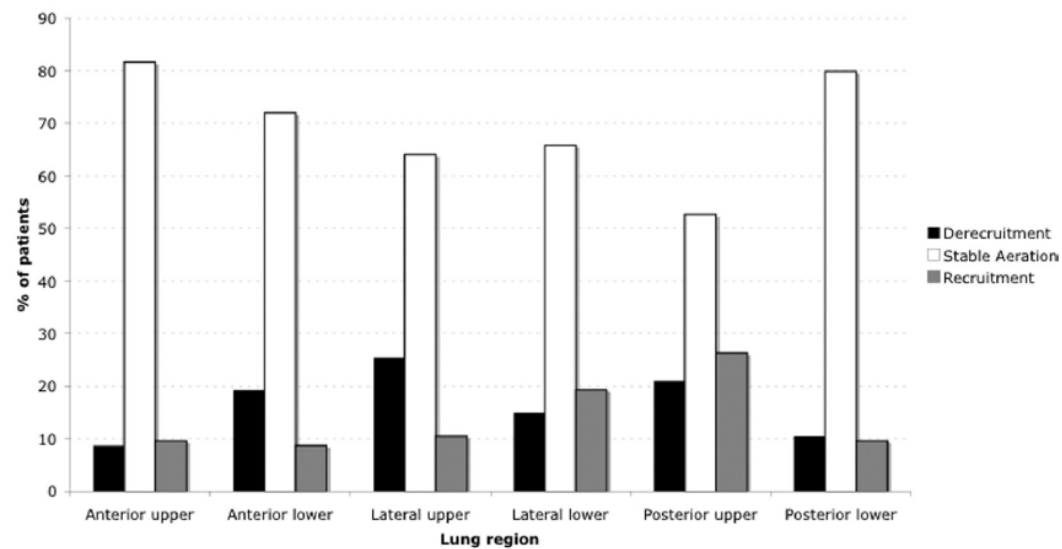
- Corrélation entre variation du LUS reaeration score et l'augmentation du volume pulmonaire de fin d'expiration

Applications cliniques : LUS Score dans le sevrage ventilatoire

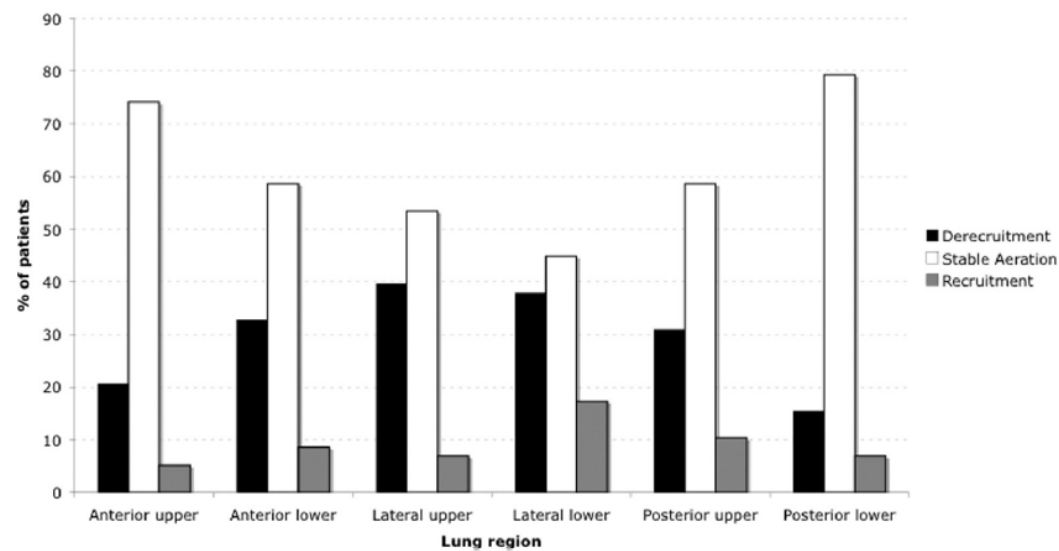
Rouby Crit Care Med 2012

- Patients ventilés mécaniquement depuis > 48h pour SDRA/ALI exposés à une épreuve de sevrage respiratoire (tube en T)
- LUS < 12 prédictif d'un succès de sevrage
- LUS > 17 prédictif d'un échec de sevrage
- Dérecrutement plus important chez les patients avec un échec de sevrage
- Dérecrutement zones antérieures et latérales prédominant

