

Année 2020/2021

N°

Thèse

Pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

Diplôme d'État

par

Legoupy Benoit

TITRE

Faisabilité en routine du score échographique pulmonaire en 6 quadrants par
hémithorax (LUS score) chez les patients de réanimation.

Présentée et soutenue publiquement le 06/10/2021 date devant un jury composé de :

Président du Jury :

Professeur Marc LAFFON Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence, Faculté de Médecine – Tours

Membres du Jury :

Docteur Antoine LEGRAS, Chirurgie Thoracique, MCU-PH, Faculté de Médecine – Tours

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

Docteur Stéphanie TRICOCHÉ, Anesthésie et réanimation, PH, CHU -Tours

Directeur de thèse :

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

UNIVERSITE DE TOURS
FACULTE DE MEDECINE DE TOURS

DOYEN

Pr Patrice DIOT

VICE-DOYEN

Pr Henri MARRET

ASSESSEURS

Pr Denis ANGOULVANT, *Pédagogie*

Pr Mathias BUCHLER, *Relations internationales*

Pr Theodora BEJAN-ANGOULVANT, *Moyens – relations avec l'Université*

Pr Clarisse DIBAO-DINA, *Médecine générale*

Pr François MAILLOT, *Formation Médicale Continue*

Pr Patrick VOURC'H, *Recherche*

RESPONSABLE ADMINISTRATIVE

Mme Fanny BOBLETER

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

PROFESSEURS EMERITES

Pr Daniel ALISON

Pr Gilles BODY

Pr Jacques CHANDENIER

Pr Philippe COLOMBAT

Pr Etienne DANQUECHIN-DORVAL

Pr Pascal DUMONT

Pr Dominique GOGA

Pr Gérard LORETTE

Pr Dominique PERROTIN

Pr Roland QUENTIN

PROFESSEURS HONORAIRES

P. ANTHONIOZ – P. ARBEILLE – A. AUDURIER – A. AUTRET – P. BAGROS – P. BARDOS – C. BARTHELEMY – J.L. BAULIEU – C. BERGER – JC. BESNARD – P. BEUTTER – C. BONNARD – P. BONNET – P. BOUGNOUX – P. BURDIN – L. CASTELLANI – A. CHANTEPIE – B. CHARBONNIER – P. CHOUTET – T. CONSTANS – P. COSNAY – C. COUET – L. DE LA LANDE DE CALAN – J.P. FAUCHIER – F. FETISSOF – J. FUSCIARDI – P. GAILLARD – G. GINIES – 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 – M. MARCHAND – C. MAURAGE – C. MERCIER – J. MOLINE – C. MORAINÉ – J.P. MUH – J. MURAT – H. NIVET – L. POURCELOT – P. RAYNAUD – D. RICHARD-LENOBLE – A. ROBIER – J.C. ROLLAND – D. ROYERE – A. SAINDELLE – E. SALIBA – J.J. SANTINI – D. SAUVAGE – D. SIRINELLI – J. WEILL

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

ANDRES Christian.....	Biochimie et biologie moléculaire
ANGOULVANT Denis	Cardiologie
APETOH Lionel	Immunologie
AUPART Michel.....	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BABUTY Dominique	Cardiologie
BAKHOS David.....	Oto-rhino-laryngologie
BALLON Nicolas.....	Psychiatrie ; addictologie
BARILLOT Isabelle	Cancérologie ; radiothérapie
BARON Christophe	Immunologie
BEJAN-ANGOULVANT Théodora	Pharmacologie clinique
BERHOUE 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
BOURGUIGNON Thierry	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
BRILHAULT Jean.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
BRUNEREAU Laurent.....	Radiologie et imagerie médicale
BRUYERE Franck.....	Urologie
BUCHLER Matthias.....	Néphrologie
CALAIS Gilles.....	Cancérologie, radiothérapie
CAMUS Vincent.....	Psychiatrie d'adultes
CORCIA Philippe.....	Neurologie
COTTIER Jean-Philippe	Radiologie et imagerie médicale
DEQUIN Pierre-François.....	Thérapeutique
DESOUBEAUX Guillaume.....	Parasitologie et mycologie
DESTRIEUX Christophe	Anatomie
DIOT Patrice.....	Pneumologie
DU BOUEXIC de PINIEUX Gonzague	Anatomie & cytologie pathologiques
DUCLUZEAU Pierre-Henri.....	Endocrinologie, diabétologie, et nutrition
EL HAGE Wissam.....	Psychiatrie adultes
EHRMANN Stephan	Médecine intensive – réanimation
FAUCHIER Laurent	Cardiologie
FAVARD Luc.....	Chirurgie orthopédique et traumatologique
FOUGERE Bertrand	Gériatrie
FOUQUET Bernard.....	Médecine physique et de réadaptation
FRANCOIS Patrick.....	Neurochirurgie
FROMONT-HANKARD Gaëlle	Anatomie & cytologie pathologiques
GATAULT Philippe.....	Néphrologie
GAUDY-GRAFFIN Catherine.....	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
GOUPILLE Philippe	Rhumatologie
GRUEL Yves.....	Hématologie, transfusion
GUERIF Fabrice	Biologie et médecine du développement et de la reproduction
GUILLON Antoine.....	Médecine intensive – réanimation
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
LECOMTE Thierry.....	Gastroentérologie, hépatologie
LESCANNE Emmanuel.....	Oto-rhino-laryngologie
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
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
PATAT Frédéric	Biophysique et médecine nucléaire
PERROTIN Franck	Gynécologie-obstétrique
PISELLA Pierre-Jean	Ophtalmologie
PLANTIER Laurent	Physiologie
REMERAND Francis	Anesthésiologie et réanimation, médecine d'urgence
ROINGEARD Philippe	Biologie cellulaire
ROSSET Philippe	Chirurgie orthopédique et traumatologique
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
THOMAS-CASTELNAU Pierre	Pédiatrie
TOUTAIN Annick	Génétique
VAILLANT Loïc	Dermato-vénéréologie
VELUT Stéphane	Anatomie
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

MALLET Donatien Soins palliatifs
POTIER Alain Médecine Générale
ROBERT Jean Médecine Générale

PROFESSEUR CERTIFIE DU 2ND DEGRE

MC CARTHY Catherine Anglais

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

AUDEMARD-VERGER Alexandra Médecine interne
BARBIER Louise Chirurgie digestive
BINET Aurélien Chirurgie infantile
BISSON Arnaud Cardiologie (CHRO)
BRUNAULT Paul Psychiatrie d'adultes, addictologie
CAILLE Agnès Biostat., informatique médical et technologies de communication
CARVAJAL-ALLEGRIA Guillermo Rhumatologie (au 01/10/2021)
CLEMENTY Nicolas Cardiologie
DENIS Frédéric Odontologie
DOMELIER Anne-Sophie Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
DUFOUR Diane Biophysique et médecine nucléaire
ELKRIEF Laure Hépatologie – gastroentérologie
FAVRAIS Géraldine Pédiatrie
FOUQUET-BERGEMER Anne-Marie Anatomie et cytologie pathologiques
GUILLEUX Valérie Immunologie
GUILLON-GRAMMATICO Leslie Epidémiologie, économie de la santé et prévention

HOARAU Cyrille	Immunologie
LE GUELLEC Chantal.....	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
LEFORT Bruno	Pédiatrie
LEGRAS Antoine.....	Chirurgie thoracique
LEMAIGNEN Adrien	Maladies infectieuses
MACHET Marie-Christine	Anatomie et cytologie pathologiques
MOREL Baptiste	Radiologie pédiatrique
PARE Arnaud.....	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
PIVER Éric.....	Biochimie et biologie moléculaire
REROLLE Camille.....	Médecine légale
ROUMY Jérôme	Biophysique et médecine nucléaire
SAUTENET Bénédicte	Thérapeutique
STANDLEY-MIQUELESTORENA Elodie	Anatomie et cytologie pathologiques
STEFIC Karl.....	Bactériologie
TERNANT David.....	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
VUILLAUME-WINTER Marie-Laure.....	Génétique

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

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

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES

BARBEAU Ludivine.....	Médecine Générale
ETTORI-AJASSE Isabelle.....	Médecine Générale
PAUTRAT Maxime	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
BRIARD Benoit.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
CHALON Sylvie	Directeur 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
GOUILLEUX Fabrice	Directeur de Recherche CNRS – EA 7501 - ERL CNRS 7001
GOMOT Marie.....	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
HEUZE-VOURCH Nathalie.....	Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
KORKMAZ Brice.....	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
LATINUS Marianne.....	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
LAUMONNIER Frédéric	Chargé de Recherche Inserm - UMR Inserm 1253
LE MERREUR Julie.....	Directrice de Recherche CNRS – UMR Inserm 1253
MAMMANO Fabrizio.....	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
MEUNIER Jean-Christophe	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
PAGET Christophe	Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
RAOUL William	Chargé de Recherche Inserm – UMR CNRS 1069
SI TAHAR Mustapha	Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
SUREAU Camille	Directrice de Recherche émérite CNRS – UMR Inserm 1259
WARDAK Claire.....	Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Pour l'Ecole d'Orthophonie

DELORE Claire	Orthophoniste
GOUIN Jean-Marie.....	Praticien Hospitalier

Pour l'Ecole d'Orthoptie

BOULNOIS Sandrine.....	Orthoptiste
SALAME Najwa.....	Orthoptiste

Pour l'Ethique Médicale

BIRMELE Béatrice.....	Praticien Hospitalier
-----------------------	-----------------------

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des Maîtres 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 à l'indigent,
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 pères.

