



Faculté de médecine

Année 2023/2024

N°

## Thèse

Pour le

### DOCTORAT EN MEDECINE

Diplôme d'État

par

**Clément ASESIO**

Né le 09/04/1995 à Brou-Sur-Chantereine (77)

---

#### TITRE

Impact du nombre de quadrants explorés sur l'interprétation des échographies pleuropulmonaires en réanimation

---

Présentée et soutenue publiquement le 12 septembre 2024 devant un jury composé de :

Président du Jury : Professeur Fabien ESPITALIER, Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence, Faculté de Médecine -Tours

Membres du Jury :

Professeur Éric LEVESQUE, Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence, Faculté de Médecine –Tours

Docteur Willy Serge MFAM, Anesthésie-réanimation, PH, CHRO – Orléans

Docteur Thibault CHOPIN, Anesthésie-réanimation – CHU – Tours

Directeur de thèse : Professeur Francis REMERAND, Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence, Faculté de Médecine – Tours

## Résumé En Français

### Introduction

L'échographie pleuropulmonaire est utilisée quotidiennement en réanimation. Elle permet principalement 4 diagnostics: la condensation, le syndrome interstitiel, l'épanchement pleural et le pneumothorax. Elle explore classiquement 6 quadrants par hémithorax : antéro-apical (AA), antéro-basal (AB), latéro-apical (LA), latéro-basal (LB), postéro-apical (PA) et postéro-basal (PB). Cependant, au quotidien, le nombre de quadrants examiné est souvent diminué, sans qu'on en connaisse l'impact diagnostique.

Le but de cette étude est d'évaluer l'apport diagnostique du quadrant PA puis des 2 quadrants latéraux (LA, LB), versus les quadrants antérieurs (AA, AB) et postéro-basal (PB) pour ces 4 pathologies.

### Matériel et méthodes

Étude prospective multicentrique sur 8 centres (dont 6 universitaires), à partir de 31 enregistrements d'échographie pleuropulmonaire bilatérale (62 hémithorax chez 40 patients) réalisés dans deux réanimations chirurgicales universitaires. Des médecins (4 experts et 17 praticiens) ont été sollicités pour lire ces examens, en 3 séquences : 3 quadrants AA, AB, PB, puis PA (4 quadrants) et puis LA et LB (6 quadrants). Après chaque séquence le lecteur devait retenir ou écarter les 4 pathologies citées ci-dessus.

Le critère principal de jugement était le pourcentage de diagnostics modifiés par les praticiens pour chaque pathologie (condensation, syndrome interstitiel, épanchement pleural, pneumothorax) après analyse des 6 quadrants, versus le diagnostic initial posé à partir de l'analyse des 3 quadrants. Les résultats sont exprimés en médiane (10<sup>e</sup> et 90<sup>e</sup> percentiles).

### Résultats

21 médecins de 8 centres (dont 6 centres universitaires) ont complété la lecture des examens. Pour le diagnostic de condensation, l'ajout du quadrant PA puis des 2 quadrants latéraux, modifiait le diagnostic final dans 10% (3-27%) des cas. Pour le diagnostic de syndrome interstitiel, l'ajout du quadrant PA puis des 2 quadrants latéraux, modifiait le diagnostic final dans 15% (8-26%) des cas. Pour le diagnostic de pleurésie, l'ajout du quadrant PA puis des 2 quadrants latéraux, modifiait le diagnostic final dans 6% (3-15%) des cas. Pour le diagnostic de pneumothorax, l'ajout du quadrant PA puis des 2 quadrants latéraux, modifiait le diagnostic final dans 2% (0-13%) des cas.

### Conclusion

En routine, l'examen pleuropulmonaire basé sur les 6 quadrants par hémithorax modifie peu le diagnostic retenu après l'examen basé sur les seuls quadrants AA, AB et PB.

Mots clés : Échographie pleuropulmonaire, Quadrants, Diagnostic

# Impact of the Number of Explored Quadrants on the Interpretation of Pleuropulmonary Ultrasound in Intensive Care Unit

## RESUME EN ANGLAIS

### Introduction

Pleuropulmonary ultrasound is routinely employed in intensive care units (ICUs) and is primarily used for the diagnosis of four key conditions: lung consolidation, interstitial syndrome, pleural effusion, and pneumothorax. The standard examination typically involves scanning six quadrants per hemithorax: antero-apical (AA), antero-basal (AB), latero-apical (LA), latero-basal (LB), postero-apical (PA), and postero-basal (PB). However, in daily practice, the number of quadrants examined is often reduced, and the diagnostic impact of this reduction remains unclear. The objective of this study is to evaluate the diagnostic contribution of the PA quadrant, followed by the two lateral quadrants (LA, LB), compared to the anterior (AA, AB) and postero-basal (PB) quadrants, across these four pathologies.

### Materials and Methods

This prospective multicenter study was conducted across 8 centers (including 6 university hospitals), involving 31 bilateral pleuropulmonary ultrasound recordings (62 hemithorax in 40 patients) performed in two university-affiliated surgical ICUs. A total of 21 physicians (comprising 4 experts and 17 practitioners) were recruited to interpret these ultrasound examinations in three sequential stages: initially examining the AA, AB, and PB quadrants (3 quadrants), then adding the PA quadrant (4 quadrants), and finally including the LA and LB quadrants (6 quadrants). After each stage, the physicians were required to confirm or exclude the presence of the four specified conditions. The primary outcome measure was the percentage of diagnoses that were modified after the analysis of 6 quadrants, compared to the initial diagnosis made from the analysis of 3 quadrants, for each of the four conditions (consolidation, interstitial syndrome, pleural effusion, pneumothorax). The results are presented as median (10th and 90th percentiles).

### Results

A total of 21 physicians from 8 centers (including 6 university centers) completed the interpretation of the ultrasound examinations. For the diagnosis of lung consolidation, the inclusion of the PA quadrant followed by the two lateral quadrants altered the final diagnosis in 10% (3-27%) of cases. For interstitial syndrome, this modification occurred in 15% (8-26%) of cases. The diagnosis of pleural effusion was altered in 6% (3-15%) of cases, and for pneumothorax, the change occurred in 2% (0-13%) of cases.

### Conclusion

In routine practice, extending pleuropulmonary ultrasound to include six quadrants per hemithorax results in minimal changes to the diagnosis initially made after examining only the AA, AB, and PB quadrants

Mots clés en anglais : Lung Ultrasound, Quadrant, Diagnosis

## UNIVERSITE DE TOURS FACULTE DE MEDECINE DE TOURS

### DOYEN

Pr Denis ANGOULVANT

### VICE-DOYEN

Pr David BAKHOS

### ASSESEURS

Pr Philippe GATAULT, *Pédagogie*  
Pr Caroline DIGUISTO, *Relations internationales*  
Pr Clarisse DIBAO-DINA, *Médecine générale*  
Pr Pierre-Henri DUCLUZEAU, *Formation Médicale Continue*  
Pr Hélène BLASCO, *Recherche*  
Pr Pauline SAINT-MARTIN, *Vie  tudiante*

### RESPONSABLE ADMINISTRATIVE

Mme Carole ACCOLAS

\*\*\*\*\*

### DOYENS HONORAIRES

Pr Emile ARON (†) – 1962-1966  
*Directeur de l'Ecole de Médecine - 1947-1962*  
Pr Georges DESBUQUOIS (†) - 1966-1972  
Pr André GOUAZE (†) - 1972-1994  
Pr Jean-Claude ROLLAND – 1994-2004  
Pr Dominique PERROTIN – 2004-2014  
Pr Patrice DIOT – 2014-2024

### PROFESSEURS EMERITES

Pr Daniel ALISON  
Pr Gilles BODY  
Pr Philippe COLOMBAT  
Pr Etienne DANQUECHIN-DORVAL  
Pr Patrice DIOT  
Pr Luc FAVARD  
Pr Bernard FOUQUET  
Pr Yves GRUEL  
Pr Frédéric PATAT  
Pr Loïc VAILLANT

### PROFESSEURS HONORAIRES

P. ANTHONIOZ – P. ARBEILLE – A. AUDURIER – A. AUTRET – D. BABUTY – C. BARTHELEMY – J.L. BAULIEU – C. BERGER – JC. BESNARD – P. BEUTTER – C. BONNARD – P. BONNET – P. BOUGNOUX – P. BURDIN – L. CASTELLANI – J. CHANDENIER – A. CHANTEPIE – B. CHARBONNIER – P. CHOUTET – T. CONSTANS – C. COUET – L. DE LA LANDE DE CALAN – P. DUMONT – J.P. FAUCHIER – F. FETISSOF – J. FUSCIARDI – P. GAILLARD – G. GINIES – D. GOGA – A. GOUDEAU – J.L. GUILMOT – O. HAILLOT – N. HUTEN – M. JAN – J.P. LAMAGNERE – F. LAMISSE – Y. LANSON – O. LE FLOCH – Y. LEBRANCHU – E. LECA – P. LECOMTE – AM. LEHR-DRYLEWICZ – E. LEMARIE – G. LEROY – G. LORETTE – M. MARCHAND – C. MAURAGE – C. MERCIER – J. MOLINE – C. MORAIN – J.P. MUH – J. MURAT – H. NIVET – D. PERROTIN – L. POURCELOT – R. QUENTIN – P. RAYNAUD – D. RICHARD-LENOBLE – A. ROBIER – J.C. ROLLAND – P. ROSSET – D. ROYERE – A. SAINDELLE – E. SALIBA – J.J. SANTINI – D. SAUVAGE – D. SIRINELLI – J. WEILL

## PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| AMELOT Aymeric.....                  | Neurochirurgie  |
| ANDRES Christian.....                | Biochimie et biologie moléculaire                               |
| ANGOULVANT Denis.....                | Cardiologie   |
| APETOH Lionel.....                   | Immunologie   |
| AUDEMARD-VERGER Alexandra.....       | Médecine interne  |
| AUPART Michel.....                   | Chirurgie thoracique et cardiovasculaire                        |
| BACLE Guillaume.....                 | Chirurgie orthopédique et traumatologique                       |
| BAKHOS David.....                    | Oto-rhino-laryngologie  |
| BALLON Nicolas.....                  | Psychiatrie ; addictologie                                      |
| BARILLOT Isabelle.....               | Cancérologie ; radiothérapie                                    |
| BARON Christophe.....                | Immunologie   |
| BEJAN-ANGOULVANT Théodora.....       | Pharmacologie clinique  |
| BERHOUEZ Julien.....                 | Chirurgie orthopédique et traumatologique                       |
| BERNARD Anne.....                    | Cardiologie   |
| BERNARD Louis.....                   | Maladies infectieuses et maladies tropicales                    |
| BLANCHARD-LAUMONNIER Emmanuelle..... | Biologie cellulaire   |
| BLASCO Hélène.....                   | Biochimie et biologie moléculaire                               |
| BONNET-BRILHAULT Frédérique.....     | Physiologie   |
| BOULOUIS Grégoire.....               | Radiologie et imagerie médicale                                 |
| BOURGUIGNON Thierry.....             | Chirurgie thoracique et cardiovasculaire                        |
| BRILHAULT Jean.....                  | Chirurgie orthopédique et traumatologique                       |
| BRUNAUT Paul.....                    | Psychiatrie d'adultes, addictologie                             |
| BRUNEREAU Laurent.....               | Radiologie et imagerie médicale                                 |
| BRUYERE Franck.....                  | Urologie  |
| BUCHLER Matthias.....                | Néphrologie   |
| CAILLE Agnès.....                    | Biostat., informatique médical et technologies de communication |
| CALAIS Gilles.....                   | Cancérologie, radiothérapie                                     |
| CAMUS Vincent.....                   | Psychiatrie d'adultes   |
| CORCIA Philippe.....                 | Neurologie  |
| COTTIER Jean-Philippe.....           | Radiologie et imagerie médicale                                 |
| DEQUIN Pierre-François.....          | Thérapeutique   |
| DESMIDT Thomas.....                  | Psychiatrie   |
| DESOUBEAUX Guillaume.....            | Parasitologie et mycologie                                      |
| DESTRIEUX Christophe.....            | Anatomie  |
| DI GUISTO Caroline.....              | Gynécologie obstétrique   |
| DU BOUEXIC de PINIEUX Gonzague.....  | Anatomie & cytologie pathologiques                              |
| DUCLUZEAU Pierre-Henri.....          | Endocrinologie, diabétologie, et nutrition                      |
| EHRMANN Stephan.....                 | Médecine intensive – réanimation                                |
| EL HAGE Wissam.....                  | Psychiatrie adultes   |
| ELKRIEF Laure.....                   | Hépatologie – gastroentérologie                                 |
| ESPITALIER Fabien.....               | Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence              |
| FAUCHIER Laurent.....                | Cardiologie   |
| FOUGERE Bertrand.....                | Gériatrie   |
| FRANCOIS Patrick.....                | Neurochirurgie  |
| FROMONT-HANKARD Gaëlle.....          | Anatomie & cytologie pathologiques                              |
| GATAULT Philippe.....                | Néphrologie   |
| GAUDY-GRAFFIN Catherine.....         | Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière                   |
| GOUPILLE Philippe.....               | Rhumatologie  |
| GUERIF Fabrice.....                  | Biologie et médecine du développement et de la reproduction     |
| GUILLON Antoine.....                 | Médecine intensive – réanimation                                |
| GUILLON-GRAMMATICO Leslie.....       | Epidémiologie, économie de la santé et prévention               |
| GUYETANT Serge.....                  | Anatomie et cytologie pathologiques                             |
| GYAN Emmanuel.....                   | Hématologie, transfusion  |
| HALIMI Jean-Michel.....              | Thérapeutique   |
| HANKARD Régis.....                   | Pédiatrie   |
| HERAULT Olivier.....                 | Hématologie, transfusion  |
| HERBRETEAU Denis.....                | Radiologie et imagerie médicale                                 |
| HOURIOUX Christophe.....             | Biologie cellulaire   |
| IVANES Fabrice.....                  | Physiologie   |
| LABARTHE François.....               | Pédiatrie   |
| LAFFON Marc.....                     | Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence |
| LARDY Hubert.....                    | Chirurgie infantile   |
| LARIBI Saïd.....                     | Médecine d'urgence  |
| LARTIGUE Marie-Frédérique.....       | Bactériologie-virologie   |

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| LAURE Boris.....              | Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie                       |
| LE NAIL Louis-Romée .....     | Cancérologie, radiothérapie                                     |
| LECOMTE Thierry .....         | Gastroentérologie, hépatologie                                  |
| LEFORT Bruno .....            | Pédiatrie   |
| LEGRAS Antoine .....          | Chirurgie thoracique  |
| LEMAIGNEN Adrien .....        | Maladies infectieuses   |
| LESCANNE Emmanuel .....       | Oto-rhino-laryngologie  |
| LEVESQUE Éric .....           | Anesthésiologie et réanimation chirurgicale, médecine d'urgence |
| LINASSIER Claude .....        | Cancérologie, radiothérapie                                     |
| MACHET Laurent .....          | Dermato-vénéréologie  |
| MAILLOT François .....        | Médecine interne  |
| MARCHAND-ADAM Sylvain.....    | Pneumologie   |
| MARRET Henri .....            | Gynécologie-obstétrique   |
| MARUANI Annabel.....          | Dermatologie-vénéréologie                                       |
| MEREGHETTI Laurent.....       | Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière                  |
| MITANCHEZ Delphine.....       | Pédiatrie   |
| MOREL Baptiste.....           | Radiologie pédiatrique  |
| MORINIERE Sylvain .....       | Oto-rhino-laryngologie  |
| MOUSSATA Driffa .....         | Gastro-entérologie  |
| MULLEMAN Denis.....           | Rhumatologie  |
| ODENT Thierry .....           | Chirurgie infantile   |
| OUAISSI Mehdi.....            | Chirurgie digestive   |
| OULDAMER Lobna.....           | Gynécologie-obstétrique   |
| PAINTAUD Gilles .....         | Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique              |
| PARE Arnaud .....             | Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie                       |
| PASI Marco.....               | Neurologie  |
| PERROTIN Franck.....          | Gynécologie-obstétrique   |
| PISELLA Pierre-Jean.....      | Ophtalmologie   |
| PLANTIER Laurent.....         | Physiologie   |
| REMERAND Francis .....        | Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence              |
| ROINGEARD Philippe.....       | Biologie cellulaire   |
| RUSCH Emmanuel.....           | Epidémiologie, économie de la santé et prévention               |
| SAINT-MARTIN Pauline .....    | Médecine légale et droit de la santé                            |
| SALAME Ephrem.....            | Chirurgie digestive   |
| SAMIMI Mahtab.....            | Dermatologie-vénéréologie                                       |
| SANTIAGO-RIBEIRO Maria .....  | Biophysique et médecine nucléaire                               |
| SAUTENET-BIGOT Bénédicte..... | Thérapeutique   |
| THOMAS-CASTELNAU Pierre ..... | Pédiatrie   |
| TOUTAIN Annick .....          | Génétique   |
| VOURC'H Patrick.....          | Biochimie et biologie moléculaire                               |
| WATIER Hervé .....            | Immunologie   |
| ZEMMOURA Ilyess .....         | Neurochirurgie  |

### PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

DIBAO-DINA Clarisse  
LEBEAU Jean-Pierre

### PROFESSEURS ASSOCIES

LIMA MALDONADO Igor.....Anatomie  
MALLET Donatien.....Soins palliatifs

### PROFESSEUR CERTIFIE DU 2<sup>ND</sup> DEGRE

MC CARTHY Catherine.....Anglais

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| CANCEL Mathilde .....               | Cancérologie, radiothérapie                        |
| CARVAJAL-ALLEGRIA Guillermo.....    | Rhumatologie                                       |
| CHESNAY Adélaïde .....              | Parasitologie et mycologie                         |
| CLEMENTY Nicolas.....               | Cardiologie  |
| DE FREMINVILLE Jean-Baptiste.....   | Cardiologie  |
| DOMELIER Anne-Sophie.....           | Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière      |
| DUFOUR Diane .....                  | Biophysique et médecine nucléaire                  |
| FOUQUET-BERGEMER Anne-Marie .....   | Anatomie et cytologie pathologiques                |
| GARGOT Thomas .....                 | Pédopsychiatrie                                    |
| GOUILLEUX Valérie .....             | Immunologie  |
| HOARAU Cyrille.....                 | Immunologie  |
| KERVARREC Thibault.....             | Anatomie et cytologie pathologiques                |
| KHANNA Raoul Kanav.....             | Ophtalmologie                                      |
| LE GUELLEC Chantal.....             | Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique |
| LEDUCQ Sophie .....                 | Dermatologie                                       |
| LEJEUNE Julien .....                | Hématologie, transfusion                           |
| MACHET Marie-Christine .....        | Anatomie et cytologie pathologiques                |
| MOUMNEH Thomas.....                 | Médecine d'urgence                                 |
| PIVER Éric.....                     | Biochimie et biologie moléculaire                  |
| RAVALET Noémie .....                | Hématologie, transfusion                           |
| ROUMY Jérôme.....                   | Biophysique et médecine nucléaire                  |
| STANDLEY-MIQUELESTORENA Elodie..... | Anatomie et cytologie pathologiques                |
| STEFIC Karl.....                    | Bactériologie                                      |
| TERNANT David.....                  | Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique |
| VAYNE Caroline.....                 | Hématologie, transfusion                           |
| VUILLAUME-WINTER Marie-Laure.....   | Génétique  |