A Variation of lung aeration during the Spontaneous Breathing Trial in the 57 patients definitively weaned



B Variation of lung aeration during Spontaneous Breathing Trial in the 29 patients who develop postextubation distress



Evaluation du dérecrutement

Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress*

Alexis Soummer, MD; Sébastien Perbet, MD; Hélène Brisson, MD; Charlotte Arbelot, MD; Jean-Michel Constantin, MD, PhD; Qin Lu, MD, PhD; Jean-Jacques Rouby, MD, PhD; and the Lung Ultrasound Study Group

(Crit Care Med 2012; 40:2064–2072)

- Prédiction de l'échec d'extubation lors des épreuves de sevrage
- LUS score (Aéré -> Ligne b -> Lignes B $\pm$ confluentes -> Condensation)
- AUC à 0,86 si score > 15

Applications Clinique : SDRA

- LUS et recrutements dans le SDRA : monitoring de l'aération régionale

Stefanidis Crit care 2011

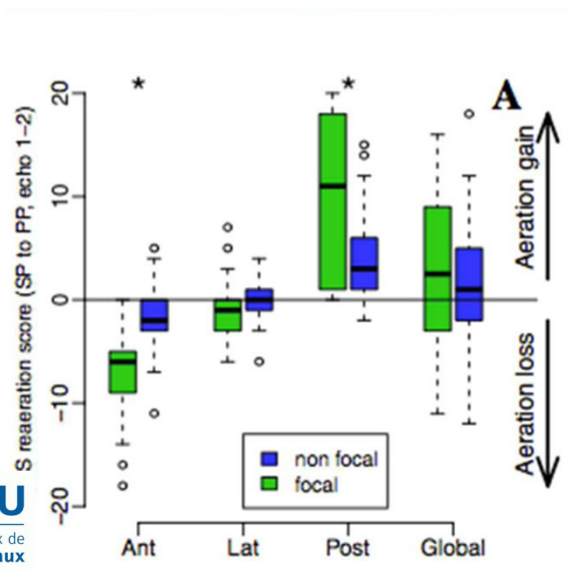
- SDRA : corrélation entre le LUS et la sévérité du SDRA, et prédictif de la mortalité.

Applications clinique : Recrutement alvéolaire et DV

- LUS et Evaluation du recrutement alvéolaire par le décubitus ventral

Haddam ICM 2016

- LUS et LUS aération score ne sont pas prédictifs de la réponse au DV sur la PaO₂



- Pas de prédictibilité à la réponse au P/F sur le LUS en décubitus dorsal
- Variations d'aérations régionales objectivées à l'écho.

Applications cliniques

- LUS et recrutements dans le SDRA : monitoring de l'aération régionale

Stefanidis, Crit care 2011

- SDRA : corrélation entre le LUS et la sévérité du SDRA, et prédictif de la mortalité.
- Limites : pas de monitoring possible de la surdistension alvéolaire, et donc des lésions induites par la ventilation mécanique (VILI)

*Bedside ultrasound monitoring of proneposition induced lung inflation,
Silva, ICM 2021*

Applications cliniques : autres

- Péri opératoire : Diminution de la surface de poumon consolidé dans les zones postérieures, corrélé à une diminution de la PaO₂

A.Monastesse, Anesth Analgesia 2017

- PAVM : diminution rapide du score corrélée à un succès de l'ATBthérapie vs une augmentation du score en lien avec un échec de l'ATBthérapie