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

RESUME EN ANGLAIS

Introduction: Lung ultrasound is recommended for pleuropulmonary assessment in critical care patients. A 6-quadrant analysis by hemithorax (defined by external anatomical markers) is used in many studies (LUS score). However, in routine care, some quadrants may not be analyzable, mainly due to reduced lung volume (abdominal pathology, supine position, etc.).

Objective: The objective of this study was to assess the reliability of this 6 quadrant hemithorax analysis during routine practice in critical care.

Methods: Retrospective monocentric analysis of 51 exams (one loop per quadrant, 6 quadrants per hemithorax) recorded in critical care patients during their management (one exam per patient). Lung ultrasound exams were performed by one practitioner, and then analyzed by a second one. For each loop, the presence or absence of lung was reported. For each hemithorax the presence or absence of interstitial syndrome, pneumothorax, condensation, and pleural effusion was reported.

Results: 99 of 102 hemithorax were analyzed. In 43 of 99 hemithorax (43%), the score could not be calculated because one to four quadrants did not scan the lung. Quadrants without any explorable lung were the latero-basal (32% of cases), postero-basal (26% of cases), antero-basal (6%), antero-apical (2%) and postero-apical ones (1%). In univariate analysis, factors associated with at least one lung-free quadrant were abdominal pathology and an intensive care unit stay of more than 14 days.

Conclusion: The achievement of this score is in practice impossible in 43% of the hemithorax, probably due to lung condensation. A modified definition of the quadrants is proposed, avoiding any cephalocaudal external anatomical marker (nipple line).

Mot clé en anglais :

Lung ultrasound ; LUS score ; quadrant

SOMMAIRE

RESUME EN ANGLAIS	7
SOMMAIRE	8
INTRODUCTION	9
METHODES	10
RESULTATS	12
DISCUSSION	13
CONCLUSION	16
REFERENCES	17
TABLEAUX.....	20
FIGURES.....	22
ANNEXE	34
RESUME EN FRANÇAIS.....	36

INTRODUCTION

L'échographie pleuropulmonaire est un moyen d'investigation largement préconisé pour l'exploration pleuropulmonaire en réanimation (1), notamment dans la prise en charge des traumatisés thoraciques (2). Elle a l'avantage d'être réalisable au lit du patient avec un délai très court, répétable, non irradiante contrairement aux examens radiologiques. L'échographie pleuropulmonaire permet de diagnostiquer les quatre principaux syndromes respiratoires questionnant au quotidien les praticiens : le syndrome interstitiel, le pneumothorax, les condensations alvéolaires et les pleurésies (1) (3) (4). L'échographie pleuropulmonaire est supérieure à la radiographie pulmonaire (RP) pour écarter ou affirmer un syndrome interstitiel ou une condensation. L'échographie pleuropulmonaire est supérieure à la RP et égale à la tomodensitométrie pour écarter ou affirmer un pneumothorax ou un épanchement pleural(1). L'échographie est proposée comme une alternative à la RP pour le diagnostic des pneumonies associées aux soins en réanimation (5) et elle est proposée comme une alternative à la RP pour la détection d'anomalies pleurales (pneumothorax, pleurésie) voire parenchymateuses (foyer, atélectasie) (6) .

L'examen classiquement décrit à but diagnostique comporte six quadrants sur chaque poumon. C'est aussi celui proposé pour quantifier le degré d'aération pulmonaire dans diverses pathologies pulmonaires de réanimation, permettant de calculer le LUS score (7) (8) (9) (Figure 1 et Figure 2 (10)). Les quadrants sont classiquement définis par 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, antéro-basal, latéro-apical, latéro-basal, postéro-apical et postéro-basal.

Or, dans la pratique quotidienne chez les patients de réanimation, l'exploration de certains quadrants sous la ligne mammelonnaire est parfois impossible du fait d'une diminution du volume thoracique. En effet, chez les patients admis en réanimation, plusieurs facteurs peuvent influencer la position du diaphragme tel que l'alitement prolongé, la

ventilation mécanique, un iléus ou une condensation pulmonaire (11) (12). Notre hypothèse est que l'examen des 12 quadrants définis par des repères anatomiques externes sont fréquemment irréalisables, empêchant le calcul du LUS et la comparaison entre les examens successifs.

Le but de cette étude était donc d'évaluer la faisabilité de cette analyse à six quadrants par hémithorax en routine à l'aide de repères anatomiques externes.

METHODES

1. Généralités

Etude rétrospective monocentrique sur 51 patients ayant eu une échographie pleuropulmonaire bilatérale faite dans une réanimation chirurgicale d'un Centre Hospitalier Universitaire de Tours par un même investigateur. Un patient était inclus une seule fois. Quand plusieurs examens étaient disponibles pour un même patient, l'examen complet le plus précoce au cours de l'hospitalisation était sélectionné. Le motif de réalisation de cette échographie (recherche d'un syndrome interstitiel ou pneumothorax ou condensation alvéolaire ou épanchement pleural) était relevé dans le compte rendu de l'examen.

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). Elles ont été réalisées entre le 05/03/2021 et le 08/07/2021, sur 18 journées différentes. Le mode M n'était pas utilisé à titre systématique mais uniquement en cas de doute sur la présence du glissement pleural. Pour chaque hémithorax, la zone antérieure était comprise entre la ligne parasternale et la ligne axillaire antérieure. La zone latérale était comprise entre les lignes axillaires antérieures et postérieures. La zone postérieure était comprise entre les lignes axillaires postérieures et paravertébrales. Ces zones antérieures, latérales et postérieures, étaient chacune divisée en une zone supérieure et inférieure par la ligne mammelonnaire. (Figure 2) (10)(13) . Cela définissait ainsi 6 quadrants pour chaque hémithorax : antéro-apical gauche et droit (AAG et AAD), antéro-basal gauche et droit (ABG et ABD), latéro-apical gauche et droit (LAG et LAD), latéro-basal gauche et droit (LAG et LAD), postéro-apical gauche et droit (PAG et PAD) et

postéro-basal gauche et droit (PBG et PBD). Plusieurs espaces intercostaux étaient étudiés dans chaque quadrant. 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. Secondairement, elles étaient converties en avi et anonymisées par le logiciel de l'échographe (S70, General Electrics, USA) lors du transfert sur une clé USB.

3. Données cliniques recueillies

Ces différents éléments (Figure 3) ont été relevés dans le dossier papier ou informatisé du patient : âge, sexe, poids, taille, Index de gravité simplifié II (IGS II) et American Society of Anesthesiologists score (ASA) à l'entrée, date entrée en réanimation, date de l'examen, motif d'entrée en réanimation, motif principal de l'échographie pleuropulmonaire (d'après l'histoire clinique du patient : syndrome interstitiel ou pneumothorax ou condensation ou épanchement pleural), mode ventilatoire au moment de l'échographie, paramètres ventilatoires (PEEP, Volume courant, Fréquence respiratoire, FiO₂, débit O₂), dispositif d'administration de l'O₂ (lunettes, sonde nasale, masque moyenne concentration (MMC), masque haute concentration (MHC), oxygénothérapie à haut débit (OHD), présence de noradrénaline, dobutamine, adrénaline et de curare.

