

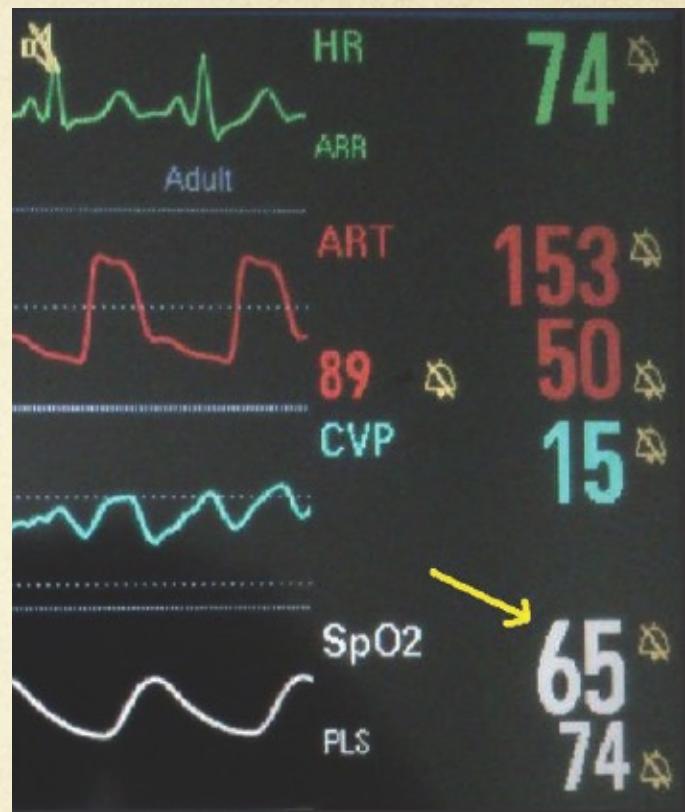
# Echographie pulmonaire

Martin Girard, MD

Centre hospitalier de l'Université de Montréal  
Université de Montréal

# Echographie pulmonaire

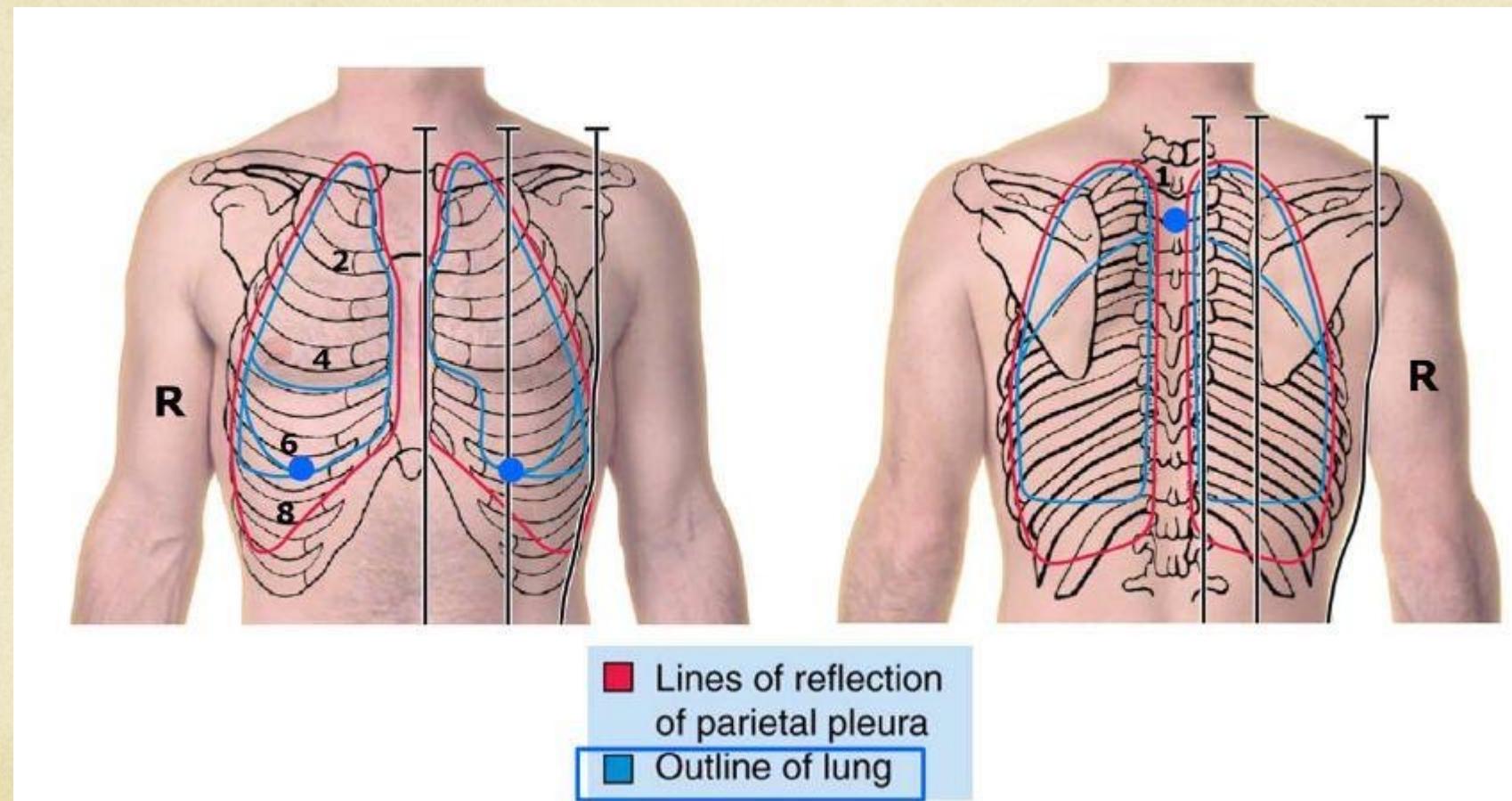
- Pourquoi
- Historique
- Technique
- Sémiologie
- Pathologies
- Approche clinique

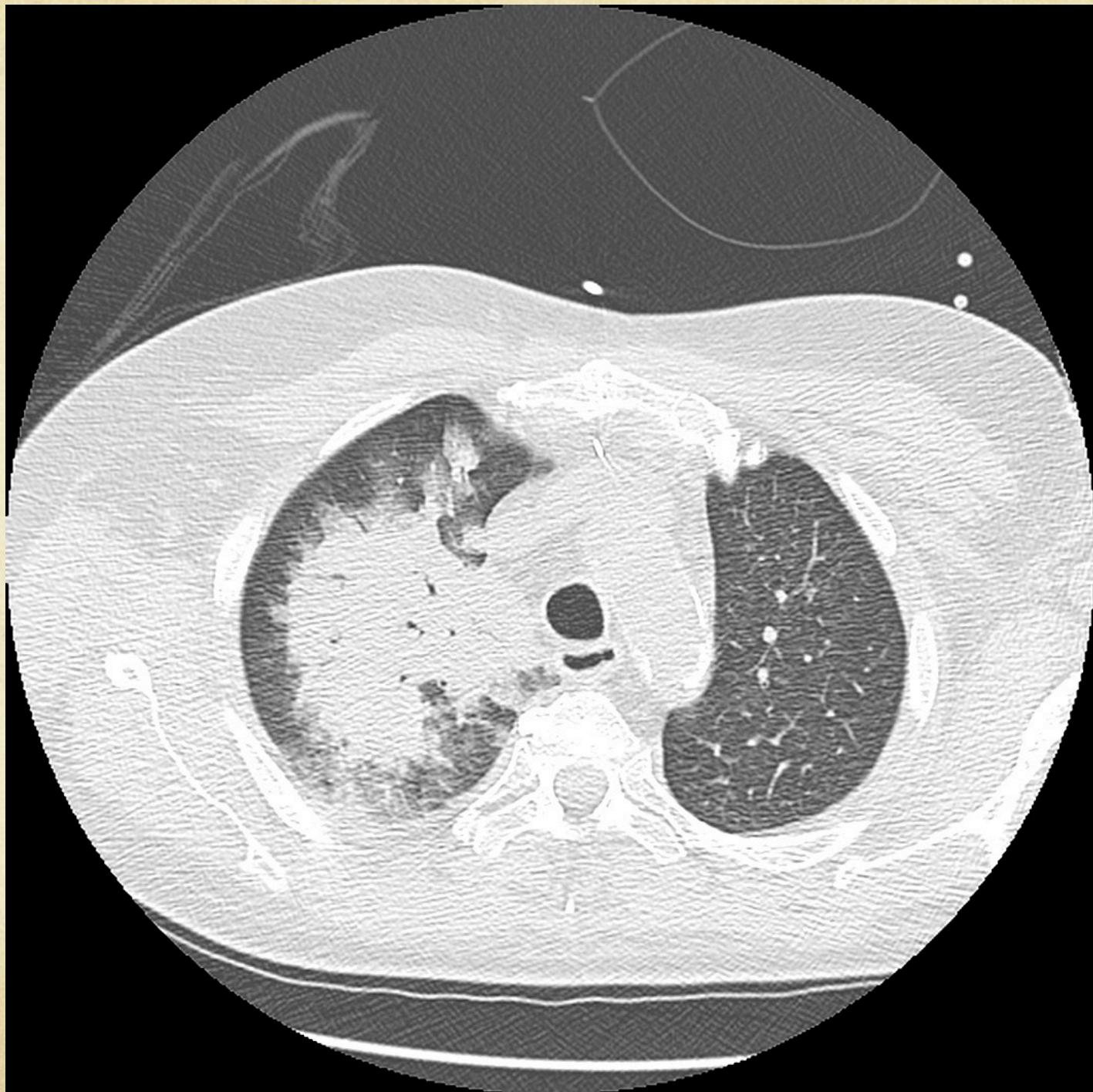


# Pourquoi

- Avantages
  - Examen disponible au chevet du patient
  - Pour plusieurs pathologies, plus sensible et spécifique que le cliché AP conventionnel
  - Résultat de l'examen obtenu instantanément
  - Evaluation dynamique (par rapport RxP / scan thoracique)
  - Courbe d'apprentissage rapide
- Désavantages
  - Seuls les pathologies impliquant la plèvre peuvent être imagées ( $\approx 70\%$  de la plèvre explorable).
  - Matériel nécessaire

# Plèvre





HOPITAL PITIE SALPETRIERE  
BELLERAICHE 08\_04\_2009\_12\_37\_38

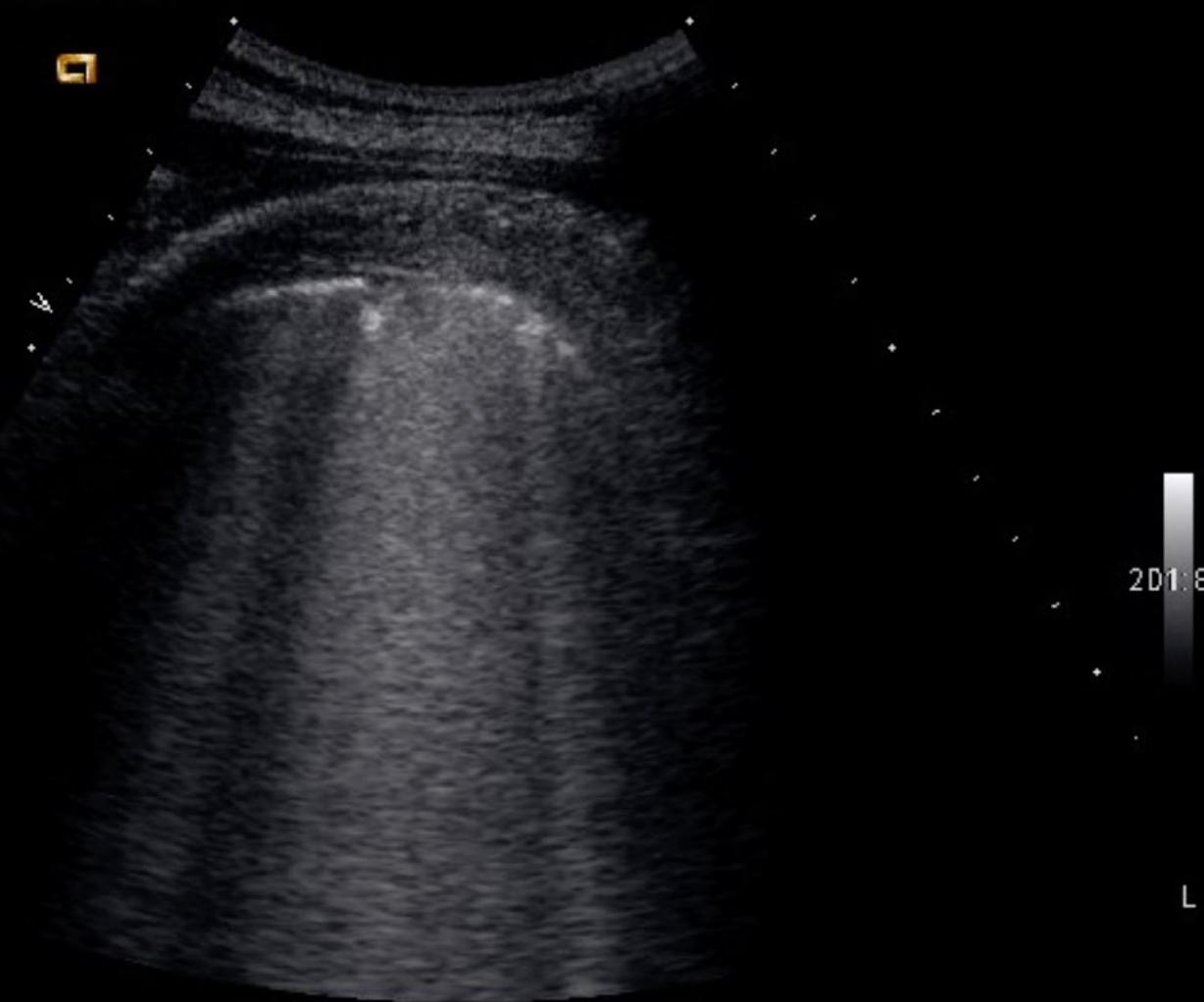
13:14:22 Me 08/04/2009 ACUSON  
CV70

ABDO TRANS

C6-2 5.0

IPS 27h

DP 3



120

2D 55/2/ 6

IM 0.9 ITM 0.6 ITO 0.6 Tx 100%



## Effects of positive end-expiratory pressure/recruitment manoeuvres compared with zero end-expiratory pressure on atelectasis during open gynaecological surgery as assessed by ultrasonography: a randomised controlled trial

Vincent Généreux<sup>1</sup>, Michaël Chassé<sup>2,3</sup>, François Girard<sup>1</sup>, Nathalie Massicotte<sup>1</sup>,

Carl Chartrand-Lefebvre<sup>3,4</sup> and Martin Girard<sup>1,2</sup>,

## Lung Ultrasound Findings in the Postanesthesia Care Unit Are Associated With Outcome After Major Surgery: A Prospective Observational Study in a High-Risk Cohort

Laurent Zieleskiewicz, MD,\* Mickael Papinko, MD,† Alexandre Lopez, MD,† Alice Baldovini, MD,† David Fiocchi, MD,† Zoe Meresse, MD,† Alain Boussuges, MD, PhD,‡  
 Pascal Alexandre Thomas, MD, PhD,§ Stephane Berdah, MD, PhD,|| Ben Creagh-Brown, MD,¶  
 Belaid Bouhemad, MD, PhD,# Emmanuel Futier, MD, PhD, \*\* Noémie Resseguier, MD,††  
 François Antonini, MD,† Gary Duclos, MD,† and Marc Leone, MD, PhD‡‡

### RESEARCH

### Open Access



## Bedside POCUS during ward emergencies is associated with improved diagnosis and outcome: an observational, prospective, controlled study

Laurent Zieleskiewicz<sup>1,6\*</sup> , Alexandre Lopez<sup>1†</sup>, Sami Hraiech<sup>2</sup>, Karine Baumstarck<sup>3</sup>, Bruno Pastene<sup>1</sup>, Mathieu Di Bisceglie<sup>4</sup>, Benjamin Coiffard<sup>2</sup>, Gary Duclos<sup>1</sup>, Alain Boussuges<sup>5,6</sup>, Xavier Bobbia<sup>7</sup>, Sharon Einav<sup>8</sup>, Laurent Papazian<sup>2</sup> and Marc Leone<sup>1</sup>

### RESEARCH

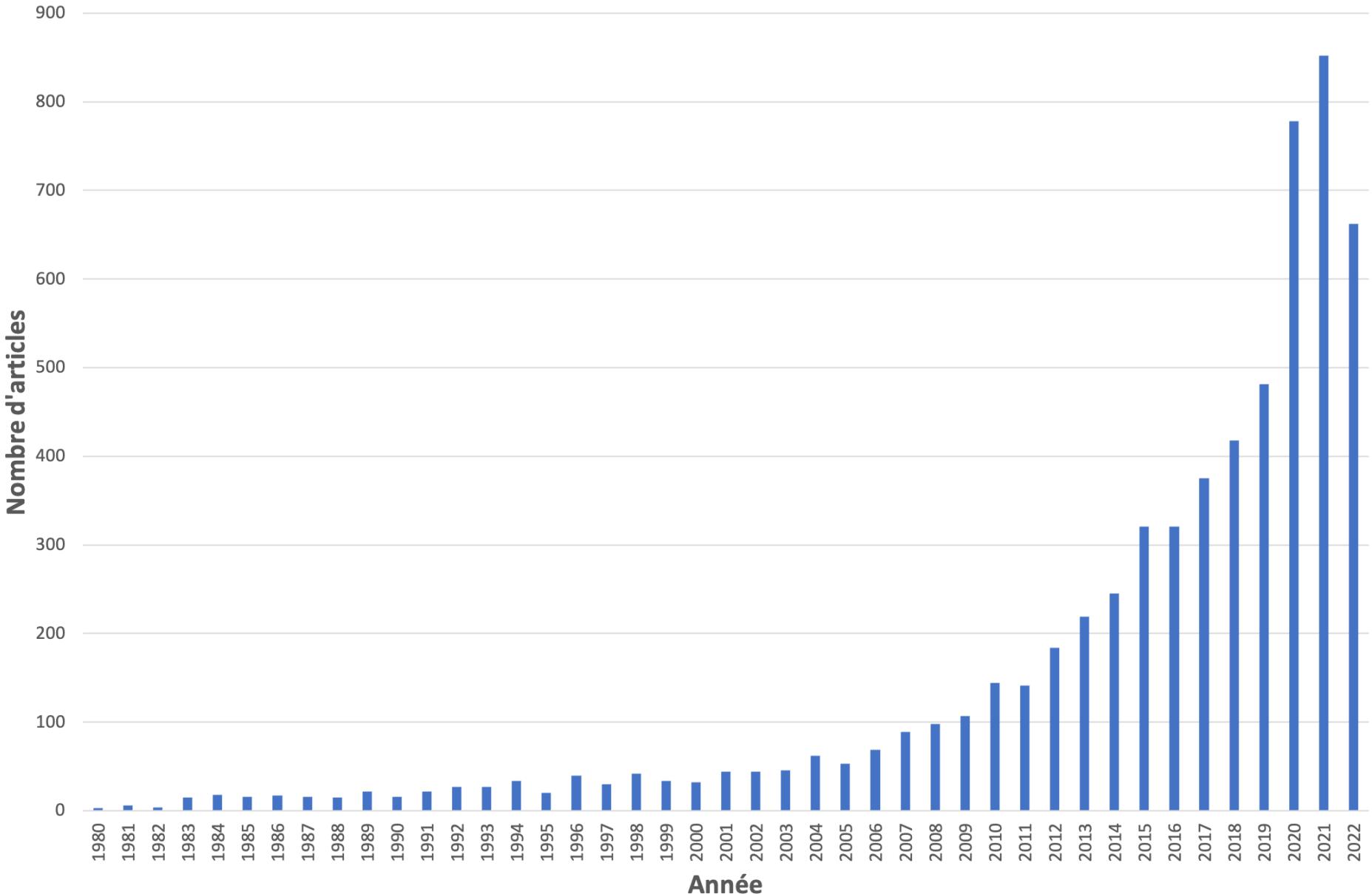
### Open Access



## Prognostic value of bedside lung ultrasound score in patients with COVID-19

Li Ji<sup>1,2†</sup>, Chunyan Cao<sup>1,2†</sup>, Ying Gao<sup>1,2†</sup>, Wen Zhang<sup>1,2†</sup>, Yuji Xie<sup>1,2</sup>, Yilian Duan<sup>1,2</sup>, Shuangshuang Kong<sup>1,2</sup>, Manjie You<sup>1,2</sup>, Rong Ma<sup>1,2</sup>, Lili Jiang<sup>1,2</sup>, Jie Liu<sup>1,2</sup>, Zhenxing Sun<sup>1,2</sup>, Ziming Zhang<sup>1,2</sup>, Jing Wang<sup>1,2</sup>, Yali Yang<sup>1,2</sup>, Qing Lv<sup>1,2</sup>, Li Zhang<sup>1,2</sup>, Yuman Li<sup>1,2\*</sup>, Jinxiang Zhang<sup>3\*</sup> and Mingxing Xie<sup>1,2\*</sup>

# Publications sur l'échographie pulmonaire par année



# Perioperative Ultrasound Training in Anesthesiology: A Call to Action

Feroze Mahmood, MD,\* Robina Matyal, MD,\* Nikolaos Skubas, MD,† Mario Montealegre-Gallegos, MD,‡  
Madhav Swaminathan, MD,§ Andre Denault, MD,|| Roman Sniecinski, MD,¶ John D. Mitchell, MD,\*  
Mark Taylor, MD,# Stephen Haskins, MD,\*\* Sajid Shahul, MD,†† Achikam Oren-Grinberg, MD,\*  
Patrick Wouters, MD,‡‡ Douglas Shook, MD,§§ and Scott T. Reeves, MD, MBA||||

Can J Anesth/J Can Anesth (2017) 64:1023–1036  
DOI 10.1007/s12630-017-0935-8

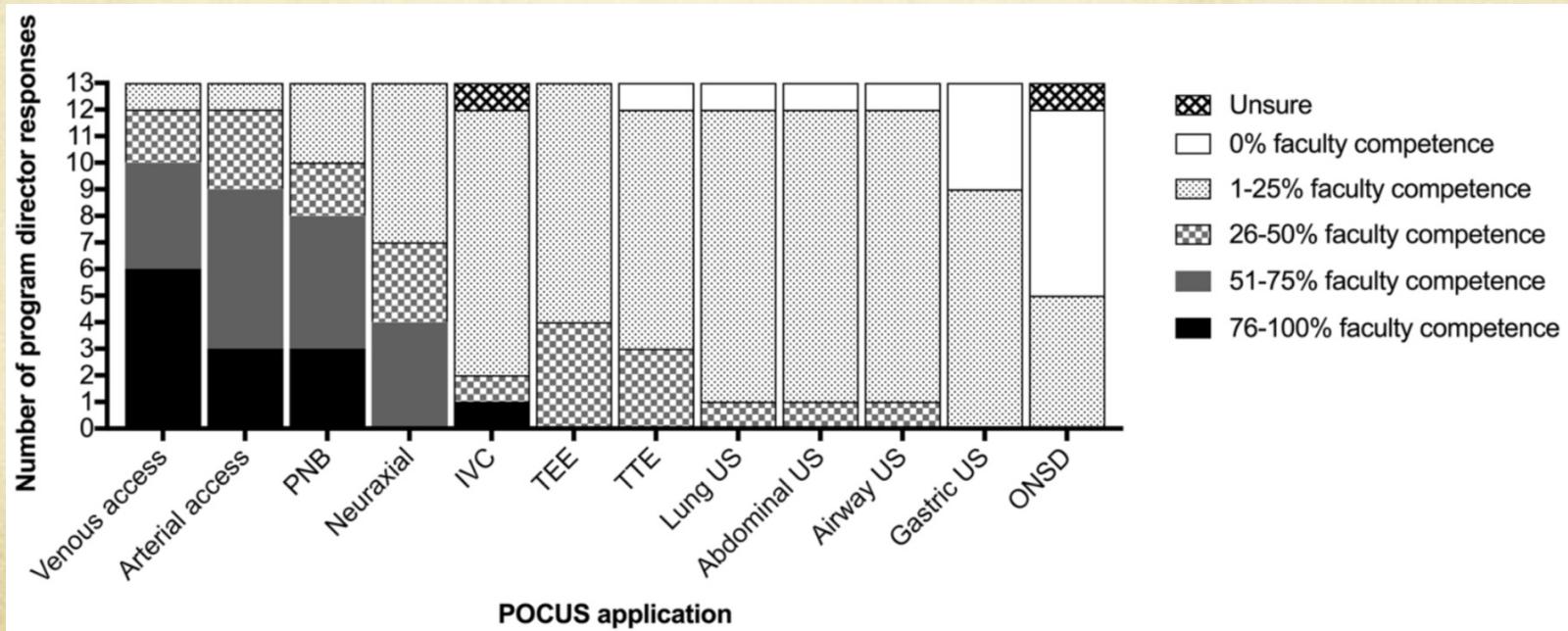
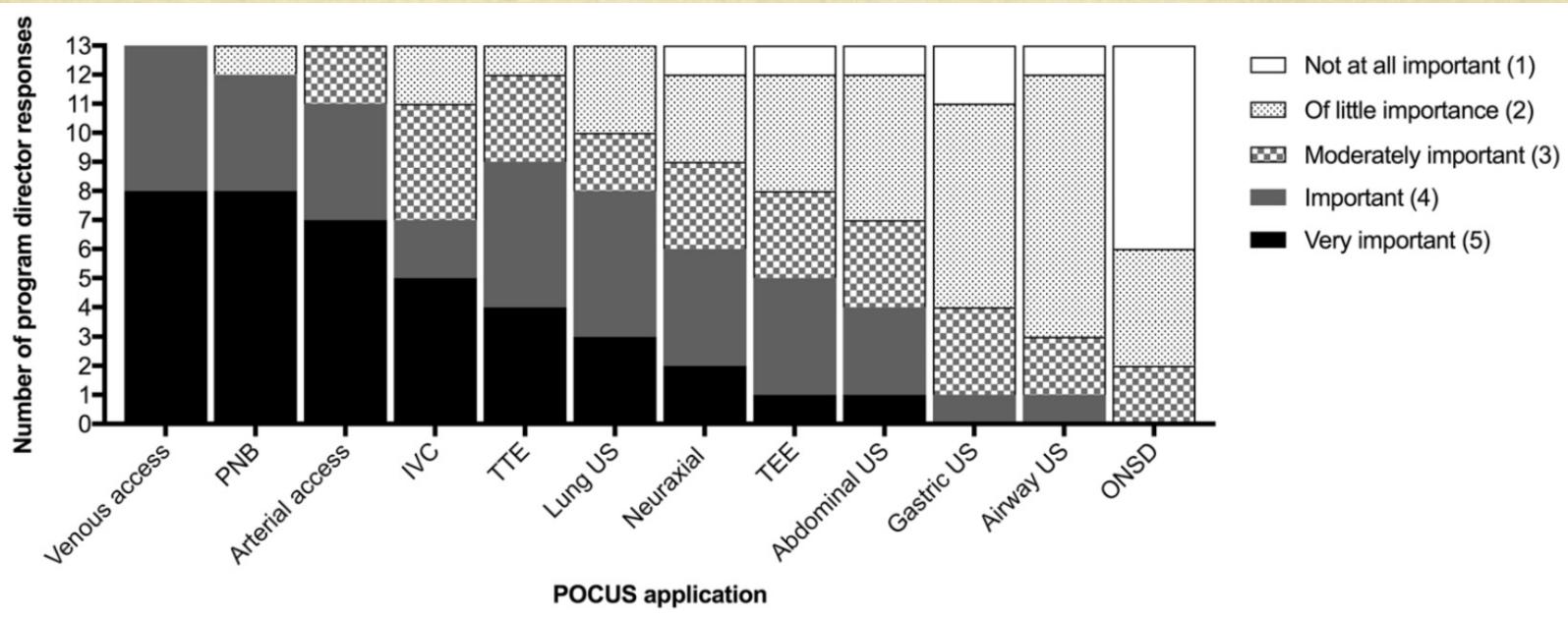


CrossMark

REPORTS OF ORIGINAL INVESTIGATIONS

**Point-of-care ultrasonography in Canadian anesthesiology residency programs: a national survey of program directors**

**L'échographie au point d'intervention dans les programmes de résidence en anesthésiologie au Canada : sondage national des directeurs de programme**



# Historique

- Premières descriptions fin des années 1980
- Daniel Lichtenstein
  - *Chest 1995; 108 (5): 1345-8*
  - *Am J Respir Crit Care Med 1997; 156 (5): 1640-6*
- Groupes
  - Italien: Soldati & al., Copetti & al.
  - Français: Lichtenstein & al., Rouby & al.
  - Allemand: Reissig & al., Mathis & al.

