

# Echo Pleuro Pulmonaire et diaphragmatique

13/03/2026

S.MONZIOLS  
SAR digestif Magellan



## Plan

- Introduction
- Sémiologie pleuro pulmonaire
- Le diaphragme
- Applications cliniques

## Introduction



Recommandations Formalisées d'Experts

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

RFE commune SFAR-SRLF

**RR2** - 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

**RR4** - 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



Intensive Care Med (2011) 37:1488-1493  
DOI 10.1007/s00134-011-2317-y

ORIGINAL

Nektaria Xirouchaki  
Eleftherios Masganas  
Katerina Vaportzi  
Eumorfia Kondili  
Maria Platakí  
Alexandros Patrivanakos  
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 K. 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**

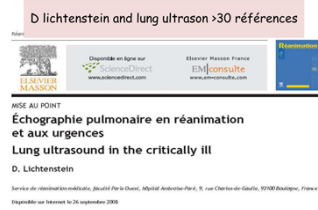
Sensitivity: 74%  
Specificity: 96%



## Comment ça marche...

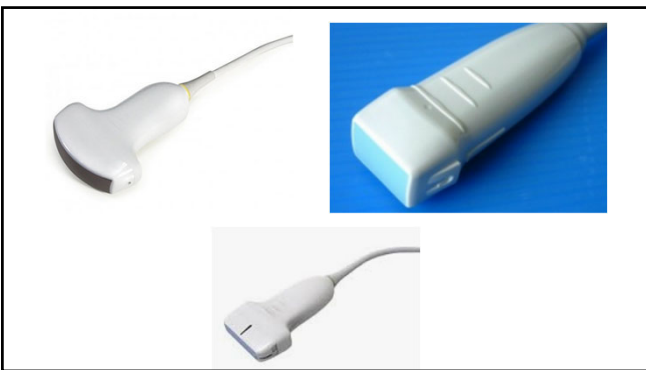
- Le poumon échogène ?
  - Repose sur l'analyse d'artéfacts
  - Liés à l'interaction air/eau
  - Peu d'images directes
  - ⇒ Sémiologie très spécifique

- Décrite par Lichtenstein, Lichtenstein et Lichtenstein...

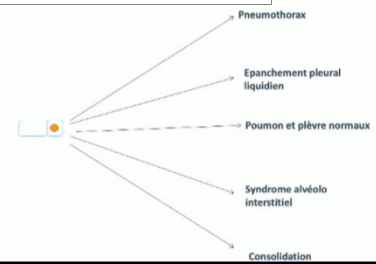


## Un appareil simple !

- 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.



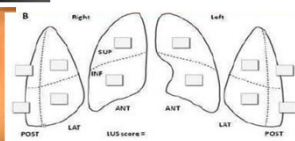
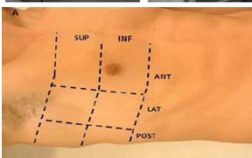
## Echographie Pleuro-pulmonaire : 5 diagnostics syndromiques



## Sémiologie de base



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



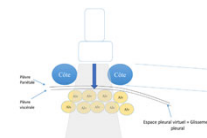
Bouhemad B, roubly JJ, Arbelot C, AJRCCM 2011

## Sémiologie de base : La plèvre

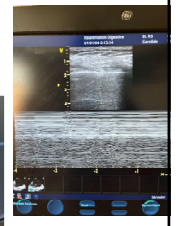
- 2D : Le glissement pleural
- 2 feuillets de la plèvre sont accolés
  - poumon ventilé