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

|                               |   |
|-------------------------------|---|
| AGUILLON-HERNANDEZ Nadia..... | Neurosciences   |
| BLANC Romuald .....           | Orthophonie   |
| EL AKIKI Carole.....          | Orthophonie   |
| NICOGLOU Antonine .....       | Philosophie – histoire des sciences et des techniques |
| PATIENT Romuald .....         | Biologie cellulaire                                   |
| RENOUX-JACQUET Cécile .....   | Médecine Générale                                     |

## MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES

|                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| AUMARECHAL Alain .....  | Médecine Générale |
| BARBEAU Ludivine .....  | Médecine Générale |
| CHAMANT Christelle..... | Médecine Générale |
| ETTORI Isabelle.....    | Médecine Générale |
| MOLINA Valérie .....    | Médecine Générale |
| PAUTRAT Maxime .....    | Médecine Générale |
| PHILIPPE Laurence.....  | Médecine Générale |
| RUIZ Christophe .....   | Médecine Générale |
| SAMKO Boris.....        | Médecine Générale |

## CHERCHEURS INSERM - CNRS - INRAE

|                            |  |
|----------------------------|--|
| BECKER Jérôme.....         | Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253           |
| BOUAKAZ Ayache.....        | Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253        |
| BOUTIN Hervé.....          | Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253        |
| BRIARD Benoit.....         | Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100           |
| CHALON Sylvie.....         | Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253       |
| DE ROCQUIGNY Hugues.....   | Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259           |
| ESCOFFRE Jean-Michel.....  | Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253           |
| GILOT Philippe.....        | Chargé de Recherche Inrae – UMR Inrae 1282             |
| GOMOT Marie.....           | Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253          |
| GOUILLEUX Fabrice.....     | Directeur de Recherche CNRS – UMR Inserm 1100          |
| GUEGUINO Maxime.....       | Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1069           |
| HAASE Georg.....           | Chargé de Recherche Inserm - UMR Inserm 1253           |
| HENRI Sandrine.....        | Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100       |
| HEUZE-VOURCH Nathalie..... | Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100       |
| KORKMAZ Brice.....         | Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100           |
| LABOUTE Thibaut.....       | Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253           |
| LATINUS Marianne.....      | Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253          |
| LAUMONNIER Frédéric.....   | Directeur de Recherche Inserm - UMR Inserm 1253        |
| LE MERRER Julie.....       | Directrice de Recherche CNRS – UMR Inserm 1253         |
| MAMMANO Fabrizio.....      | Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259        |
| PAGET Christophe.....      | Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100        |
| RAOUL William.....         | Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1069           |
| SECHER Thomas.....         | Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100           |
| SI TAHAR Mustapha.....     | Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100        |
| SUREAU Camille.....        | Directrice de Recherche émérite CNRS – UMR Inserm 1259 |
| TANTI Arnaud.....          | Chargé de Recherche Inserm - UMR Inserm 1253           |
| WARDAK Claire.....         | Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253          |

## CHARGES D'ENSEIGNEMENT

### *Pour l'éthique médicale*

BIRMELE Béatrice.....Praticien Hospitalier

### *Pour la médecine manuelle et l'ostéopathie médicale*

LAMANDE Marc.....Praticien Hospitalier

### *Pour l'orthophonie*

BATAILLE Magalie.....Orthophoniste  
CLOUTOUR Nathalie.....Orthophoniste  
CORBINEAU Mathilde.....Orthophoniste  
HARIVEL OUALLI Ingrid.....Orthophoniste  
IMBERT Mélanie.....Orthophoniste  
SIZARET Eva.....Orthophoniste

### *Pour l'orthoptie*

BOULNOIS Sandrine.....Orthoptiste

# SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des enseignants et enseignantes  
de cette Faculté,  
de mes chers condisciples  
et selon la tradition d'Hippocrate,  
je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur  
et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins gratuits aux indigents,  
et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux  
ne verront pas ce qui s'y passe, ma langue taira  
les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira  
pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je  
rendrai à leurs enfants  
l'instruction que j'ai reçue de leurs parents.

Que les hommes et les femmes m'accordent leur estime  
si je suis fidèle à mes promesses.  
Que je sois couvert d'opprobre  
et méprisé de mes confrères et consœurs  
si j'y manque.

## REMERCIEMENTS

### **Au président du jury,**

Monsieur le Professeur Fabien Espitalier  
Professeur des Universités, Praticien Hospitalier  
Service d'Anesthésie Réanimation

Tu me fais l'honneur de présider ce jury et de juger mon travail.

Je prends beaucoup de plaisir à travailler à tes côtés dans une atmosphère de travail aussi chaleureuse, et je te remercie sincèrement pour ta bienveillance, et tes conseils avisés.

Je te prie de trouver ici l'expression de mon profond respect.

### **A mon directeur de thèse,**

Monsieur le Professeur Francis REMÉRAND,  
Professeur des Universités, Praticien Hospitalier  
Service d'Anesthésie Réanimation

Monsieur le Professeur,

Merci de m'avoir épaulé tout au long de la rédaction de cette thèse, pour vos conseils précieux et éclairés, votre patience, votre pédagogie et surtout pour votre disponibilité.

Merci d'avoir apporté votre expertise et votre rigueur à cette thèse comme à ma formation.

Soyez assuré de ma plus grande considération.

### **Aux membres du jury,**

Monsieur le Professeur Éric Levesque  
Professeur des Universités, Praticien Hospitalier

Je vous remercie d'avoir accepté de siéger dans ce jury, témoin de l'intérêt que vous portez à ce travail. Votre sérieux et votre bienveillance ont toute ma reconnaissance et mon profond respect.

Monsieur le Docteur Thibault Chopin,  
Service d'Anesthésie-Réanimation

Je suis fier de pouvoir te compter parmi les membres de ce jury.

Ta disponibilité et ta bienveillance sont des qualités qui méritent mon admiration. J'espère que nous continuerons de partager les valeurs d'intégrité et de rigueur auxquelles tu as su m'initier.

Sois assuré de mon amitié et de mon estime.

Monsieur le Docteur Willy-Serge Mfam  
Praticien hospitalier

Service d'Anesthésie-Réanimation

Je vous suis reconnaissant d'avoir accepté de participer à ce jury de thèse.

Merci pour votre présence.

# TABLE DES MATIÈRES

|   |    |
|---|----|
| <u>INTRODUCTION</u> .....   | 12 |
| <u>MÉTHODE</u> .....  | 13 |
| Généralités.....  | 13 |
| L'échographie pleuropulmonaire.....                                       | 13 |
| Sélections des examens.....   | 13 |
| Données cliniques recueillis.....   | 14 |
| Lectures des images.....  | 14 |
| Analyse statistique.....  | 14 |
| <u>RÉSULTATS</u> .....  | 15 |
| <u>DISCUSSION</u> .....   | 16 |
| Methodologie.....   | 17 |
| Limites.....  | 17 |
| 3 ou 6 quadrants .....  | 17 |
| <u>CONCLUSION</u> .....   | 18 |
| <u>RÉFÉRENCES</u> .....   | 19 |
| <u>ANNEXES</u> .....  | 21 |
| Tableau 1.....  | 21 |
| Annexe 1 Divisions en quadrants.....                                      | 22 |
| Annexe 2 Questionnaire.....   | 23 |
| Annexe 3 Définitions des syndromes selon les recommandations de 2012..... | 25 |
| Annexe 4 Exemple d'une fiche de recueil.....                              | 29 |

## INTRODUCTION

L'échographie pleuropulmonaire en soins critiques a rapidement gagné en popularité au cours de ces dix dernières années, principalement en raison de la rapidité de mise en œuvre dans les situations d'urgences. Elle a l'avantage d'être réalisable au lit du patient avec un délai très court, répétable, non irradiante contrairement aux examens radiologiques (1) (2) (3). L'échographie pleuropulmonaire permet de diagnostiquer les quatre principaux syndromes respiratoires questionnant au quotidien les praticiens : les condensations alvéolaires, le syndrome interstitiel, les épanchements pleuraux, le pneumothorax. (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9). L'échographie pleuropulmonaire a une sensibilité supérieure à la radiographie pulmonaire (RP) pour écarter ou affirmer un syndrome interstitiel ou une condensation après un SDRA (10) (11), ainsi que chez le patient traumatisé thoracique (12) (13). L'échographie pleuropulmonaire a une sensibilité supérieure à la RP et égale à la tomodensitométrie pour écarter ou affirmer un pneumothorax ou un épanchement pleural. (14) (15)

En soins critiques, l'échographie est proposée comme une alternative à la RP pour le diagnostic des pneumonies associées aux soins (16) et pour la détection d'anomalies pleurales (pneumothorax, pleurésie) et parenchymateuses (foyer, atélectasie). (17)

L'examen classiquement décrit en soins critiques comporte six quadrants sur chaque poumon (18) (19) (annexe 1). Cet examen est très majoritairement utilisé sur un mode qualitatif (présence ou absence de tel syndrome échographique). Il peut aussi être utilisé pour quantifier ces syndromes, par exemple pour quantifier le degré d'aération pulmonaire dans diverses pathologies pulmonaires de réanimation, en calculant le LUS score. (20) (21). Cette approche semble majoritairement utilisée en recherche clinique. Les quadrants sont classiquement définis par 4 lignes céphalo-caudales : une ligne parasternale, une ligne axillaire antérieure, une ligne axillaire postérieure, et une ligne paravertébrale. Ces lignes délimitent des zones antérieure, latérale et postérieure, chacune divisée en une zone supérieure et inférieure par la ligne mammelonnaire. Ceci aboutit à 6 quadrants par hémithorax : antéro-apical (AA), antéro-basal (AB), latéro-apical (LA), latéro-basal (LB), postéro-apical (PA) et postéro-basal (PB).