Giovanni Volpicelli  
Mahmoud Elbarbary  
Michael Blaivas  
Daniel A. Lichtenstein  
Gebhard Mathis  
Andrew W. Kirkpatrick  
Lawrence Melniker  
Luna Gargani  
Vicki E. Noble  
Gabriele Via  
Anthony Dean  
James W. Tsung  
Gino Soldati  
Roberto Copetti  
Belaid Bouhemad  
Angelika Reissig  
Eustachio Agricola  
Jean-Jacques Rouby  
Charlotte Arbelot  
Andrew Liteplo  
Ashot Sargsyan  
Fernando Silva  
Richard Hoppmann  
Raoul Breitkreutz  
Armin Seibel  
Luca Neri  
Enrico Storti  
Tomislav Petrovic  
**International Liaison Committee on Lung Ultrasound  
(ILC-LUS) for the International  
Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS)**

## **International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound**

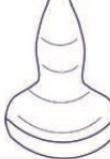
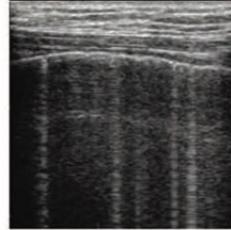
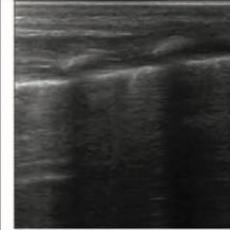
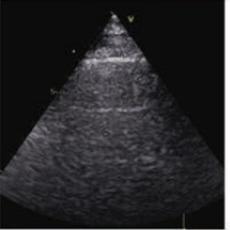
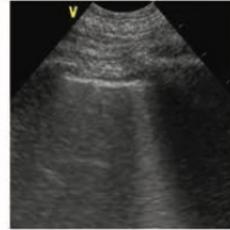
# New International Guidelines and Consensus on the Use of Lung Ultrasound

*Libertario Demi, PhD , Frank Wolfram, PhD, Catherine Klersy, PhD, Annalisa De Silvestri, PhD, Virginia Valeria Ferretti, PhD, Marie Muller, PhD, Douglas Miller, PhD, Francesco Feletti, PhD, Marcin Wełnicki, PhD , Natalia Buda, MD , Agnieszka Skoczylas, MD, Andrzej Pomiecko, PhD, Domagoj Damjanovic, PhD, Robert Olszewski, MD, Andrew W. Kirkpatrick, MD , Raoul Breitkreutz, PhD, Gebhart Mathis, MD, Gino Soldati, MD, Andrea Smargiassi, PhD , Riccardo Inchingolo, PhD , Tiziano Perrone, PhD *

# Technique

- Type de sonde
- Quadrants
- Plan échographique
- Réglages
  - Fréquence
  - Focus
  - Mode harmonique

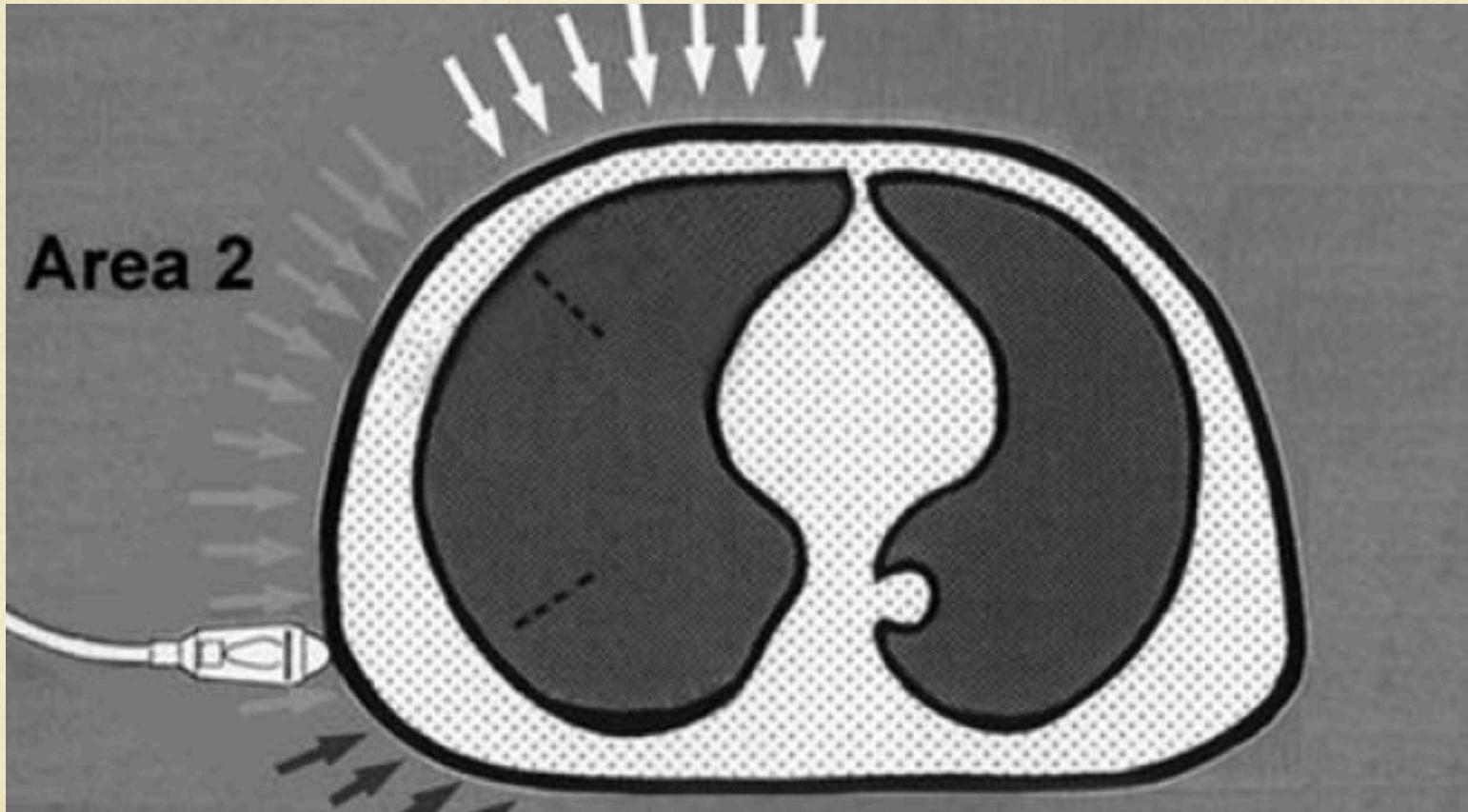
# Types de sonde

	LINEAR	HOCKEY STICK	PHASED-ARRAY	CONVEX	MICRO-CONVEX
					
					
FREQUENCY:	HIGH	VERY HIGH	LOW	LOW	WIDE RANGE
SUPERFICIAL RESOLUTION:	HIGH	VERY HIGH	LOW	LOW	MODERATE
PENETRATION CAPACITY:	LOW	VERY LOW	HIGH	HIGH	HIGH
BEST FOR:	PLEURA ARTIFACTS	PLEURA ARTIFACTS	CONSOLIDATIONS EFFUSIONS	CONSOLIDATIONS EFFUSIONS	CONSOLIDATIONS EFFUSIONS
PREFERRED SETTING:	CRITICAL CARE	NEONATAL CRITICAL CARE	CHRONIC DISEASE	EMERGENCY Department	CRITICAL CARE
AVAILABILITY:	FREQUENT	FREQUENT in PEDIATRIC	FREQUENT	FREQUENT	UNFREQUENT

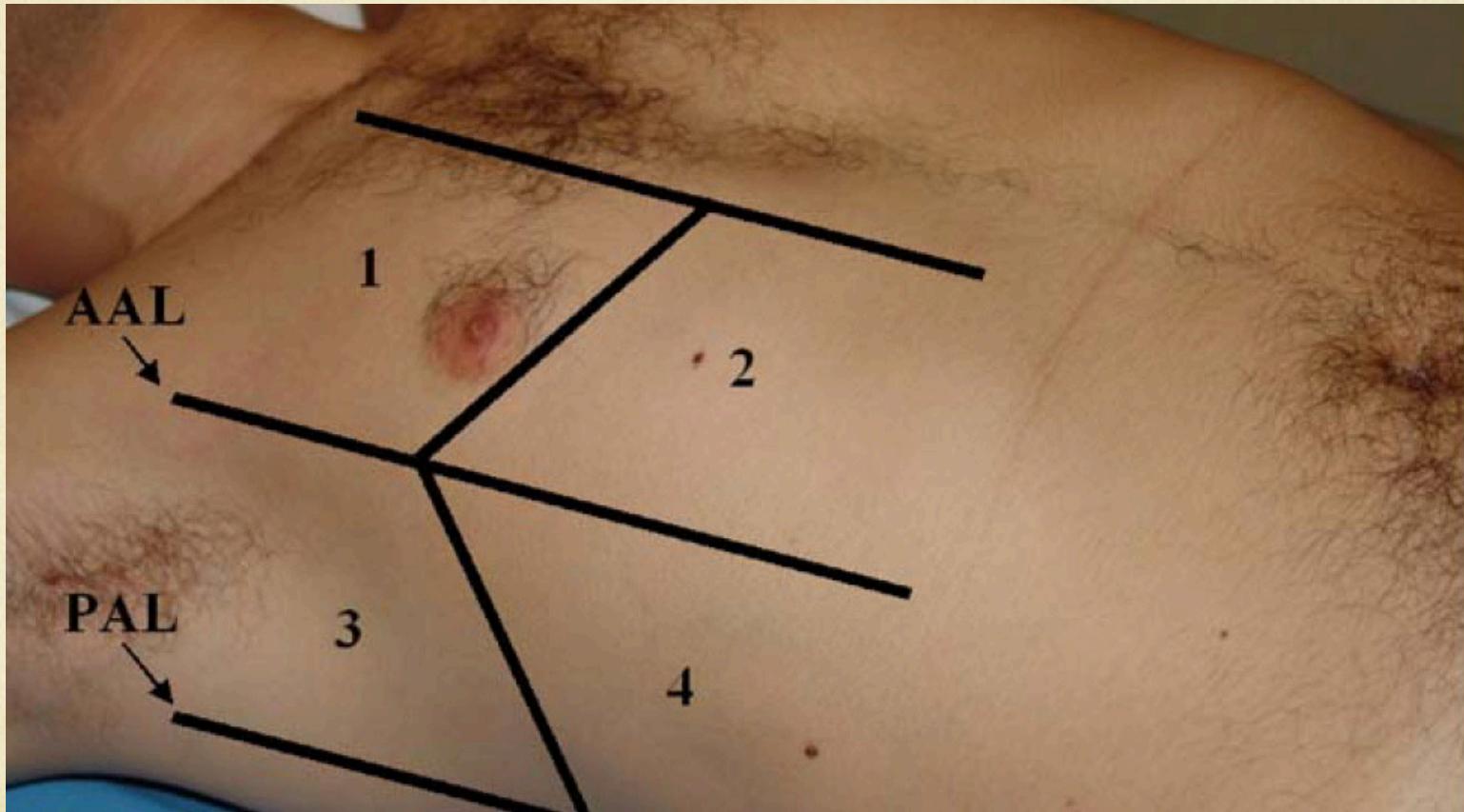
# Type de sonde



# Quadrants



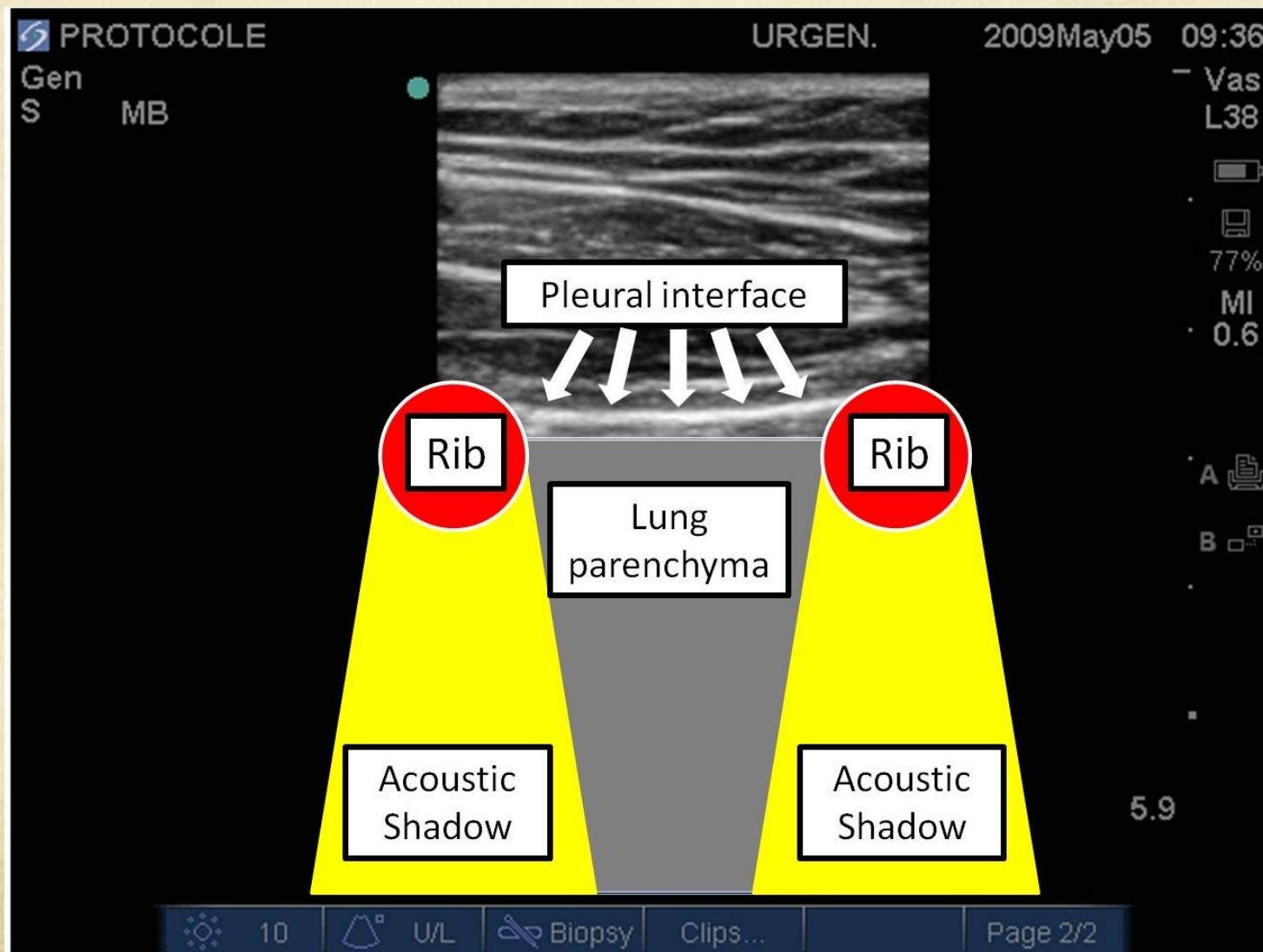
# Quadrants



# Plan échographique

- Perpendiculaire aux côtes
  - Plus facile
  - Emphysème sous-cutanée plus facile à reconnaître
  - Moins de plèvre examinée par fenêtre
- Parallèle aux côtes

# Perpendiculaire



# Perpendiculaire



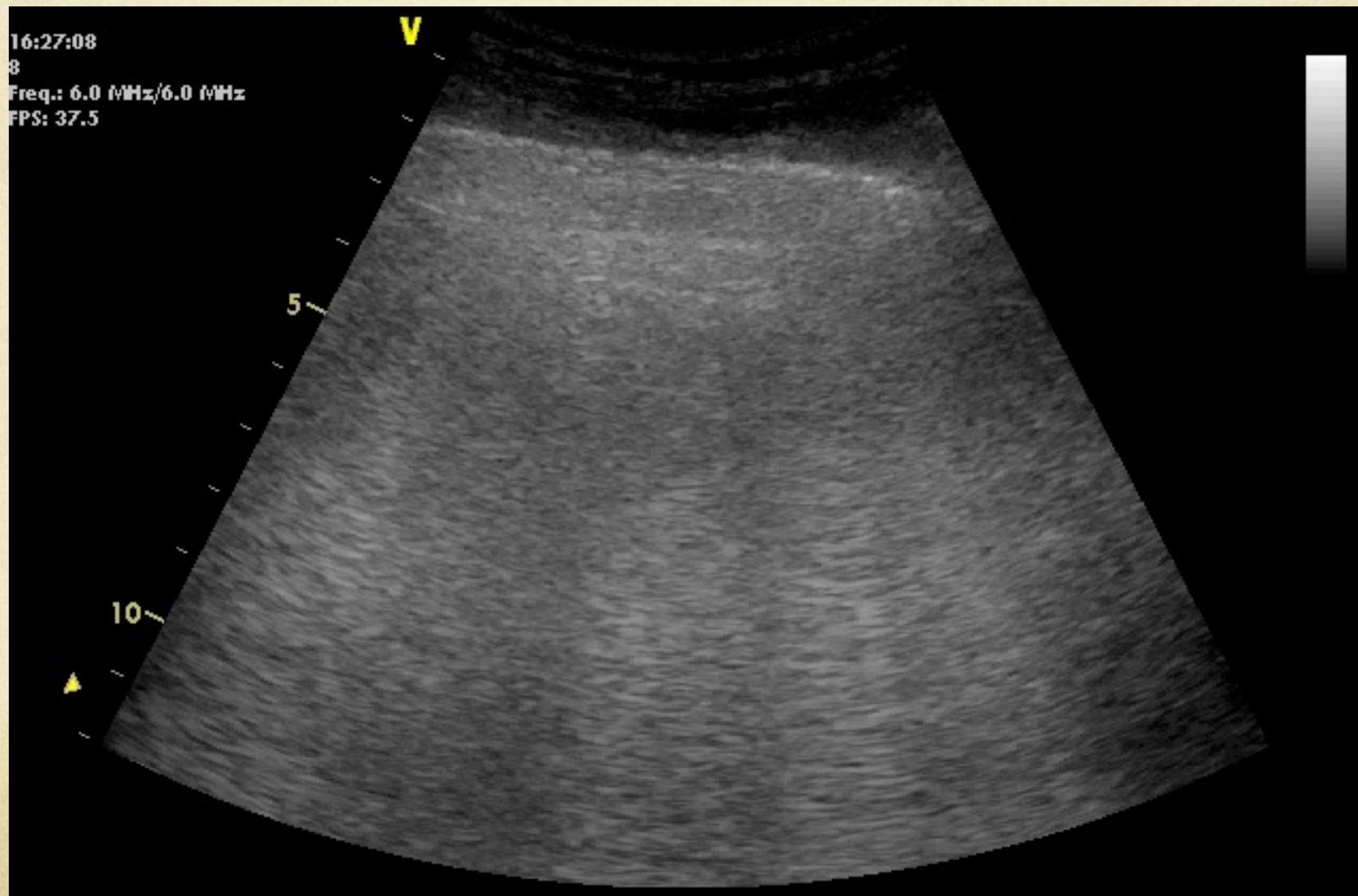
# Perpendiculaire



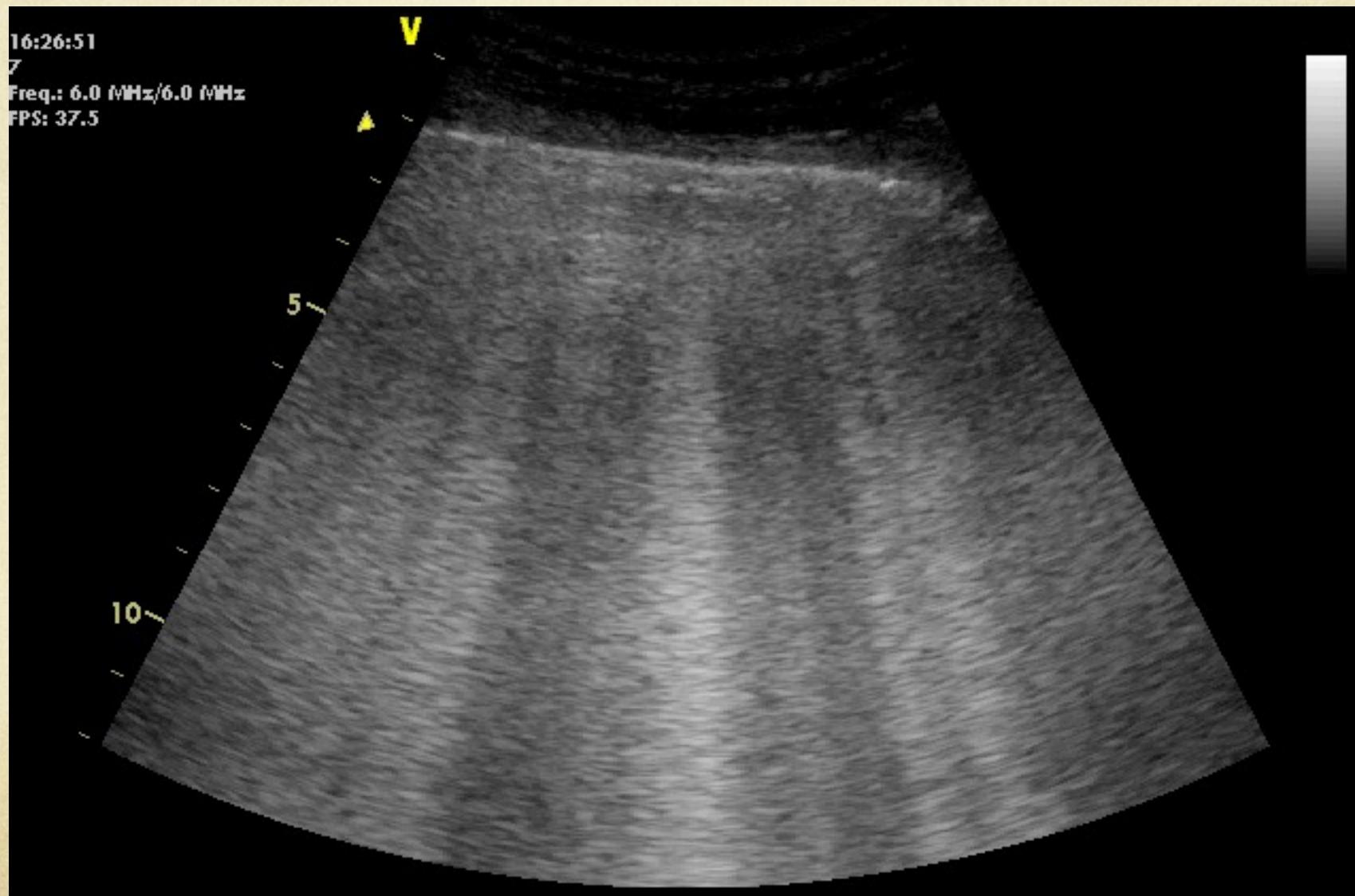
# Parallèle



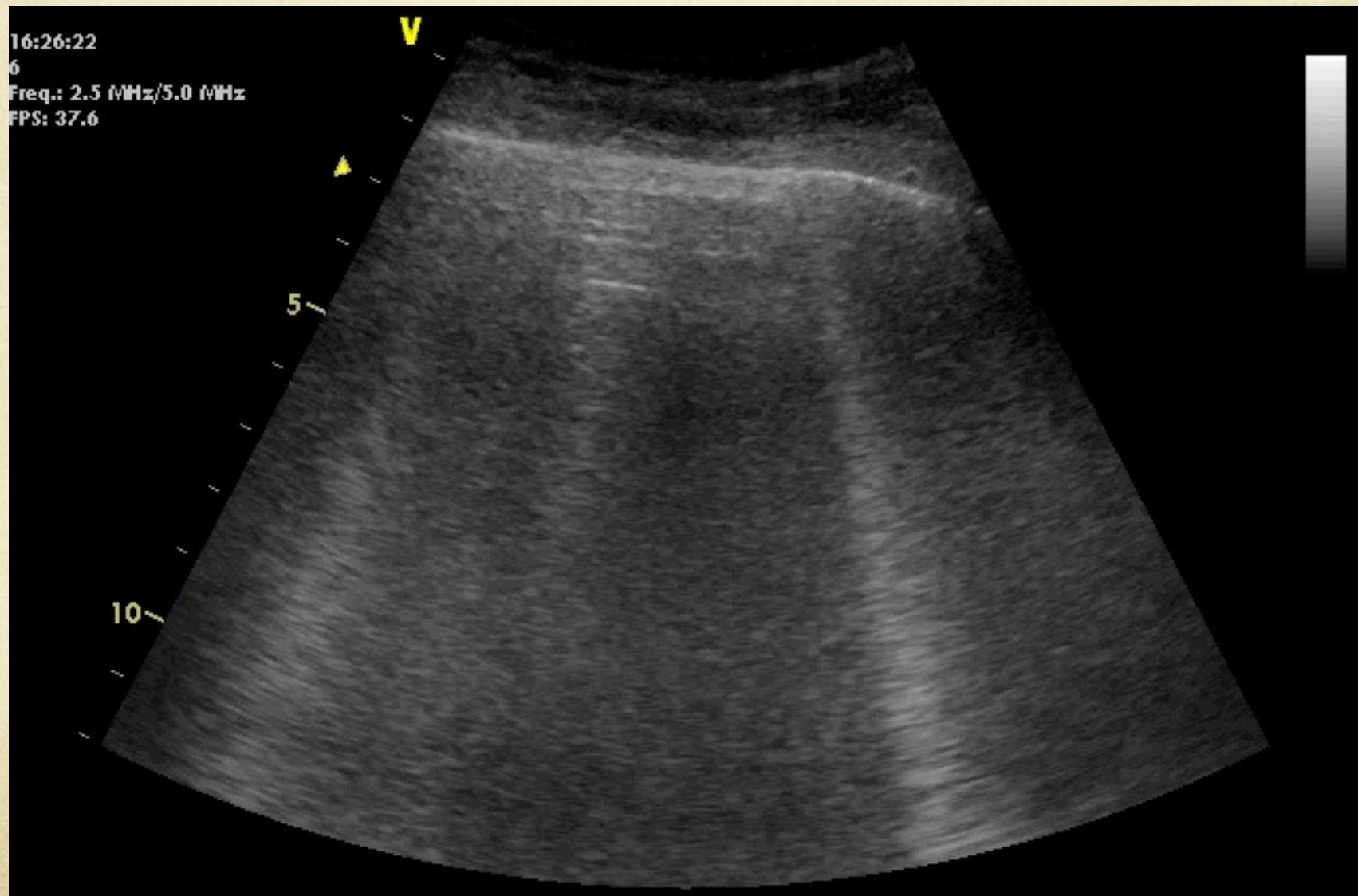
# Réglages - focus



# Réglages - focus



# Réglages - harmonique



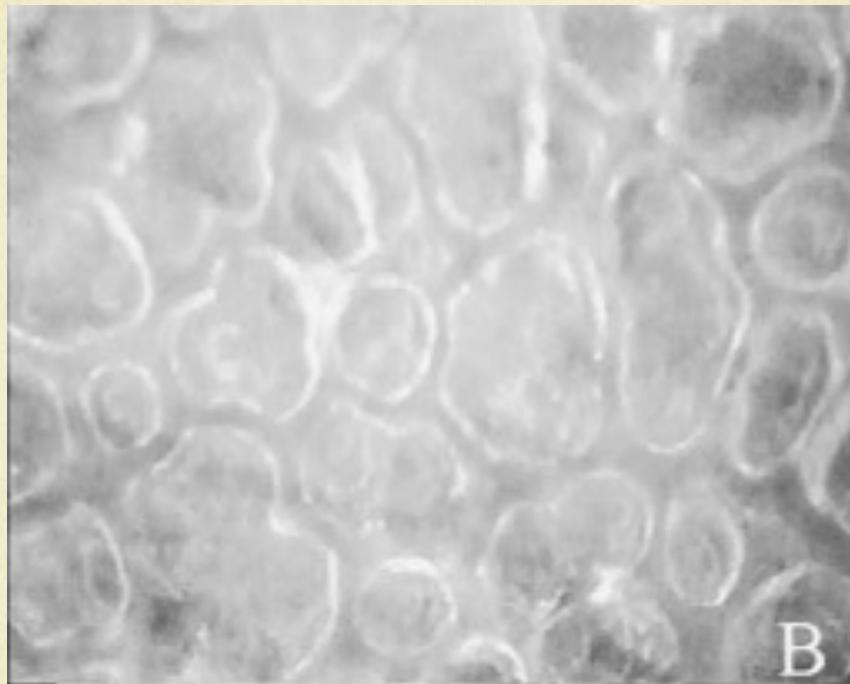
# Sémiologie

- Normal
  - Glissement pleural / *Lung sliding*
  - Lignes A
- Pathologiques
  - Pouls pleural / *Lung pulse*
  - Ligne B / queue de comète
  - Consolidation

# Glissement pleural



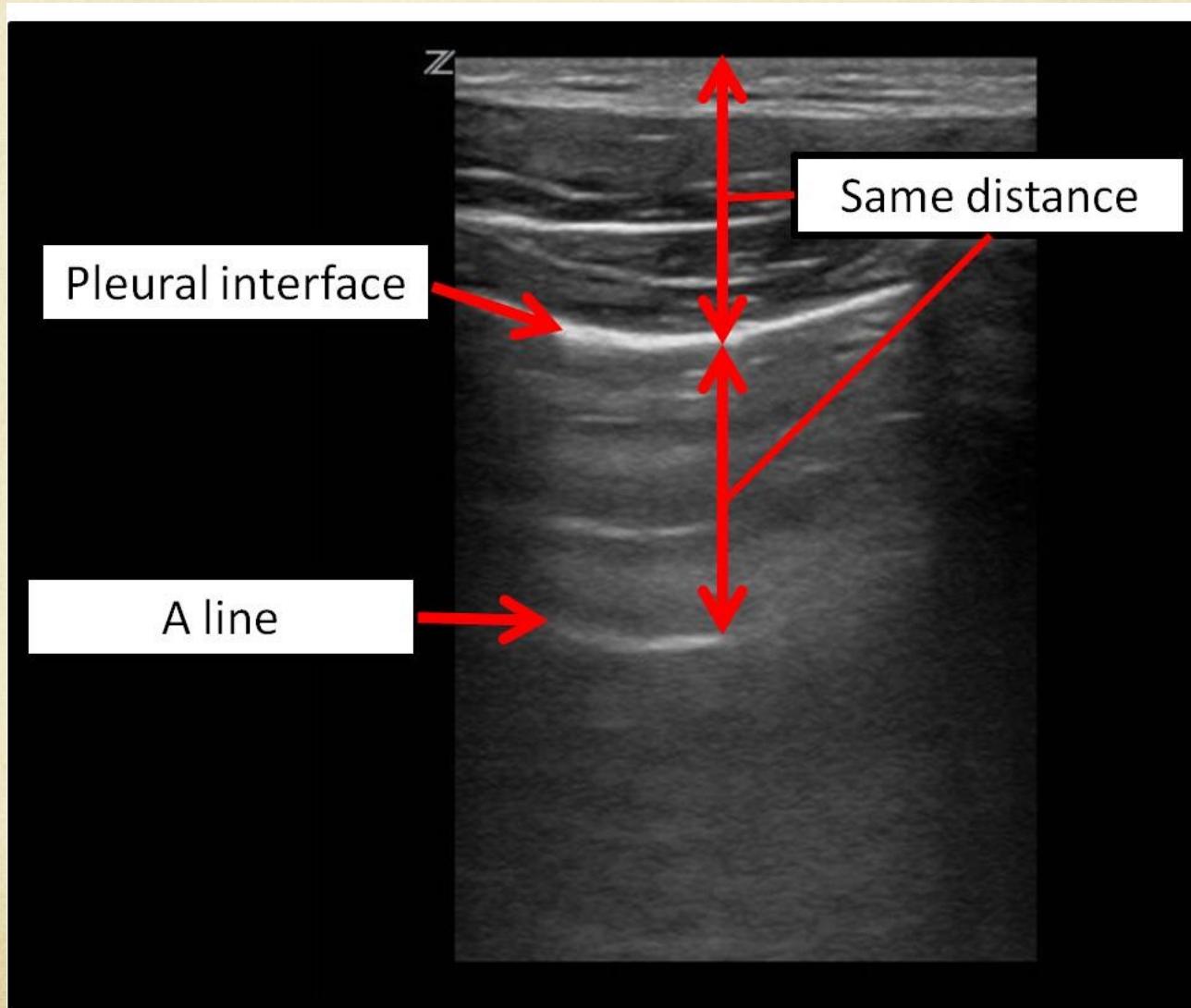
# Glissement pleural



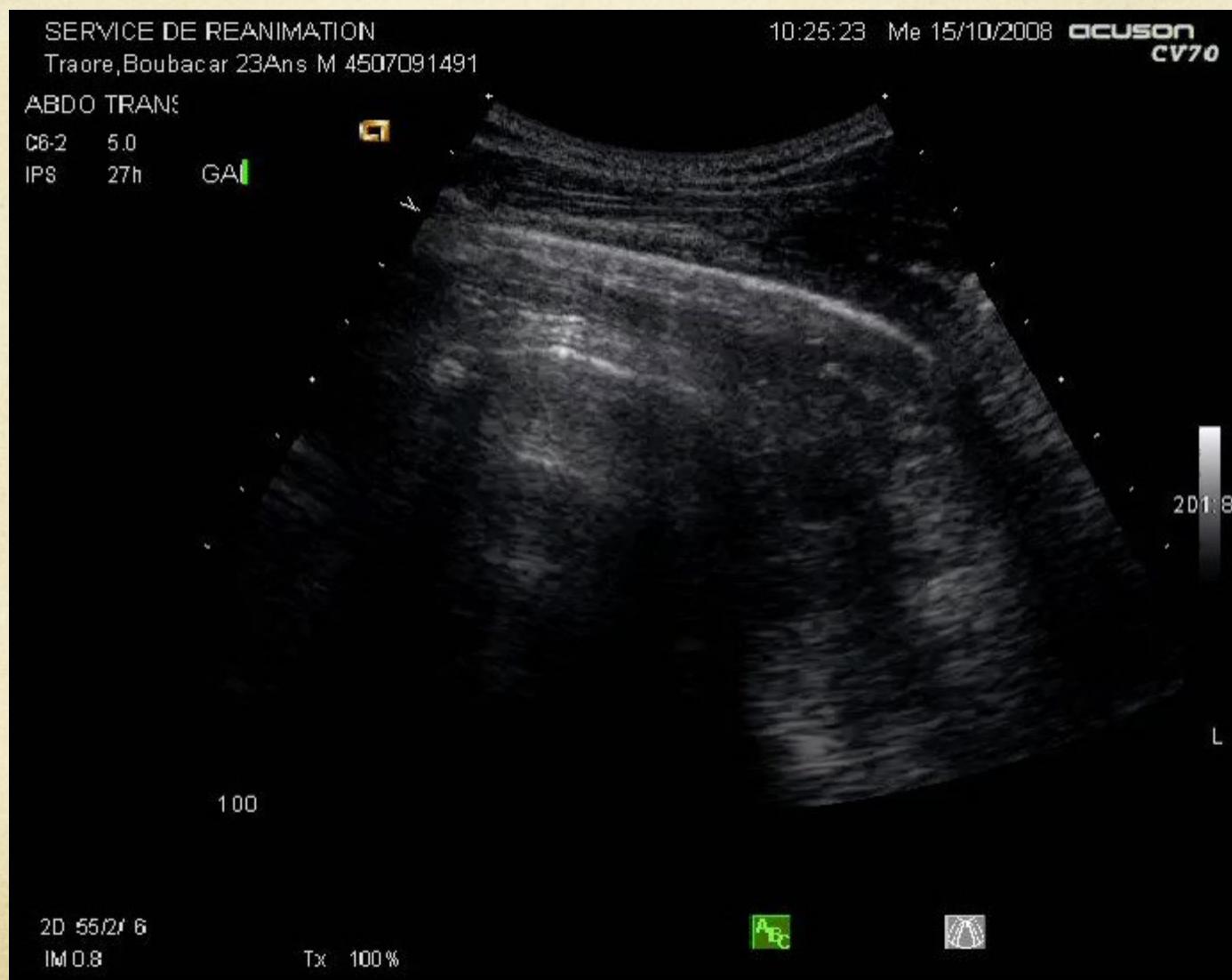
# Ligne A

- Artéfact secondaire à la réflexion des ultrasons entre la peau et la plèvre
- Charactéristiques échographiques
  - Ligne horizontale
  - Chaque ligne A est située à une distance de la sonde qui est un multiple de la distance entre la sonde et la plèvre
  - Une ligne A profonde ne peut exister sans une ligne A plus superficielle