4. Lecture des images :

Les 4 syndromes pulmonaires étudiés sont le syndrome interstitiel, le pneumothorax, les condensations alvéolaires et les épanchements pleuraux. Ils sont définis en annexe (Figure 4). Une fois tous les examens enregistrés sur une clé USB, les boucles vidéo ont été intégrées dans un PowerPoint dans l'ordre suivant : AAD ; ABD ; PBD ; PAD ; LAD ; LBD etc ; pour un premier fichier puis un second avec le côté gauche. Les séquences d'images étaient précédées d'une vignette comportant certains éléments cliniques du patient au moment de l'échographie : âge, sexe, côté, durée de séjour en réanimation lors de l'examen et mode ventilatoire. La relecture a été effectuée en une fois, à postériori, sur un même ordinateur (HP pavilion avec écran 15 pouces), par un second praticien expérimenté (14). A la lecture de chaque boucle, était proposé un questionnaire sous forme Excel (Annexe 1) : poumon visible ou pas. Après lecture des six boucles de chaque hémithorax, il devait être précisé la présence ou non d'un syndrome interstitiel, d'un pneumothorax, d'une condensation et d'un

épanchement pleural. Les boucles pouvaient être revues autant de fois que nécessaire, et si besoin en mode ralenti ou vue par vue. Si l'analyse des boucles ne permettait pas de répondre à une des questions pour des raisons techniques (qualité insuffisante, artefacts, etc), l'hémithorax était exclu de l'analyse. Les autres boucles analysables ont néanmoins été gardées pour l'analyse quadrant par quadrant.

5. Analyse statistique :

Le critère principal était le pourcentage d'hémithorax où au moins un quadrant n'était pas exploitable du fait de l'absence de poumon. Les facteurs associés à la survenue d'examen d'hémithorax ininterprétable ont été recherchés par une analyse univariée (tests de Fisher bilatéral) comprenant : le côté, le sexe, le BMI > 25, le BMI > 30, admission pour pathologie abdominale ou autre, admission pour pathologie médicale ou chirurgicale, ventilation mécanique ou non, ventilation contrôlée ou spontanée, durée de l'hospitalisation supérieure à 7 jours, à 14 jours, le motif principal de réalisation de l'échographie (syndrome interstitiel et/ou pneumothorax ou condensation et/ou épanchement pleural), présence de noradrénaline, présence de curare, présence d'un syndrome interstitiel, présence de condensation et un épanchement pleural. Une analyse multivariée a été menée avec les facteurs ayant un $p < 0.10$ en analyse univariée, un $p < 0.05$ a été considéré comme significatif. Les variables catégorielles sont exprimées en nombre (%). Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel IBM SPSS Statistics 27 (SPSS Inc., Chicago, IL).

RESULTATS

Le tableau 1 décrit la population étudiée. Parmi les 102 hémithorax relus, 99 ont été analysés (3 ont été exclus car 2 ou 4 quadrants étaient ininterprétables pour des raisons techniques). Parmi les 612 boucles relues, 604 ont été analysées. Dans 30 des 48 examens bilatéraux analysables (62%), le score ne pouvait pas être calculé. Dans 43 des 99 hémithorax analysés (43%), le score ne pouvait pas être calculé car un à quatre quadrants n'exploraient pas le poumon. Les quadrants sans poumon explorables étaient les quadrants latéro-basaux (32% des hémithorax), postéro-basaux (26 % des hémithorax), antéro-basaux (6%), antéro-apicaux (2%) et postéro-apicaux (1%). Le détail par côté est montré dans la figure 5.

Le tableau 2 détaille l'analyse univariée et multivariée. Un seul pneumothorax ayant été diagnostiqué après la lecture des boucles, ce paramètre n'a donc pas été analysé. En analyse univariée, les facteurs associés avec un $p < 0.10$ à un hémithorax avec au moins un quadrant sans poumon étaient : un séjour en réanimation de plus de 14 jours ($p = 0,016$), une pathologie abdominale ($p = 0,039$) et une condensation pulmonaire ($p = 0,086$). Après analyse multivariée, le seul facteur associé à un hémithorax avec au moins un quadrant sans poumon était l'hospitalisation en réanimation supérieure à 14 jours ($p = 0,026$).

DISCUSSION

Cette étude montre que dans près de la moitié des cas, au moins un quadrant par hémithorax exploré n'était pas exploitable en utilisant des repères anatomiques externes. Ceci semble surtout lié à l'absence de poumon explorable sous la ligne mammelonnaire dans les quadrants latéro-basaux et postéro-basaux. Ceci a des implications physiopathologiques et méthodologiques.

1. Physiopathologique

Les examens incomplets sont surtout dus à des quadrants latéro-basaux et postéro-basaux inexploitable. Ceci se traduit par des images purement sous diaphragmatiques, sans poumon. La survenue de ces examens incomplets est associée principalement à une durée de séjour prolongée en réanimation. Dans une moindre mesure, elle est associée en analyse univariée à la présence de condensation et à une pathologie abdominale. Ces résultats semblent cohérents. Une durée prolongée en réanimation suppose un décubitus prolongé. Ce décubitus est responsable à court terme d'une diminution du volume thoracique par remontée du diaphragme dans le thorax sous la pression du contenu abdominal. A moyen terme, ceci occasionne une compression puis une atelectasie progressive de la partie postérieure des poumons, ascensionnant encore les coupes diaphragmatiques, qui peuvent ainsi atteindre la ligne mammelonnaire et empêcher un examen des quadrants latéro-basaux et postéro-basaux. Cette ascension rend caduque les repères anatomiques externes type ligne mammelonnaire. Les pathologies abdominales génèrent généralement un iléus, voire un œdème du contenu digestif et un épanchement péritonéal. Tous ces paramètres favorisent eux aussi la remontée

du diaphragme vers l'apex du thorax, puis la survenue de condensations postérieures. Enfin, les condensations pulmonaires en elles-mêmes génèrent une remontée du diaphragme dans le thorax. Tous ces facteurs sont donc cohérents pour expliquer pourquoi des quadrants latéro-basaux et postéro-basaux sont fréquemment inexploitablement chez les patients de réanimation.

Par ailleurs, cette étude révèle que dans 32% des quadrants latéro-basaux, le diaphragme est au-dessus de la ligne mammelonnaire. Les quadrants latéro-apicaux sont la voie d'accès recommandée pour insérer des drains pleuraux. En effet, la ligne mammelonnaire est classiquement considérée comme une limite au-dessus de laquelle une ponction est forcément pleurale. Cette étude documente qu'insérer un drain juste au-dessus de cette ligne mammelonnaire dans le quadrant latéro-apical expose à des lésions diaphragmatiques voire abdominales dans près de 30% des cas. Ceci souligne l'importance de l'utilisation systématique de l'échographie avant la pose d'un drain pleural en réanimation (15).

2. Méthodologie

Cette incidence des examens incomplets semble élevée par rapport à la littérature. En fait, l'incidence de ce phénomène n'a pas directement été évaluée. En effet, la définition des quadrants comprenant la ligne mammelonnaire est surtout décrite dans des revues de références. Dans les études originales, la définition des segments apicaux et basaux varie d'une étude à l'autre. Certains utilisent la ligne mammelonnaire comme Patel (16) ou Soldati (13) (Figure 6) ou Yin (17) (Figure 7) ; En revanche, Volpicelli G, et al (18) ainsi que Zhou, et al (19) proposent le 2^{ième} et le 3^{ième} espace intercostal comme limite entre les quadrants supérieurs et inférieurs. En fait, beaucoup d'équipes ne précisent pas quelle limite a été fixée entre les quadrants apicaux et basaux : Mojoli F, et al (8), Bouhemad B, et al (9), Zieleskiewicz L, et al (20) ou Hussain A, et al (21). Une équipe divisait chaque région, antérieure, latérale ou postérieure en deux (22).

Une méthode alternative serait d'abandonner tout repère anatomique fixe pariétal pour définir les régions apicales et basales, comme la ligne mammelonnaire ou un espace intercostal (EIC) donné. Cette approche a été choisie par exemple, par Millington, à travers le BLUE protocol modifié (23) (Figure 8). En effet, les EIC fixes décrits dans le BLUE protocol (Figure 9) ont les mêmes limites que celles décrites dans ce travail pour une approche en quadrants (24). Notre proposition alternative serait d'utiliser comme image basale l'avant

dernière image au niveau caudale. En effet, dans notre expérience, la dernière image peut montrer dans notre expérience des lignes B sans syndrome interstitiel avéré, du fait probablement de micro-atélectasies dans les culs de sacs costo-diaphragmatiques. L'image la plus péjorative des 2 ou 3 premiers espaces intercostaux apicaux visibles pourrait être retenue comme image apicale. Cette proposition permettrait ainsi de s'affranchir de tout repère externe fixe sur l'axe apico-basal, et d'expliciter la méthodologie. Elle a l'inconvénient théorique de potentiellement ignorer une ou deux coupes à la partie médiale du thorax. En pratique, en réanimation, il est peu fréquent d'avoir plus de 4 EIC explorables sur un axe apico-basal. De plus, en pratique clinique et radiologique, il n'existe pas de syndrome interstitiel touchant les bases et les apex tout en épargnant la partie médiane des poumons.