Or, au quotidien, le nombre de quadrants examinés est souvent diminué, sans qu'on en connaisse l'impact diagnostique. Ainsi, les quadrants postéro apicaux sont rarement réalisés car difficiles d'accès chez un patient en décubitus dorsal. De même, dans le contexte des échographies en urgence pour l'évaluation des traumatisés, les quadrants latéraux ne sont pas préconisés dans l'extended Fast Echo (22). L'intérêt diagnostique des quadrants latéraux semble ainsi moindre que celui des quadrants antérieurs ou postérieurs pour la recherche de pneumothorax ou d'épanchement pleural. Hors, l'exploration des 2 quadrants latéraux représente théoriquement 30% du temps d'examen (qui comprend 6 examens). Au total, les quadrants AA, AB et PB semblent avoir le meilleur rendement diagnostique. L'apport réel des quadrants PA et des quadrants latéraux pour un examen qualitatif (hors score) reste à chiffrer. Le but de cette étude était donc d'évaluer l'impact diagnostique des quadrants PB et des quadrants latéraux par rapport à un examen simplifié à 3 quadrants par hémithorax (quadrants AA AB et PB).

## METHODES

### 1. Généralités :

Étude prospective multicentrique sur 8 centres (dont 6 centres universitaires) : CHG Blois, CHU Dijon, CHG Dreux, CHU Marseille, CHRU Orléans, CHU Paris / Bobigny, CHU Paris / Pitié Salpêtrière, CHRU Tours, consistant à faire analyser par différents praticiens une sélection de 62 échographies pleuropulmonaires unilatérales (provenant de 40 examens bilatéraux, soient 80 hémithorax, chez 40 patients différents). Ces examens ont été réalisés dans une des réanimations chirurgicales des Centres Hospitalier Universitaire de Tours et d'Orléans, par un interne ayant plus de 2 ans d'expérience en échographie pleuropulmonaire, et enregistrant régulièrement ses examens réalisés en 12 quadrants. Ces examens ont été réalisés pour des raisons cliniques.

### 2. L'échographie pleuropulmonaire :

Les échographies pleuropulmonaires étaient réalisées au lit du patient avec un Vivid S70N (GE healthcare) avec une sonde sectorielle (M5Sc, 1.7/3.3Mhz). Le mode M n'était pas utilisé à titre systématique mais uniquement en cas de doute sur la présence du glissement pleural. Les quadrants étaient définis en utilisant les lignes axillaires antérieure et postérieure, permettant d'obtenir une zone antérieure, latérale et postérieure de chaque côté, chacune divisée en une zone supérieure et inférieure par la ligne inter-mammellaire. En cas d'absence d'image pleuro-pulmonaire en dessous de la ligne mammellaire, les deux derniers espaces intercostaux étaient attribués à la zone inférieure (les autres étant attribués à la zone supérieure). Cela définissait ainsi 6 quadrants pour chaque hémithorax : antéro apical gauche ou droit (AAG ou AAD), antéro basal gauche ou droit (ABG ou ABD), latéro-apical gauche ou droit (LAG ou LAD), latéro-basal gauche ou droit (LBG ou LBD), postéro-apical gauche ou droit (PAG ou PAD) et postéro-basal gauche ou droit (PBG ou PBD). Plusieurs espaces intercostaux étaient étudiés dans chaque quadrant et seule la boucle montrant le plus d'anomalie était enregistrée. Les boucles avaient une durée de 3 à 7 secondes. Elles étaient enregistrées, et légendées (AAG, AAD, etc) en DICOM sur le disque dur de l'échographe.

### 3. Sélection des examens :

Pour les besoins de l'étude, 40 examens bilatéraux réalisés entre mars et juillet 2021 sur 20 journées différentes ont été sélectionnés. Un patient était inclus une seule fois. Quand plusieurs examens étaient disponibles pour un même patient, l'examen complet (6 quadrants par poumon) le plus précoce au cours de l'hospitalisation était sélectionné. Chaque hémithorax a été analysé séparément. Les examens des 80 hémithorax ont été revus par le premier auteur, et retenus pour l'étude si deux conditions étaient remplies : au moins 5 des 6 quadrants étaient interprétables (présence de parenchyme pulmonaire), dont le quadrant postéro-basal (PBG ou PBD). Ainsi, 62 hémithorax (34 gauches et 28 droits) chez 40 patients ont été retenus.

Les examens des 62 hémithorax ont été anonymisés, convertis au format « mp4 », pour être intégrés dans un PowerPoint dans l'ordre suivant : vignette clinique (genre, âge, nombre de jours d'hospitalisation en soins critiques, motif d'hospitalisation, mode de ventilation), boucle

AA, boucle AB, boucle PB, questionnaire « a », boucle PA, questionnaire « b », boucles LA et LB, questionnaire « c ». Les questionnaires a, b et c étaient identiques (annexe 2). L'ordre des examens était chronologique, les 3134 hémithorax gauches étaient d'abord présentés, suivis des 3128 hémithorax droits. Chaque lecteur devait donc répondre à 4 questions répétées 3 fois pour chacun des 62 hémithorax (744 réponses au total).

#### 4. Données cliniques recueillies :

Ces différents éléments ont été pris dans le dossier papier ou informatisé du patient : âge, sexe, poids, taille, Index de gravité simplifié II (IGS II), American Society of Anesthesiologists score (ASA), date d'entrée en réanimation, durée d'alitement en réanimation avant l'examen, motif d'entrée en réanimation, le motif principal de l'échographie pleuropulmonaire (routine, syndrome interstitiel ou pneumothorax ou condensation ou d'épanchement pleural) d'après le compte rendu d'échographie ou à défaut l'histoire clinique du patient, le mode ventilatoire et les paramètres ventilatoires au moment de l'échographie (PEEP, Volume courant, Fréquence respiratoire, FiO<sub>2</sub>, débit O<sub>2</sub>), le dispositif d'administration de l'O<sub>2</sub> (lunettes, sonde nasale, masque moyenne concentration (MMC), masque haute concentration (MHC), oxygénothérapie à haut débit (OHD)), l'administration de noradrénaline, dobutamine, adrénaline, et de curare.

#### 5. Lecture des images :

Les 4 syndromes pulmonaires étudiés étaient les condensations alvéolaires, le syndrome interstitiel, les épanchements pleuraux et le pneumothorax. Ils sont définis en annexe 3. (23) Chaque hémithorax a été analysé séparément, en considérant pour le syndrome interstitiel que les images étaient symétriques. La relecture a été effectuée une seule fois par lecteur, sur un même ordinateur portable, avec autant de pauses que souhaité. Le praticien était informé que la lecture des boucles prenait 2 à 3 heures. Le tableau de recueil des réponses était sous forme excel ou papier, au choix du lecteur (annexe 4). Dans 8 centres, 1 à 10 médecins ou internes ont été sollicités pour répondre au questionnaire. Trois types de lecteurs ont été sélectionnés : 4 experts ayant déjà publié sur l'échographie pleuropulmonaire, 9 praticiens expérimentés (> 2 ans de pratique), et 8 praticiens ayant moins de 2 ans de pratique (mais ayant une expérience minimum de 20 examens). Les lecteurs ont été sélectionnés dans les réanimations de Blois, Dijon, Dreux, Marseille, Orléans, Paris/Bobigny, Paris/Pitié Salpêtrière, Tours.

#### 6. Analyse statistique :

Pour l'analyse de ce travail, les réponses « atélectasie », « pneumopathie » et « condensation » ont été regroupées sous le terme « condensation » ; les réponses « œdème aigu pulmonaire », « syndrome de détresse respiratoire aiguë » et « syndrome interstitiel » ont été regroupées sous le terme « syndrome interstitiel » ; les réponses « épanchement pleural sans changer la prise en charge », « épanchement pleural modifiant la prise en charge » et « épanchement pleural » ont été regroupées sous le terme « épanchement pleural ». La réponse « je ne peux pas conclure » a été considérée comme une réponse. Le critère principal de jugement était le pourcentage de cas où au moins un diagnostic a été modifié entre le 1<sup>er</sup> questionnaire (3 quadrants) et le 3<sup>è</sup> questionnaire (6 quadrants).

Les 4 critères secondaires de jugement étaient la déclinaison du critère principal de jugement par syndrome, c'est-à-dire les pourcentages de cas où les diagnostics de condensation, syndrome interstitiel, d'épanchement pleural ou pneumothorax ont été modifiés entre le 1<sup>er</sup> questionnaire (3 quadrants) et le 3<sup>è</sup> questionnaire (6 quadrants).

Les 5 critères ci-dessus ont été déclinés selon le pourcentage de cas où le diagnostic a été modifié entre le 1<sup>er</sup> questionnaire (3 quadrants) et le second questionnaire (4 quadrants), et entre le 2<sup>è</sup> questionnaire (4 quadrants) et le 3<sup>è</sup> questionnaire, (6 quadrants).

Une analyse secondaire en sous-groupes reprendra ces deux analyses selon le type de lecteur (expert, expérimenté ou en formation). Les résultats sont exprimés en médiane [10<sup>è</sup> et 90<sup>è</sup> centiles]. Les comparaisons entre groupes ont été effectuées par des tests du Chi<sup>2</sup> sur <https://biostatgv.sentiweb.fr/?module=tests/chideux> (dernier accès le 18/08/24).

## **RESULTATS :**

Au total, les 21 lecteurs des 8 centres ont visionné les examens entre le 20/03/2024 et le 16/08/2024. Tous les lecteurs ayant accepté de participer ont finalisé l'étude. Les lecteurs se répartissaient en 4 experts (1 à Dijon, 1 à Marseille, 1 à Paris, 1 à Tours), 9 praticiens expérimentés (1 à Blois, 1 à Orléans, 2 à Paris, 5 à Tours), 8 praticiens ayant moins de 2 ans d'expérience en échographie pleuropulmonaire (1 à Dreux, 3 à Paris, 4 à Tours).

Parmi les 15624 réponses des 21 lecteurs, 765 étaient des « je ne peux pas conclure » (5%). Le taux de « je ne peux pas conclure » pour chacune des 3906 questions concernant les condensations, les syndromes interstitiels, les épanchements pleuraux et les pneumothorax étaient respectivement de 6, 4, 3 et 6%.

Les taux de diagnostics de condensation, syndrome interstitiel, épanchement pleural et pneumothorax parmi les 3906 questions concernant chacun de ces syndromes étaient respectivement de 64, 64, 53 et 3%.