- Si absence :
- Air entre les deux feuillets
- Poumon non ventilé

- Si présence de lignes B ou consolidation : absence de PTX

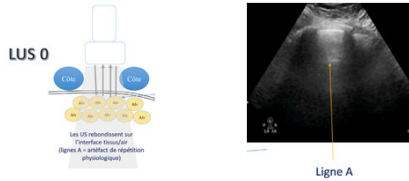


TM : Signe du Bord de mer



## Poumon Normal : Les lignes A

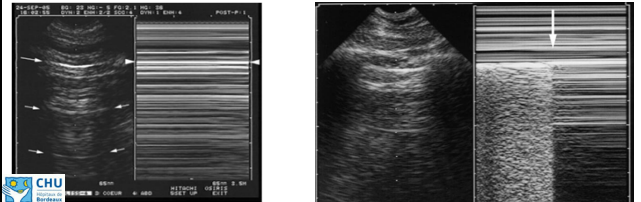
- Artéfacts horizontaux
- Liés à la répétition de l'échogénéicité de la ligne pleurale
- Intervalles réguliers (répétition de la distance entre la sonde et la plèvre)



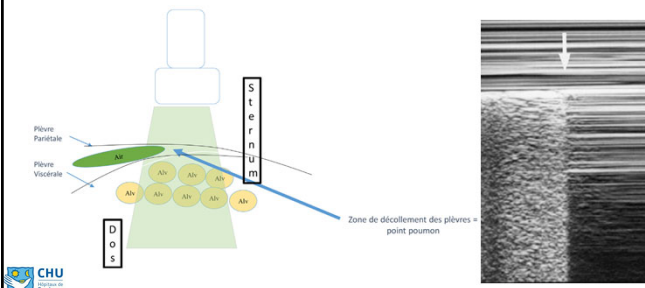
## Pneumothorax

2D  
Abolition du glissement pleural  
Absence de ligne B  
Présence de ligne A

Mode TM :  
Signe de la stratosphère ou du code barre.  
Se 88 Sp 99,6  
± Point poumon



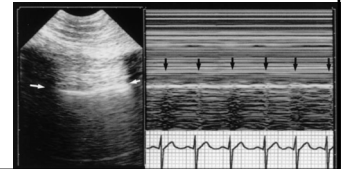
## Point Poumon



## Pneumothorax

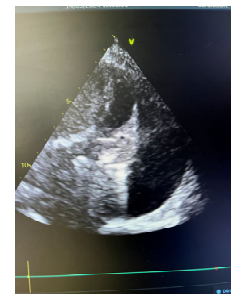
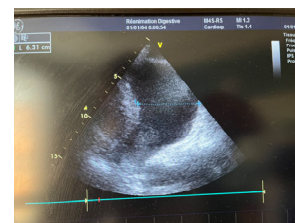
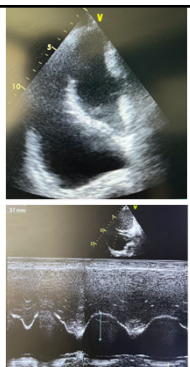
- Le Pouls pulmonaire :
- Transmission au niveau du poumon des différents battements cardiaques.
- L'absence de pouls pulmonaire est en faveur d'un PTX.

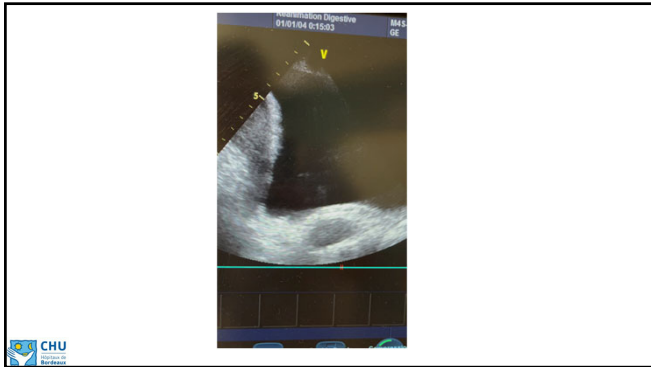
Volpicelli G.  
Sonographic diagnosis of pneumothorax.  
Intensive Care Medicine. 2011.