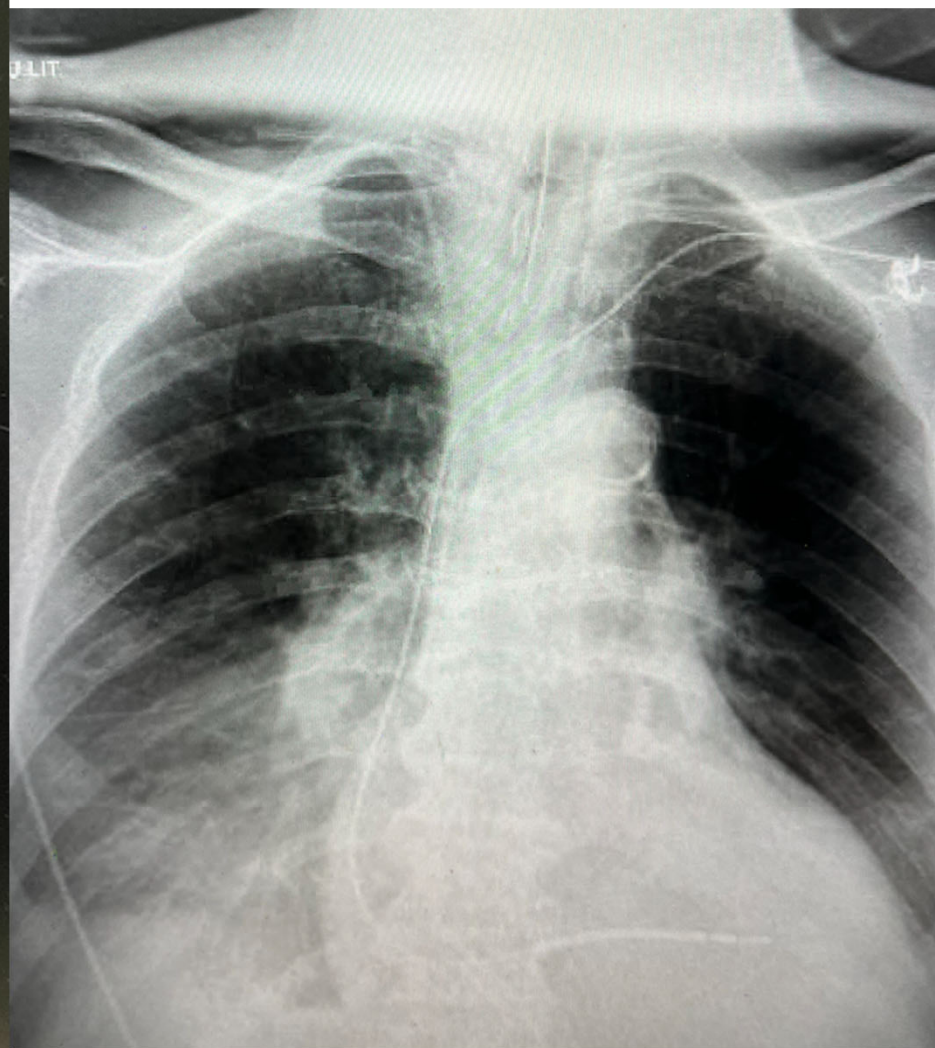