Le pourcentage médian de cas où au moins un diagnostic a été modifié entre le 1<sup>er</sup> questionnaire (3 quadrants) et le 3<sup>è</sup> questionnaire (6 quadrants) était de 9% [5, 22%].

Ce % était de 6% [5, 10%] dans le sous-groupe expert, de 9% [7, 21%] dans le sous-groupe praticiens expérimentés, et de 9% [5, 22%] dans le sous-groupe de praticien ayant une expérience inférieure à 2 ans ( $p < 0.001$ ). En comparaison 2 à 2, cette différence n'est pas observée entre les deux derniers sous-groupes ( $p=0,25$ ).

Les pourcentages de cas où le diagnostic a été modifié entre le 1<sup>er</sup> questionnaire (3 quadrants) et le second questionnaire (4 quadrants), et entre le 2<sup>è</sup> questionnaire (4 quadrants) et le 3<sup>è</sup> questionnaire, (6 quadrants) est décrit dans le tableau I.

## DISCUSSION :

Cette étude montre que le diagnostic posé après analyse des seuls 3 segments AA, AB et PB est modifié dans moins de 10% des cas, par l'apport du quadrant postéro apical et des deux quadrants latéraux. Cet impact modeste est en fait largement surestimé par le design de cette étude.

### 1. Méthodologie

L'interprétation des résultats bruts de cette étude nécessite d'être affinée à la lumière de deux contrôles négatifs présents dans les séquences soumises aux praticiens. Ces contrôles suggèrent que la moitié des changements de diagnostics sont probablement liés à d'autres facteurs que l'ajout d'un ou deux quadrants. Le premier contrôle est le pourcentage de changement de diagnostic du syndrome interstitiel après l'ajout du quadrant PA aux 3 premiers quadrants (AA, AB et PB) : 8% [5, 19%]. Ce pourcentage devrait être nul. En soins critiques, l'évaluation échographique d'un syndrome interstitiel lésionnel (SDRA infectieux) s'effectue seulement en antérieur et en latéral, car le LUS score est inversement corrélé au degré d'aération pulmonaire des lobes supérieurs, mais pas des lobes inférieurs (9). Ceci est probablement lié aux pertes d'aération observées très rapidement dans les zones déclives des patients alités en réanimation, indépendantes du syndrome interstitiel. De même, en cardiologie, l'évaluation échographique d'un syndrome interstitiel cardiogénique s'effectue seulement en antérieur et en latéral (24). Le seul type de syndrome interstitiel s'explorant en postérieur et latéral est la fibrose pulmonaire (25). En soins critiques, les syndromes interstitiels sont presque exclusivement d'origine lésionnelle ou cardiogénique. L'analyse du quadrant PA ne devrait logiquement jamais y modifier le diagnostic de syndrome interstitiel posé sur l'analyse des 3 premiers quadrants (en fait essentiellement les deux quadrants antérieurs AA, AB, le segment PB étant lui aussi inutile pour ce diagnostic). Le second contrôle est le pourcentage de changement de diagnostic de pneumothorax après l'ajout du quadrant PA aux 3 premiers quadrants (AA, AB et PB) : 3% [0, 8%]. Chez un patient en décubitus dorsal, un pneumothorax localisé en PA sans être détectable dans les quadrants AA ou AB suppose un cloisonnement anatomique rarissime en pratique courante, et non décrit dans la littérature à notre connaissance. Ces 8% [5, 19%] à 3% [0, 8%] de modifications infondées de diagnostic sont probablement attribuables à des erreurs d'interprétation et/ou d'attention et/ou de saisie. Elles sont donc en théorie à retrancher des autres résultats. Ainsi, par exemple, le résultat principal (9% [5, 22%] de modification), devrait être diminué d'environ 5 à 6%, donc de plus de la moitié.

Plusieurs autres facteurs liés au design de cette étude ont fragilisé la pose de diagnostic, et donc augmenté le pourcentage de changements de diagnostics, même s'il est délicat de quantifier complètement leur effet. Premièrement, il est difficile de poser un diagnostic échographique sans connaître en détail le contexte clinique du patient (FR, Spo2, PAO2, FIO2 etc.). Préciser finement le contexte clinique aurait prolongé encore le temps passé par chaque praticien à participer à l'étude, déjà très long (2 à 3 heures), et aurait remplacé ce biais par d'autres biais : le manque d'attention, la lassitude (déjà présents comme évoqué ci-dessus), voire l'abandon des lectures avant leur terme. Deuxièmement, proposer des images de pratique quotidienne de qualité parfois moyenne a pu participer à l'augmentation de la probabilité de changer d'avis, en fragilisant le diagnostic initial. Néanmoins, ce choix a été

pris pour faciliter l'extrapolation des résultats à la pratique courante. Troisièmement, proposer une seule boucle par quadrant diffère évidemment de la pratique clinique : en cas de doute, le praticien explore les espaces intercostaux sus et sous-jacents, ce qui était impossible dans l'étude. Quatrièmement, l'échographie est opérateur dépendante. La réalisation des échographies par un seul praticien a probablement perturbé certains lecteurs ayant d'autres habitudes de réglages voire de modèle d'échographe ou de sonde. Ceci pourrait participer aux écarts de réponses observés entre praticiens. La quantification de ces 4 biais fragilisant les diagnostics, et donc favorisant les changements d'avis est délicate. Seule sa forme la plus aboutie peut être quantifiée, celle qui mène à la réponse « je ne peux pas conclure ». L'incidence de ces réponses était de 6, 4, 3 et 6% pour respectivement les condensations, les syndromes interstitiels, les épanchements pleuraux et les pneumothorax. L'incidence de ces 4 biais étant probablement bien supérieure à celle des « je ne peux pas conclure », il semble évident que les taux observés de changement de diagnostic sont notablement surestimés.

## 2. Limites :

Comme toute étude, des limites sont à relever afin de cerner la portée des résultats. Premièrement, le diagnostic « correct » reste inconnu dans cette étude. Il est ainsi possible qu'une partie des modifications de diagnostic mène le praticien à un mauvais diagnostic. Ce choix méthodologique était délibéré, car un praticien n'a jamais la bonne réponse lorsqu'il fait une échographie (à moins de faire un scanner) : seule son interprétation est disponible pour poser un diagnostic. Deuxièmement, le diagnostic de syndrome interstitiel était porté sur un seul hémithorax en partant du principe que l'hémithorax controlatéral était identique. Ceci a probablement surestimé le diagnostic de syndrome interstitiel. Troisièmement, les pneumothorax étaient rarement diagnostiqués (3% des réponses). Ceci reflète le recrutement de la plupart des réanimations. Néanmoins, cela limite la puissance de cette étude concernant ce syndrome échographique. Cette étude a donc surtout testé l'impact des différents quadrants sur le diagnostic d'absence de pneumothorax. Elle suggère que les quadrants PA et latéraux sont peu utiles pour écarter un pneumothorax, versus l'examen des seuls quadrants AA, AB et PB. Quatrièmement, le nombre nécessaire de lecteurs dans l'étude n'a pas été calculé, et deux centres sont sur-représentés. Le caractère multicentrique de l'étude a permis de compenser au moins partiellement ces limites. Le niveau d'expertise des centres est également à prendre en compte pour évaluer la transposabilité des résultats. Néanmoins, l'expérience des praticiens (plus ou moins de 2 ans, hors experts) n'était pas associée à des différences de taux de changement de diagnostic ( $p=0,25$ ). Cela sous-entend que le niveau d'expertise des centres impacte peu les résultats.

## 3. 6 ou 3 quadrants :

Au total, chez un patient en décubitus dorsal, combien de quadrants doit-on explorer pour une échographie pleuropulmonaire en soins critiques en pratique clinique ? Cette étude suggère qu'explorer les 3 quadrants AA, AB et PB suffira généralement pour diagnostiquer ou écarter une condensation, un syndrome interstitiel, un épanchement pleural, et pour écarter un pneumothorax. Ceci permet de raccourcir de 50% l'examen pleuropulmonaire, et de le simplifier, notamment en supprimant le quadrant PA, difficile d'accès et source d'inconfort pour le praticien et le patient éveillé. L'examen du quadrant PA sera utile pour quantifier un épanchement pleural (26), voire une condensation. L'exploration des quadrants latéraux est impérative si un geste pleural est envisagé dans le triangle de sécurité (27), ou pour quantifier un syndrome interstitiel (quel que soit le score utilisé).

**CONCLUSION :**

En routine, l'examen pleuropulmonaire basé sur 6 quadrants par hémithorax modifie peu le diagnostic retenu après l'examen basé sur les seuls quadrants AA AB et PB.