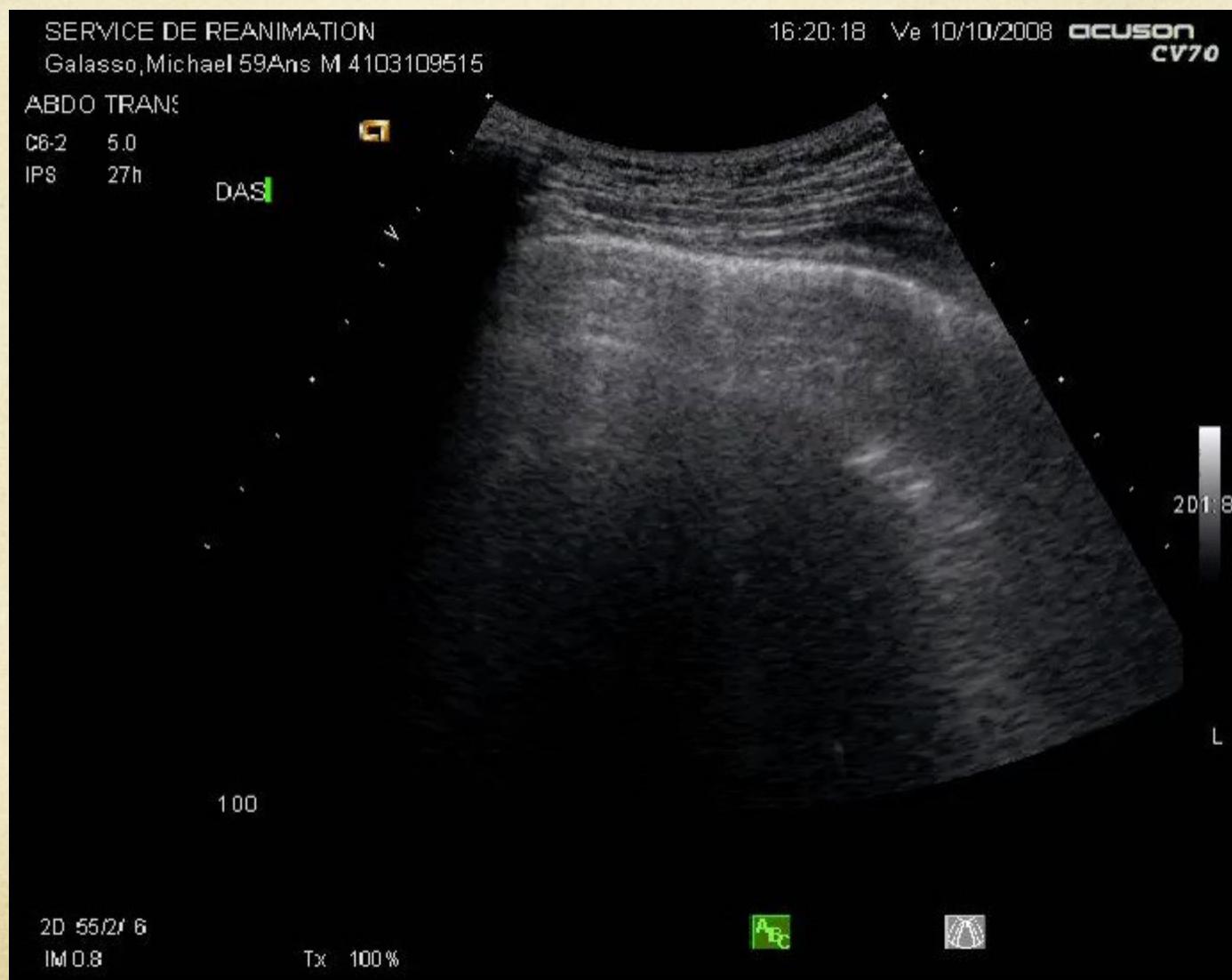
# Ligne A



# Ligne A



# Pouls pleural



# Ligne B

- Aussi appelée queue de comète
- Artéfact secondaire à la réflexion des ultrasons entre des structures anatomiques (p. ex. septa interlobulaire) à **une densité critique**
- Charactéristiques échographiques
  - Origine du poumon (plèvre ou parenchyme)
  - Traverse l'écran
  - Efface tout autre image sur son trajet (p. ex. ligne A)
  - Bouge avec le glissement pleural (si origine de la plèvre)
- Pathologiques si
  - 3 lignes B présentes dans le champs échographique (microconvex/convex/phased array)
  - 6 lignes B présentes dans le champs échographique (linéaire)
  - Distance entre les lignes B de 7 mm ou moins