## Epanchement pleural liquidien

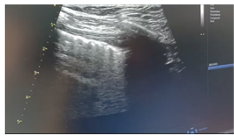
- Présence de liquide dans la cavité pleurale
- Sous-estimé par la RT (minimum 200ml)
- Analyse statique (2D)
  - Image anéchogène délimitée par 4 bords réguliers
- Analyse dynamique (TM)
  - Signe de la sinusoïde
- Guide de ponction
  - >15 mm sur 3 EIC consécutifs



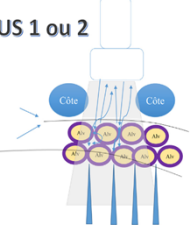


### Syndrome Interstitiel

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

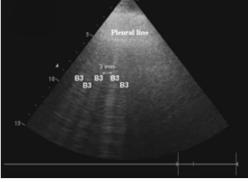
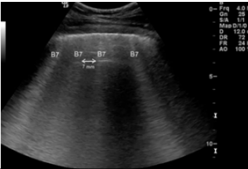


**LUS 1 ou 2**



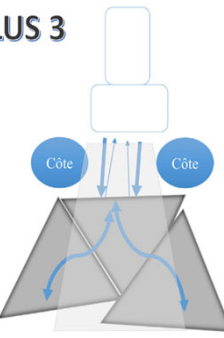
### LIGNES B

- 5 caractéristiques
  - Partent de la ligne pleurale
  - Bien délimitées
  - Diffusent sans atténuation
  - Effacent les lignes A
  - Bougent avec le glissement pleural
- Physiologique si < 3 par fenêtres
- Si 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

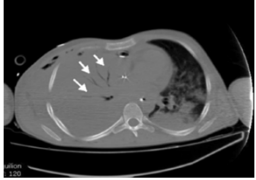
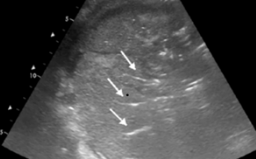
### CONDENSATION

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



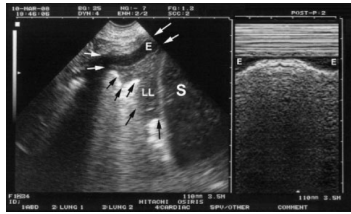
### Condensation

- Bronchogramme aérique dynamique
- Structures hyperéchogène punctiforme ou Linéaire
- Déplacement synchrone au mouvement Respiratoire
  - bronches perméables
  - En faveur d'une pneumopathie

### PLAPS : Postero Lateral And Alveolar Syndrom

- En Zone Postérieure
- Condensation pulmonaire
- Epanchement pleural
- Bronchogramme aérique (flèche noire)
- Irrégularité de la ligne pleurale



## OAP ? Pneumopathie ? Atélectasie ?

Critères échographiques	Pneumonie	Atélectasie	Cœdème pulmonaire cardiogénique
Distribution des lésions	Focale ou asymétrique	Déclive, lobaire	Diffuse bilatérale antérieure
Consolidation pulmonaire	Fréquente	Fréquente	rare
Bronchogramme aérien	dynamique	statique	absent
Ligne pleurale	Irrégulière, épaissie	Souvent régulière	régulière
Lignes B	Focales, ou péri lésionnelles	Peu nombreuses ou absente	Diffuses et bilatérales
Mobilité pulmonaire	conservée	diminuée	conservée
Epanchement pleural	possible	possible	Parfois bilatéral
Réversibilité rapide	non	possible	Oui après traitement

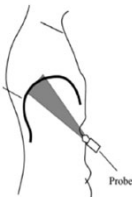
## Le diaphragme

- 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



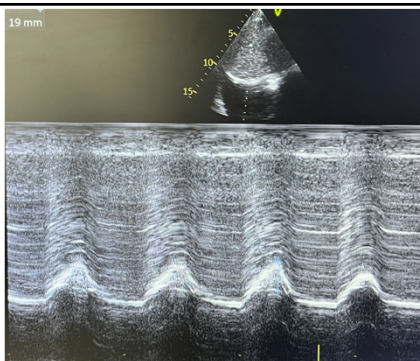
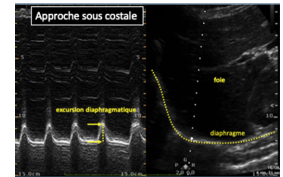
## Echo diaphragmatique

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



## 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*

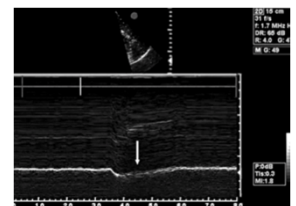


## Dysfonction diaphragmatique

- Excursion en générale < 1cm ou < 25 mm à l'inspiration forcée .