3. Limites

Le caractère monocentrique et rétrospectif peut desservir cette étude. Un recrutement particulier pourrait avoir surestimé l'incidence des examens incomplets. En effet, dans une réanimation chirurgicale, les pathologies abdominales sont plus fréquentes que dans des réanimations polyvalentes. Néanmoins, les autres facteurs menant à des condensations pulmonaires et donc des ascensions diaphragmatiques sont retrouvés dans toutes les réanimations, à commencer par le décubitus prolongé. Lors de l'analyse des boucles, la présence d'image pulmonaire ou digestive sur chaque quadrant était laissée au choix du praticien relisant les échographies. L'échographie est classiquement considérée comme opérateur dépendante. Cette lecture des boucles par un praticien unique pouvant entraîner un biais, tout comme la réalisation des échographies par un seul praticien. Néanmoins, cette analyse est très dichotomique, et la variabilité inter-opérateur est probablement très faible sur ce critère.

Le diagnostic de syndrome interstitiel était porté sur un seul hémithorax en partant du principe que le second hémithorax était identique. Ceci pourrait surestimer le diagnostic du syndrome interstitiel dans notre série. Néanmoins, ceci est un critère secondaire de jugement et impacte peu les résultats principaux. L'analyse portant sur le motif de l'échographie divisé en antérieur et postérieur correspond au niveau d'investigation 1 et 3 de Lichtenstein (3).

Le fait que la ventilation mécanique n'entraîne pas davantage d'hémithorax ininterprétable peut être lié au fait que la durée de ventilation mécanique n'était pas rapportée.

La durée de séjour en réanimation aurait pu être affinée car elle ne prend pas en compte la durée de séjour hospitalier avant l'hospitalisation en réanimation, ni la durée de décubitus. Toutefois la durée stricte de décubitus, celle qui nous importe pour ce travail est difficile à évaluer avant l'admission en réanimation. Les admissions en post opératoire d'une chirurgie programmée ou à la suite d'un évènement aigu ont des durées de décubitus très proches de la durée d'hospitalisation en réanimation. Dans tous les autres cas, la durée de décubitus est probablement sous-estimée car elle a effectivement commencé avant l'admission en réanimation.

CONCLUSION

L'analyse des 6 quadrants par hémithorax est en pratique impossible dans 43% des hémithorax, en lien avec une ascension fréquente du diaphragme au-dessus de la ligne mammelonnaire. Un ajustement de la définition des quadrants est proposé, en s'affranchissant des repères anatomiques externes céphalo-caudaux.

REFERENCES

1. 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.* 1 avr 2012;38(4):577-91.
2. Société française d'anesthésie et de réanimation, d'urgence S française de médecine. Traumatisme thoracique : prise en charge des 48 premières heures. *Anesth Réanimation.* juin 2015;1(3):272-87.
3. Lichtenstein DA. Échographie pleuropulmonaire. In: *Imagerie en réanimation* [Internet]. Elsevier; 2007 [cité 23 sept 2020]. p. 113-34. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9782842998219500060>
4. Winkler MH, Touw HR, van de Ven PM, Twisk J, Tuinman PR. Diagnostic Accuracy of Chest Radiograph, and When Concomitantly Studied Lung Ultrasound, in Critically Ill Patients With Respiratory Symptoms: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Crit Care Med.* juill 2018;46(7):e707-14.
5. Leone M, Bouadma L, Bouhemad B, Brissaud O, Dauger S, Gibot S, et al. Pneumonies associées aux soins de réanimation. *Anesth Réanimation.* sept 2018;4(5):421-41.
6. 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.* mars 2019;28(2):172-89.
7. Mongodi S, Santangelo E, Luca DD, Rovida S, Corradi F, Volpicelli G, et al. Quantitative Lung Ultrasound: Time for a Consensus? *CHEST.* 1 août 2020;158(2):469-70.
8. Mojoli F, Bouhemad B, Mongodi S, Lichtenstein D. Lung Ultrasound for Critically Ill Patients. *Am J Respir Crit Care Med.* 15 mars 2019;199(6):701-14.
9. Bouhemad B, Mongodi S, Via G, Rouquette I. Ultrasound for "Lung Monitoring" of Ventilated Patients. *Anesthesiology.* 1 févr 2015;122(2):437-47.
10. Vetrugno L, Baciarello M, Bignami E, Bonetti A, Saturno F, Orso D, 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.* 17 août 2020;12(1):39.
11. Supinski GS, Morris PE, Dhar S, Callahan LA. Diaphragm Dysfunction in Critical Illness. *Chest.* 1 avr 2018;153(4):1040-51.
12. de Jonghe B, Lacherade J-C, Sharshar T, Outin H. Intensive care unit-acquired weakness: Risk factors and prevention. *Crit Care Med.* oct 2009;37:S309-15.

13. Soldati G, Smargiassi A, Inchingolo R, Buonsenso D, Perrone T, Briganti DF, et al. Proposal for International Standardization of the Use of Lung Ultrasound for Patients With COVID-19. *J Ultrasound Med.* 2020;39(7):1413-9.
14. Remérand F, Dellamonica J, Mao Z, Ferrari F, Bouhemad B, Jianxin Y, et al. Multiplane ultrasound approach to quantify pleural effusion at the bedside. *Intensive Care Med.* 1 avr 2010;36(4):656-64.
15. Maskell N, on behalf of the British Thoracic Society Pleural Disease Guideline Group. British Thoracic Society Pleural Disease Guidelines - 2010 update. *Thorax.* 1 août 2010;65(8):667-9.
16. Patel CJ, Bhatt HB, Parikh SN, Jhaveri BN, Puranik JH. Bedside Lung Ultrasound in Emergency Protocol as a Diagnostic Tool in Patients of Acute Respiratory Distress Presenting to Emergency Department. *J Emerg Trauma Shock.* 2018;11(2):125-9.
17. Yin W, Zou T, Qin Y, Yang J, Li Y, Zeng X, et al. Poor lung ultrasound score in shock patients admitted to the ICU is associated with worse outcome. *BMC Pulm Med.* 3 janv 2019;19:1.
18. Volpicelli G, Mussa A, Garofalo G, Cardinale L, Casoli G, Perotto F, et al. Bedside lung ultrasound in the assessment of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Emerg Med.* oct 2006;24(6):689-96.
19. Zhou J, Song J, Gong S, Hu W, Wang M, Xiao A, et al. Lung Ultrasound Combined With Procalcitonin for a Diagnosis of Ventilator-Associated Pneumonia. *Respir Care.* 1 mai 2019;64(5):519-27.
20. Zieleskiewicz L, Markarian T, Lopez A, Taguet C, Mohammedi N, Boucekine M, et al. Comparative study of lung ultrasound and chest computed tomography scan in the assessment of severity of confirmed COVID-19 pneumonia. *Intensive Care Med.* 29 juill 2020;1-7.
21. Hussain A, Via G, Melniker L, Goffi A, Tavazzi G, Neri L, et al. Multi-organ point-of-care ultrasound for COVID-19 (PoCUS4COVID): international expert consensus. *Crit Care.* 24 déc 2020;24:702.
22. Chiumello D, Umbrello M, Sferrazza Papa GF, Angileri A, Gurgitano M, Formenti P, et al. Global and Regional Diagnostic Accuracy of Lung Ultrasound Compared to CT in Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome*. *Crit Care Med.* nov 2019;47(11):1599-606.
23. Millington SJ, Koenig S, Mayo P, Volpicelli G. Lung Ultrasound for Patients With Coronavirus Disease 2019 Pulmonary Disease. *Chest.* janv 2021;159(1):205-11.

24. Mongodi S, De Luca D, Colombo A, Stella A, Santangelo E, Corradi F, et al. Quantitative Lung Ultrasound: Technical Aspects and Clinical Applications. *Anesthesiology*. 1 juin 2021;134(6):949-65.
25. Shrestha GS, Weeratunga D, Baker K. Point-of-Care Lung Ultrasound in Critically ill Patients. *Rev Recent Clin Trials* [Internet]. 31 janv 2018 [cité 23 sept 2020];13(1). Disponible sur: <http://www.eurekaselect.com/155465/article>
26. Koenig S, Mayo P, Volpicelli G, Millington SJ. Lung Ultrasound Scanning for Respiratory Failure in Acutely Ill Patients. *Chest*. déc 2020;158(6):2511-6.

TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques démographiques des patients

	N=51
Age (année)	56 +/- 14,1
Genre	Homme : 43 (84%)
BMI	29,3 +/- 7,5
IGSII	45,9 +/- 18
ASA	2,1 +/- 0,6
Admission pour pathologie abdominale *	22 (44%)
Admission pour pathologie chirurgicale*	27 (54%)
Ventilation mécanique	34 (67%)
Ventilation contrôlée	25 (49%)
Nombre jour en réanimation avant l'examen	7 +/- 7
Présence de noradrénaline	15 (29%)
Présence de curare	6 (12%)
Motif principal des échographies	Syndrome interstitiel : 13 (26%) Pneumothorax : 1 (2%) Condensation : 18 (36%) Epanchement pleural : 19 (38%)

* : une donnée manquante chez un patient

Variables quantitatives exprimées en moyenne +/- écart type et variables qualitatives exprimées en nombre (%).

Tableau 2 : Analyse univariée et multivariée

	n Hémi thorax ininterprétable (au moins un quadrant ininterprétable) (pourcentage)	n Hémi thorax interprétable (6 quadrants pulmonaires) (pourcentage)	p=	OR (IC 95%)	Multivariée p=
Coté G	19 (44%)	30 (54%)	0,41	0,68 (0,3 ; 1,6)	
Genre masculin	35 (81%)	48 (86%)	0,59	0,7 (0,2 ; 2,5]	
BMI > 25	33 (77%)	36 (64%)	0,19	1,8 (0,7 ; 5)	
BMI > 30	18 (42%)	23 (41%)	1	0,9 (0,4 ; 2,3)	
Pathologie abdominale	24 (56%)	18 (33%)	0,039	2,5 (1,02 ; 6,3)	0,101
Pathologie chirurgicale*	28 (53%)	28 (52%)	1	1 (0,4 ; 2,6)	
Ventilation mécanique*	30 (70%)	37 (66%)	0,82	1,2 (0,5 ; 3,1)	
Ventilation contrôlée	23 (53%)	27 (48%)	0,68	0,8 (0,5 ; 2,9)	
Hospitalisation > 14 jours	12 (28%)	5 (9%)	0,016	3,9 (1,1 ; 15,5)	0,026
Hospitalisation > 7 jours	21 (49%)	18 (32%)	0,10	2,0 (0,8 ; 4,9)	
Indication de l'échographie : Sd int/ PNO **	11 (26%)	17 (30%)	0,65	0,8 (0,3 ; 2,1)	
Présence de noradrénaline	13 (30%)	17 (30%)	1	1 (0,4 ; 2,6)	
Présence de curare	3 (7%)	9 (16%)	0,22	0,4 (0,1 ; 1,7)	
Présence d'un syndrome interstitiel***	18 (44%)	25 (44%)	1	1 (0,4 ; 2,4)	
Présence d'une condensation****	31 (76%)	32 (58%)	0,086	2,2 (0,8 ; 6,1)	0,239
Présence d'un épanchement pleural***	27 (66%)	36 (64%)	1	1,1 (0,4 ; 2,7)	

* : 1 donnée manquante d'un patient

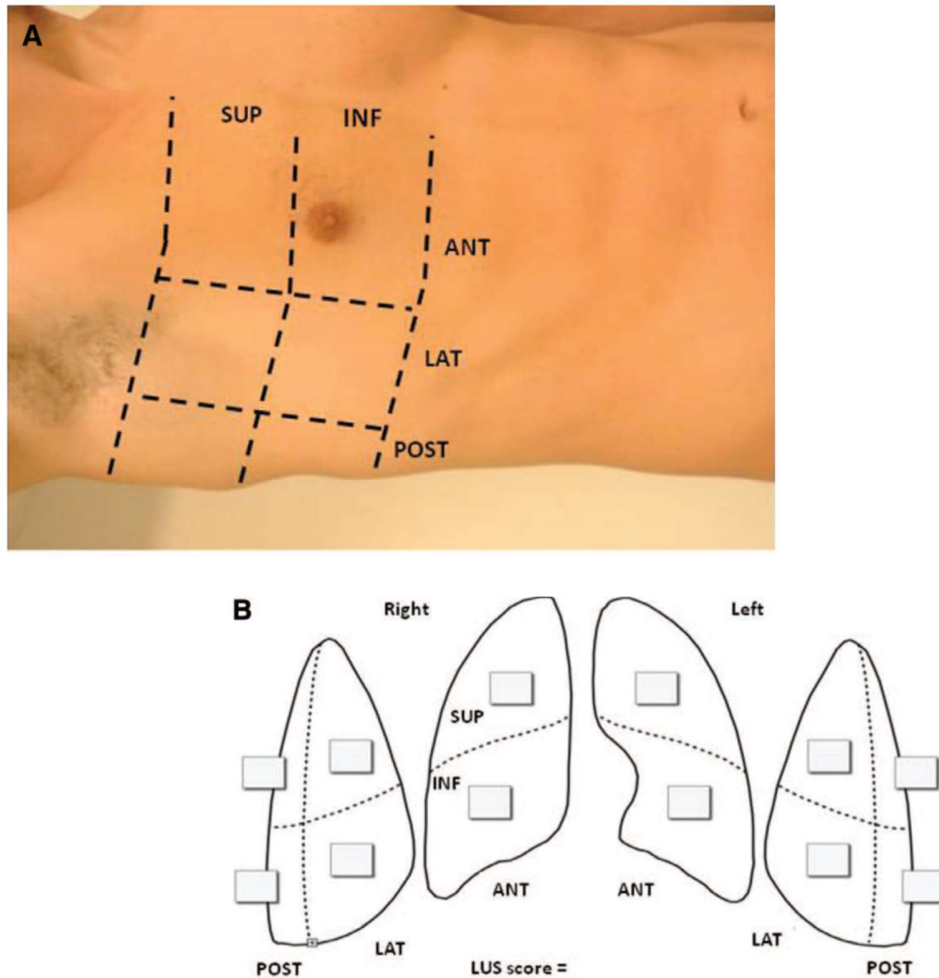
** : indication de l'échographie : Syndrome interstitiel ou pneumothorax (par opposition à Condensation ou Epanchement pleural)

*** : 2 hémithorax exclus car la réponse était « ne sait pas »

**** : 3 hémithorax exclus car la réponse était « ne sait pas »

FIGURES

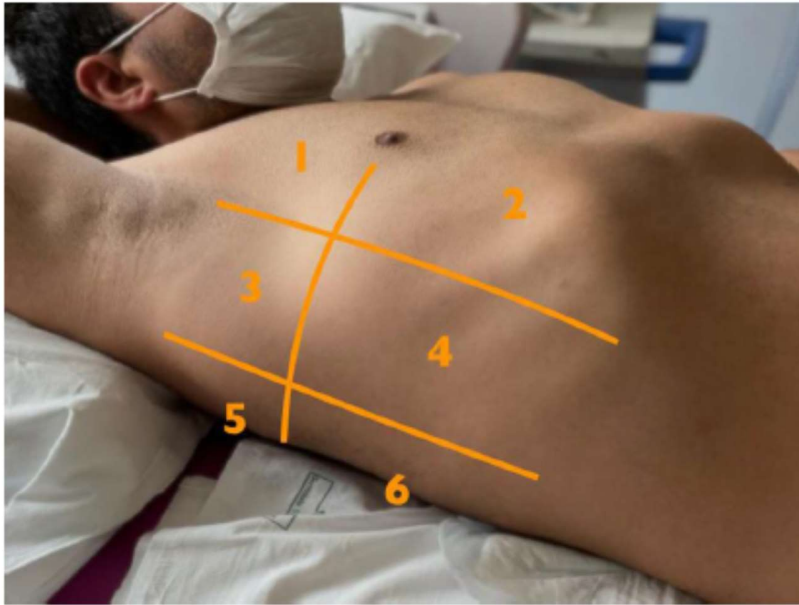
Figure 1 : LUS score



Chaque hémithorax est divisé en six régions : deux antérieures, deux latérales et deux postérieures en fonction des repères anatomiques (lignes axillaires antérieure et postérieure). Chacune de ces régions sont divisées en deux. Les espaces intercostaux sont explorés dans chaque région. L'image la plus péjorative donne lieu à un score dans chaque case. Score 0 = image normale avec le glissement pleural. Score 1 = quelques lignes B bien séparées. Score 2 = lignes B en rideaux. Score 3 = consolidation. Score minimal = 0 Score maximal = 36

Ultrasound for “Lung Monitoring” of Ventilated Patients. (9)

Figure 2 : Divisions en quadrants :



The “pandemic” increase in lung ultrasound use in response to Covid-19: can we complement computed tomography findings? (10)

Figure 3 : Données recueillies lors de l'échographie.