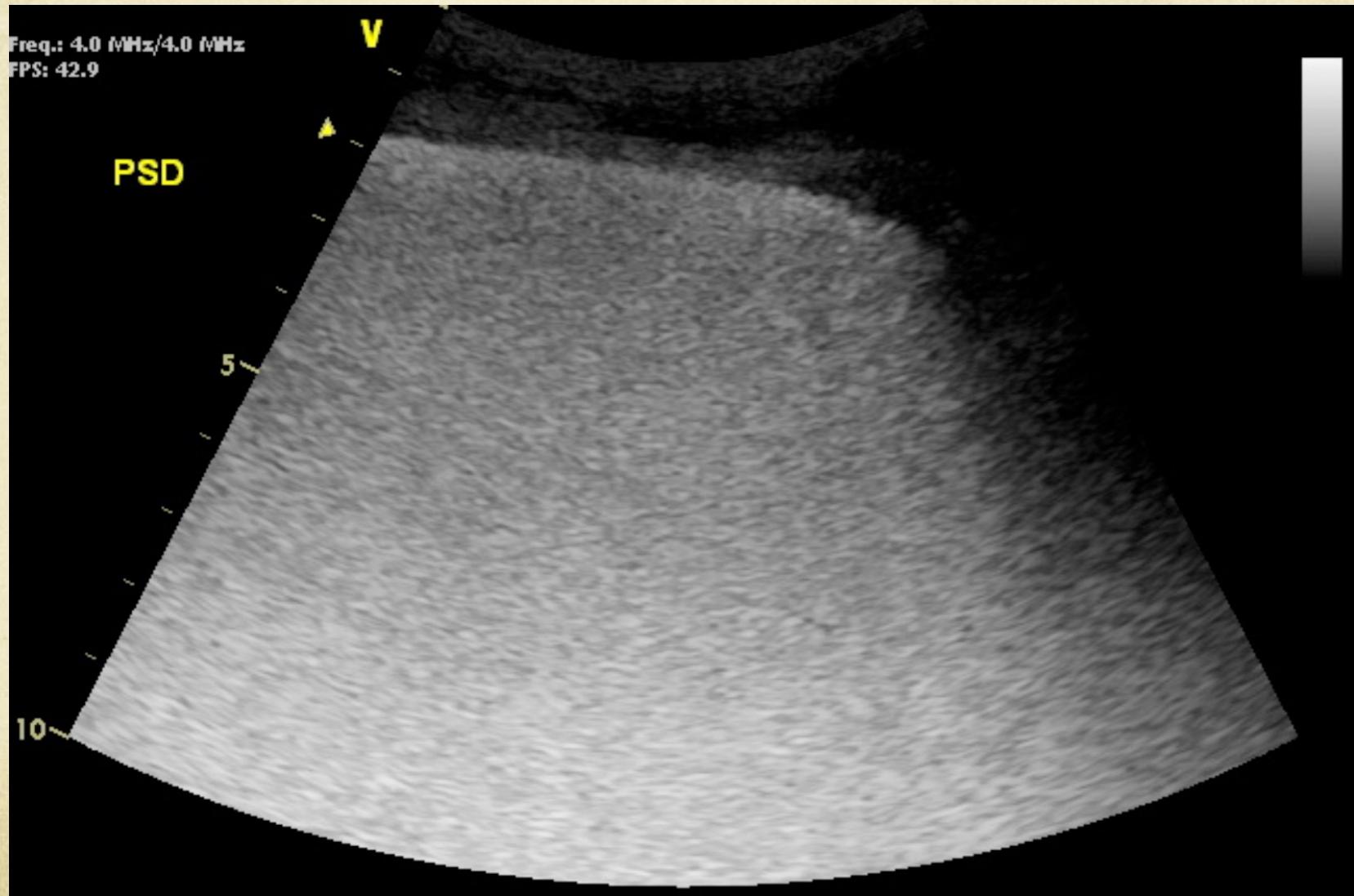
# Ligne B



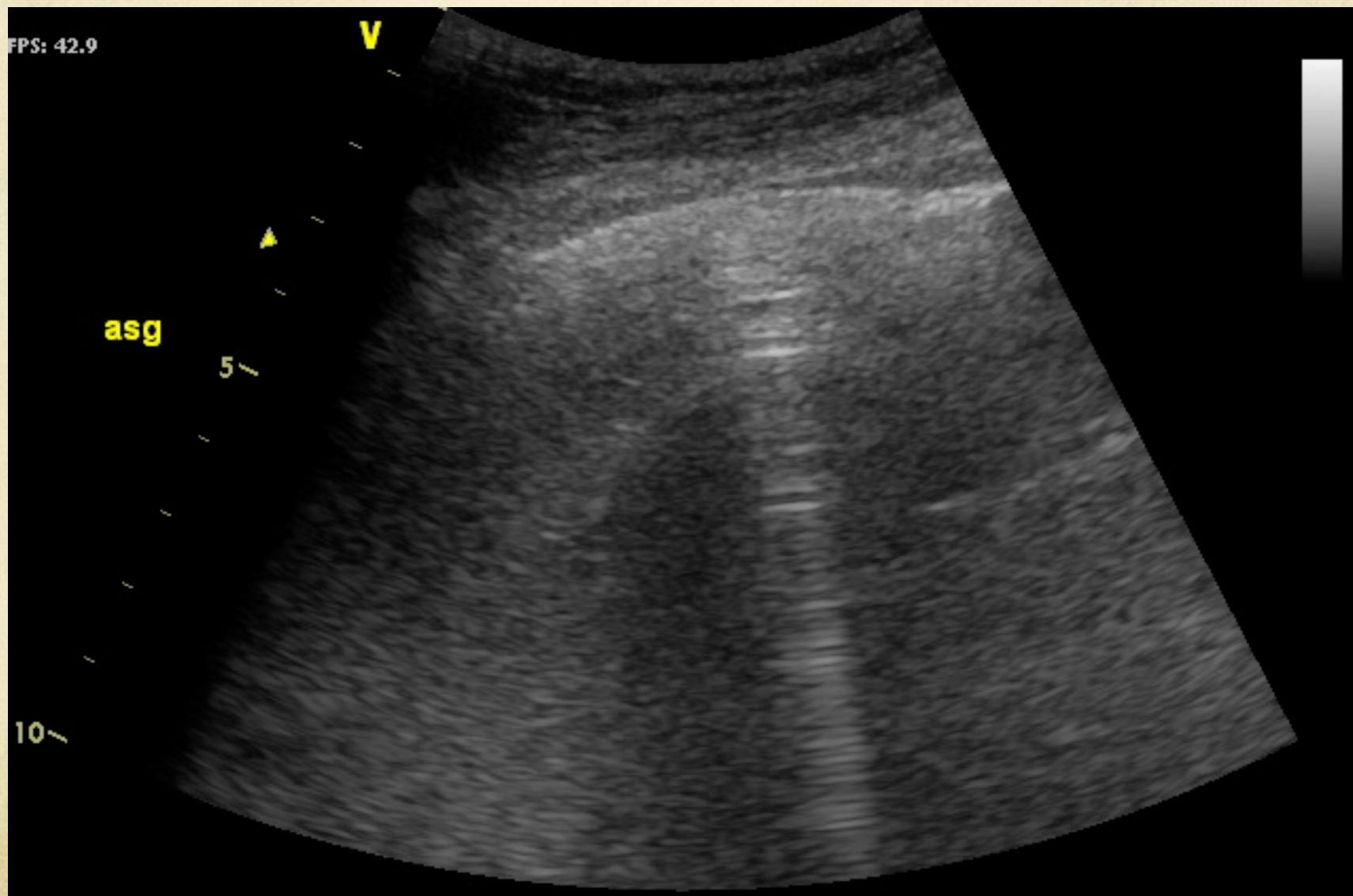
# Multiples lignes B



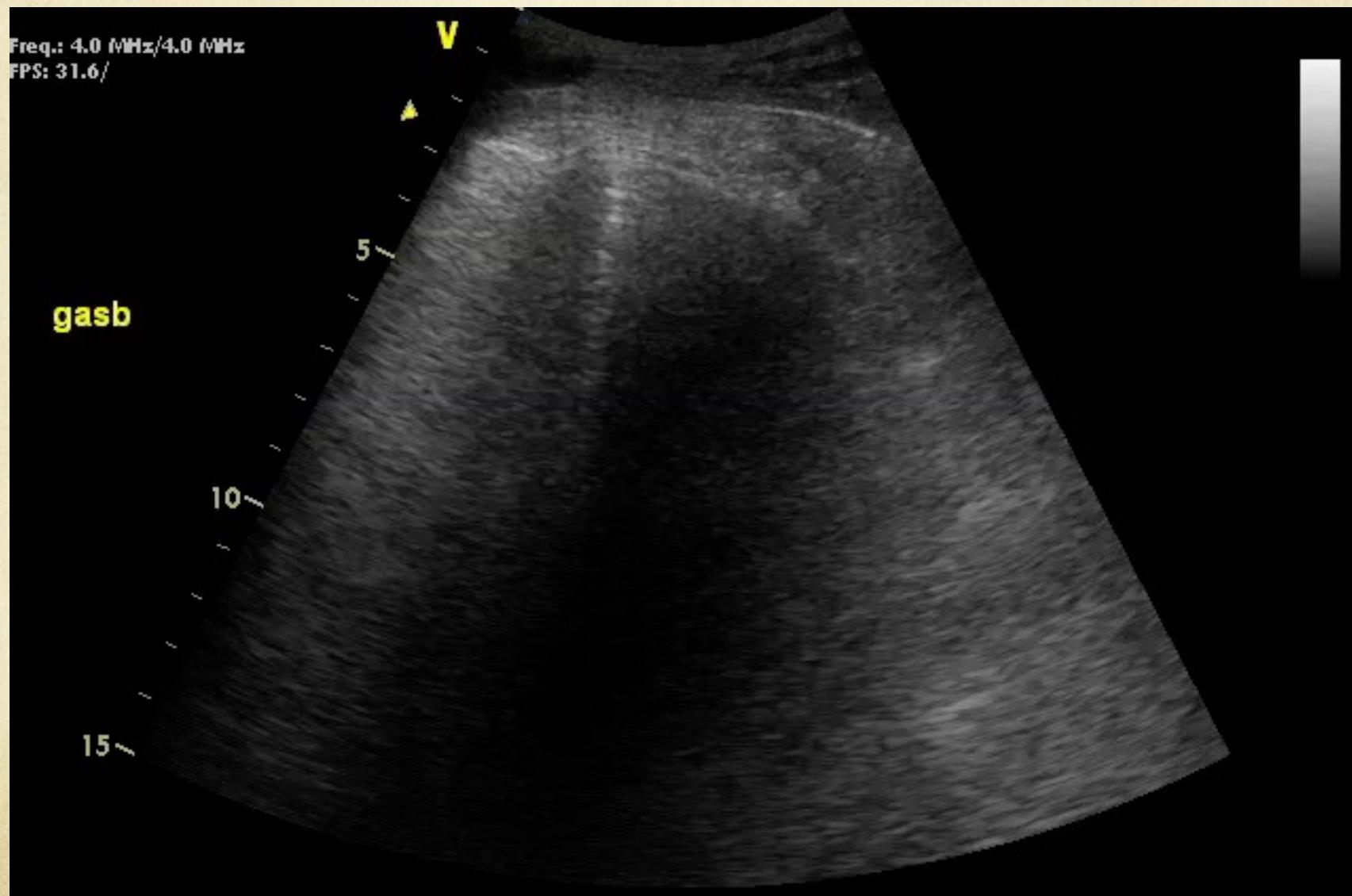
# Lignes B en rideau



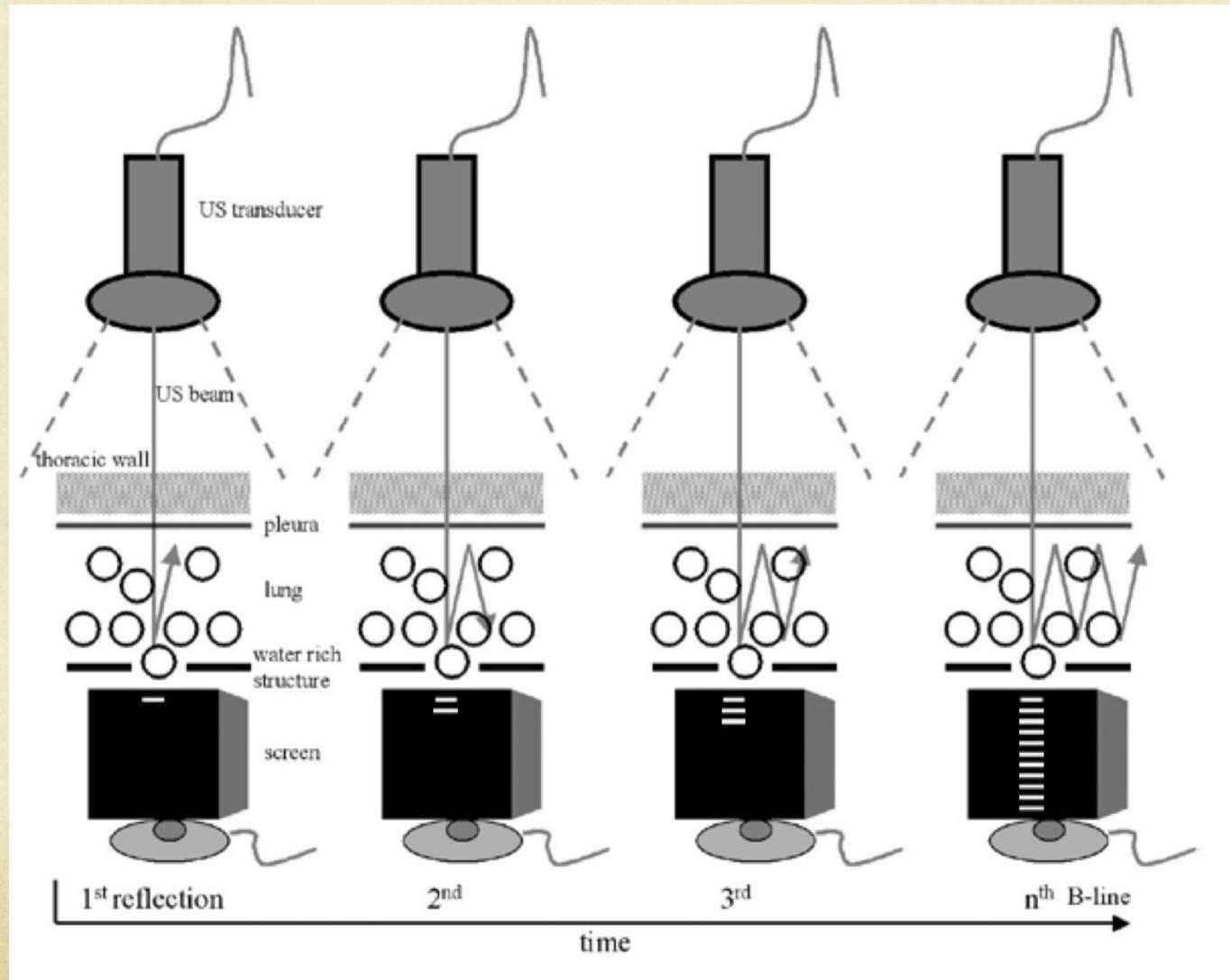
# Ligne Z

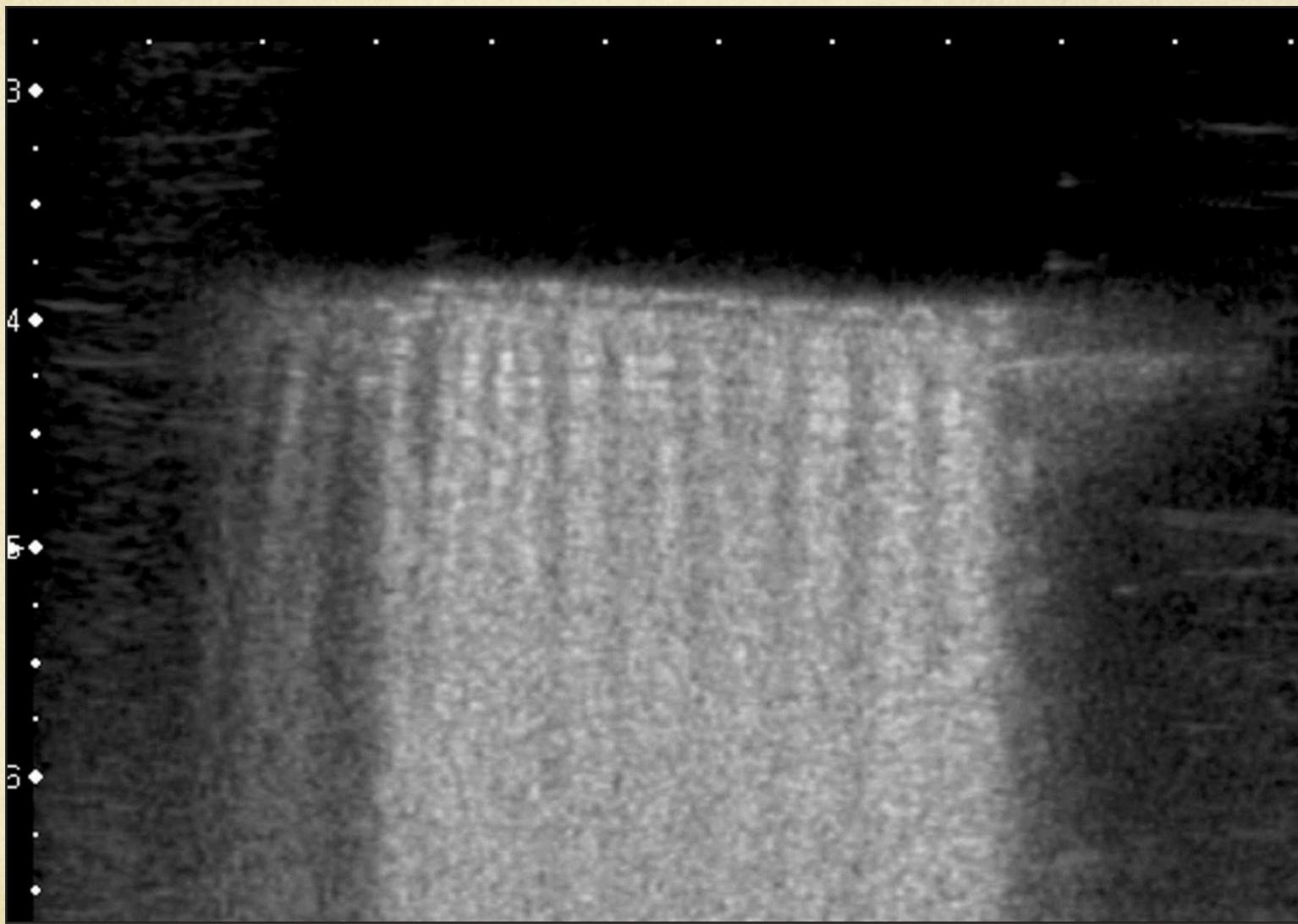


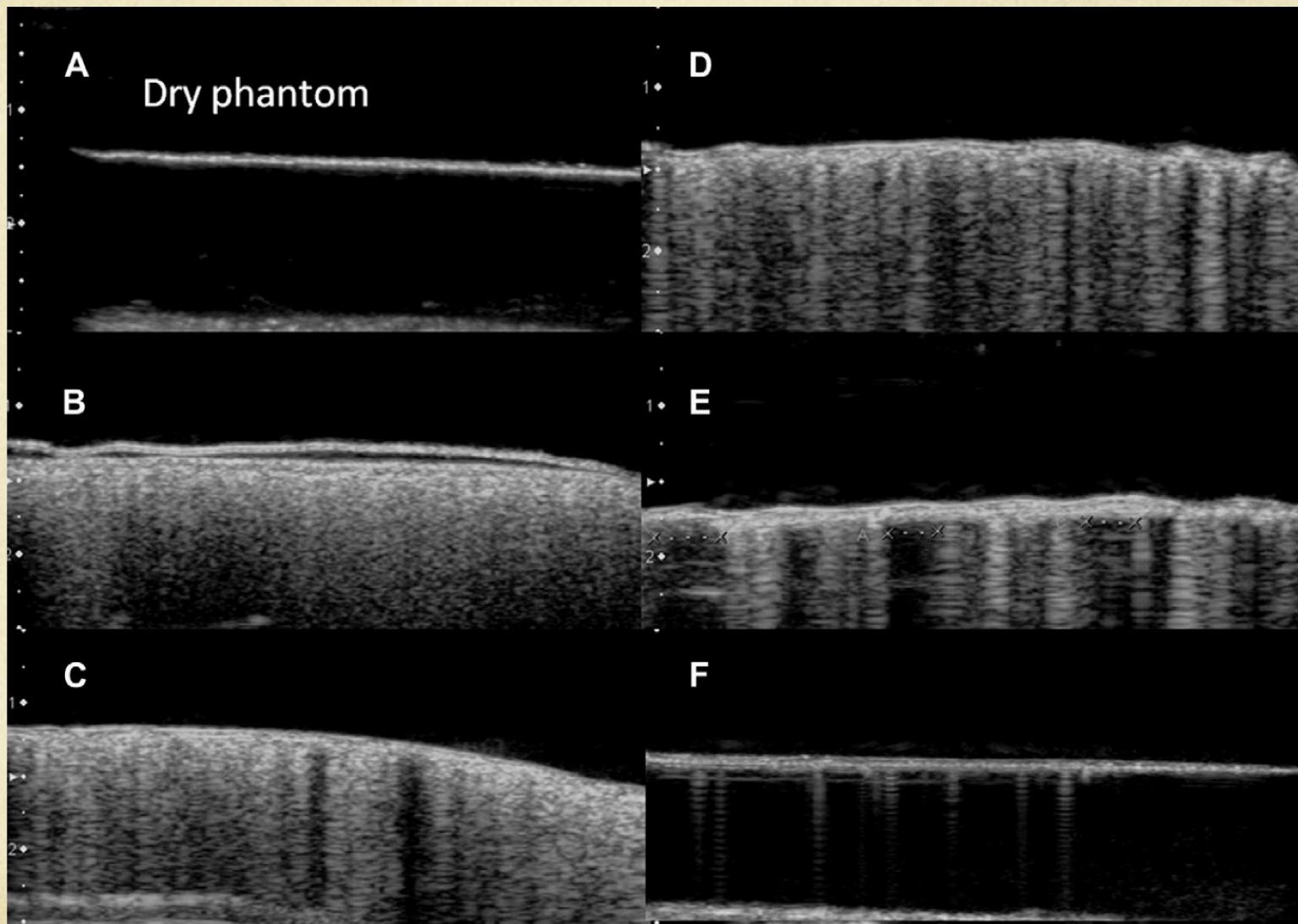
# Ligne Z

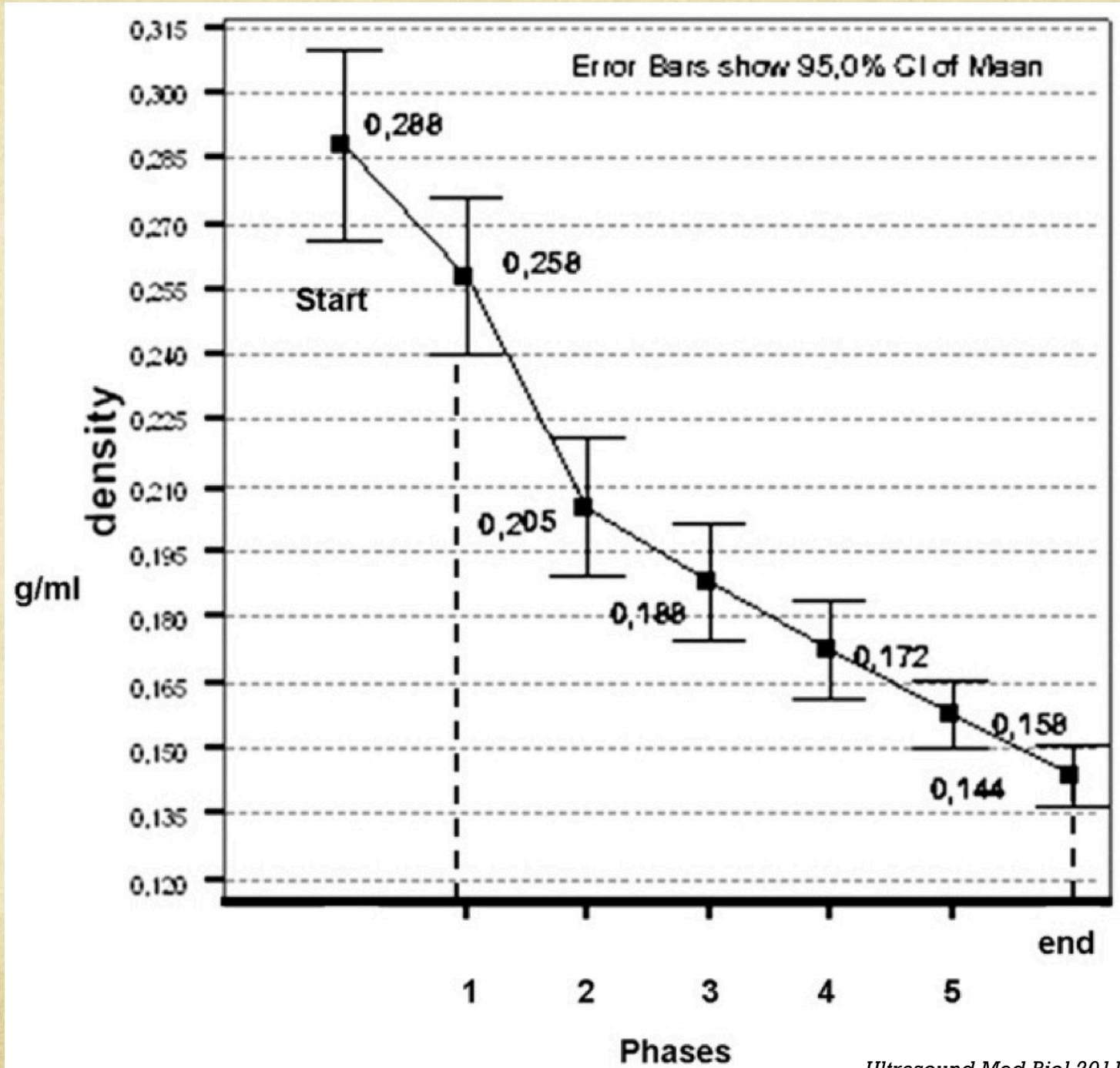


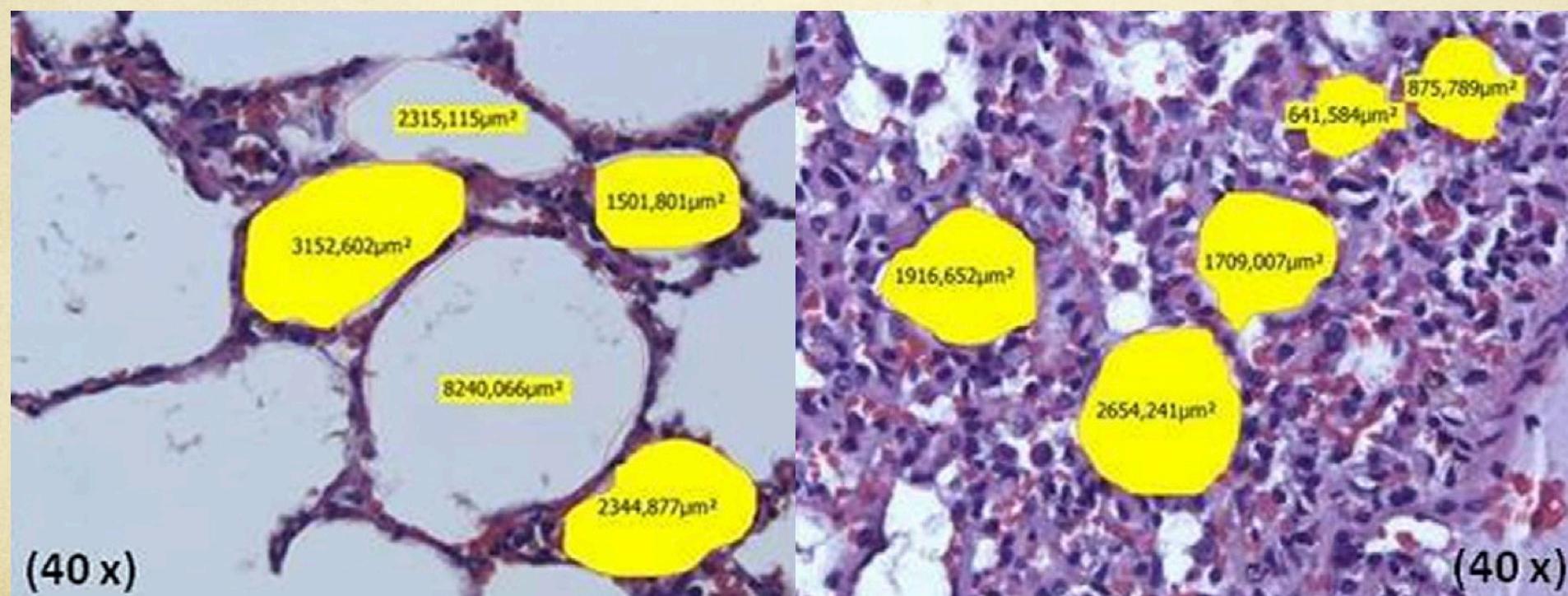
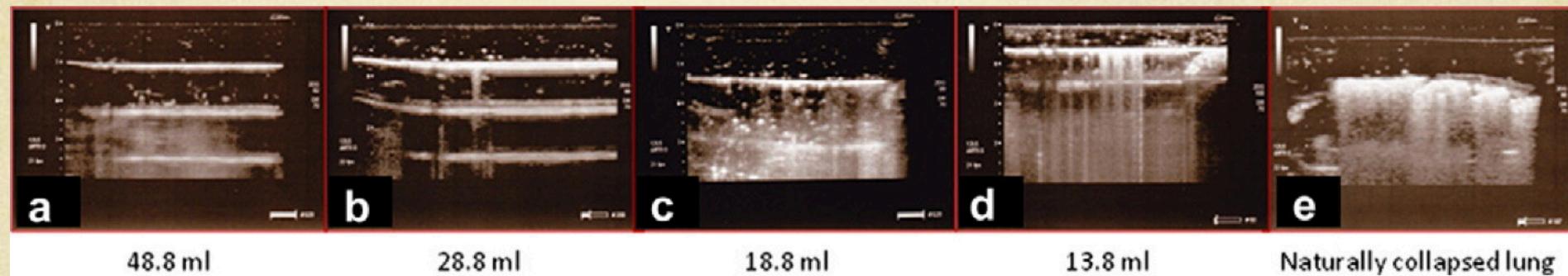
# Origine des lignes B



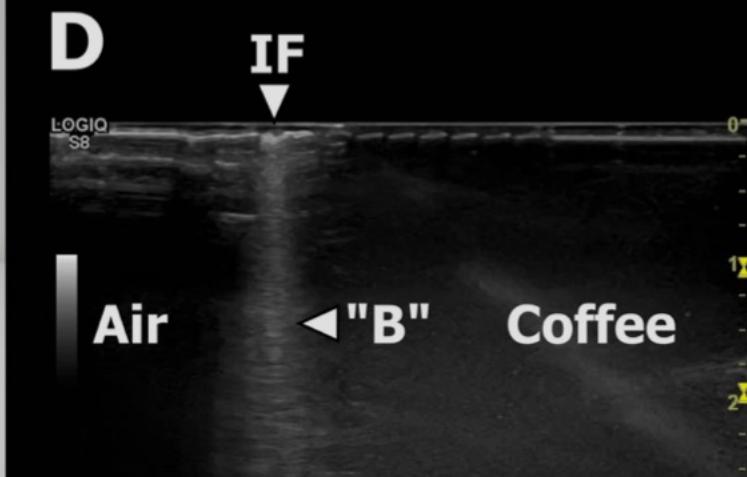
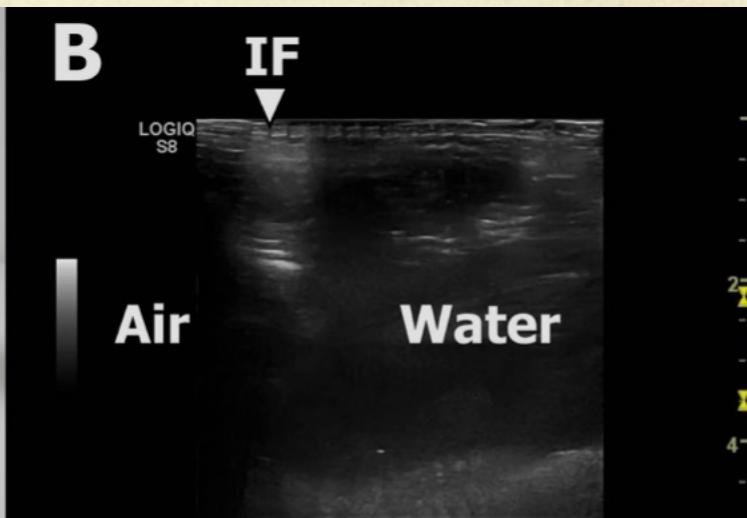
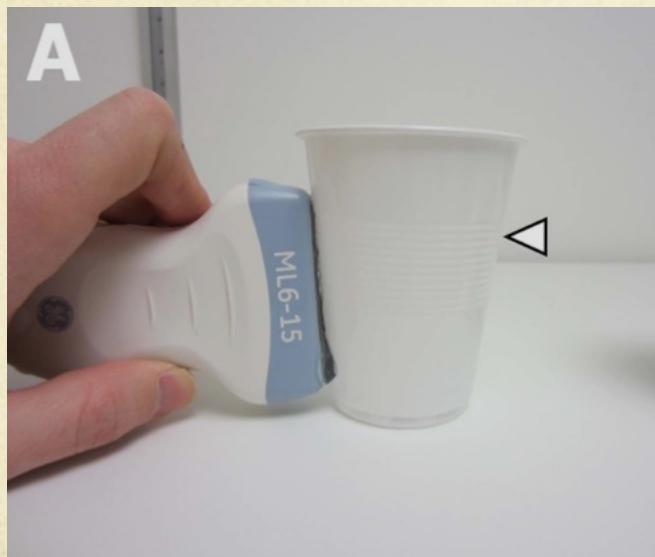








# Café!



# Sujets sains

<b>Areas of thoracic ultrasound</b>	<b>Positive scans</b>	<b>%</b>
Upper anterior right	4	2.8
Lower anterior right	4	2.8
Upper lateral right	7	4.8
Laterobasal right	27	18.6
Upper anterior left	3	2.1
Lower anterior left	4	2.8
Upper lateral left	3	2.1
Laterobasal left	33	22.8

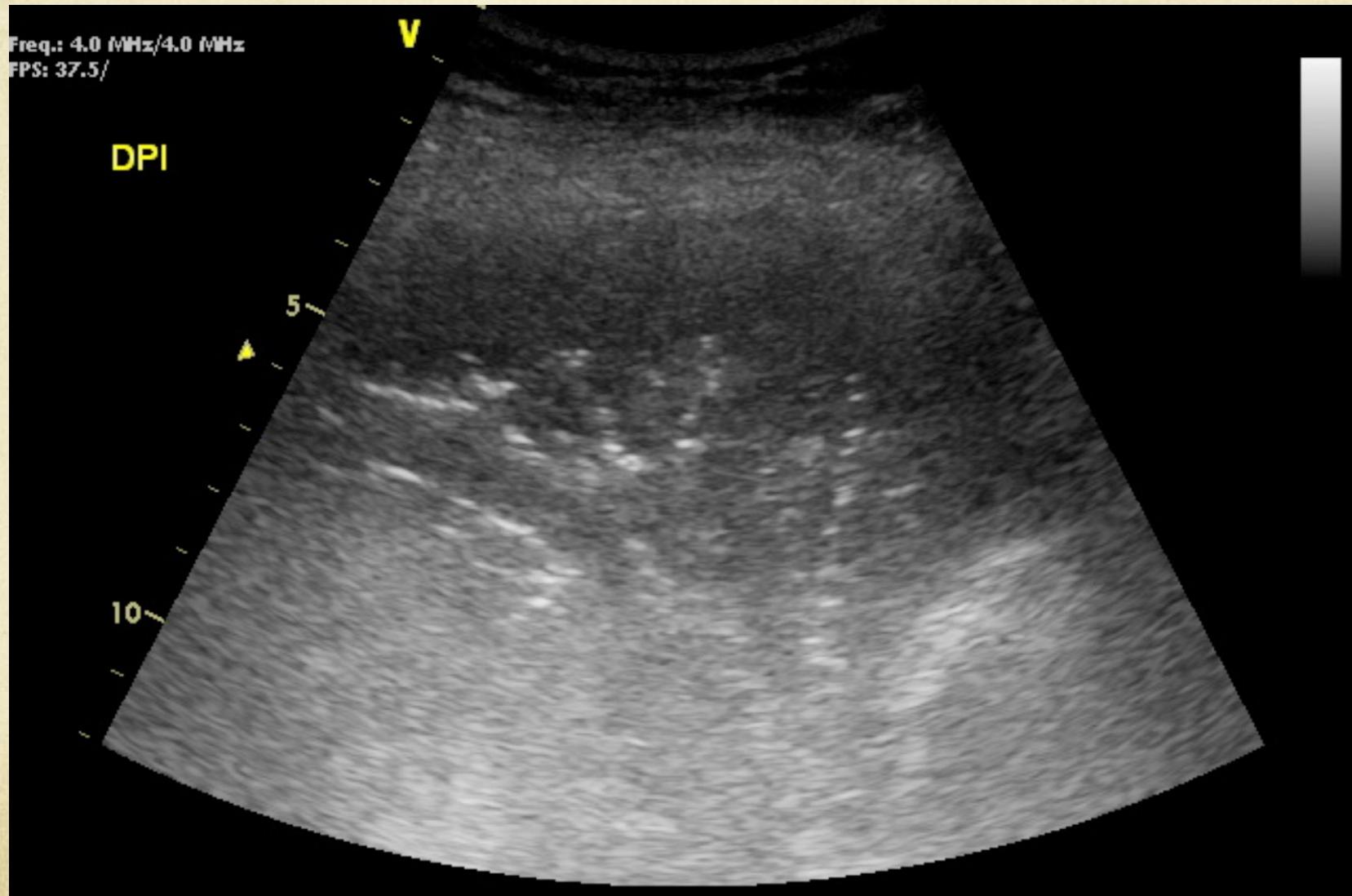
# Consolidations

- Plusieurs types
  - Atélectasie (passive, obstructive)
  - Pneumonie
  - Embolie pulmonaire
  - Néoplasie
- Caractéristiques échographiques
  - Echo-texture semblable au foie
  - Bronchogramme
    - Aérien statique ou dynamique
    - Liquidien / *Fluid bronchogram*
  - Flot visible au doppler couleur