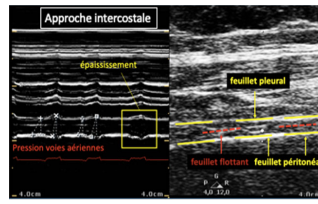
## Paralysie diaphragmatique

- Excursion nulle
- Mouvement paradoxal : dyskinésie diaphragmatique



## Épaississement diaphragmatique

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



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

Diaphragm ultrasound as a new index of discontinuation from mechanical ventilation. *Critical Care*. 2014. Ferrari G



## Application clinique : Prédiction sevrage ventilatoire

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

Emmanuel Vivier MD <sup>1</sup>, Michel Muller MD <sup>2</sup>, Jean-Baptiste Pateignat MD <sup>3</sup>, Julie Steyer MD <sup>4</sup>, Stéphanie Barrau MD <sup>5</sup>, Florence Boissier MD, PhD <sup>6</sup>, Gaël Bourdin MD <sup>7</sup>, Armand Mekontso-Dessap MD, PhD <sup>8</sup>, Albrice Levrat MD <sup>9</sup>, Christian Pommier MD <sup>8</sup>, Arnaud W. Thille MD, PhD <sup>5-8</sup>



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

Editorial | May 2020

### Beside Ultrasound for Weaning from Mechanical Ventilation: The Diaphragm Is Not Enough!

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



Evaluation échographique des muscles respiratoires accessoires

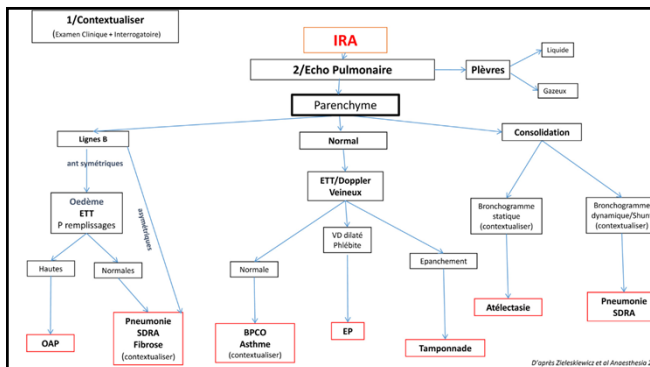


## Application clinique : Prédiction sevrage ventilatoire

- Test de sevrage
- Contexte clinique
- Echo diaphragmatique
- LUS score
- ETT
- PiM

## Application Clinique : BLUE PROTOCOL

- Démarche de réflexion proposée par Lichtenstein
- A partir de la sémiologie 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!



## 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

CHU      Bouhemad, Anesthesiology 2015

### Application clinique : Evaluation du recrutement pulmonaire

#### Bedside Ultrasound Assessment of Positive End-Expiratory Pressure-Induced Lung Recruitment

Belaid Bouhemad<sup>1</sup>, Hélène Brisson<sup>1</sup>, Morgan Le-Guen<sup>1</sup>, Charlotte Arbelot<sup>1</sup>, Qin Lu<sup>1</sup>, and Jean-Jacques Rouby<sup>1</sup>

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

CHU

### 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

CHU

CHU

### Evaluation du dérecrutement

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

Alexis Soumerai, 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 ± confluentes -> Condensation)
- AUC à 0,86 si score > 15

CHU

### Applications Clinique : SDRA

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

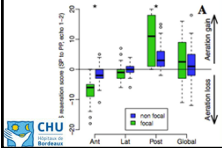
Stefanidis Crit care 2011

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

CHU

## 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



- L'échographie pulmonaire ne permet pas de prédire l'amélioration de l'oxygénation après la première séance de décubitus ventral
- Les modifications d'aération vues à l'échographie ne sont pas corrélées à l'amélioration de l'oxygénation
- 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)