Données recueillies lors de l'échographie

Identité patient anonymisé

Date entrée en réanimation :

Motif admission en réanimation :

IGS II : ASA :

Poids : Taille :

Motif principal de l'échographie pulmonaire :

Sevrage respirateur : ☐ Recherche de condensation : ☐

Recherche pneumothorax : ☐ Recherche d'épanchement pleural : ☐

Recherche de syndrome interstitiel : ☐ Autre :

Mode ventilatoire : PEEP : Vc : FR : FiO2 :

Dispositif administration O2 : lunette : MMC : ☐ MHC : ☐ OHD : ☐
Débit :

Curare : oui ☐ non ☐

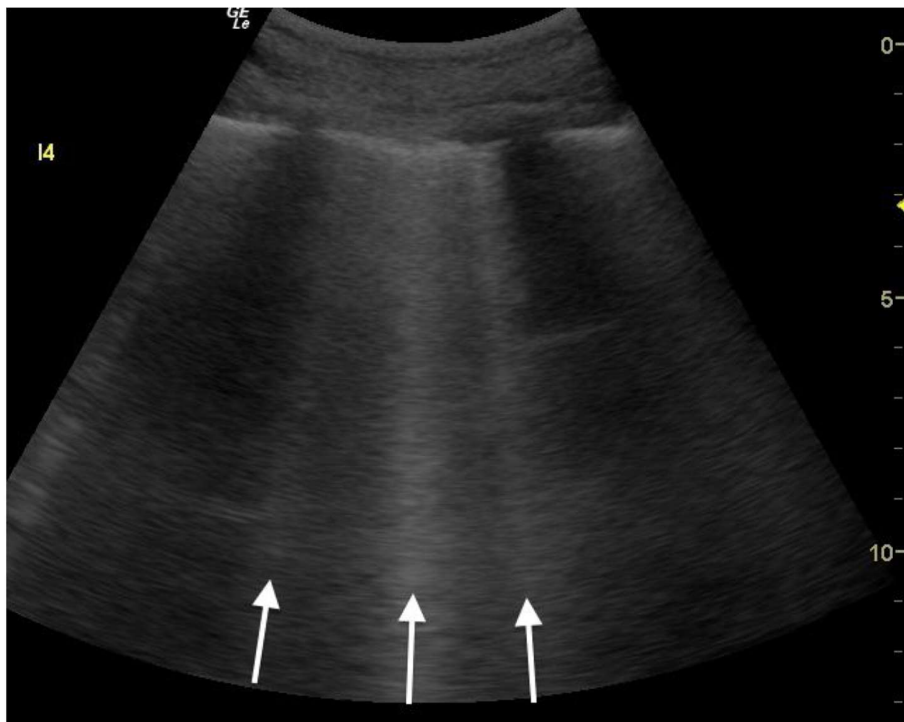
Noradrénaline : oui ☐ non ☐

Dobutamine : oui ☐ non ☐

Adrénaline : oui ☐ non ☐

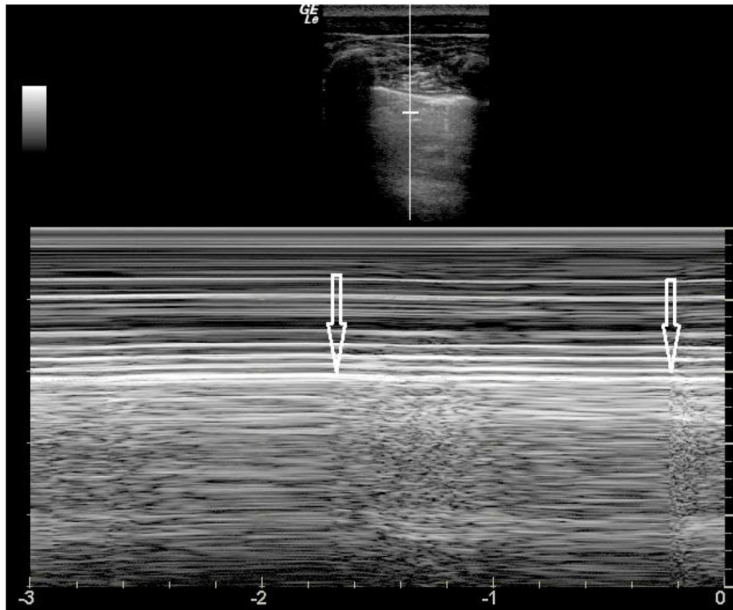
Figure 4 : Définitions des syndromes selon les recommandations de 2012 (1) :

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.



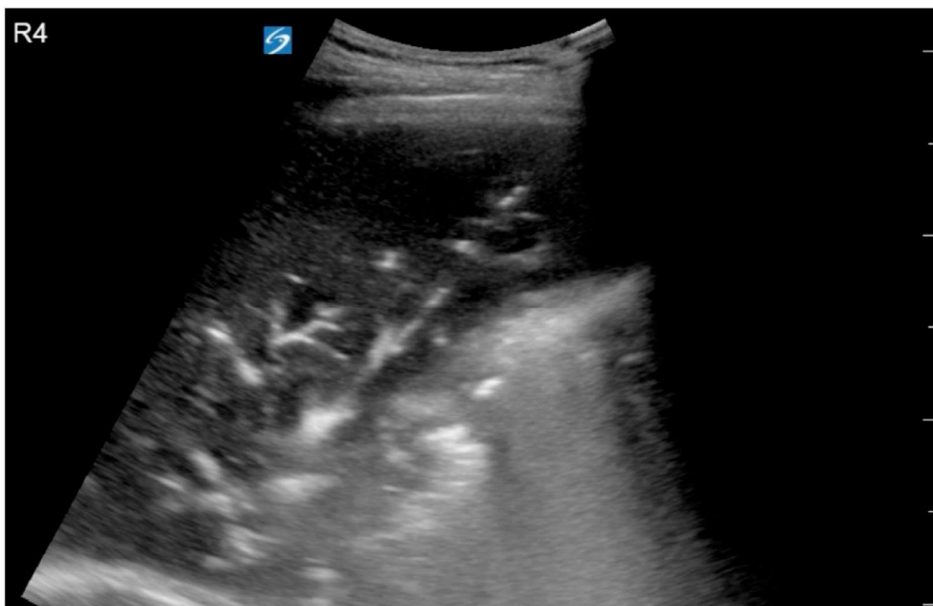
Point-of-Care Lung Ultrasound in Critically ill Patients (25)

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. 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.



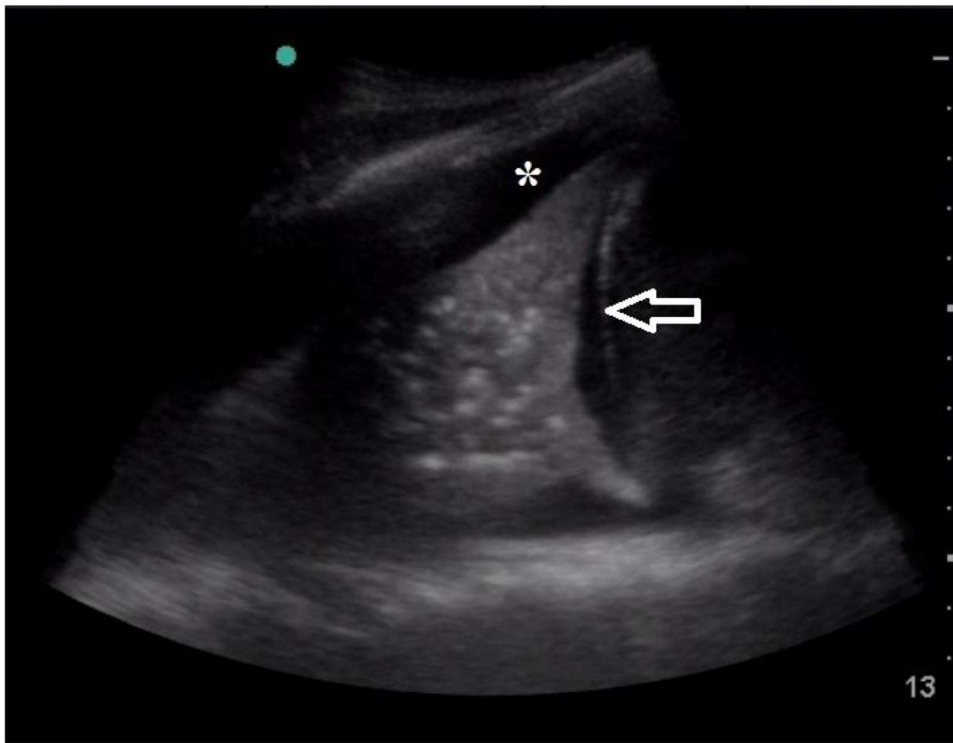
Point-of-Care Lung Ultrasound in Critically ill Patients (25)

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.