# Consolidation



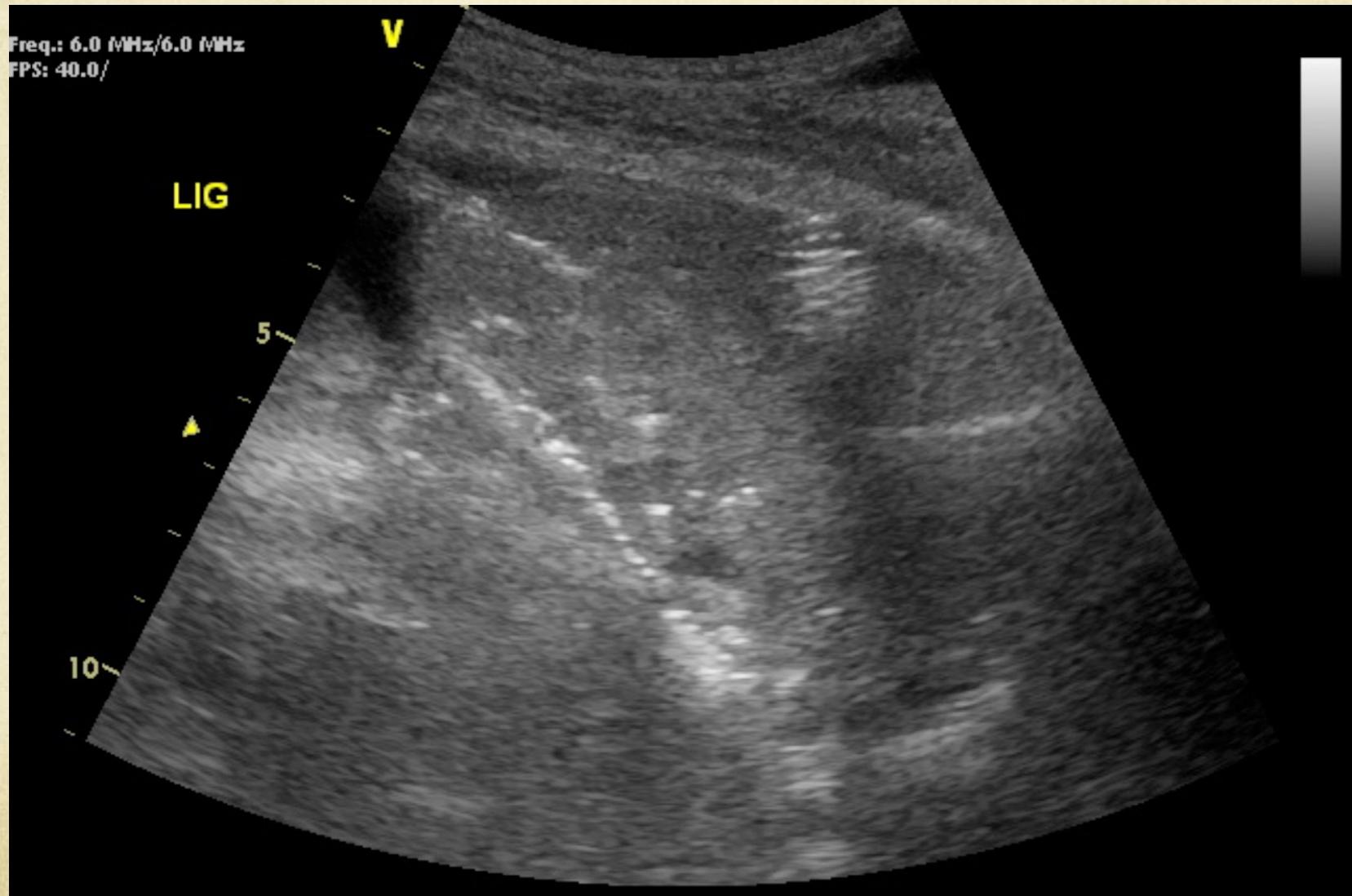
# Consolidation



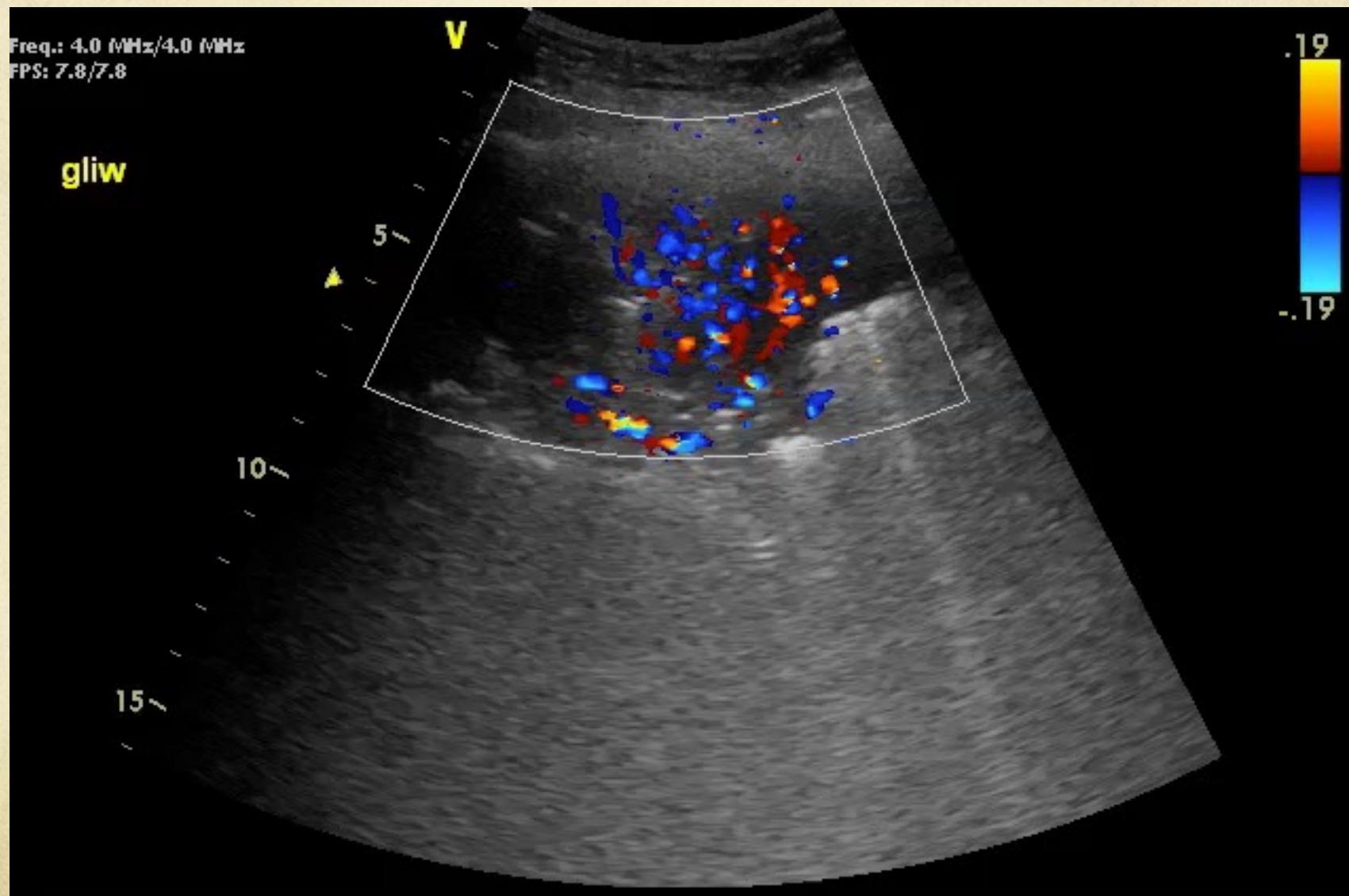
# Consolidation



# Consolidation



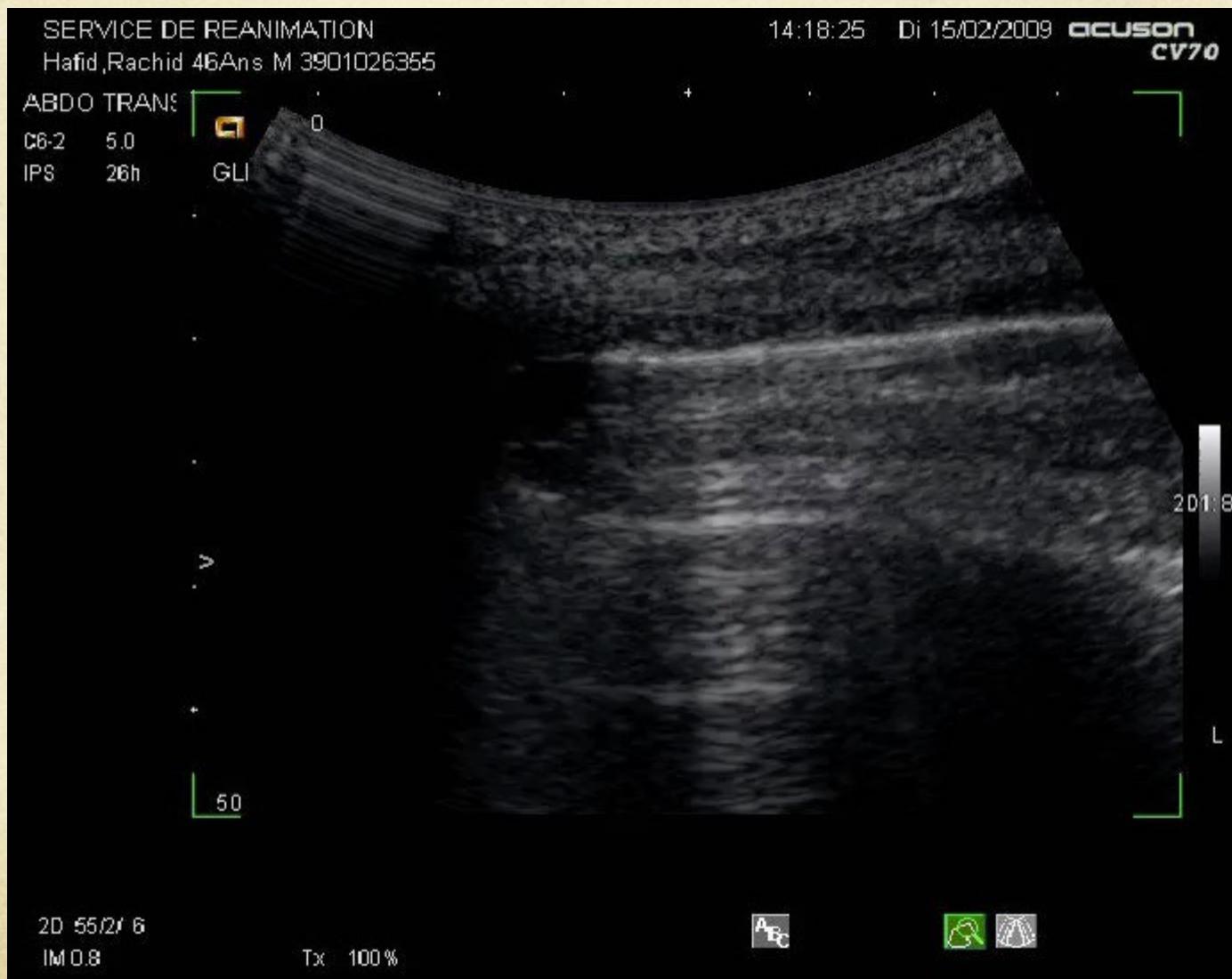
# Consolidation



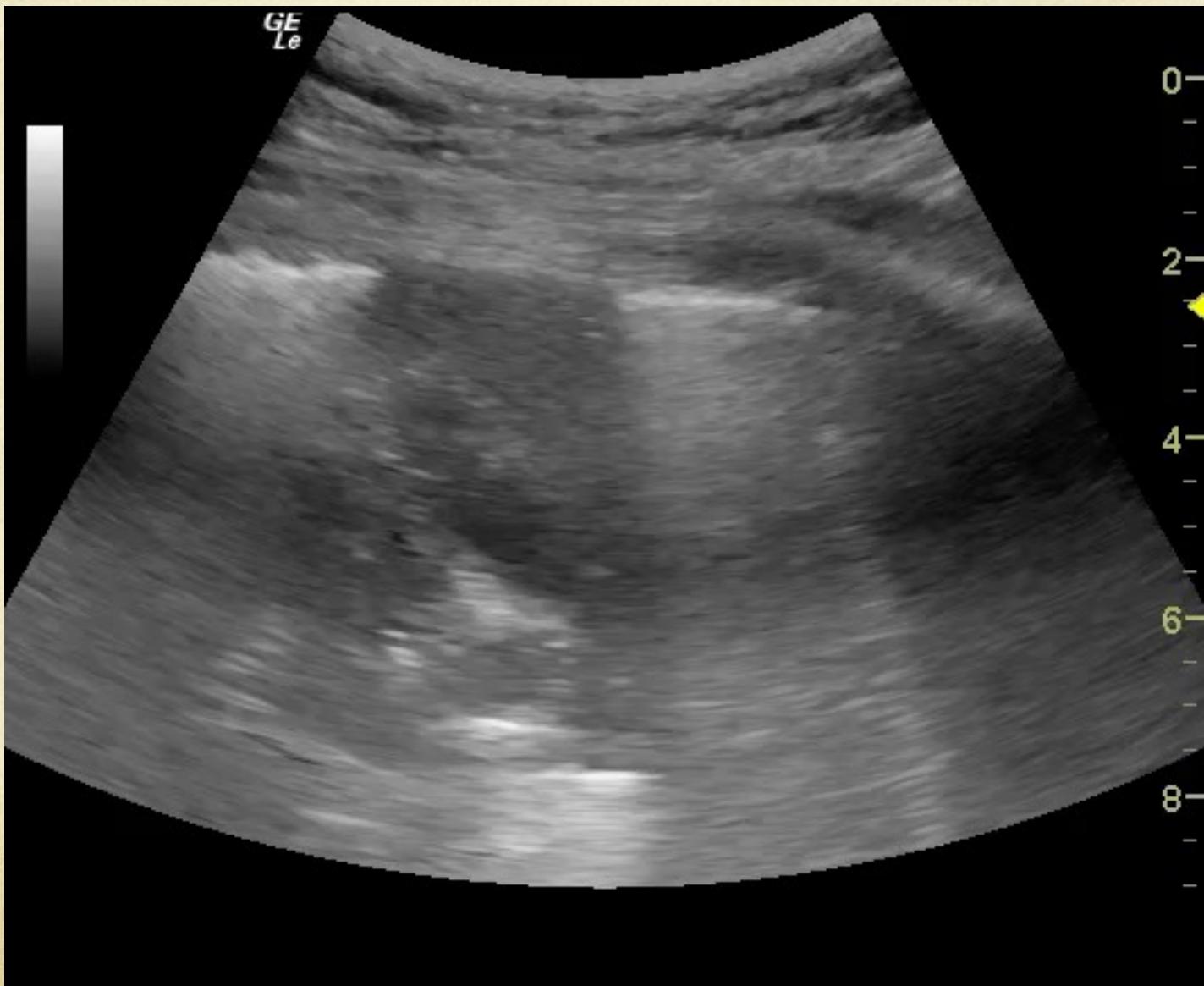
# Consolidation



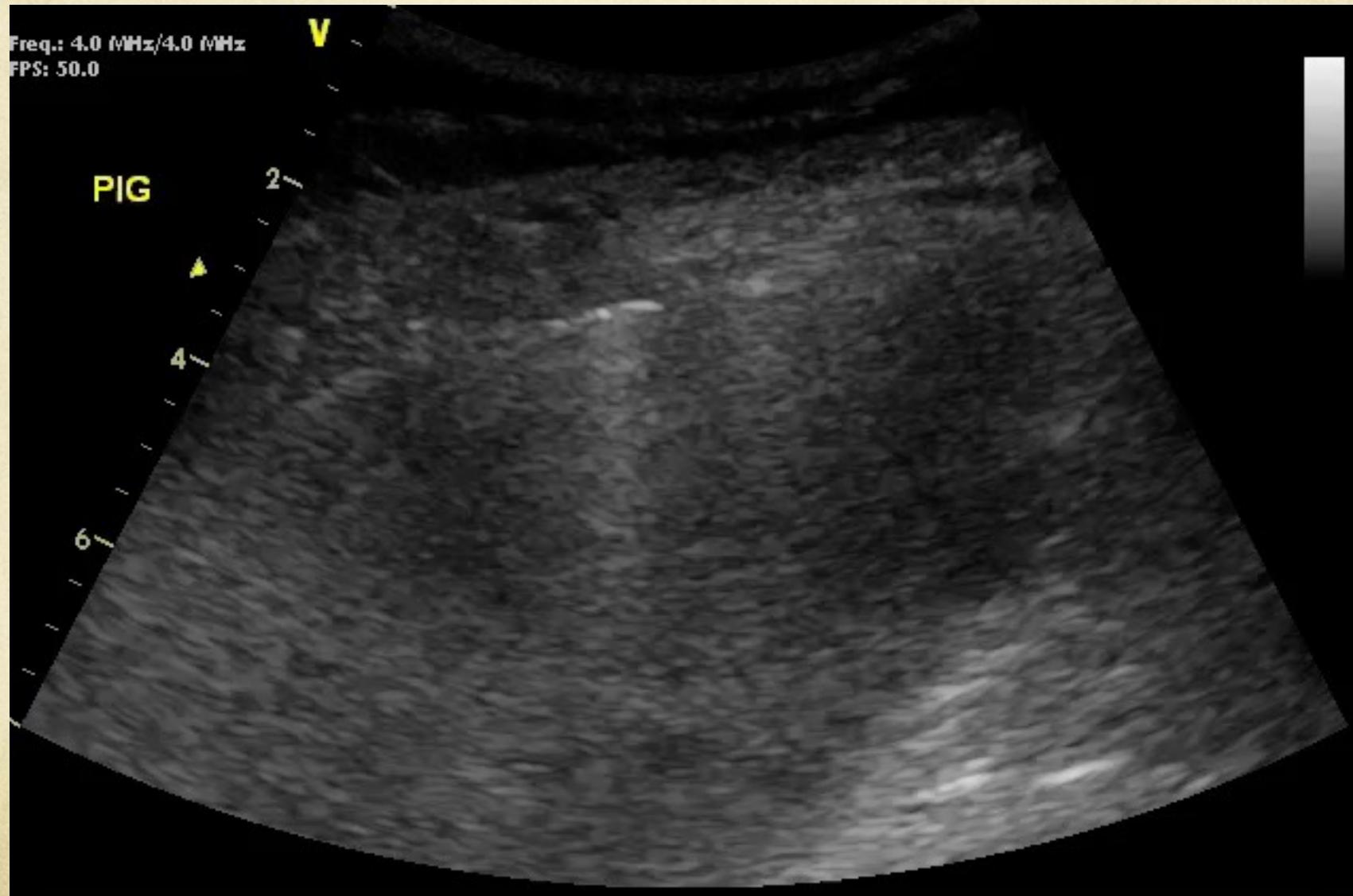
# Consolidation



# Consolidation



# Consolidation



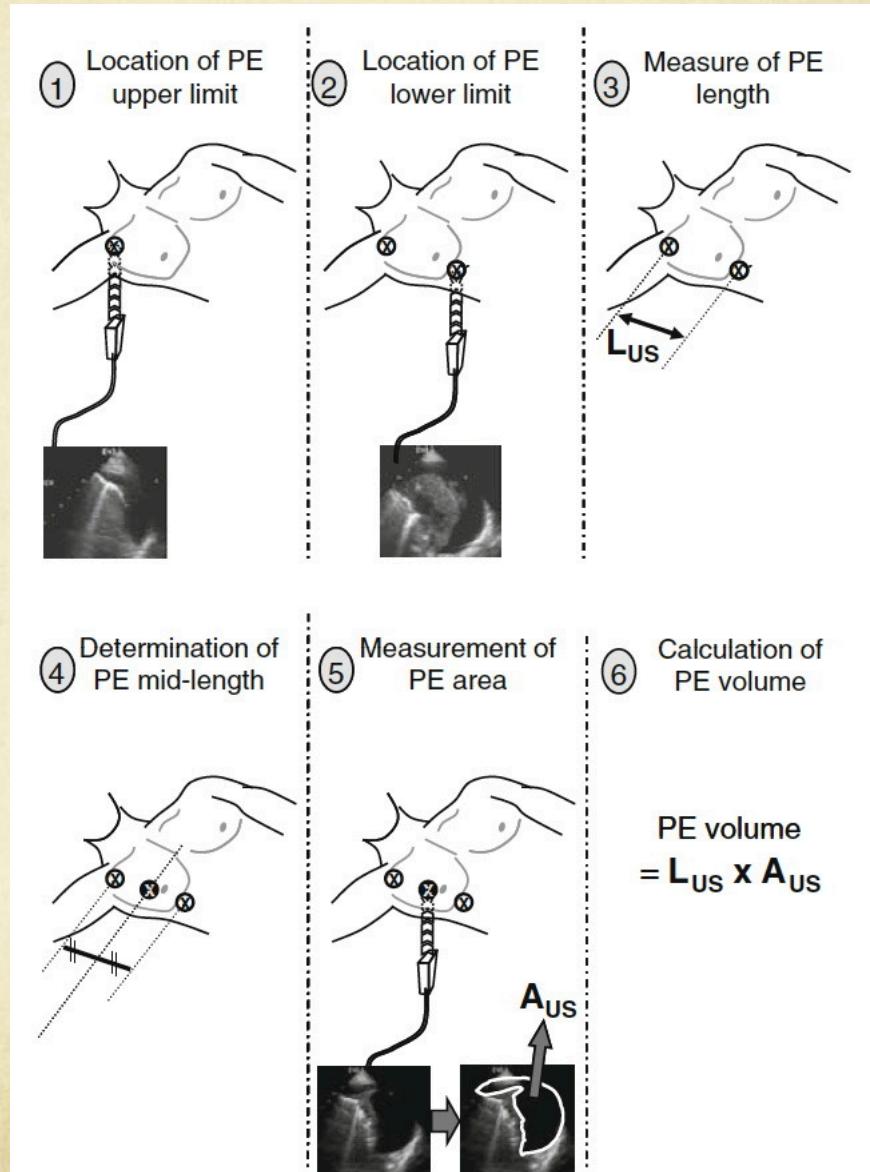
# Pathologies

- Pour commencer
  - Epanchement pleural
  - Pneumothorax
- Plus compliqué
  - Oedème aigu du poumon
  - Consolidations
    - Atélectasie
    - Pneumonie
  - Dysfonction diaphragmatique
- Pour un autre jour
  - Embolie pulmonaire
  - ARDS

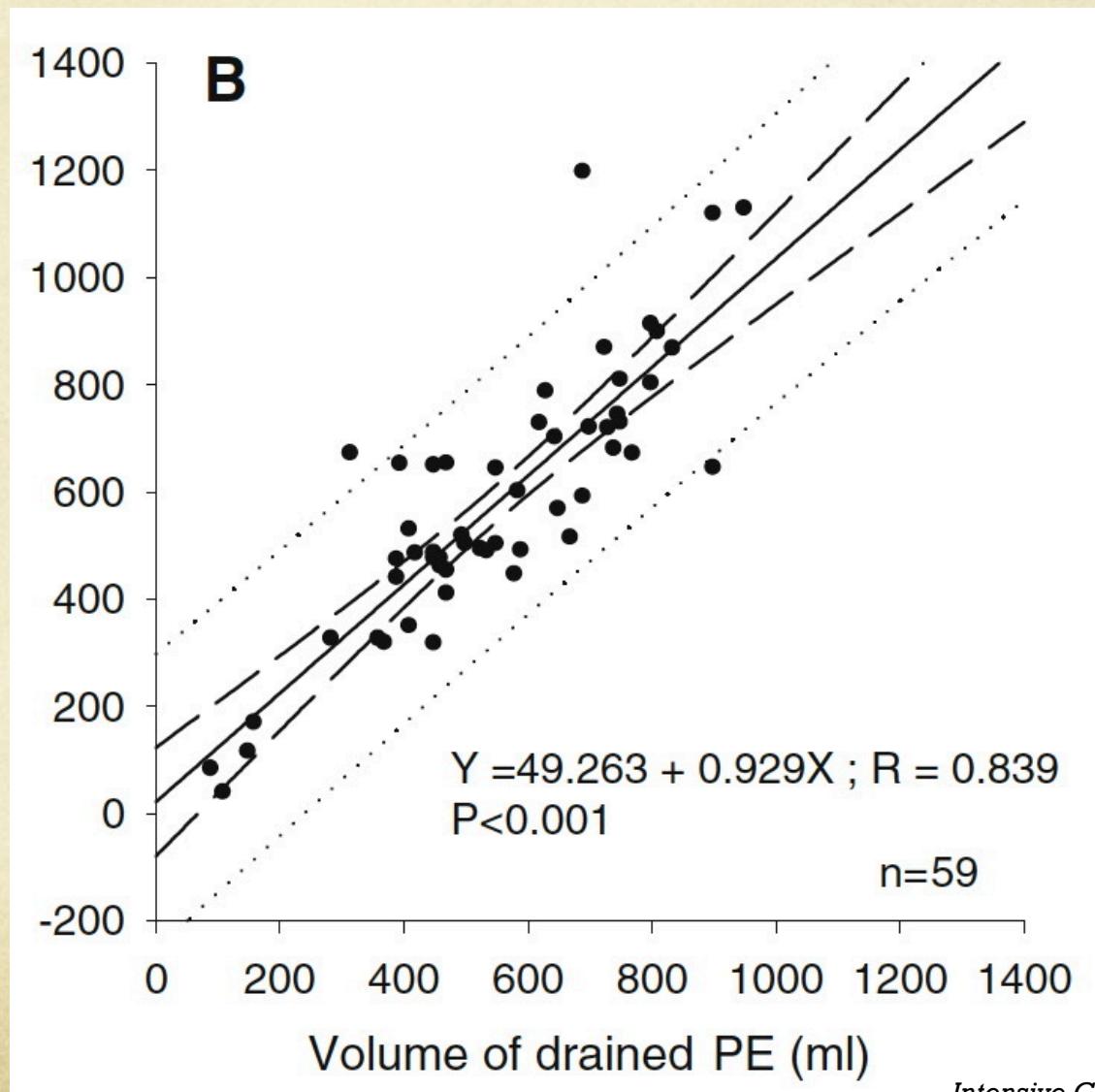
# Epanchement pleural

- Estimation du volume de l'épanchement
- Type d'épanchement

# Volume de l'épanchement



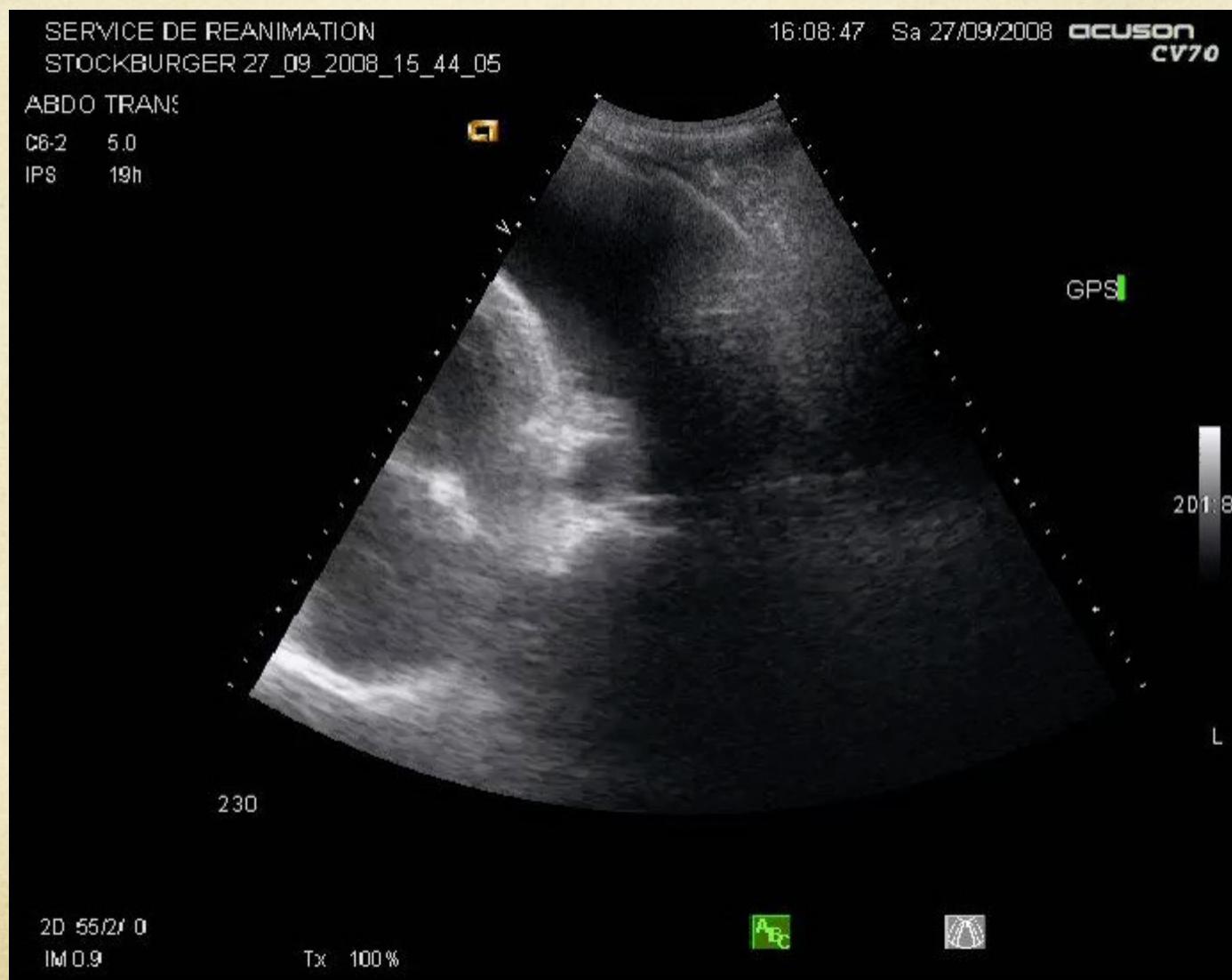
# Volume de l'épanchement



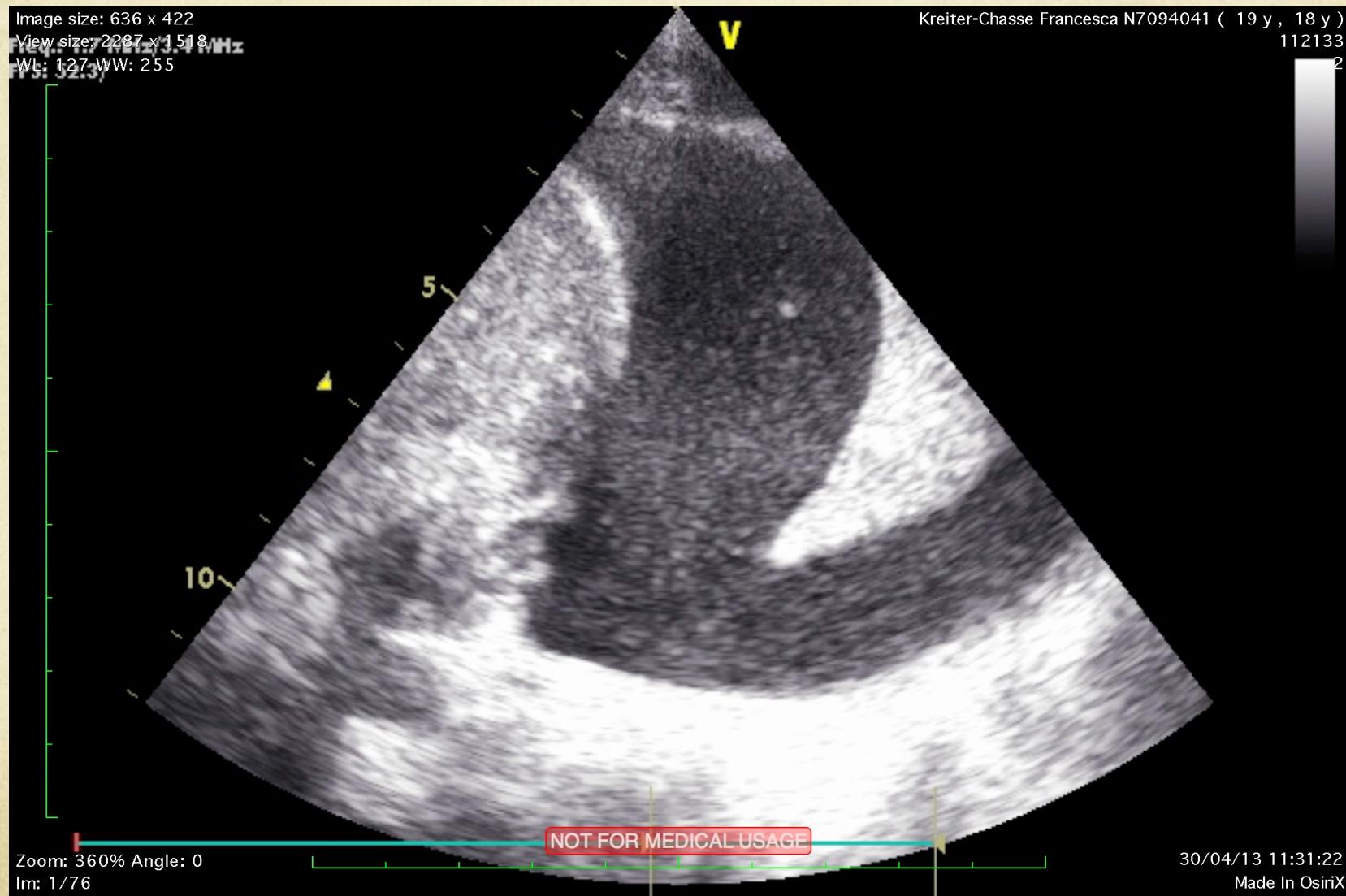
# Type d'épanchement pleural

- Transudats
  - Parfaitement noir
- Exudats
  - 50% sont “texturés” (souvent dynamique)
- Empyème / hémothorax
  - Quasi solides parfois
  - Abolition du glissement pleural parfois
- Septations
  - Exudats ou empyèmes

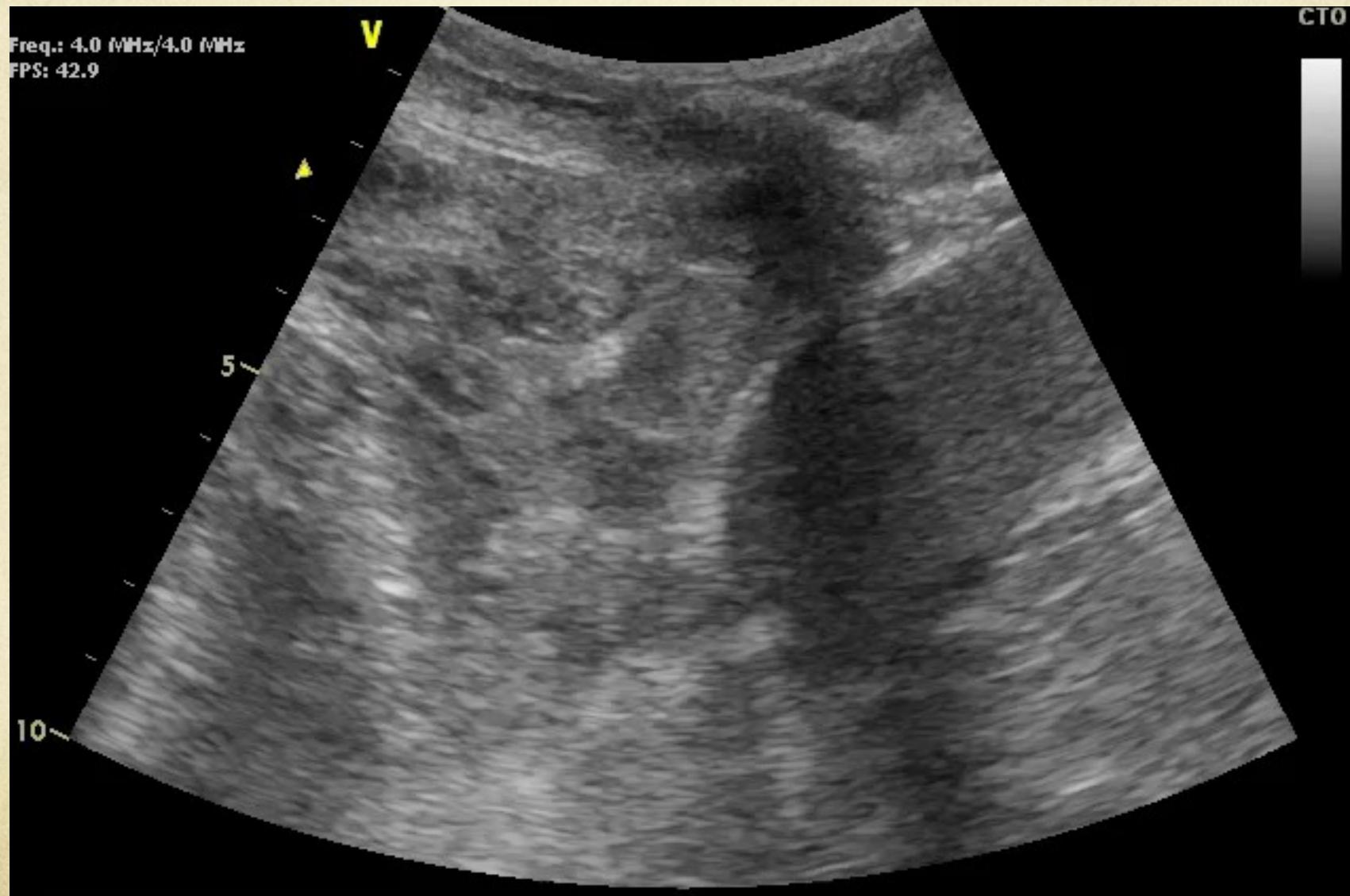
# Transudat



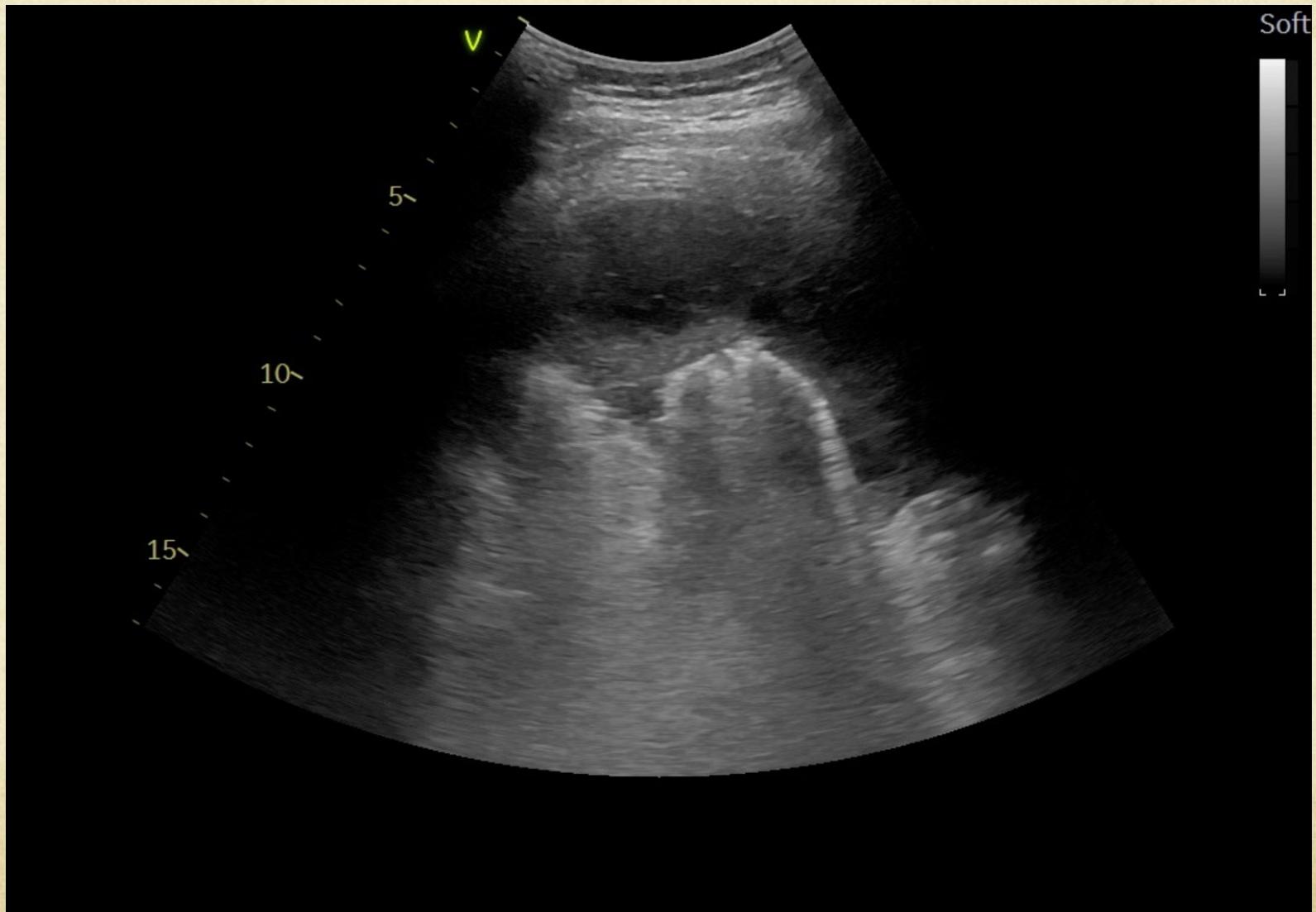
# Exudat



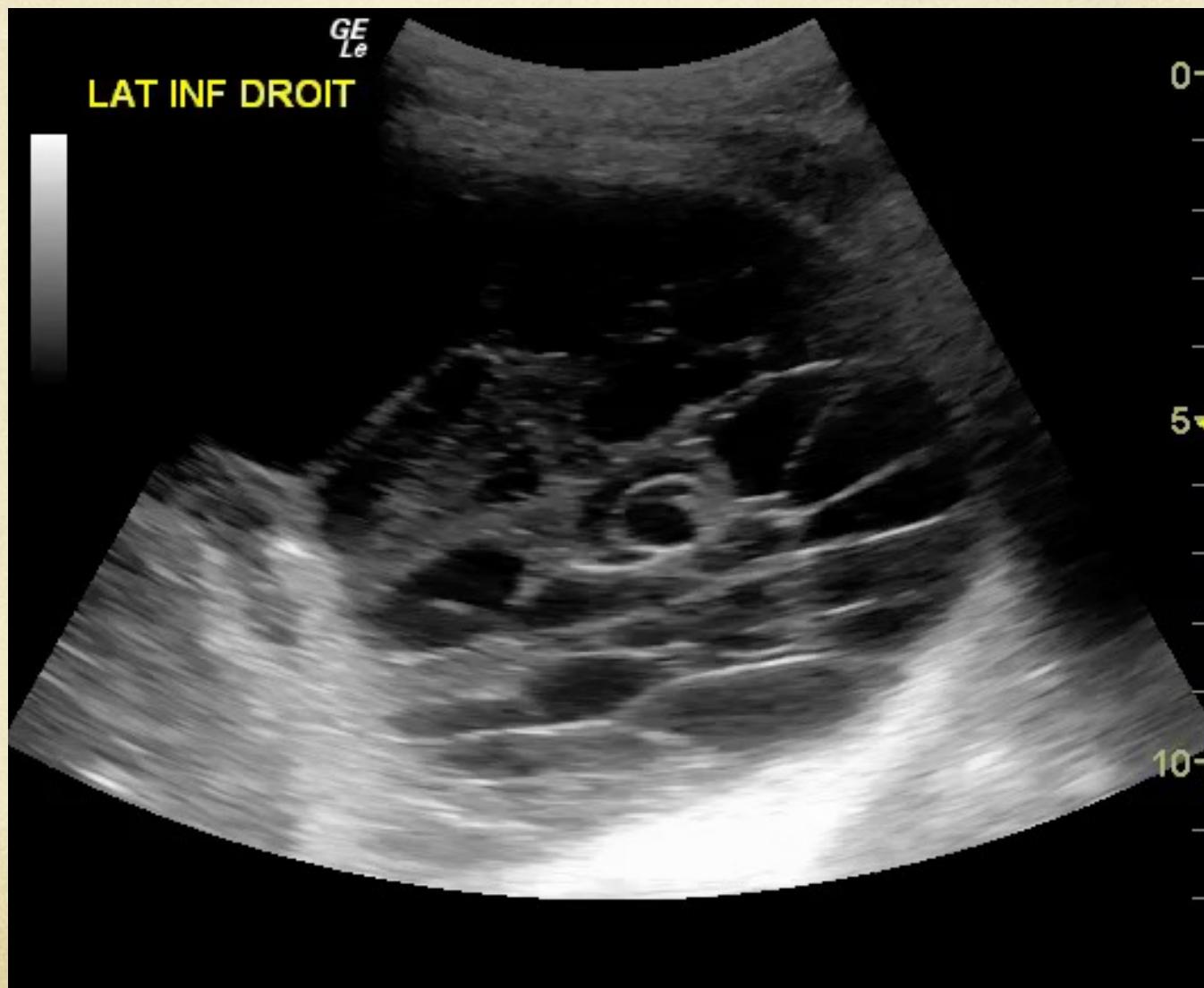
# Hémothorax



# Empyème



# Empyème



# Pneumothorax

- Méta-analyse
  - Sensibilité: 88%
  - Spécificité: 99%
- Critères échographiques
  - Signes d'exclusion
    - Glissement pleural
    - « Lung pulse »
    - Présence d'une ou plusieurs ligne B
  - Diagnostique
    - Présence d'un point poumon (ou point P)

Lung Sliding?