1. Wongwaisayawan S, Suwannanon R, Sawatmongkorngul S, Kaewlai R. Emergency Thoracic US: The Essentials. *Radiographics*. 2016;36(3):640-59.
2. Lichtenstein D. Lung ultrasound in the critically ill. *Curr Opin Crit Care*. 2014;20(3):315-22.
3. Zieleskiewicz L, Cornesse A, Hammad E, Haddam M, Brun C, Vigne C, Meyssignac B, Remacle A, Chaumoitre K, Antonini F, Martin C, Leone M Implementation of lung ultrasound in polyvalent intensive care unit: impact on irradiation and medical cost. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2015 34:41–44
4. Schellenberg M, Inaba K. Critical Decisions in the Management of Thoracic Trauma. *Emerg Med Clin North Am*. 2018;36(1):135-147.
5. Koh DM, Burke S, Davies N, Padley SP. Transthoracic US of the chest: clinical uses and applications. *Radiographics*. 2002;22(1):e1.
6. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby JJ Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology*. 2004 100:9–15
7. Xirouchaki N, Magkanas E, Vaporidi K, Kondili E, Plataki M, Patrianakos A, Akoumianaki E, Georgopoulos D Lung ultrasound in critically ill patients: comparison with bedside chest radiography. *Intensive Care Med*. 2011 37:1488–1493
8. Volpicelli G Sonographic diagnosis of pneumothorax. *Intensive Care Med*. 2011 37(2):224–232
9. Bouhemad B, Liu ZH, Arbelot C, Zhang M, Ferarri F, Le-Guen M, Girard M, Lu Q, Rouby JJ Ultrasound assessment of antibiotic-induced pulmonary reaeration in ventilator-associated pneumonia. *Crit Care*. 2010 Med 38:84–9
10. Caltabeloti F, Monsel A, Arbelot C, Brisson H, Lu Q, Gu WJ, Zhou GJ, Auler JO, Rouby JJ Early fluid loading in acute respiratory distress syndrome with septic shock deteriorates lung aeration without impairing arterial oxygenation: a lung ultrasound observational study. *Crit Care*. 2014 18(3):R91
11. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby JJ Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology*. 2004 100:9–15
12. Xirouchaki N, Magkanas E, Vaporidi K, Kondili E, Plataki M, Patrianakos A, Akoumianaki E, Georgopoulos D Lung ultrasound in critically ill patients: comparison with bedside chest radiography. *Intensive Care Med*. 2011 37:1488–1493
13. Wangwaisayawan S, Suwannanon R, Prachanukool T, Sricharoen P, Saksobhavit N, Kaewlai R. Trauma Ultrasound. *Ultrasound in Medicine and Biology*. 2015;41(10):2543-61.

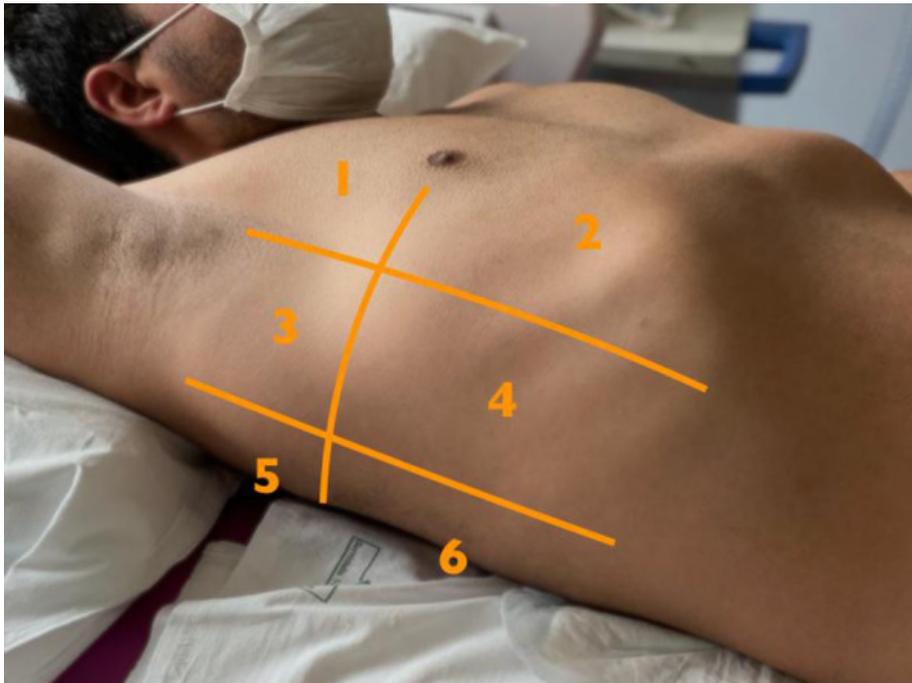
14. Hew M, Tay TR. The efficacy of bedside chest ultrasound: from accuracy to outcomes. *Eur Respir Rev.* 2016 ;25(141):230-46.
15. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med.* 2012;38(4):577-91.
16. Leone M, Bouadma L, Bouhemad B, Brissaud O, Dager S, Gibot S, et al. Pneumonies associées aux soins de réanimation. *Anesth Réanimation.* 2018;4(5):421-41.
17. Lehot Jj, Clec'h C, Bonhomme F, Brauner M, Chemouni F, de Mesmay M, et al. Pertinence de la prescription des examens biologiques et de la radiographie thoracique en réanimation RFE commune SFAR-SRLF. Levy B, Voicu S, éditeurs. *Médecine Intensive Réanimation.* 2019;28(2):172-89.
18. Mojoli F, Bouhemad B, Mongodi S, Lichtenstein D. Lung Ultrasound for Critically Ill Patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019;199(6):701-14.
19. Vetrugno L, Baciarello M, Bignami E, et al. The "pandemic" increase in lung ultrasound use in response to Covid-19: can we complement computed tomography findings? A narrative review. *Ultrasound J.* 2020;12:39.
20. Mongodi S, Santangelo E, Luca DD, Rovida S, Corradi F, Volpicelli G, et al. Quantitative Lung Ultrasound: Time for a Consensus? *CHEST.* 2020;158(2):469-70.
21. Mojoli F, Bouhemad B, Mongodi S, Lichtenstein D. Lung Ultrasound for Critically Ill Patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019;199(6):701-14.
22. Benjamin A. Bloom; Ryan C. Gibbons. *Focused Assessment With Sonography for Trauma.* National Library of Medicine. 2023.
23. Shrestha GS, Weeratunga D, Baker K. Point-of-Care Lung Ultrasound in Critically ill Patients. *Rev Recent Clin Trials .* 2018 13(1).
24. Jambrik Z, Monti S, Coppola V, et al. Usefulness of ultrasound lung comets as a nonradiologic sign of extravascular lung water. *American Journal of Cardiology* 2004;93(10): 1265-70.
25. Gargani L. Ultrasound lung comets in systemic sclerosis: a chest sonography hallmark of pulmonary interstitial fibrosis. *Rheumatology* 2004.
26. F.Remerand, Jean Dellamonica, Zhang Mao F Ferrari, B Bouhemad, Y Jianxin, C Arbelot, Q Lu, C Ichaï, JJ Rouby *Intensive Care Med* (2010) 36:656–664 DOI 10.1007/s00134-010-1769-9
27. epanchement-pleural-liquidien-de-ladulte-en-soins-critiques 2024.  
Available from: <https://sfar.org/down/epanchement-pleural-liquidien-de-ladulte-en-soins-critiques/?wpdmdl=50053&refresh=66be115527111723732453>

Tableau I

| Diagnostic en 3 quadrants | % de modification 3 vs 4 quadrants | % de modification 4 vs 6 quadrants | % de modification 3 vs 6 quadrants |
|---------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 4 syndromes               | 4% [2, 16%]                        | 6% [3, 13%]                        | 9% [5, 22%]                        |
| Condensation              | 5% [2, 16%]                        | 5% [2, 23%]                        | 10% [3, 27%]                       |
| Syndrome interstitiel     | 8% [5, 19%]                        | 6% [3, 19%]                        | 15% [8, 26%]                       |
| Épanchement               | 5% [3, 15%]                        | 2% [0, 15%]                        | 6% [3, 15%]                        |
| Pneumothorax              | 3% [0, 8%]                         | 0% [0, 10%]                        | 2% [0, 13%]                        |

Les pourcentages de cas où le diagnostic a été modifié entre le 1<sup>er</sup> questionnaire (3 quadrants) et le second questionnaire (4 quadrants), et entre le 2<sup>e</sup> questionnaire (4 quadrants) et le 3<sup>e</sup> questionnaire, (6 quadrants) est décrit dans le tableau I. Les résultats sont exprimés en médiane (10<sup>e</sup> et 90<sup>e</sup> percentiles).

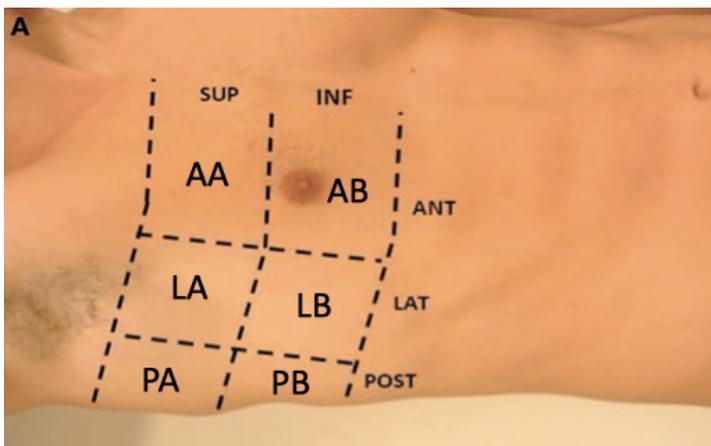
Annexe 1 : Divisions en quadrants :



The “pandemic” increase in lung ultrasound use in response to Covid-19: can we complement computed tomography findings? (19)

Antéro-apical (AA), Antéro-basal (AB), Latéro-apical (LA), Latéro-basal (LB), Postéro-apical (PA) et Postéro-basal (PB).

1 : AA; 2 : AB ; 3 : LA; 4 : LB; 5 : PA ; 6 : PB



## Annexe 2

### Questionnaire :

Le but de cette étude est de tester l'hypothèse selon laquelle en réanimation, 3 quadrants par hémithorax (antéro apical, antéro basal et postéro basal) sont suffisants pour le diagnostic échographique des syndromes interstitiels, des pneumothorax, des condensations et des épanchements pleuraux.