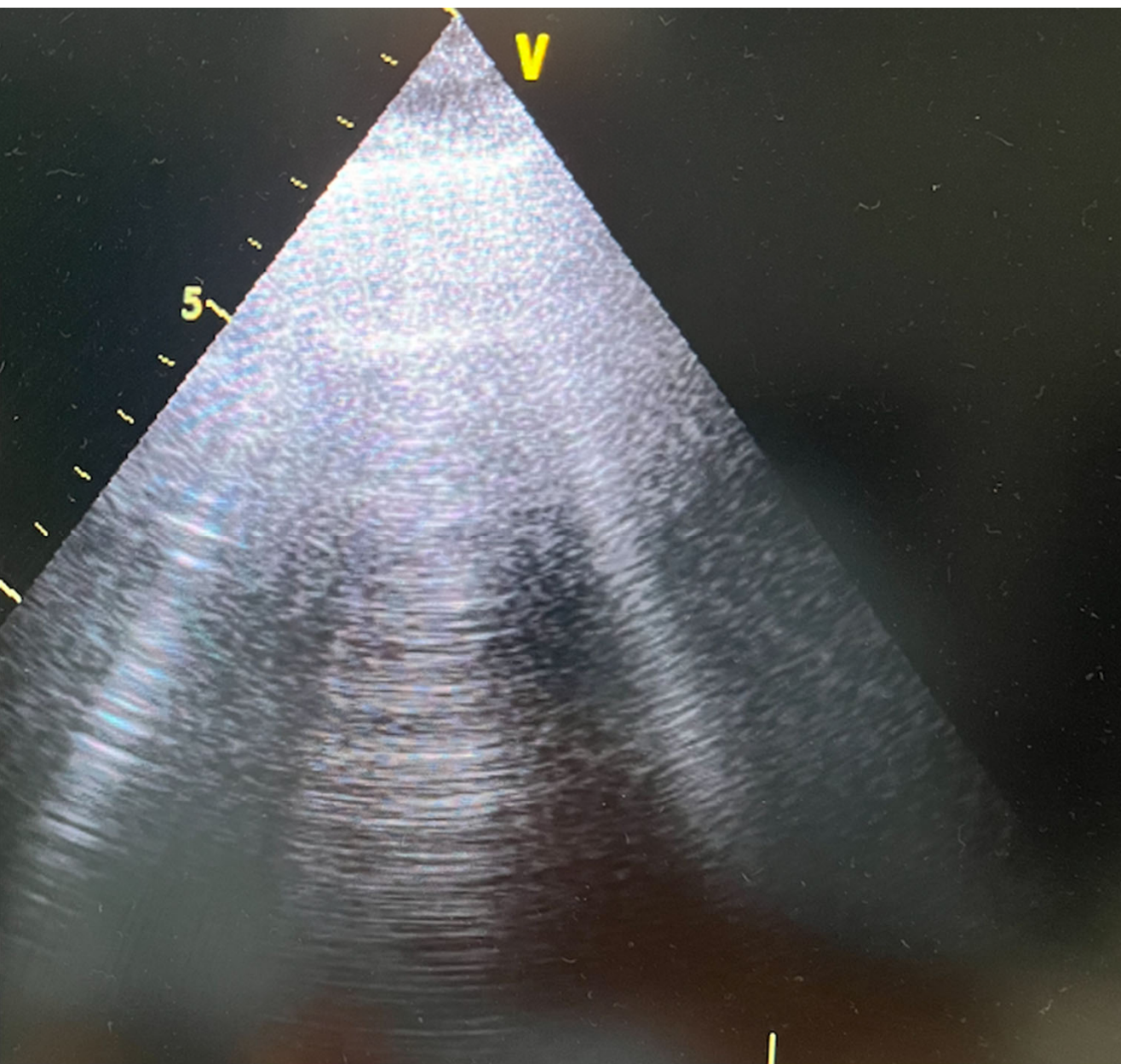
B.Bouhemad, CCM 2010