Yes<sup>a</sup>

No

B-lines (comet tails)?

Yes<sup>b</sup>

No

Lung Point?

No

Yes<sup>c</sup>

Lung Pulse?

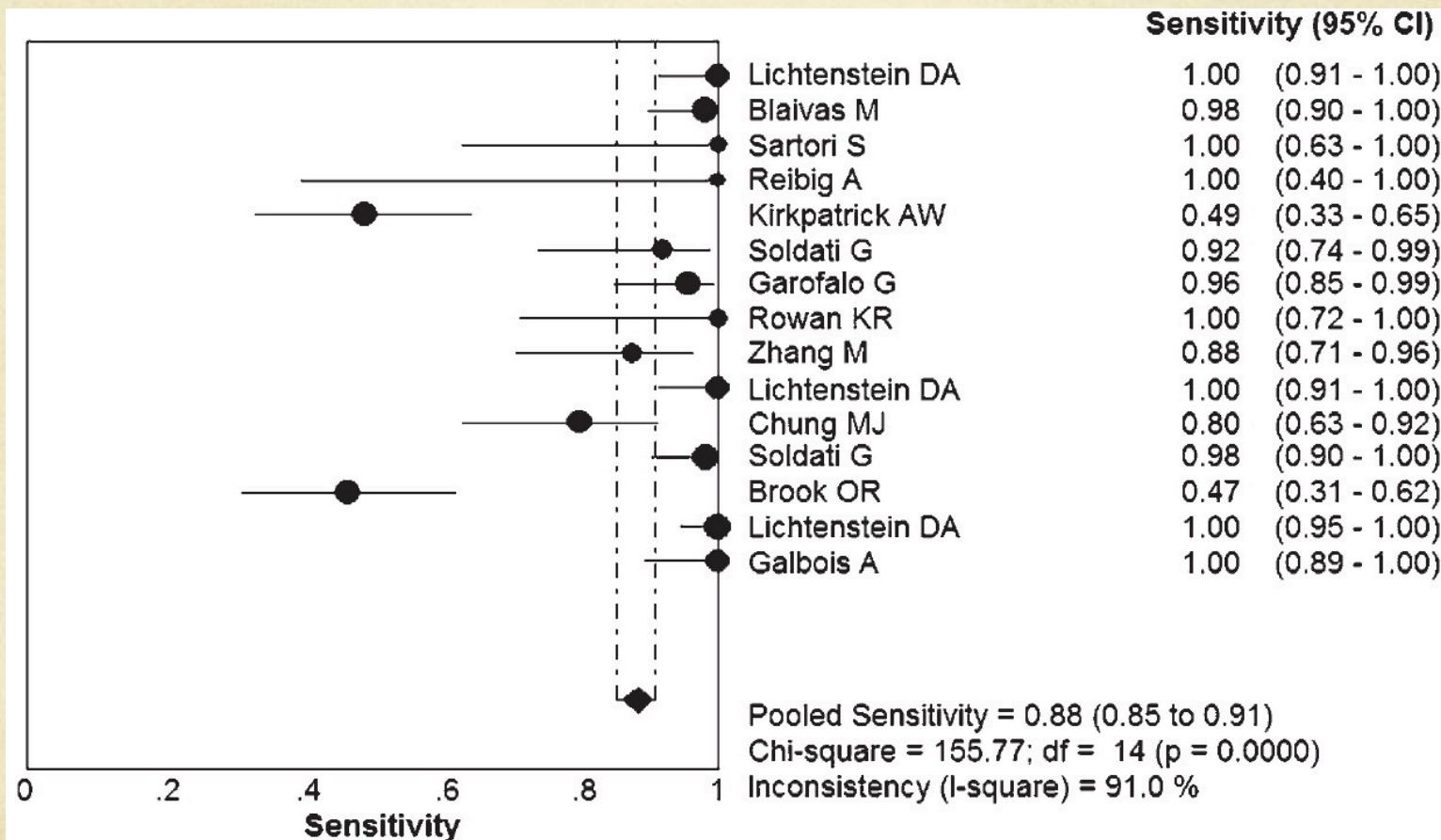
Yes

No

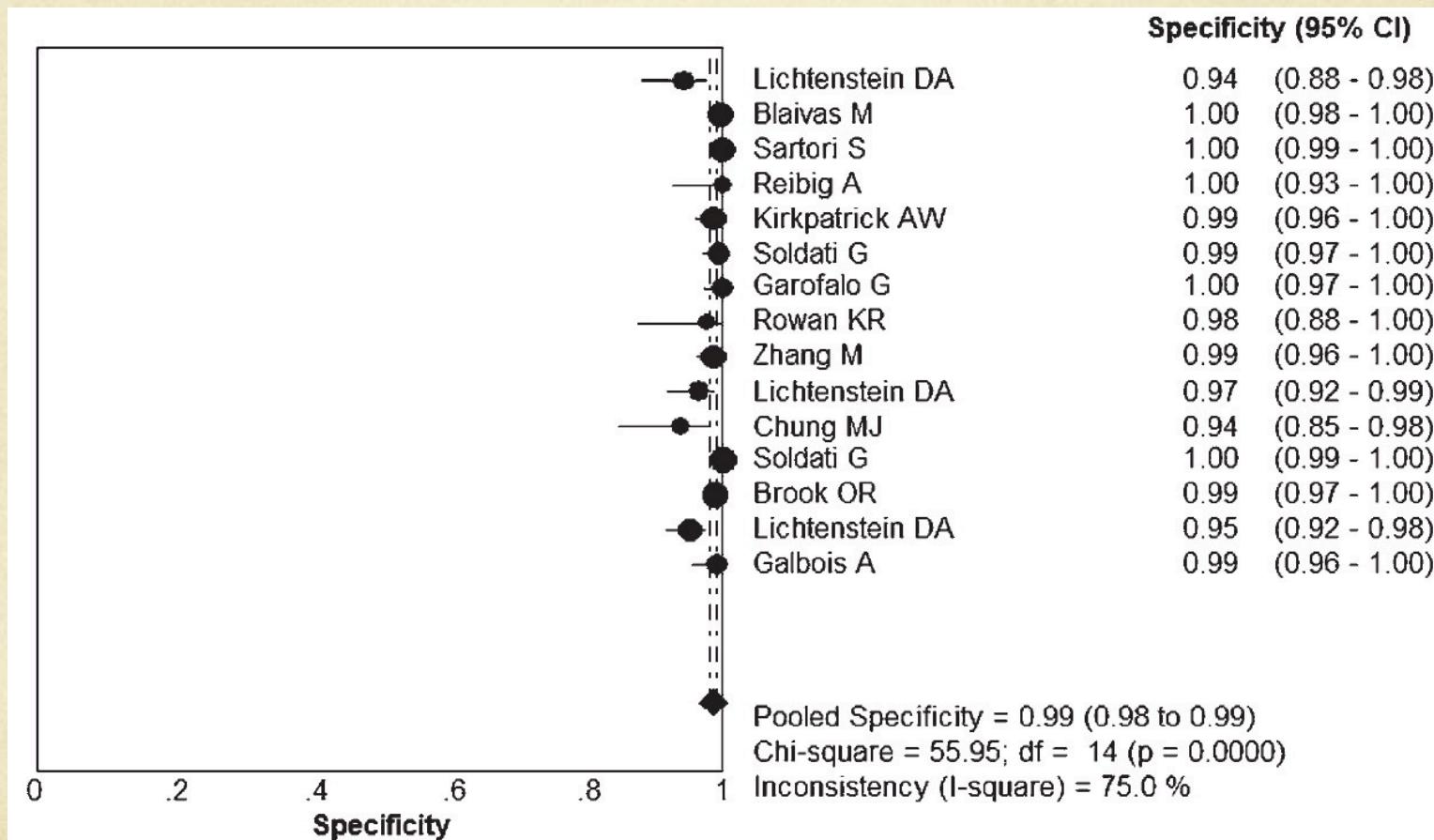
No Pneumothorax

Pneumothorax

# Méta-analyse



# Méta-analyse



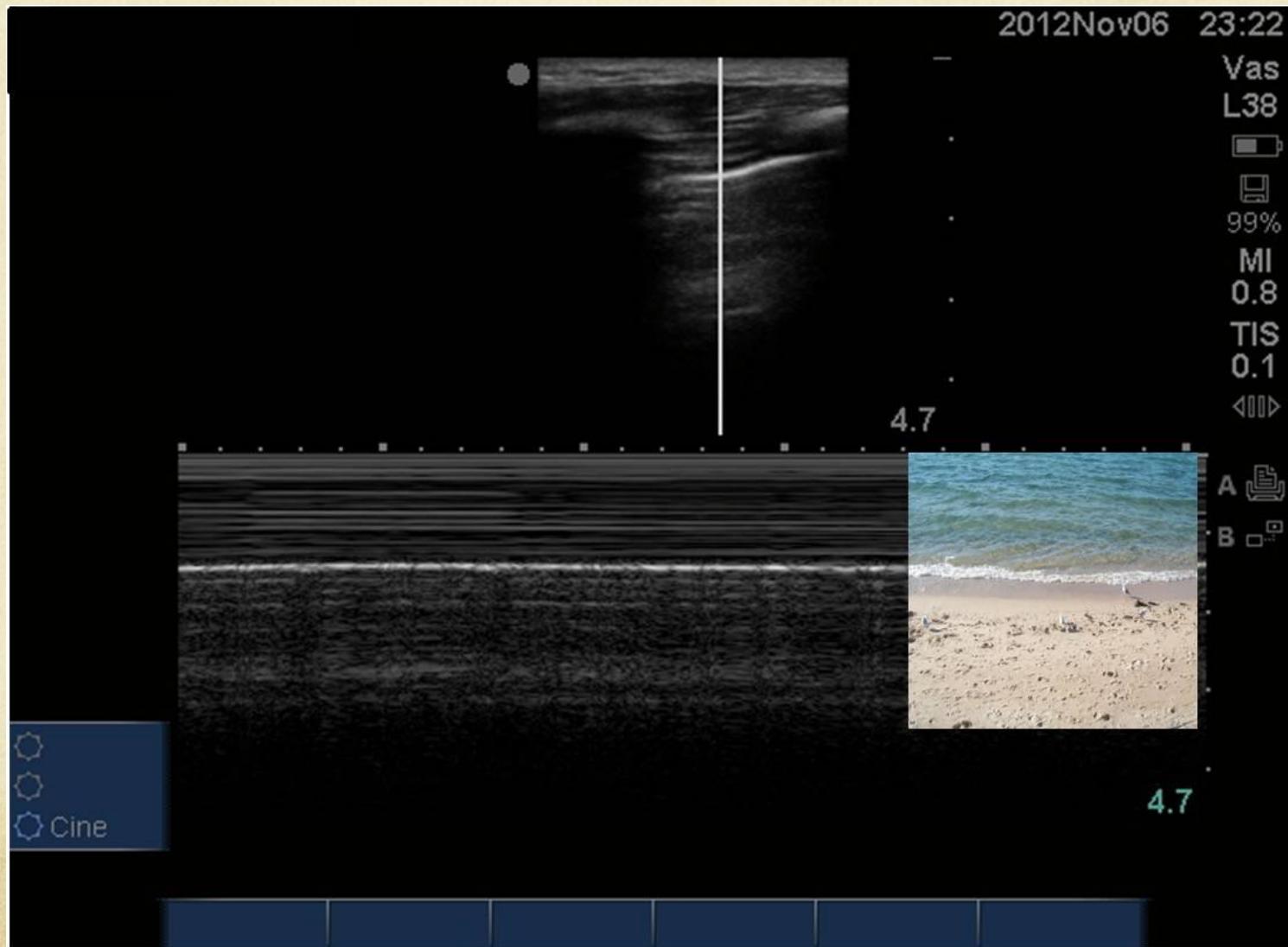
# Point poumon



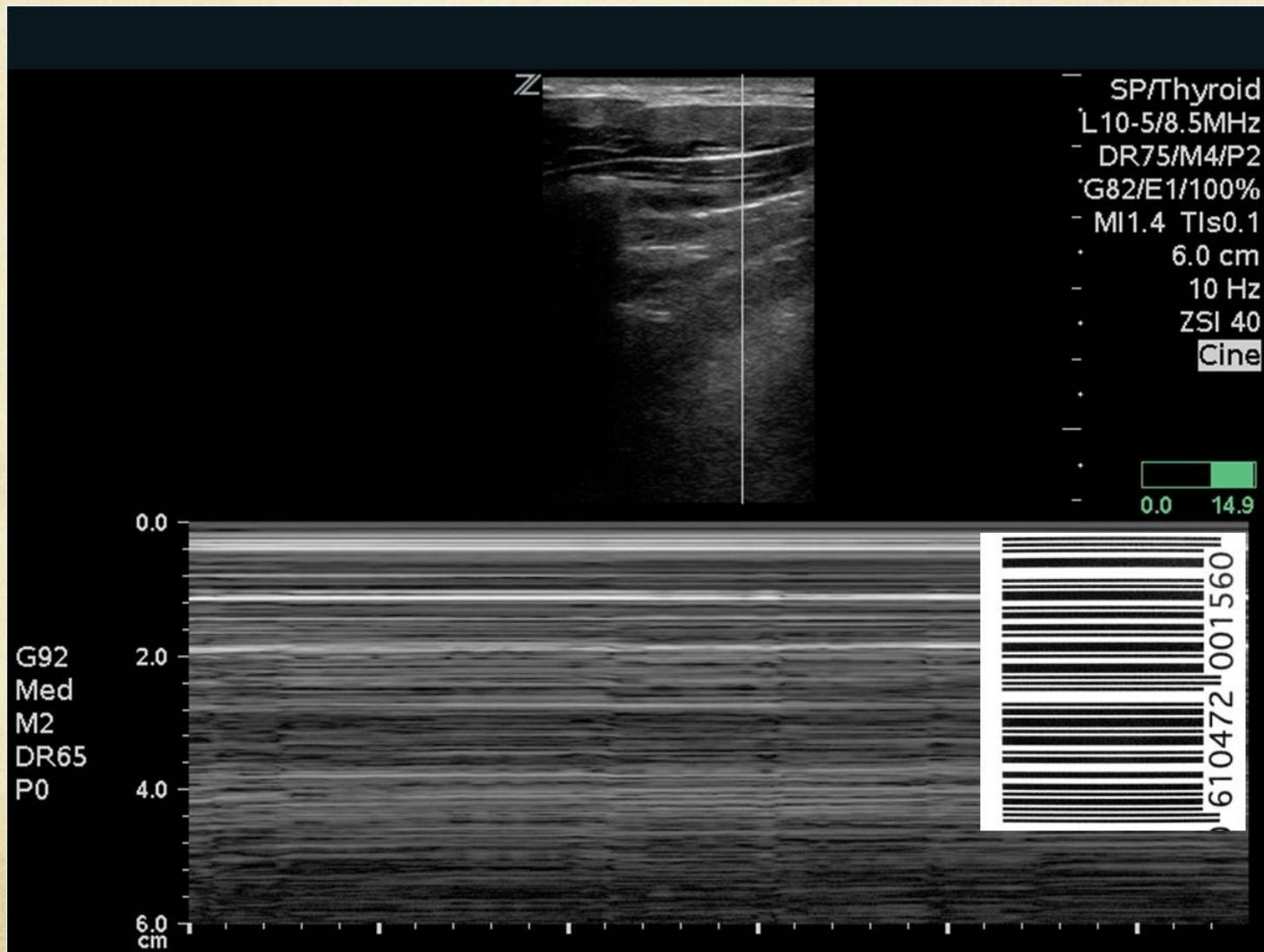
# Point poumon



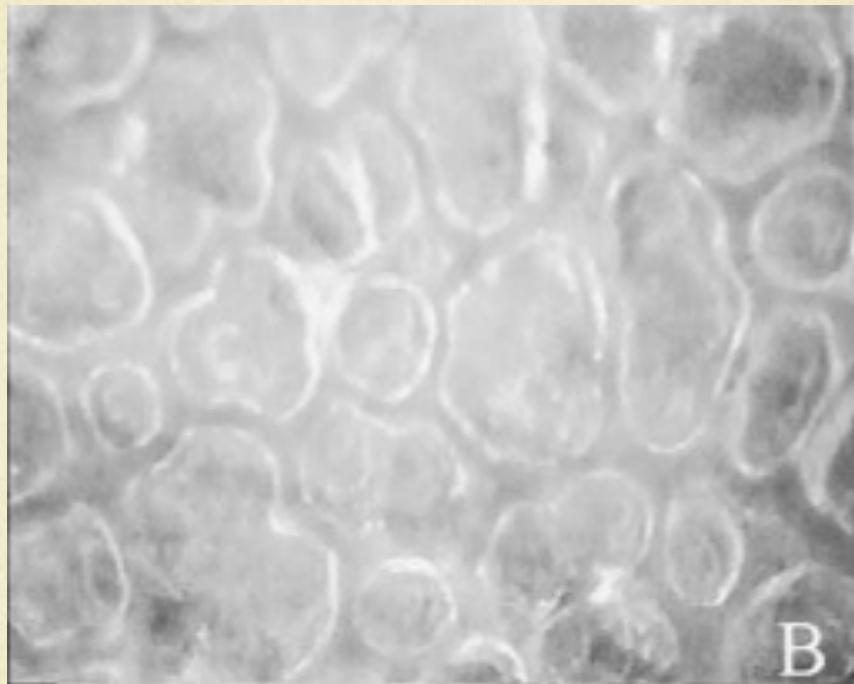
# Signe de la plage



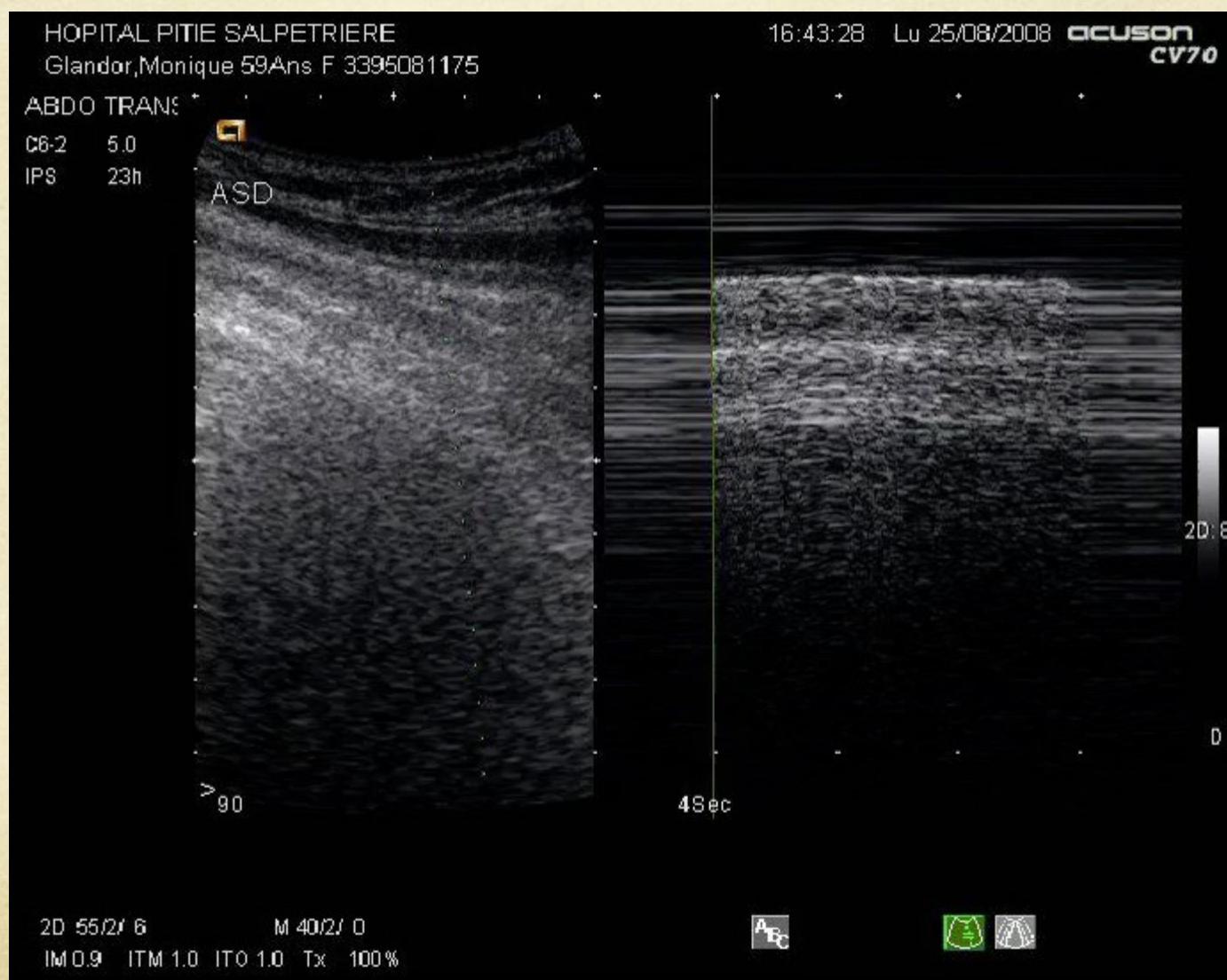
# Signe du code-barres



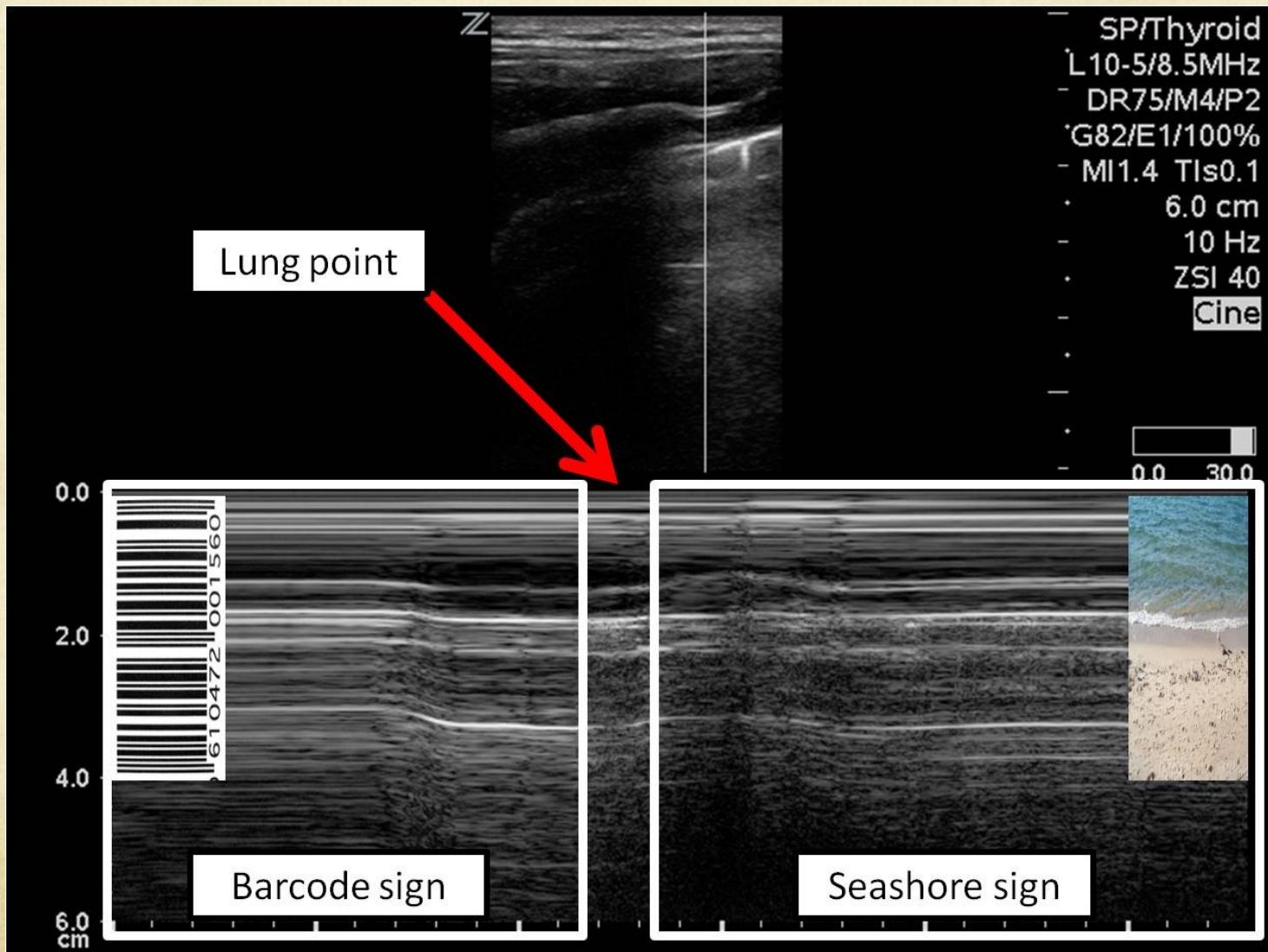
# Pneumothorax



# Point poumon



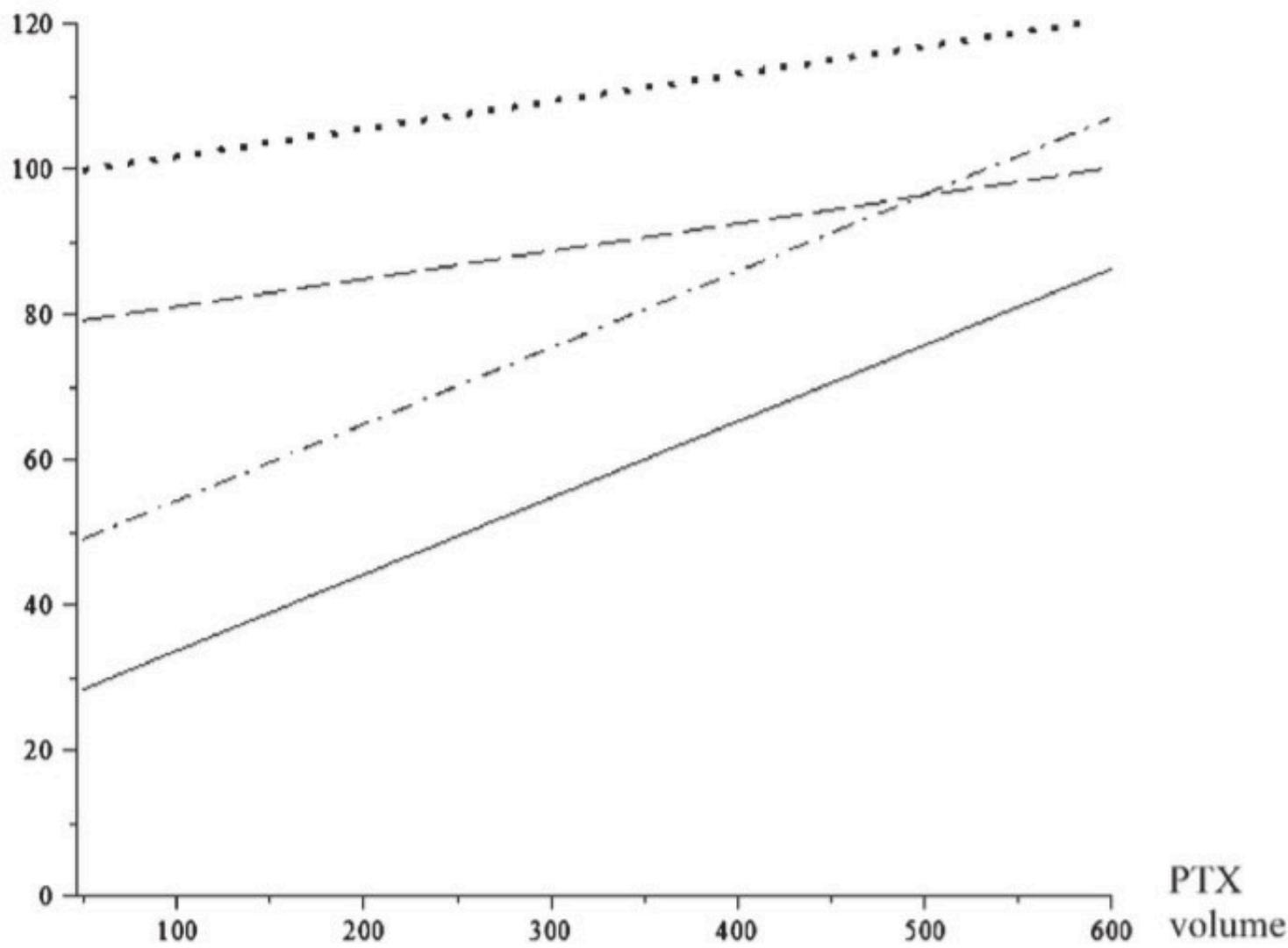
# Point poumon



# Point poumon



S-LP distance  
(millimetres)



# ATTENTION!



# Pneumothorax et voies centrales

- Sartori et al. AJR 2007; 188(1): 37-41.
  - 285 biopsies pulmonaires transthoraciques
  - 8 pneumothorax (2,8%)
  - Echo pulmonaire immédiate et 3 heures plus tard
  
- 5 pneumothorax à la première échographie
- **3 pneumothorax additionnels à la deuxième échographie**

# Oedème aigu du poumon

- Corrélation bien établie entre le degré de sévérité de l’oedème du poumon (NYHA, PAPO, NT-pro-BNP) et le “comet score.”
- Amélioration sonographique corrèle avec le traitement des patients et avec l’amélioration des symptômes.
- Critères échographiques
  - Présence de lignes B symétriques augmentant en nombre dans un gradient antéro-postérieur.
- **ATTENTION:** toutes les lignes B ne représentent pas de l’œdème hydrostatique

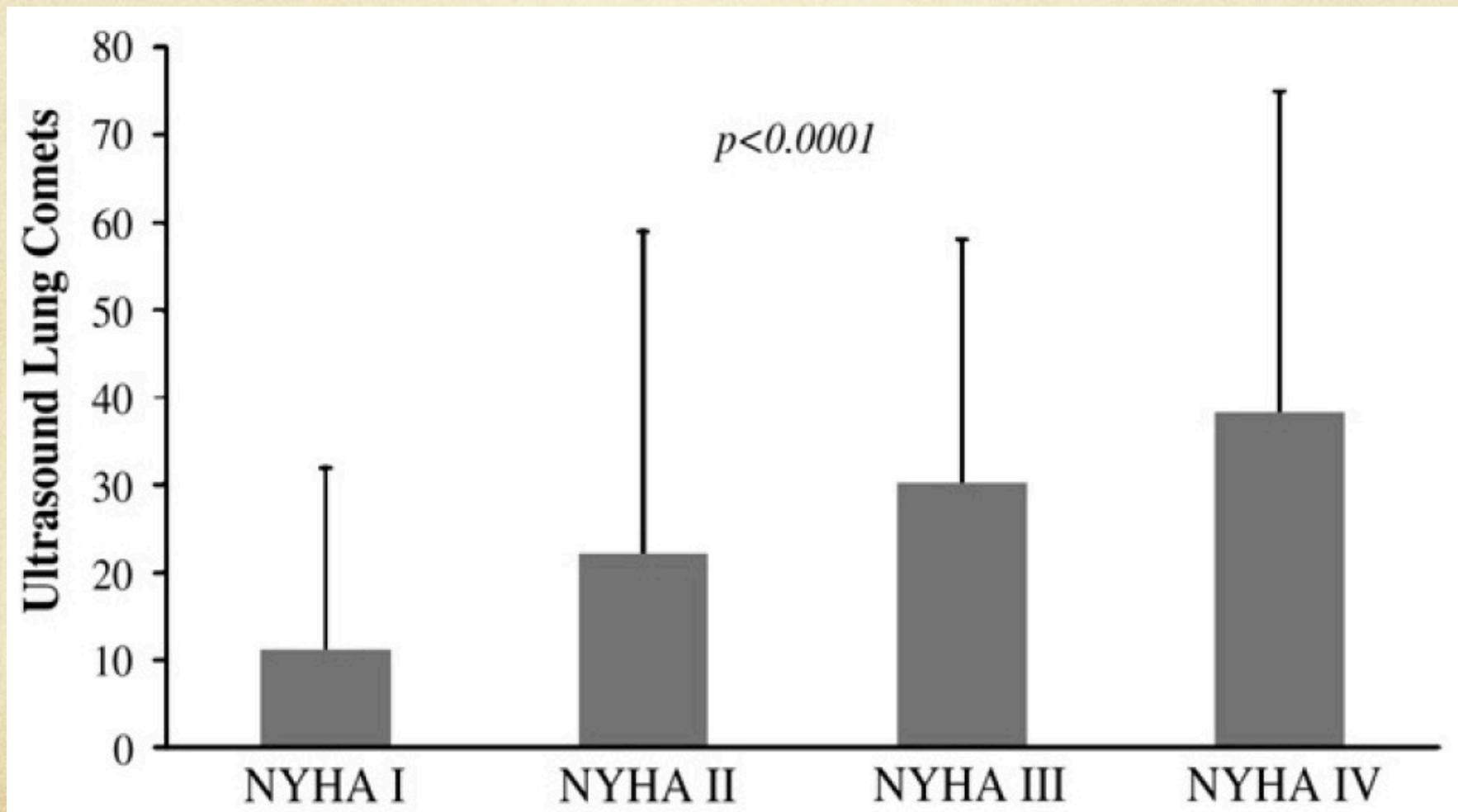
# Oedème aigu du poumon

- On utilise un index échographique, appelé « COMET SCORE » pour évaluer la sévérité de l'œdème pulmonaire.
- Pour établir le « COMET SCORE », le patient est installé en position de décubitus dorsal et on image le long des 2<sup>e</sup>-3<sup>e</sup>-4<sup>e</sup> espaces intercostaux à gauche et des 2<sup>e</sup>-3<sup>e</sup>-4<sup>e</sup>-5<sup>e</sup> espaces intercostaux à droite.
- On fait alors la somme des **LIGNES B** retrouvées de chaque côté en para-sternal, à la ligne mid-claviculaire, à la ligne axillaire antérieure et à la ligne mid-claviculaire.
- La somme de toutes ces lignes B constitue le « COMET SCORE ».