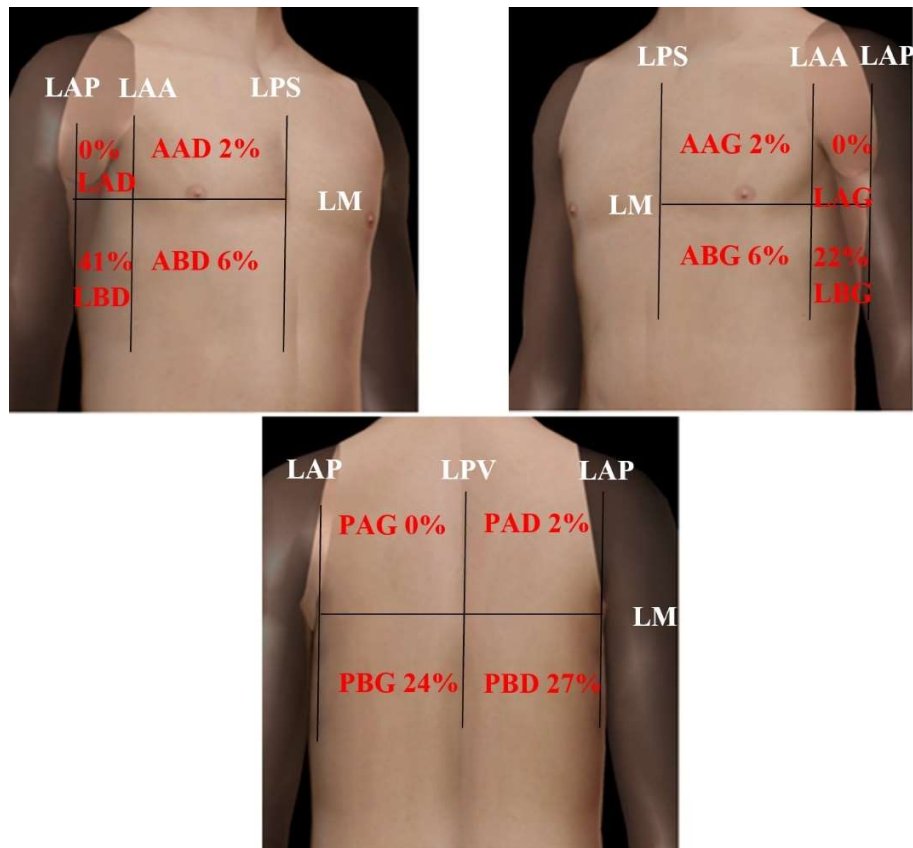
Point-of-Care Lung Ultrasound in Critically ill Patients (25)

Epanchement 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.



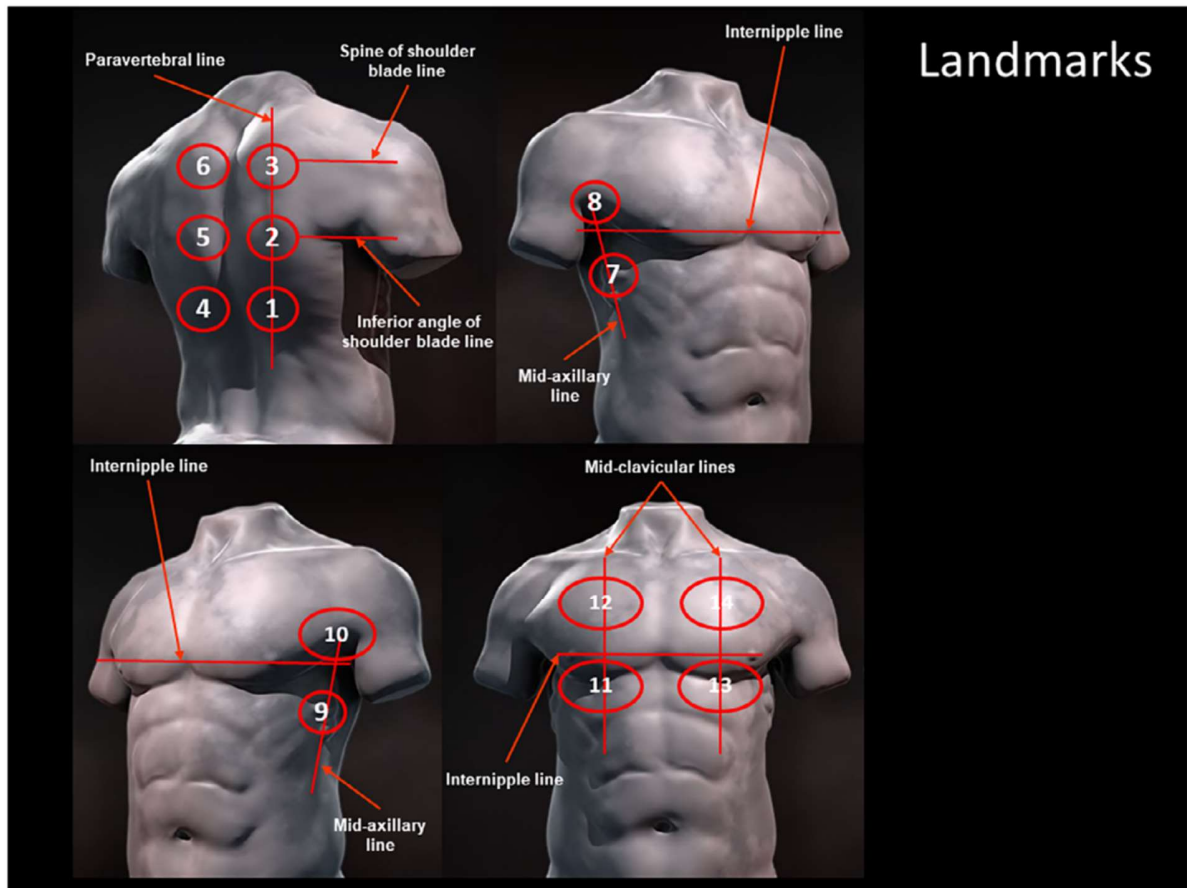
Point-of-Care Lung Ultrasound in Critically ill Patients (25)

Figure 5 : Pourcentage par quadrants ininterprétable par hémithorax.



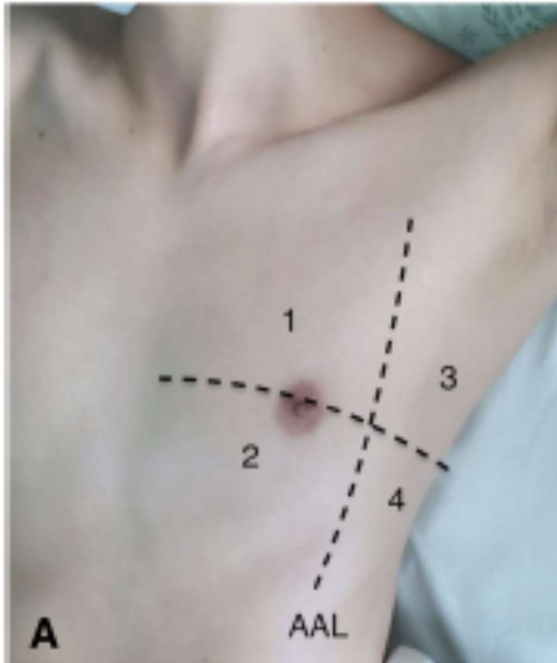
Quadrants définis en utilisant une ligne parasternale (LPS), ligne axillaire antérieure (LAA), ligne axillaire postérieure (LAP), et une ligne paravertébrale (LPV) (selon les rapports anatomiques permettant d'obtenir une zone antérieure, latérale et postérieure, chacune divisée en une zone supérieure et inférieure par la ligne mammelonnaire (LM). Antéro-apical (AA Gauche et Droit). Antéro-basal (AB Gauche et Droit). Latéro-apical (LA Gauche et Droit). Latéro-basal (LB Gauche et Droit). Postéro-apical (PA Gauche et Droit). Postéro-basal (PB Gauche et Droit).