- Monitoring de l'efficacité de thérapeutique ayant un impact dans la balance hydrique et de l'eau pulmonaire extra vasculaire

F.Prior Caltabeloti, CCM, 2014

Quelques exemples du quotidien

- Patient de 55 ans J12 de transplantation hépatique
- IRA post opératoire
- Dialyse intermittente
- DRA dans les étages
- Température : 37,9
- Oedèmes périphériques



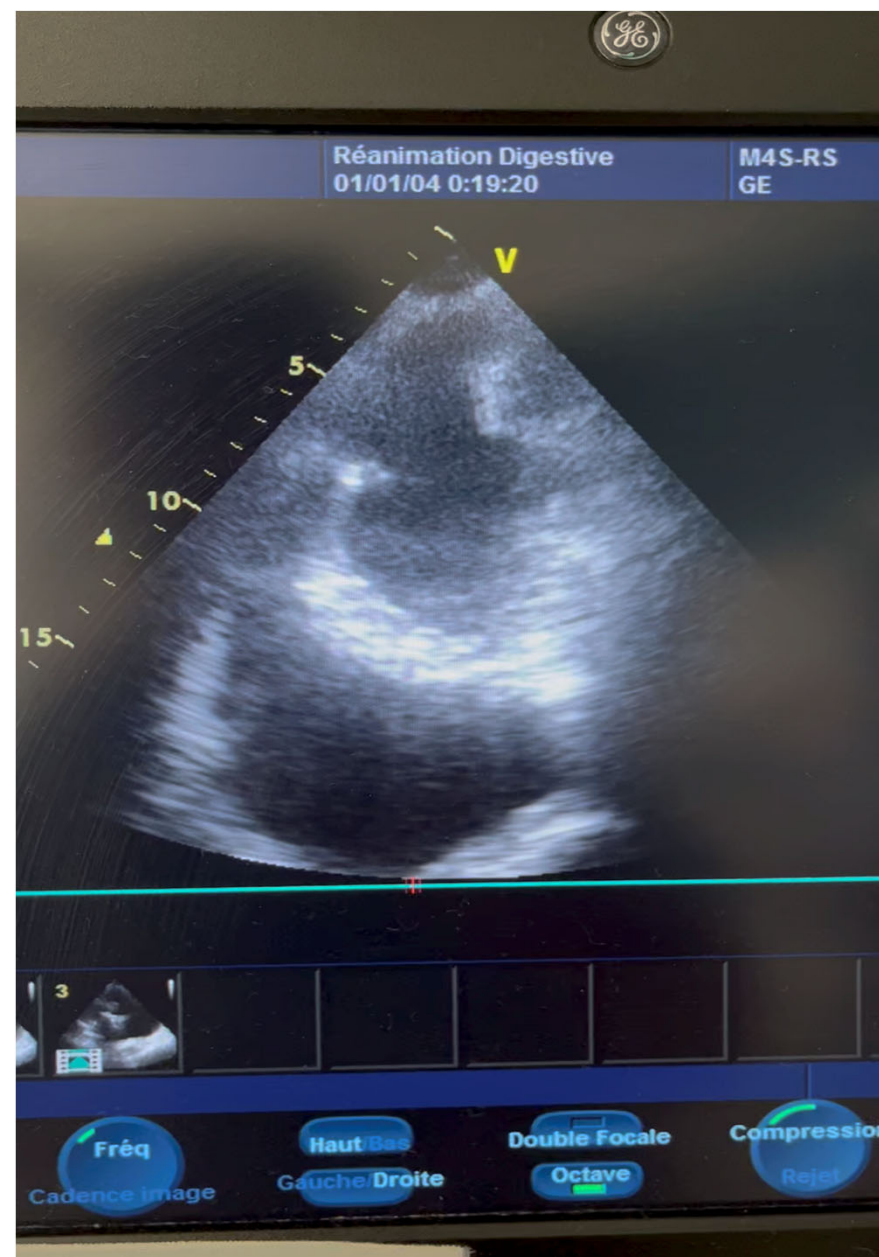
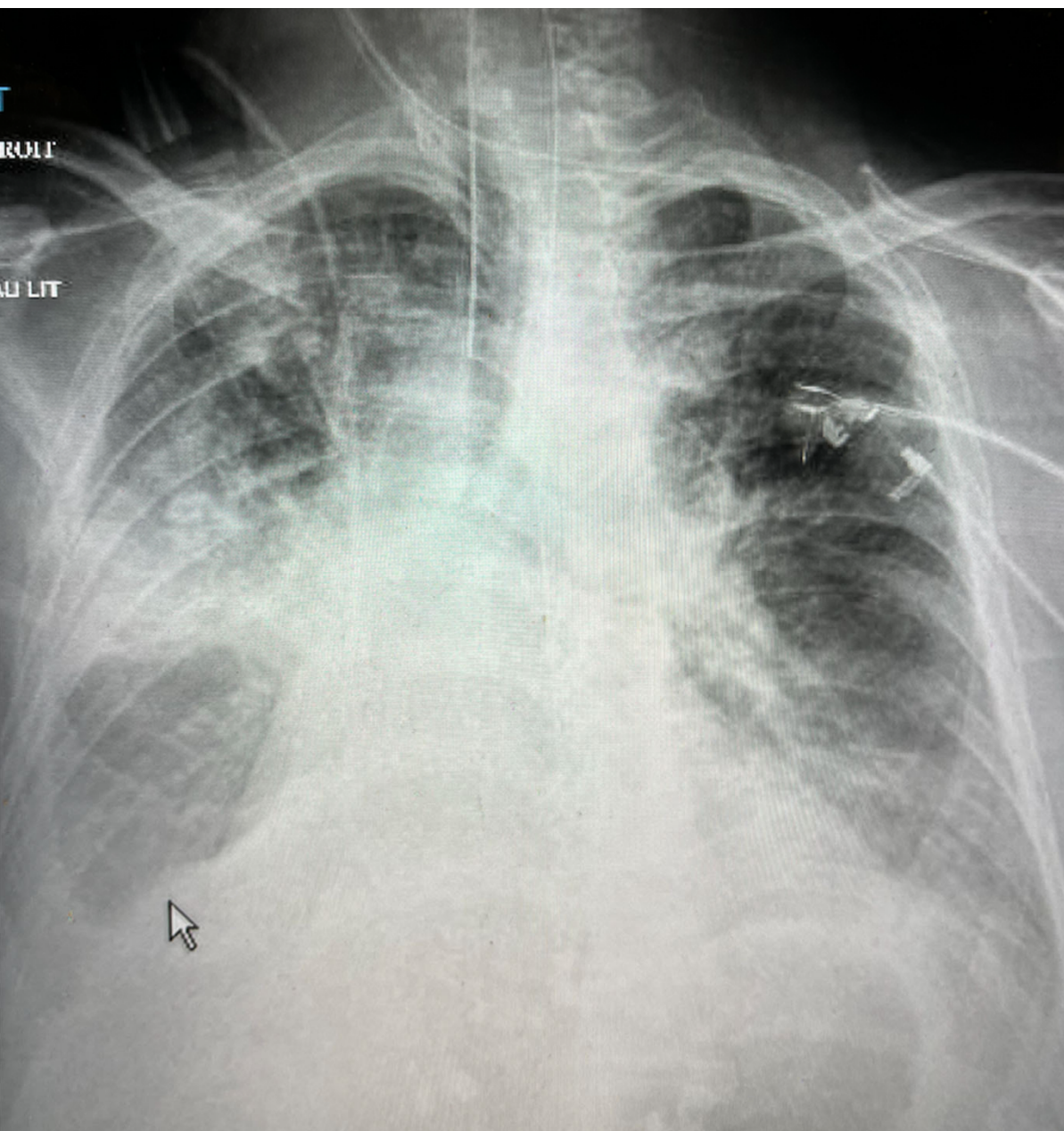
Quelques exemples du quotidien

- Patient de 75 ans J30 SDRA post inhalation contexte de syndrome occlusif
- MICI
- Sevrage ventilatoire difficile
- Dénutrition, escarre sacré
- Alimentation parentérale
- Oedèmes périphériques



Quelques exemples du quotidien

- Patient de 54 ans Pancréatite aigue grave
- Abdomen distendu
- Surcharge hydro sodé périphérique
- Difficultés de sevrage respiratoire
- Hyperthermie





Messages clés

- Technique simple, disponible, au lit du patient
- Reproductible
- Analyse dynamique
- Choix de sonde adapté
- Performances diagnostiques excellentes ... chez un opérateur entraîné
- Contexte clinique



Merci pour votre attention