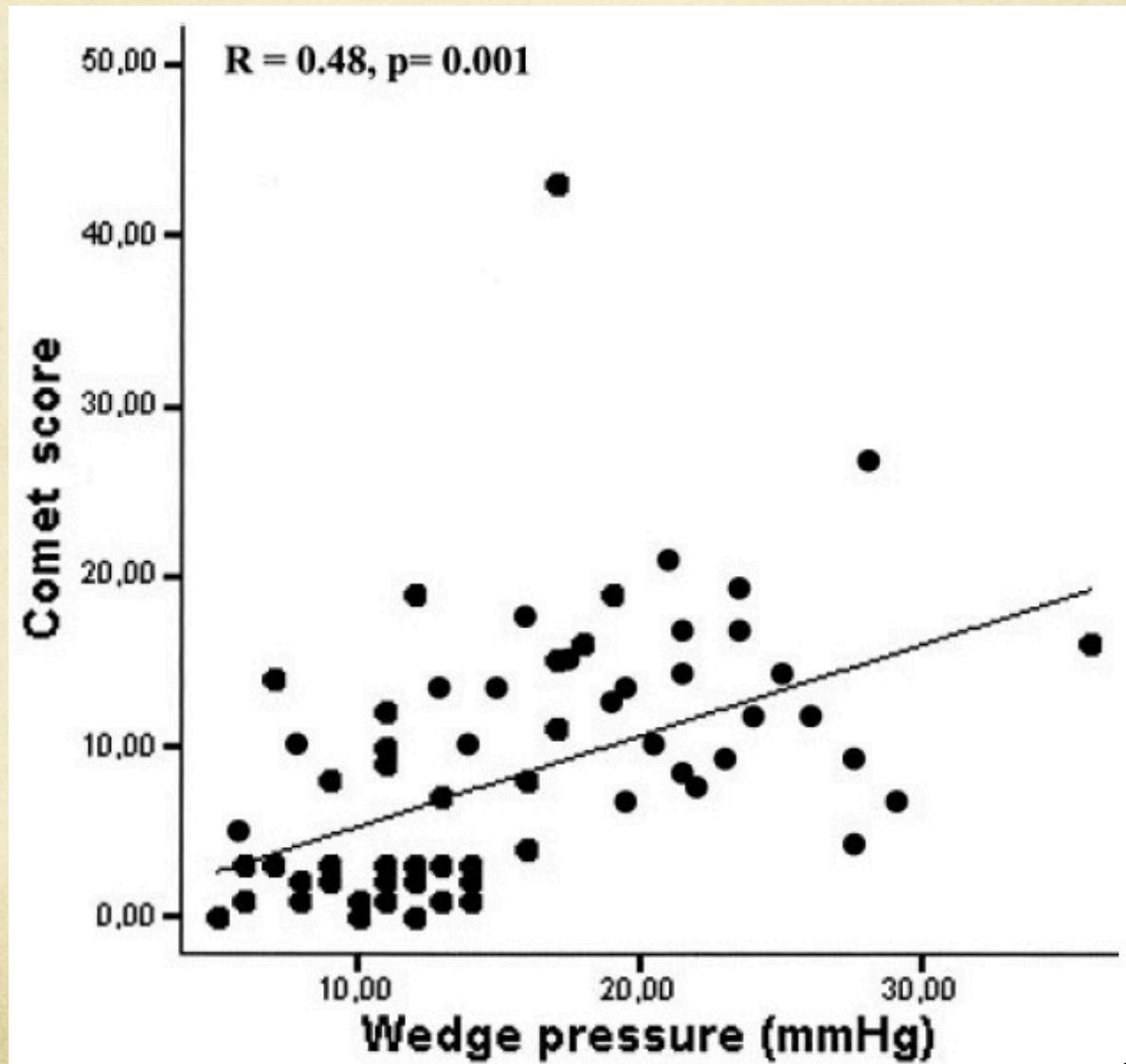
*Exemple de tableau utilisé pour la comptabilisation du « COMET SCORE »*

Côté droit					Côté gauche			
Mid-axillaire	Axillaire antérieure	Mid-claviculaire	Para-sternal	Espace intercostal 1	Para-sternal	Mid-claviculaire	Axillaire antérieure	Mid-axillaire
				2 <sup>e</sup>				
				3 <sup>e</sup>				
				4 <sup>e</sup>				
				5 <sup>e</sup>				

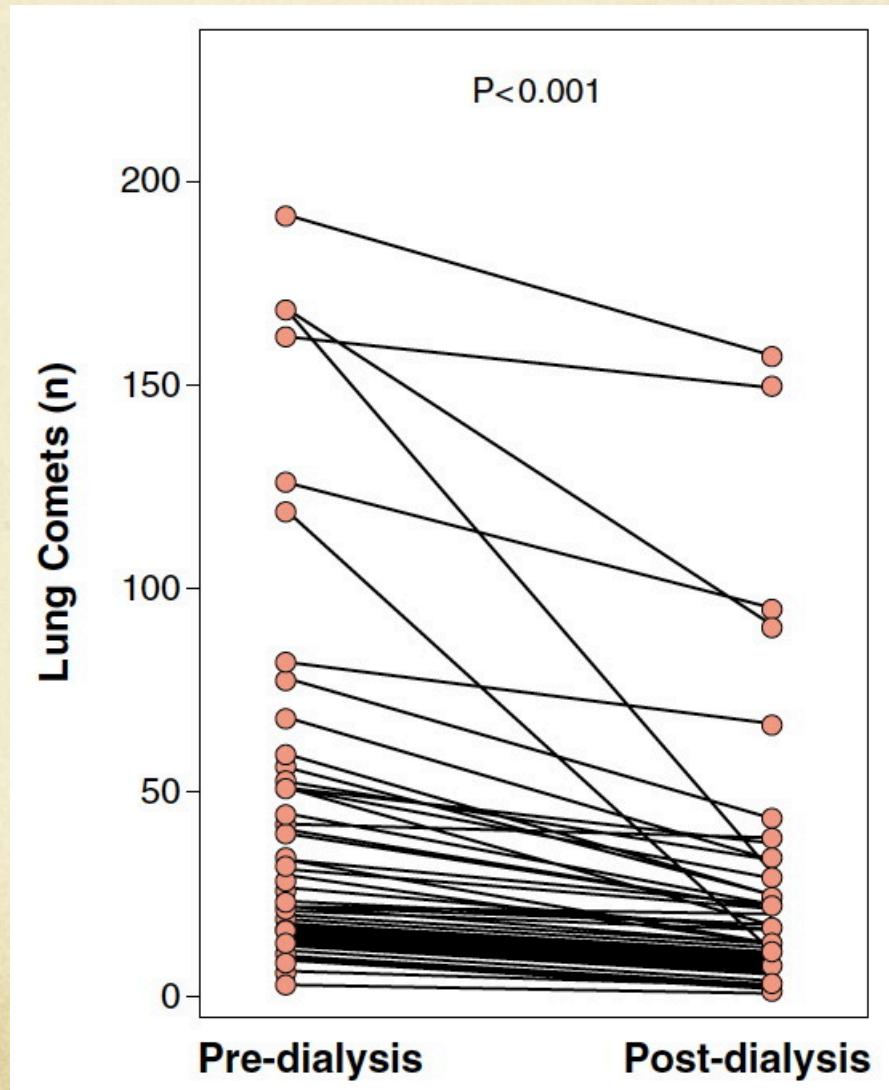
# NYHA et “comet score”



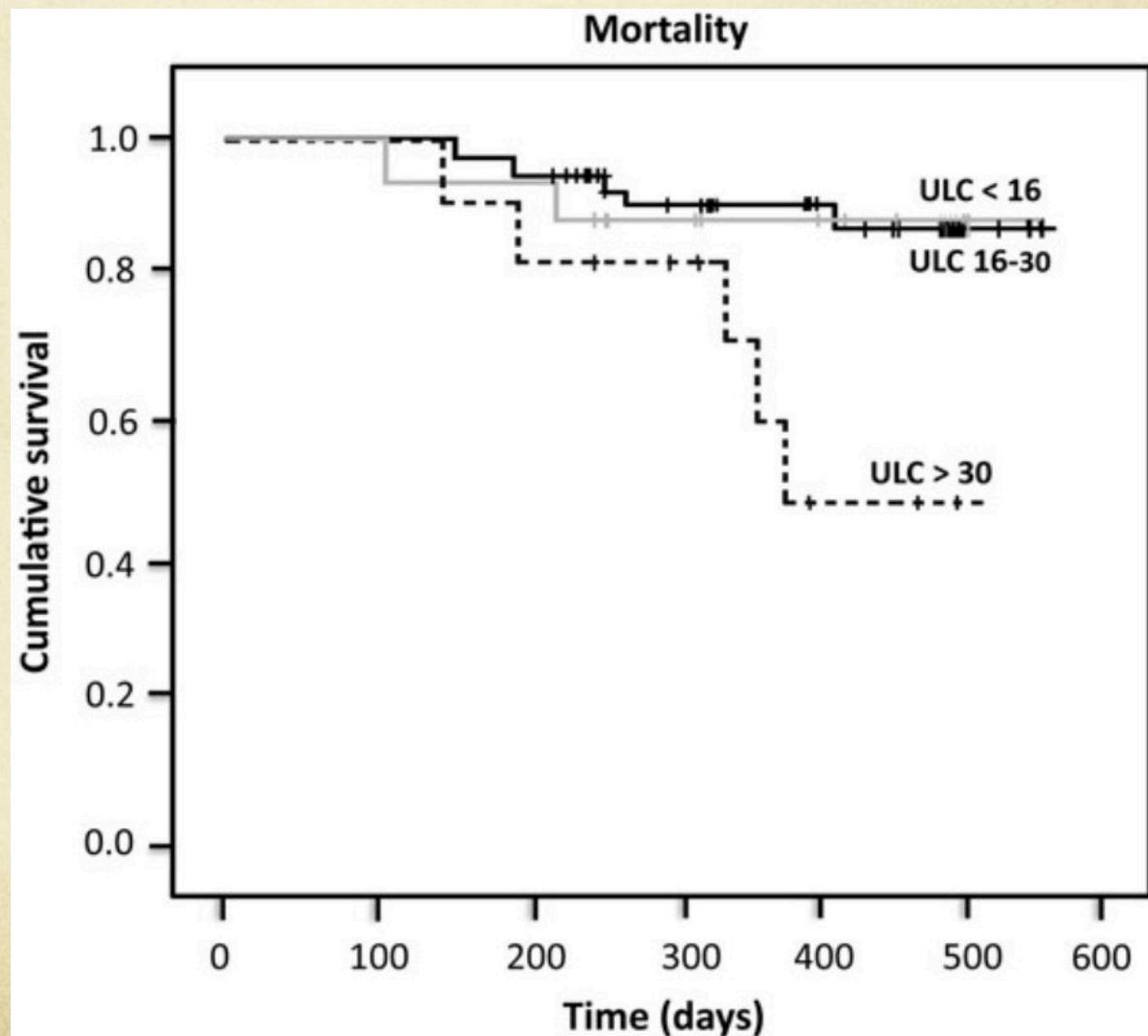
# PAPO et “comet score”



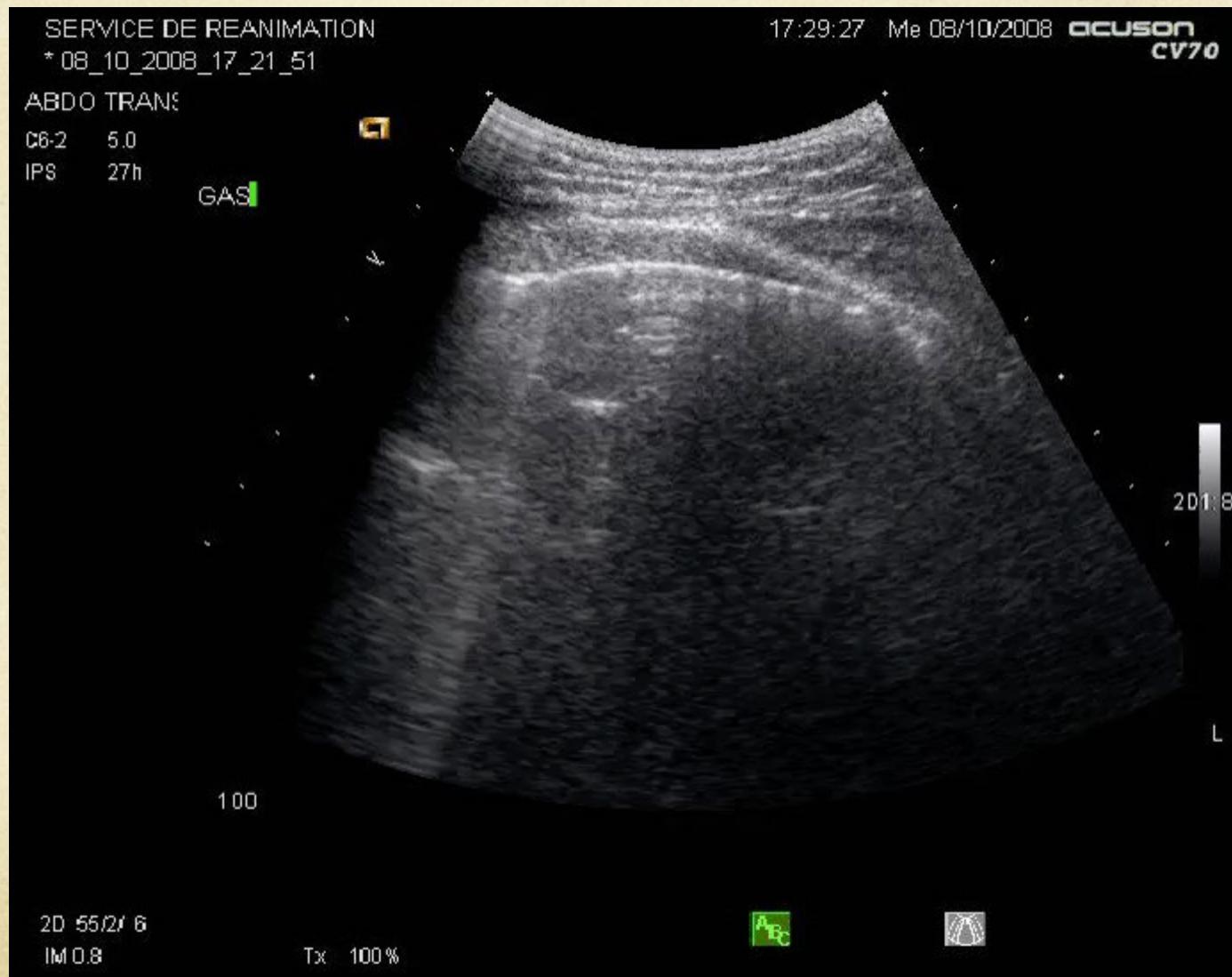
# Hémodialyse et “comet score”



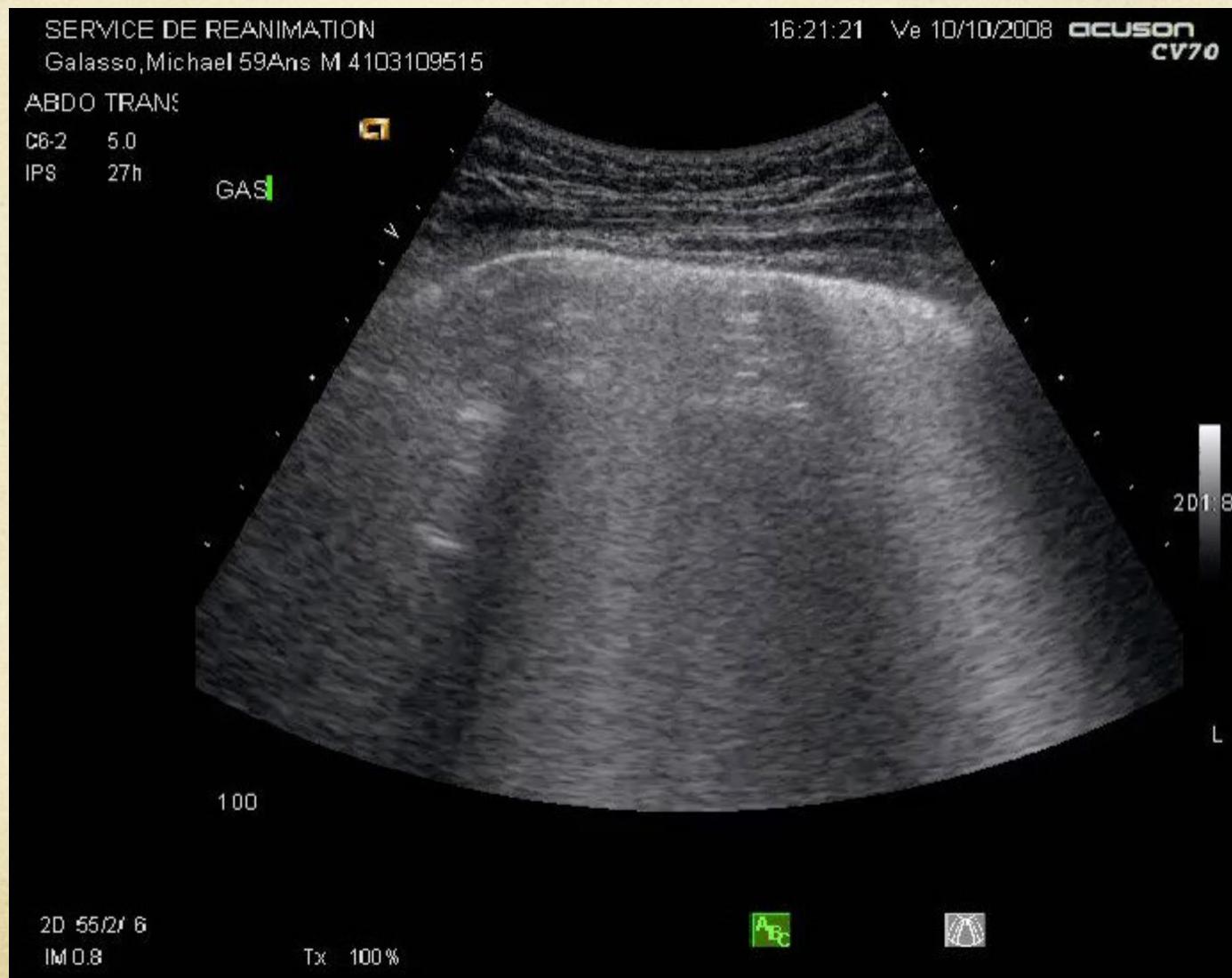
# Mortalité et « comet score »



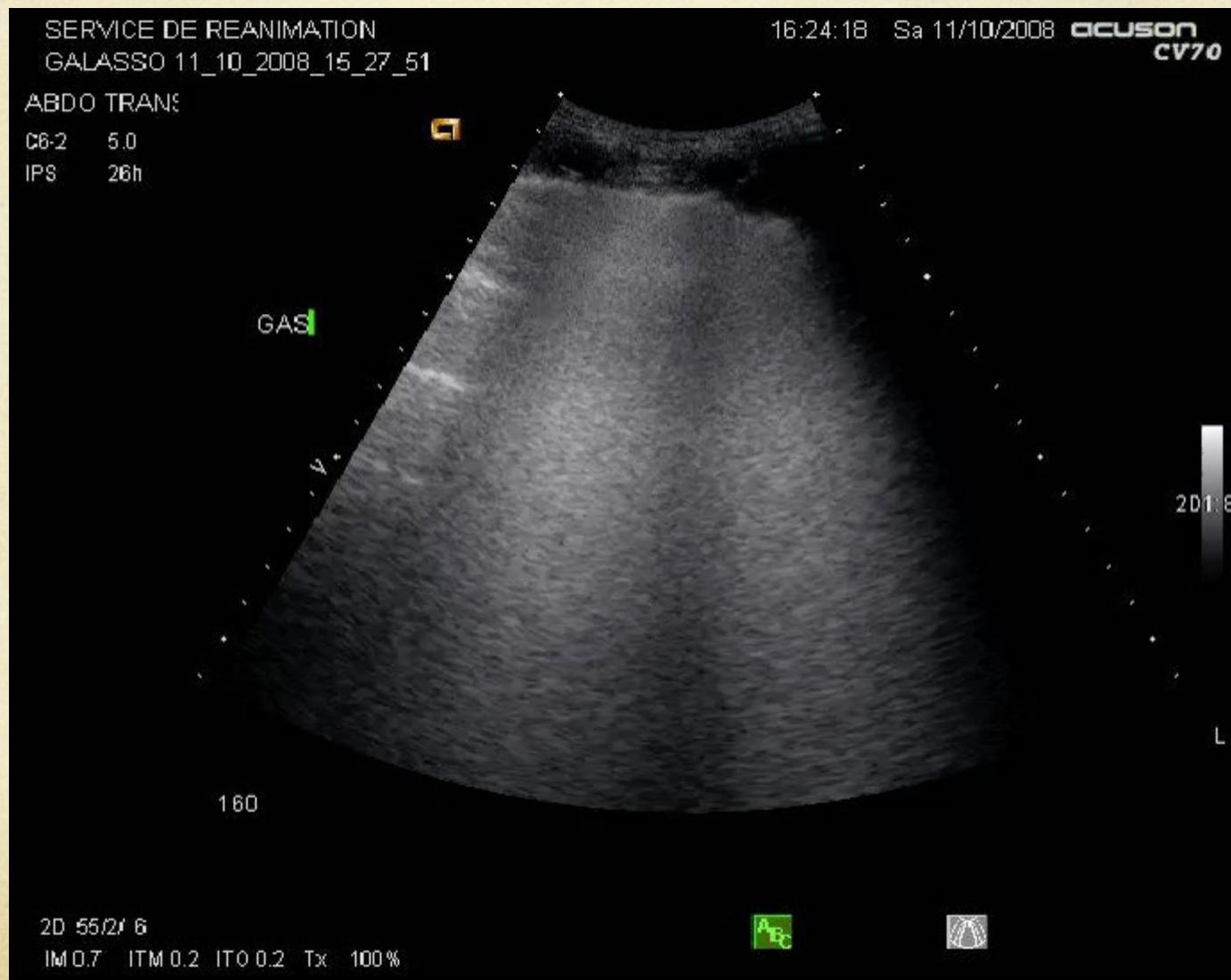
# Oedème aigu du poumon



# Oedème aigu du poumon



# Oedème aigu du poumon



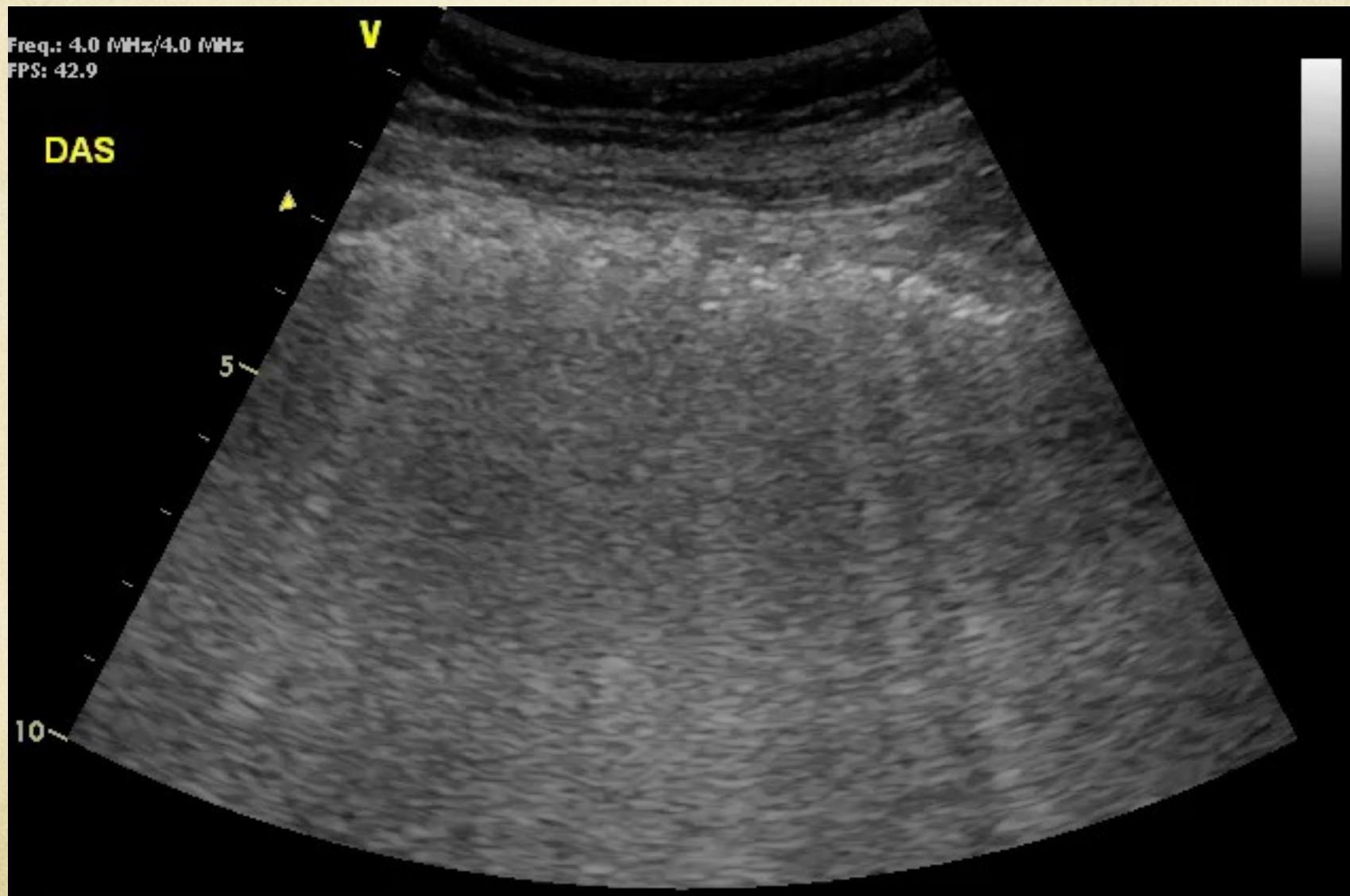
# Oedème aigu du poumon



# Fibrose pulmonaire

- Corrélation bien établie entre le nombre de lignes B et le score de Warrick et la DLCO
- Critères échographiques
  - Epaississement de la ligne pleurale ( $> 3$  mm) débutant aux bases habituellement symétrique
  - Avec progression de la sévérité de la maladie, épaississement plus important de la plèvre, apparition de consolidations subpleurales et apparition/augmentation du nombre de lignes B.