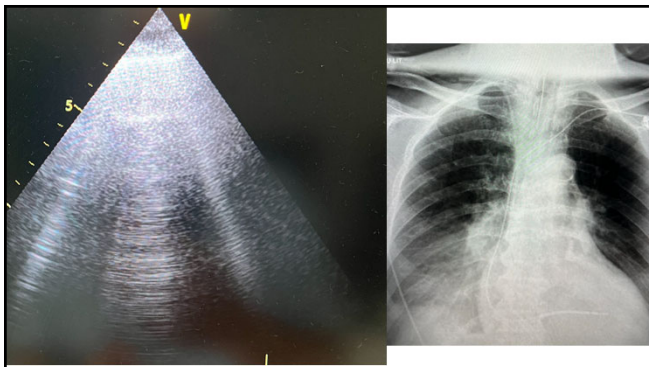
*Bedside ultrasound monitoring of proneposition induced lung inflation, Silva, ICM 2021*

## Applications cliniques : autres

- Péri opératoire : Diminution de la surface de poumon consolidé dans les zones postérieures, corrélée à une augmentation 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 des thérapeutiques ayant un impact dans la balance hydrique et de l'eau pulmonaire extra vasculaire  
*F.Prior Caltabeloti, CCM, 2014*

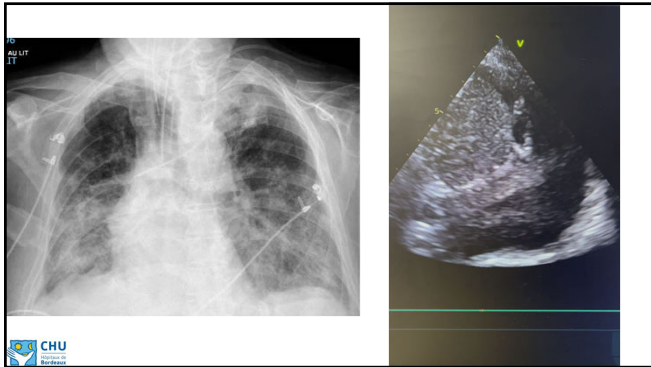
## Quelques exemples du quotidien

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



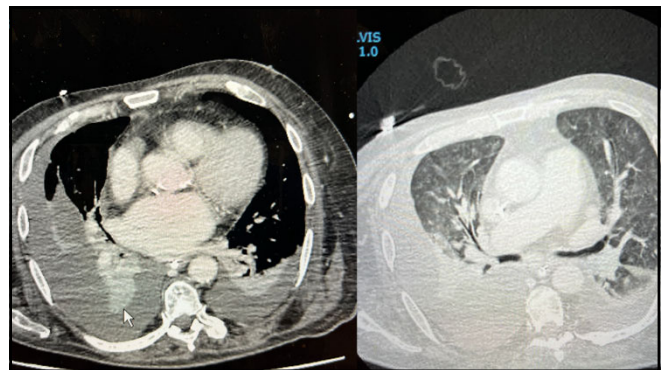
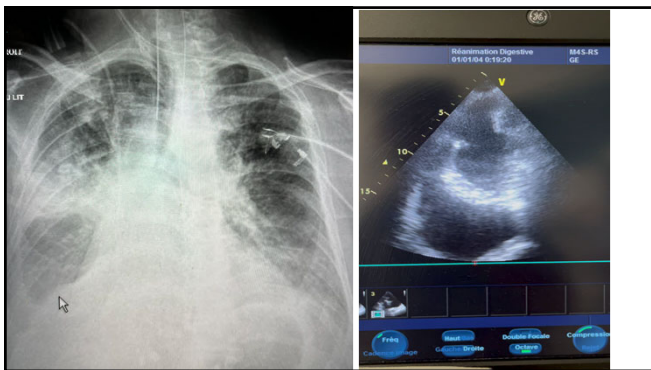
## Quelques exemples du quotidien

- 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