Powerpoint fournis avec les boucles échographiques pleuropulmonaires (un diaporama/poumon)

Complétez le recueil de données Google sheets ou fiche de recueil papier fournis

#### Question 1 (A partir des quadrants antero-apical AA, antero-basal AB, postero-basal PB)

##### **A partir de ces 3 boucles, quel(s) diagnostics retenez-vous ?**

Concernant une possible **condensation** (une seule réponse à cocher) :

- Il n'y a pas de condensation
- Il y a très certainement une condensation (sans argument franc pour différencier une pneumopathie d'une atélectasie)
- Il y a très certainement une condensation (de type pneumopathie)
- Il y a très certainement une condensation (de type atélectasie)
- Je ne peux pas conclure

Concernant un possible **syndrome interstitiel** (une seule réponse à cocher) :

- Il n'y a pas de syndrome interstitiel
- Il y a très certainement un syndrome interstitiel (sans argument franc pour différencier un syndrome interstitiel cardiogénique d'un syndrome interstitiel lésionnel)
- Il y a très certainement un syndrome interstitiel (de type cardiogénique)
- Il y a très certainement un syndrome interstitiel (de type lésionnel)
- Je ne peux pas conclure

Concernant un possible **épanchement pleural liquidien** (une seule réponse à cocher) :

- Il n'y a pas d'épanchement pleural liquidien
- Il y a très certainement un épanchement pleural liquidien (sans argument franc pour savoir si cela changerait ma prise en charge ou pas : diurétique, évacuation etc)
- Il y a très certainement un épanchement pleural liquidien (mais qui ne nécessitera pas de prise en charge particulière)
- Il y a très certainement un épanchement pleural liquidien (qui m'inciterait à modifier la prise en charge du patient : diurétique, évacuation etc)
- Je ne peux pas conclure

Concernant un possible **pneumothorax** (une seule réponse à cocher) :

- Il n'y a pas de pneumothorax
- Il y a très certainement un pneumothorax
- Je ne peux pas conclure

#### Question 2 (A partir des quadrants AA,AB,PB, postéro-apical PA)

##### **Après l'adjonction du quadrant PA, quel(s) diagnostics retenez-vous ?**

Concernant une possible **condensation** (une seule réponse à cocher) :

- Il n'y a pas de condensation
- Il y a très certainement une condensation (sans argument franc pour différencier une pneumopathie d'une atélectasie)
- Il y a très certainement une condensation (de type pneumopathie)
- Il y a très certainement une condensation (de type atélectasie)
- Je ne peux pas conclure

Concernant un possible **syndrome interstitiel** (une seule réponse à cocher) :

- Il n'y a pas de syndrome interstitiel
- Il y a très certainement un syndrome interstitiel (sans argument franc pour différencier un syndrome interstitiel cardiogénique d'un syndrome interstitiel lésionnel)
- Il y a très certainement un syndrome interstitiel (de type cardiogénique)
- Il y a très certainement un syndrome interstitiel (de type lésionnel)
- Je ne peux pas conclure

Concernant un possible **épanchement pleural liquidien** (une seule réponse à cocher) :

- Il n'y a pas d'épanchement pleural liquidien
- Il y a très certainement un épanchement pleural liquidien (sans argument franc pour savoir si cela changerait ma prise en charge ou pas : diurétique, évacuation etc)
- Il y a très certainement un épanchement pleural liquidien (mais qui ne nécessitera pas de prise en charge particulière)
- Il y a très certainement un épanchement pleural liquidien (qui m'inciterait à modifier la prise en charge du patient : diurétique, évacuation etc)
- Je ne peux pas conclure

Concernant un possible **pneumothorax** (une seule réponse à cocher) :

- Il n'y a pas de pneumothorax
- Il y a très certainement un pneumothorax
- Je ne peux pas conclure

Question 3 ( A partir des quadrants AA, AB, PB, PA, latéro apical LA, latéro basal LB)

**Après l'adjonction des quadrants LA et LB, quel(s) diagnostics retenez-vous ?**

Concernant une possible **condensation** (une seule réponse à cocher) :

- Il n'y a pas de condensation
- Il y a très certainement une condensation (sans argument franc pour différencier une pneumopathie d'une atélectasie)
- Il y a très certainement une condensation (de type pneumopathie)
- Il y a très certainement une condensation (de type atélectasie)
- Je ne peux pas conclure

Concernant un possible **syndrome interstitiel** (une seule réponse à cocher) :

- Il n'y a pas de syndrome interstitiel
- Il y a très certainement un syndrome interstitiel (sans argument franc pour différencier un syndrome interstitiel cardiogénique d'un syndrome interstitiel lésionnel)
- Il y a très certainement un syndrome interstitiel (de type cardiogénique)
- Il y a très certainement un syndrome interstitiel (de type lésionnel)
- Je ne peux pas conclure

Concernant un possible **épanchement pleural liquidien** (une seule réponse à cocher) :

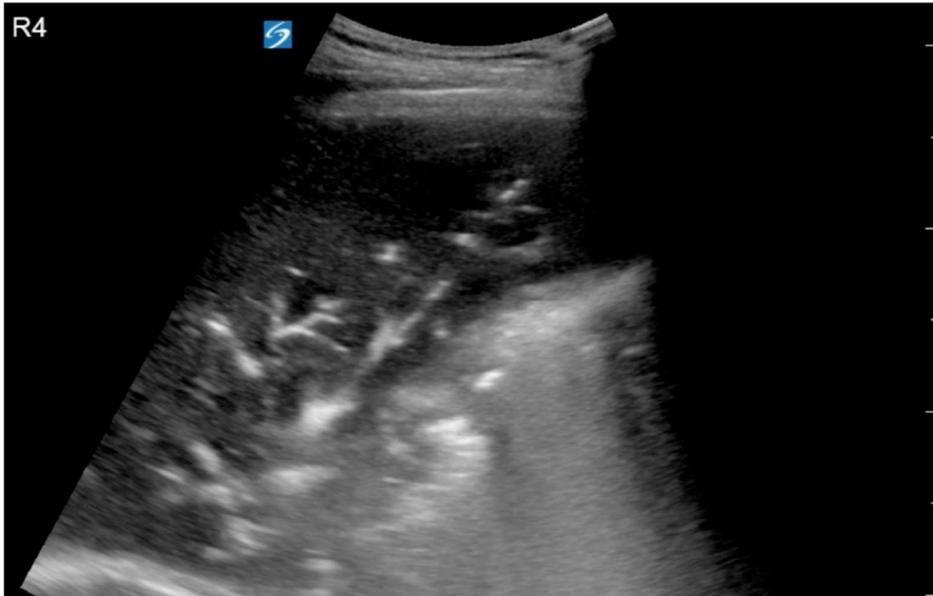
- Il n'y a pas d'épanchement pleural liquidien
- Il y a très certainement un épanchement pleural liquidien (sans argument franc pour savoir si cela changerait ma prise en charge ou pas : diurétique, évacuation etc)
- Il y a très certainement un épanchement pleural liquidien (mais qui ne nécessitera pas de prise en charge particulière)
- Il y a très certainement un épanchement pleural liquidien (qui m'inciterait à modifier la prise en charge du patient : diurétique, évacuation etc)
- Je ne peux pas conclure

Concernant un possible **pneumothorax** (une seule réponse à cocher) :

- Il n'y a pas de pneumothorax
- Il y a très certainement un pneumothorax
- Je ne peux pas conclure

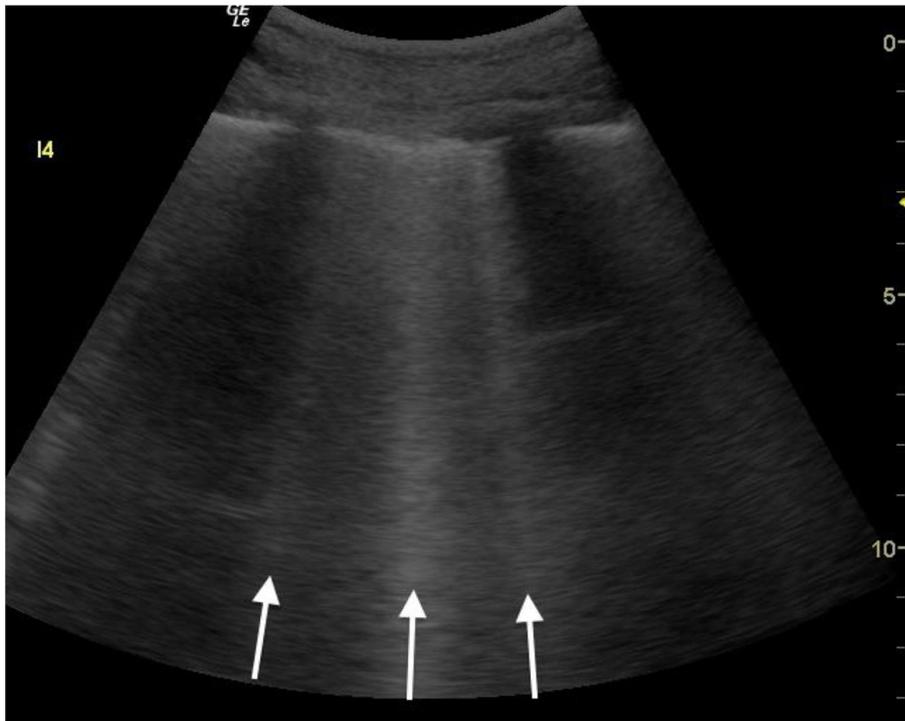
Annexe 3 : Définitions des syndromes selon les recommandations de 2012 :

Condensations pulmonaires : Le signe échographique de la consolidation pulmonaire est une région sous pleurale pauvre en échos ou ayant une écho-structure ressemblant à un tissu. Les consolidations pulmonaires peuvent avoir diverses causes. D'autres signes échographiques peuvent aider à déterminer la cause de la consolidation. La localisation des consolidations en terme de profondeur. La présence d'artefacts de réverbération comme les queues de comètes à la marge de la consolidation, la présence de bronchogramme aérique ou liquidien ou encore des images vasculaires au sein de la consolidation.