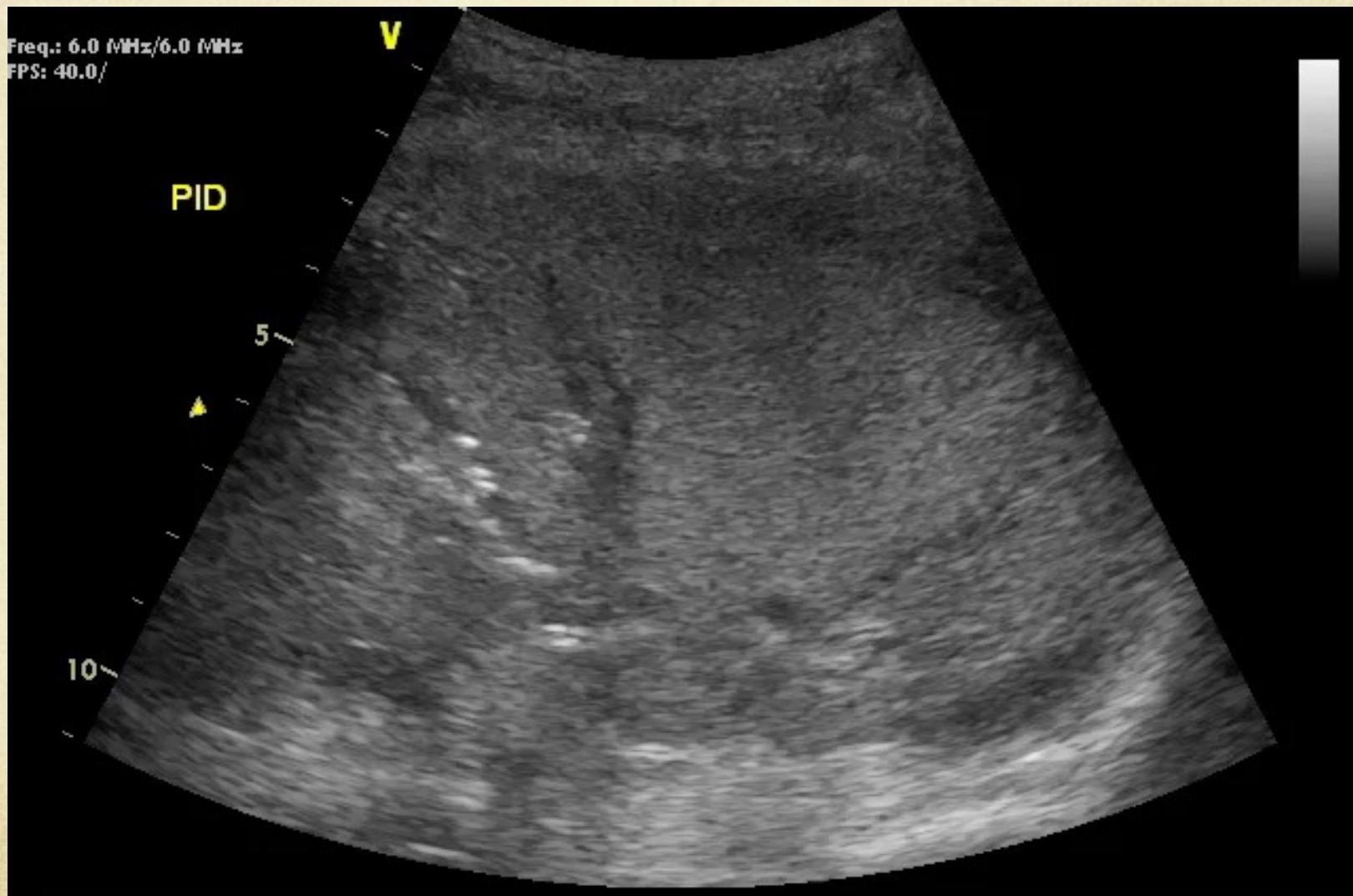
# Fibrose pulmonaire



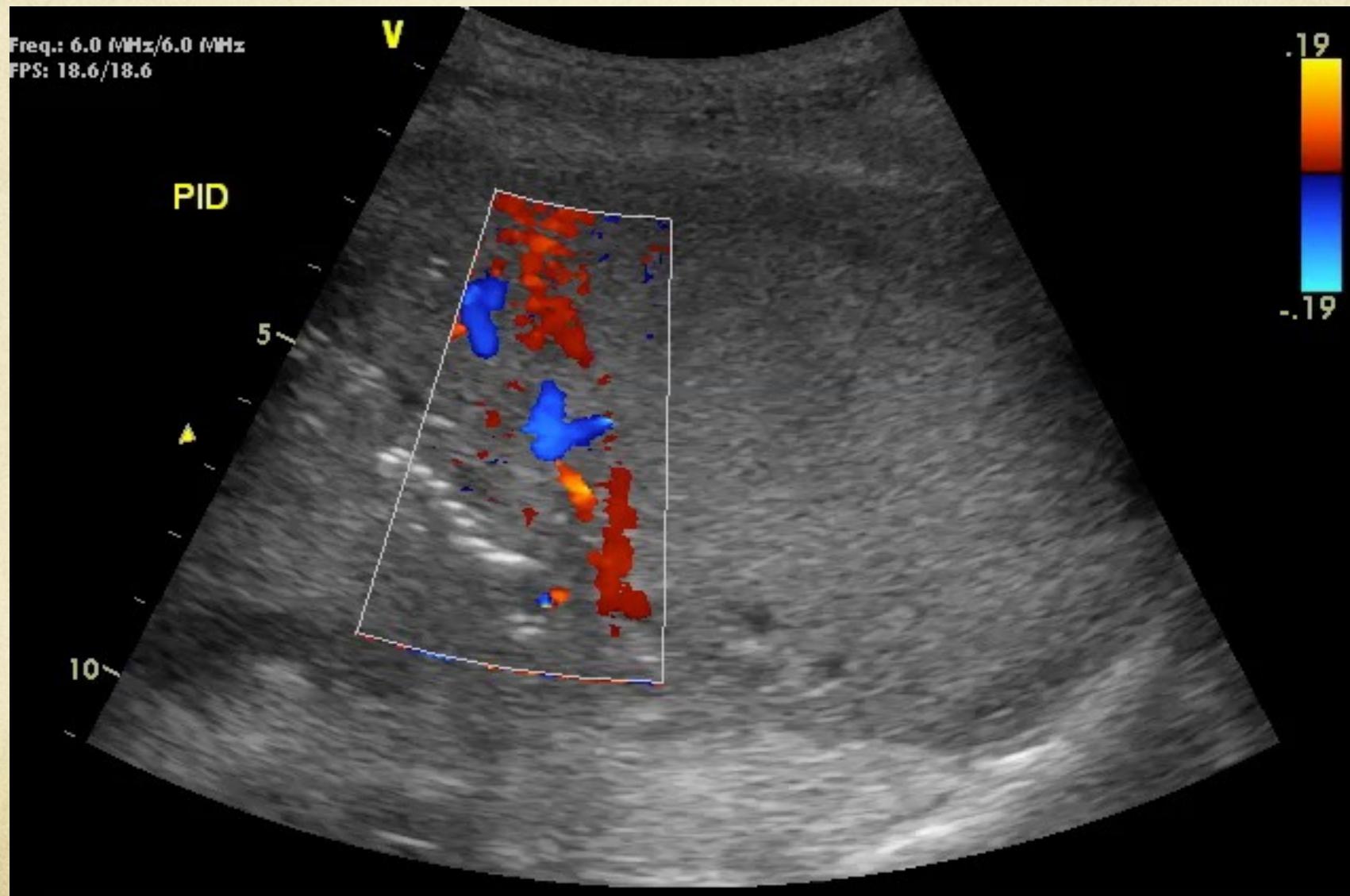
# Consolidation

- Atélectasie
  - Etiologie (obstructive, compression)
- Pneumonie
  - Bronchogramme aérique dynamique
  - Doppler couleur

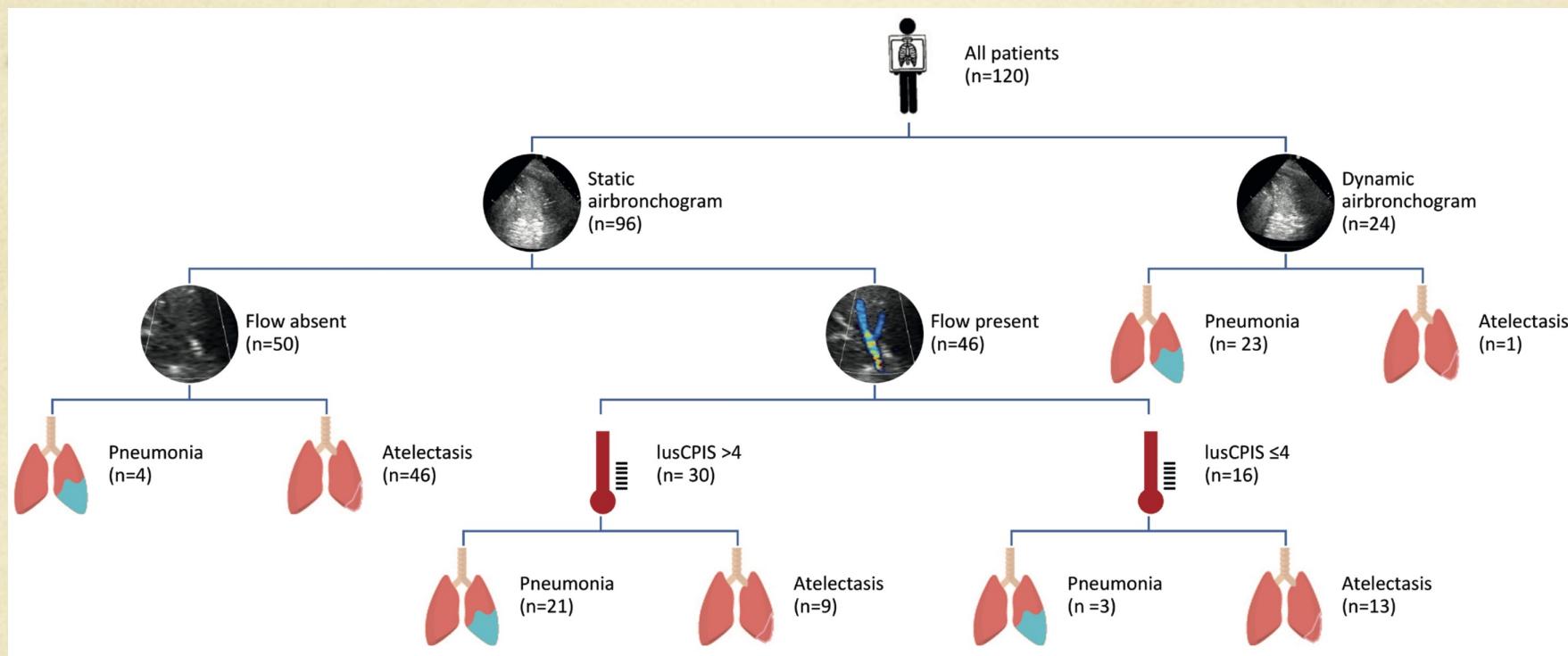
# Bronchogramme aérique dynamique



# Doppler couleur



# “Extended LUS”



# Dysfonction diaphragmatique

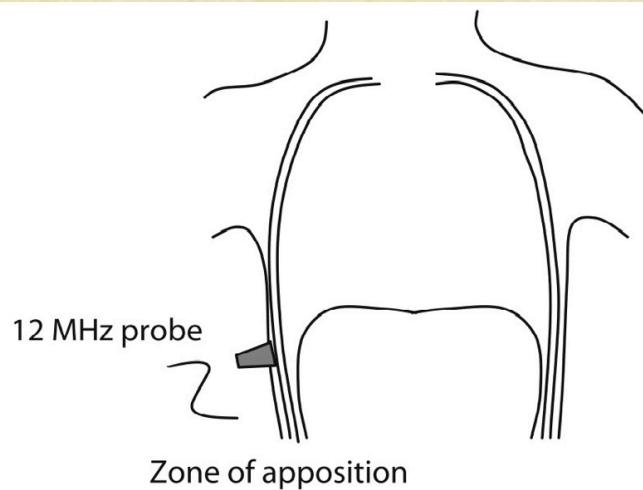
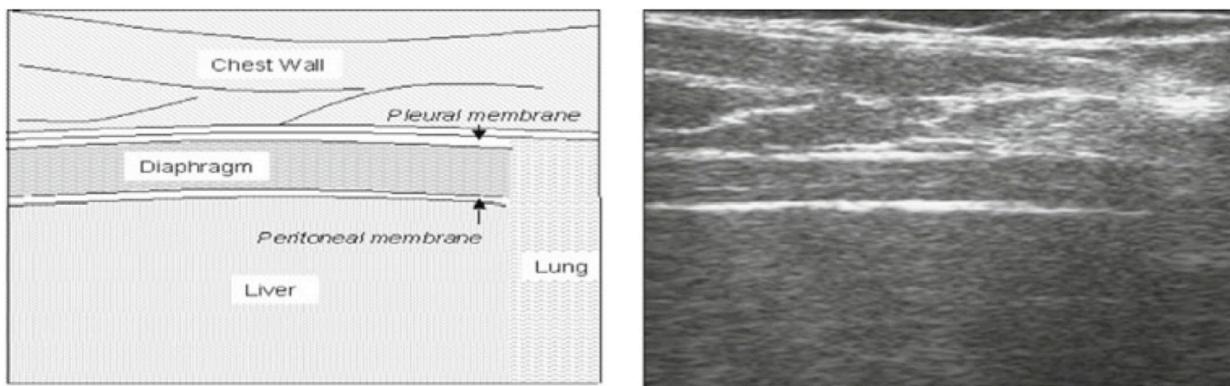
- Technique échographique de référence: mesure de l'épaissement de la portion musculaire du diaphragme.
- En pratique:
  - Corrélation entre la capacité vitale et l'excursion diaphragmatique mesurée à l'écho
  - Corrélation entre l'index de Gilbert et l'excursion diaphragmatique mesurée à l'écho

# Dysfonction diaphragmatique

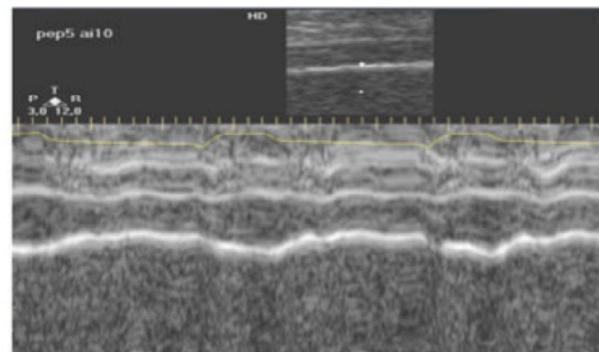
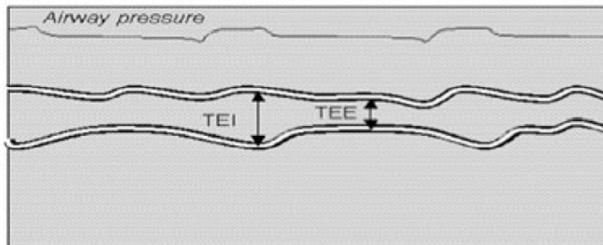


# Dysfonction diaphragmatique



**A****B****C**

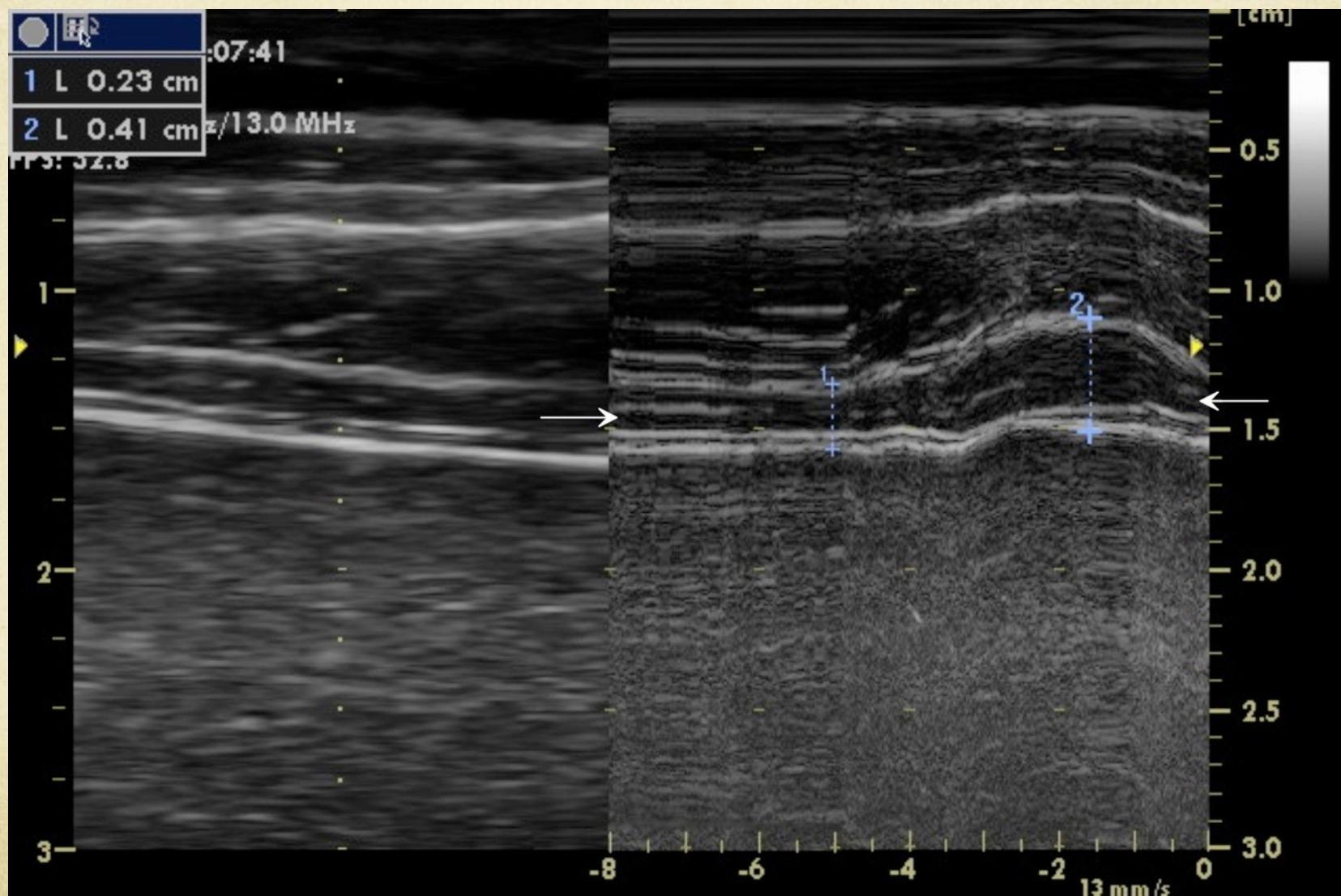
$$TF = (TEI - TEE) / TEE$$



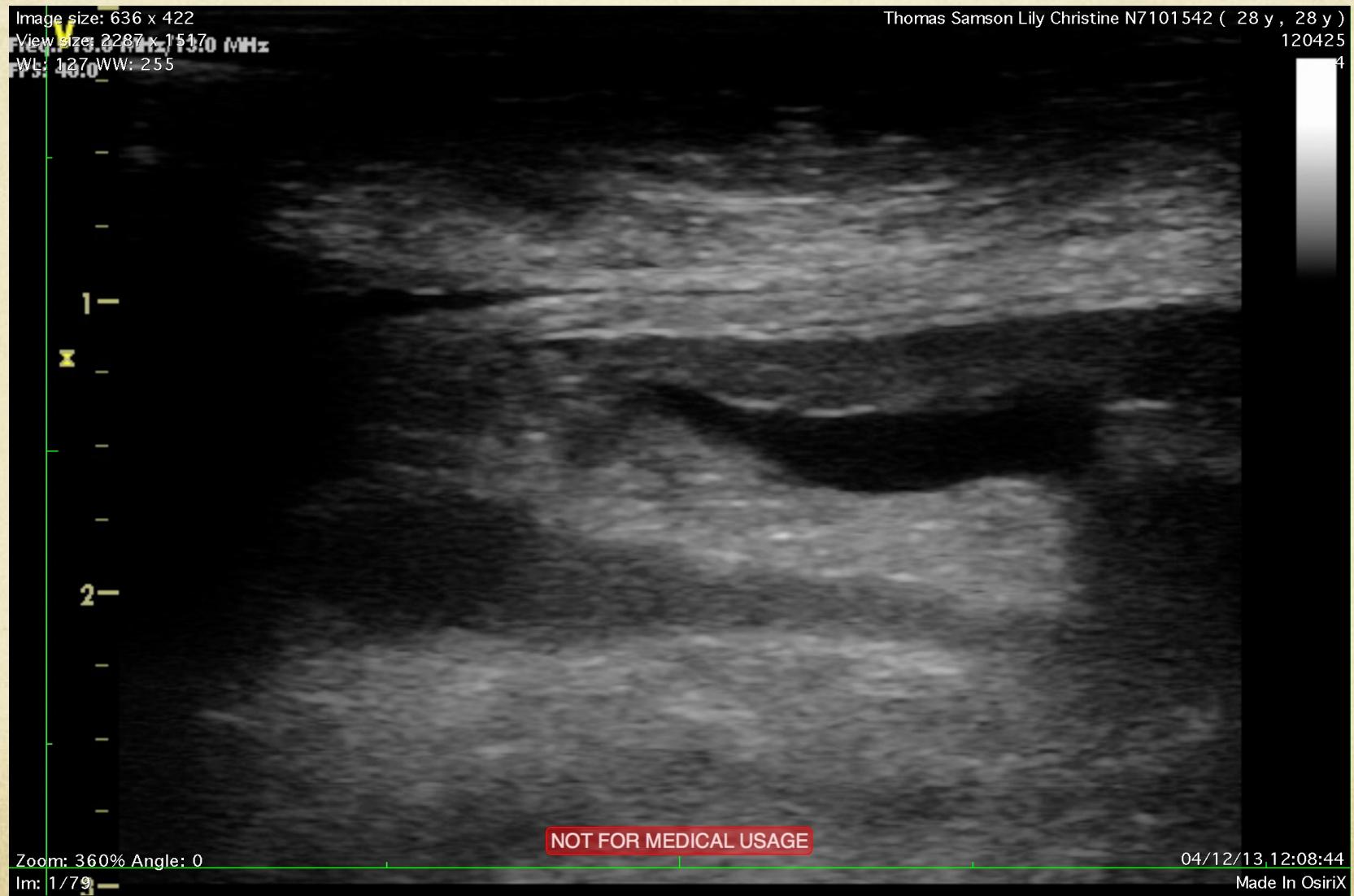
# Dysfonction diaphragmatique



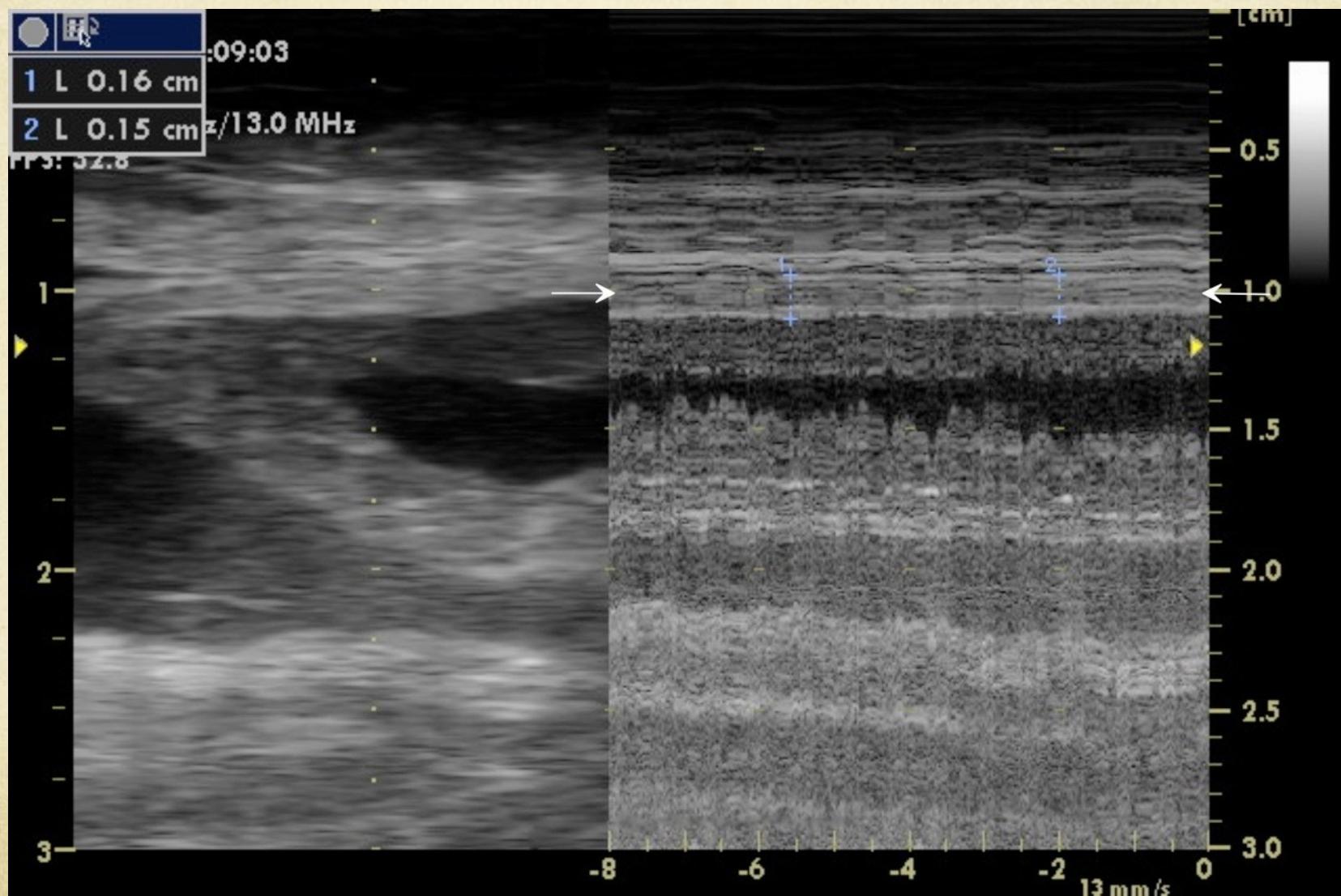
# Dysfonction diaphragmatique

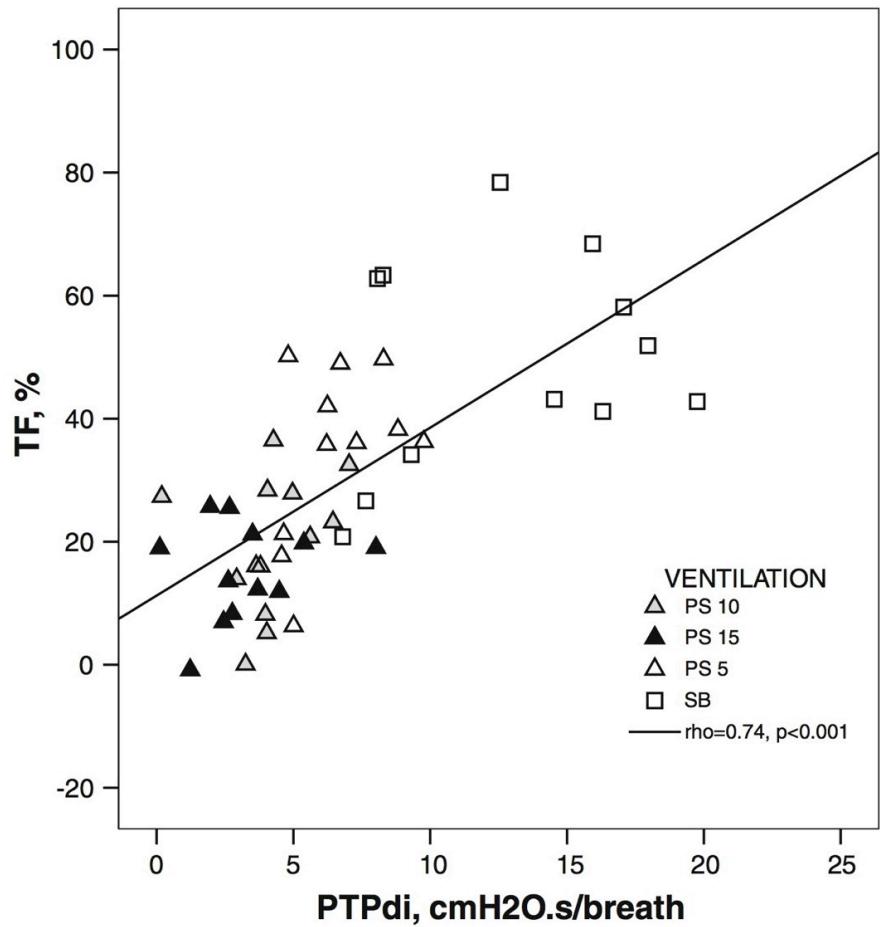
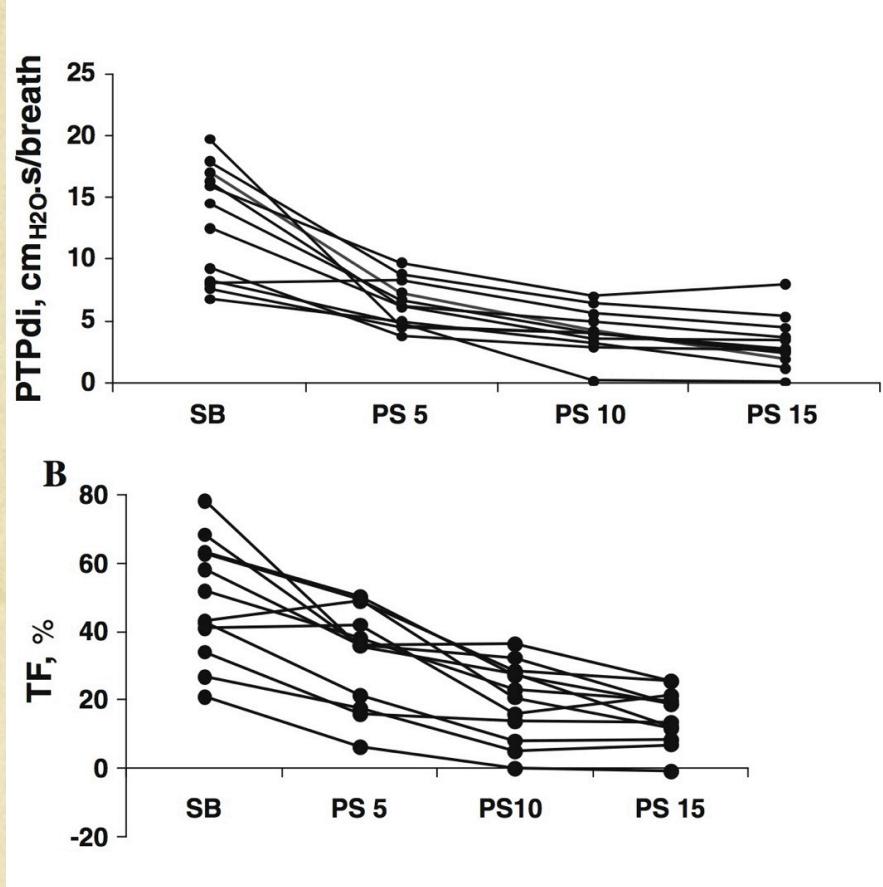


# Dysfonction diaphragmatique



# Dysfonction diaphragmatique





# Conclusion

- Technique de choix au chevet pour le diagnostique des pathologies suivantes:
  - Pneumothorax
  - Epanchements pleuraux
  - Oedème aigu du poumon
  - Dysfonction diaphragmatique
- Limitation inhérente aux ultrasons qui limitent la visualisation des pathologies à celles impliquant la plèvre.
- Problèmes liés aux multiples pathologies