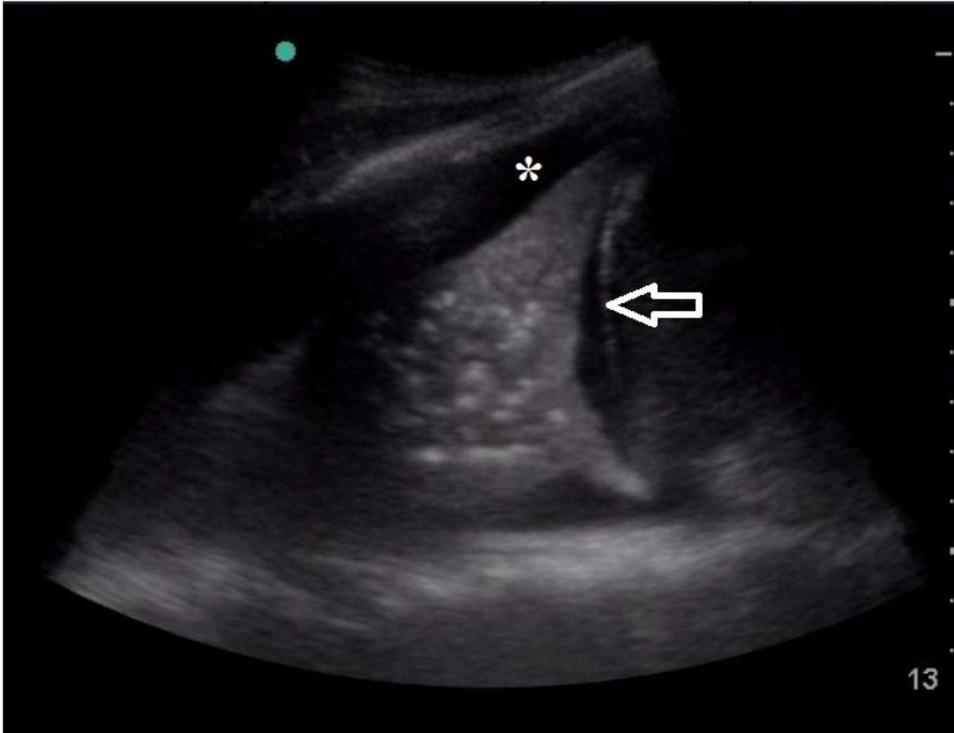
Shrestha GS, Weeratunga D, Baker K. Point-of-Care Lung Ultrasound in Critically ill Patients. Rev Recent Clin Trials . 2018 (23)

**Syndrome interstitiel :** Les lignes B sont définies comme des artefacts de réverbération hyperéchogène verticaux discrets à type de laser qui proviennent de la ligne pleurale (comme des « queues de comètes »), s'étendent jusqu'au bas de l'écran sans s'estomper et se déplacent de façon synchrone avec le glissement pleural. La base anatomique et physique des lignes B n'est pas connue. Un quadrant est défini comme positif s'il présente 3 lignes B ou plus dans un plan longitudinal entre deux côtes. Il faut 2 quadrants positifs sur chaque poumon pour définir le syndrome interstitiel.



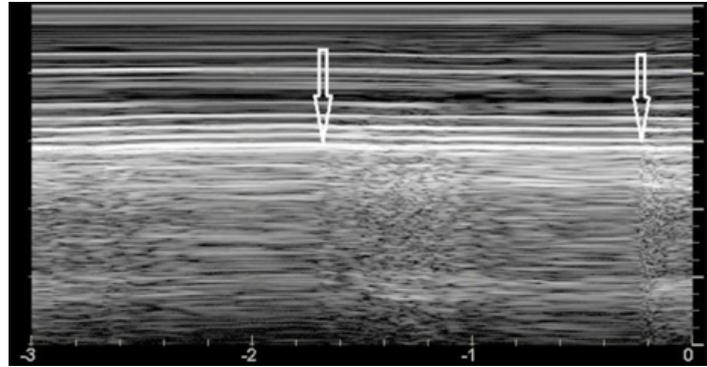
Shrestha GS, Weeratunga D, Baker K. Point-of-Care Lung Ultrasound in Critically ill Patients. Rev Recent Clin Trials . 2018 (23)

Épanchement pleural : Les deux signes suivants sont présents dans presque tous les épanchements libres : La présence d'un espace (habituellement anéchogène) entre la plèvre pariétale et la plèvre viscérale et un mouvement respiratoire du poumon à l'intérieur de l'épanchement. Cet épanchement pleural est associé à une condensation pulmonaire.



Shrestha GS, Weeratunga D, Baker K. Point-of-Care Lung Ultrasound in Critically ill Patients. Rev Recent Clin Trials . 2018 (23)

**Pneumothorax**: Les signes sonographiques du pneumothorax sont constitués par la présence d'un point poumon, l'absence de glissement pleural, l'absence de ligne B et l'absence de pouls pulmonaire (a). Chez le patient en décubitus dorsal, l'examen consiste à explorer les zones les plus apicales, en progressant plus latéralement. Des techniques complémentaires telles que le mode M et le Doppler couleur peuvent être utilisées (b).



(a)

(b)

(b) Shrestha GS, Weeratunga D, Baker K. Point-of-Care Lung Ultrasound in Critically ill Patients. Rev Recent Clin Trials . 2018 (23)

Annexe 4 (Exemple d'une fiche de recueil pour le poumon gauche).

| <b>CAS vidéo</b>  | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>2</b> |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Question  | a        | b        | c        | a        | b        | c        |
| Pas de condensation   |          |          |          |          |          |          |
| Il y a très certainement une condensation (étiologie non retrouvée)         |          |          |          |          |          |          |
| Condensation (Pneumopathie)   |          |          |          |          |          |          |
| Condensation (Atélectasie)  |          |          |          |          |          |          |
| Je ne peux pas conclure   |          |          |          |          |          |          |
| Pas de syndrome interstitiel  |          |          |          |          |          |          |
| Il y a très certainement un syndrome interstitiel (étiologie non retrouvée) |          |          |          |          |          |          |
| Syndrome Interstitiel Cardiogénique   |          |          |          |          |          |          |
| Syndrome Interstitiel Lésionnel   |          |          |          |          |          |          |
| Je ne peux pas conclure   |          |          |          |          |          |          |
| Pas d'épanchement pleural   |          |          |          |          |          |          |
| Il y a très certainement un épanchement pleural                             |          |          |          |          |          |          |
| épanchement pleural liquidien (sans changer de prise en charge)             |          |          |          |          |          |          |
| épanchement pleural liquidien (modifiant la prise en charge)                |          |          |          |          |          |          |
| Je ne peux pas conclure   |          |          |          |          |          |          |
| Pas de PNO  |          |          |          |          |          |          |
| Il y a certainement un PNO  |          |          |          |          |          |          |
| Je ne peux pas conclure   |          |          |          |          |          |          |

Vu, le Directeur de Thèse

  
**Professeur Francis REMERAND**  
Chef de service  
Anesthésie - Réanimation Chirurgicale 2  
CHRU Housseau - 37044 TOURS CEDEX 9

Vu, le Doyen  
De la Faculté de Médecine de  
Tours Tours, le

## ASESIO Clément

32 pages – 1 tableaux – 4 annexes

### Résumé :

**Introduction :** L'échographie pleuropulmonaire est utilisée quotidiennement en réanimation. Elle permet principalement 4 diagnostics: la condensation, le syndrome interstitiel, l'épanchement pleural et le pneumothorax. Elle explore classiquement 6 quadrants par hémithorax : antéro-apical (AA), antéro-basal (AB), latéro-apical (LA), latéro-basal (LB), postéro-apical (PA) et postéro-basal (PB). Cependant, au quotidien, le nombre de quadrants examiné est souvent diminué, sans qu'on en connaisse l'impact diagnostique.

Le but de cette étude est d'évaluer l'apport diagnostique du quadrant PA puis des 2 quadrants latéraux (LA, LB), versus les quadrants antérieurs (AA, AB) et postéro-basal (PB) pour ces 4 pathologies.

**Matériel et méthodes :** Étude prospective multicentrique sur 8 centres (dont 6 universitaires), à partir de 31 enregistrements d'échographie pleuropulmonaire bilatérale (62 hémithorax chez 40 patients) réalisés dans deux réanimations chirurgicales universitaires. Des médecins (4 experts et 17 praticiens) ont été sollicités pour lire ces examens, en 3 séquences : 3 quadrants AA, AB, PB, puis PA (4 quadrants) et puis LA et LB (6 quadrants). Après chaque séquence le lecteur devait retenir ou écarter les 4 pathologies citées ci-dessus.

Le critère principal de jugement était le pourcentage de diagnostics modifiés par les praticiens pour chaque pathologie (condensation, syndrome interstitiel, épanchement pleural, pneumothorax) après analyse des 6 quadrants, versus le diagnostic initial posé à partir de l'analyse des 3 quadrants. Les résultats sont exprimés en médiane (10<sup>e</sup> et 90<sup>e</sup> percentiles).

**Résultats :** 21 médecins de 8 centres (dont 6 centres universitaires) ont complété la lecture des examens. Pour le diagnostic de condensation, l'ajout du quadrant PA puis des 2 quadrants latéraux, modifiait le diagnostic final dans 10% (3-27%) des cas. Pour le diagnostic de syndrome interstitiel, l'ajout du quadrant PA puis des 2 quadrants latéraux, modifiait le diagnostic final dans 15% (8-26%) des cas. Pour le diagnostic de pleurésie, l'ajout du quadrant PA puis des 2 quadrants latéraux, modifiait le diagnostic final dans 6% (3-15%) des cas. Pour le diagnostic de pneumothorax, l'ajout du quadrant PA puis des 2 quadrants latéraux, modifiait le diagnostic final dans 2% (0-13%) des cas.

**Conclusion :** En routine, l'examen pleuropulmonaire basé sur les 6 quadrants par hémithorax modifie peu le diagnostic retenu après l'examen basé sur les seuls quadrants AA AB et PB.

### Mots clés : Échographie pleuropulmonaire, Quadrants, Diagnostic

#### Jury :

Président du Jury : Professeur Fabien Espitalier  
 Directeur de thèse : Professeur Francis Remerand  
 Membres du Jury : Professeur Eric Levesque  
 Docteur Willy Serge Mfam  
 Docteur Thibault Chopin

Date de soutenance : 12 septembre 2024