Figure 6 : Utilisation du repère ligne inter mammelonnaire pour différencier la zone apicale et basale.



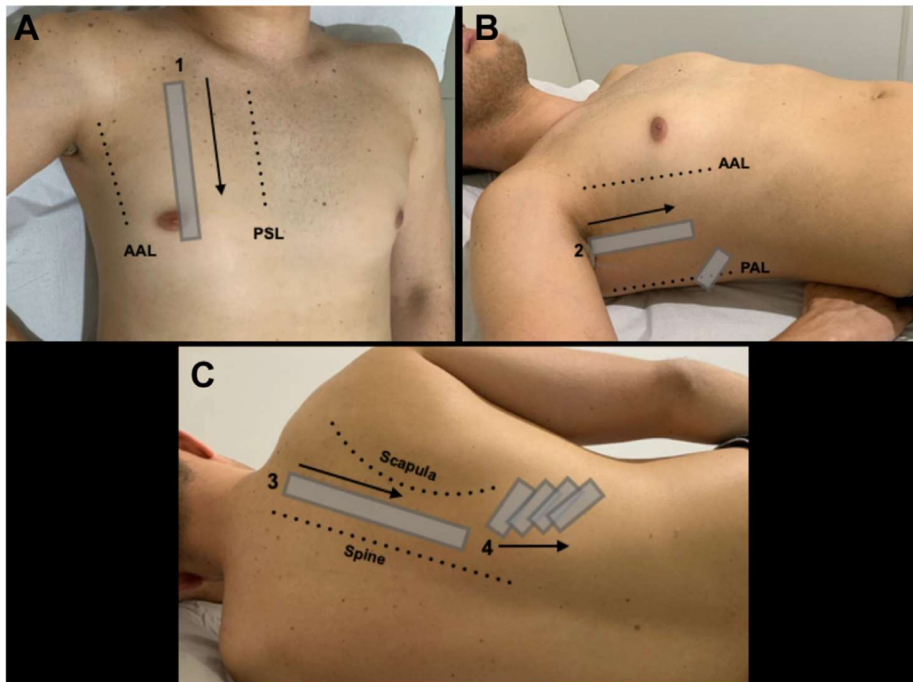
Proposal for International Standardization of the Use of Lung Ultrasound for Patients With COVID-19. J Ultrasound Med. 2020 (13)

Figure 7 : Chaque hémithorax est divisé en 4 quadrants, séparé par la ligne axillaire antérieure avec une zone supérieure et inférieure.



Poor lung ultrasound score in shock patients admitted to the ICU is associated with worse outcome (17)

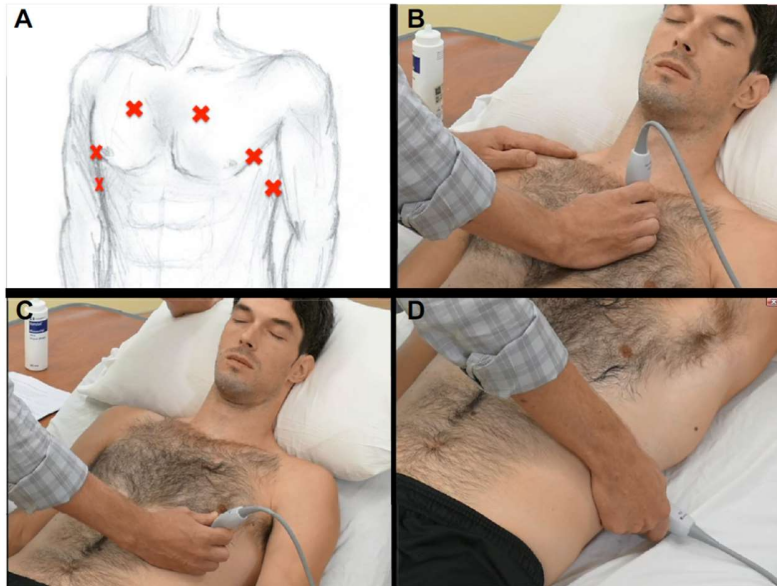
Figure 8 : BLUE Protocol modifié



Protocole de balayage proposé, mettant l'accent sur les régions pulmonaires postérieures étant donné la tendance de la maladie à coronavirus 2019 à se manifester dans ces régions. A, Zone 1, les espaces intercostaux situés au niveau de la ligne médio-claviculaire. B, Zone 2, les espaces intercostaux situés au niveau de la ligne médio-axillaire, plus la zone juste au-dessus du diaphragme dans la ligne axillaire postérieure. C, Zone 3, les espaces intercostaux entre la colonne vertébrale et l'omoplate et la Zone 4, la zone sous l'omoplate. AAL = ligne axillaire antérieure ; PAL = ligne axillaire postérieure ; PSL = ligne parasternale.

Lung Ultrasound for Patients With Coronavirus Disease 2019 Pulmonary Disease(23)

Figure 9 : BLUE protocol



A-D, Aspects techniques de l'échographie thoracique. A, Diagramme illustrant les trois positions de base du transducteur. B, Point supérieur du BLUE protocol (2^{ième} espace intercostal). C, Point inférieur du BLUE protocol (au niveau du 5^{ième} ou 6^{ième} espace intercostal). D, point du syndrome alvéolaire postéro-latéral et/ou pleural (juste au-dessus du diaphragme sur la ligne axillaire postérieure).

Lung Ultrasound Scanning for Respiratory Failure in Acutely Ill Patients (26)

ANNEXE

Annexe 1 : Réponse au questionnaire pour chaque hémithorax et chaque patient.

Visualisation d'image pulmonaire en AA : oui / non	Visualisation d'image pulmonaire en AB : oui / non	Visualisation d'image pulmonaire en PB : oui / non	Visualisation d'image pulmonaire en PA : oui / non	Visualisation d'image pulmonaire en LA : oui / non	Visualisation d'image pulmonaire en LB : oui / non
Après lecture des 6 quadrants :					
Syndrome interstitiel : oui / non / ne sait pas	Pneumothorax oui / non / ne sait pas	Condensation : oui / non / ne sait pas	Epanchement pleural : oui / non / ne sait pas		

Vu, le Directeur de Thèse

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

Legoupy Benoit

Nombre de pages : 36 – tableaux : 2 – figures : 9 – annexe : 1

RESUME EN FRANCAIS

Introduction : L'échographie pleuropulmonaire est largement préconisée pour l'exploration pleuropulmonaire en réanimation. Une analyse en 6 quadrants par hémithorax (définis par des repères externes ou non explicité) est utilisée dans de nombreuses études (LUS score).

Toutefois, en routine, certains quadrants peuvent ne pas être analysables, principalement du fait d'une réduction du volume pulmonaire (pathologie abdominale, décubitus dorsal ...).

Objectif : L'objectif de ce travail était donc d'évaluer la faisabilité de cette analyse à 6 quadrants par hémithorax en routine en utilisant des repères externes.

Méthodes : Analyse rétrospective monocentrique de 51 examens (une boucle par quadrant, 6 quadrants par hémithorax) enregistrés chez des patients de réanimation chirurgicale au cours de leur prise en charge (un seul examen par patient). Les examens ont été effectués par un praticien, puis relus par un second. Pour chaque boucle était notée la présence de poumon ou pas, et pour chaque hémithorax la conclusion retenue (syndrome interstitiel, pneumothorax, condensation, épanchement pleural)

Résultats : 99 des 102 hémithorax étaient analysables. Dans 43 hémithorax sur 99 (43%), le score ne pouvait pas être calculé car un à quatre quadrants n'exploraient pas le poumon. Les quadrants sans poumon explorable étaient les quadrants latéro-basaux (32% des cas), postéro-basaux (26 % des cas), antéro-basaux (6%), antéro-apicaux (2%) et postéro-apicaux (1%). En analyse univariée, les facteurs associés à au moins un quadrant sans poumon étaient une pathologie abdominale et un séjour en réanimation de plus de 14 jours.

Conclusion : La réalisation de ce score est en pratique impossible dans 43% des hémithorax, probablement du fait des condensations pulmonaires. Un ajustement de la définition des quadrants est proposée, en s'affranchissant des repères anatomiques externes apico-basaux (ligne mammelonnaire).

Mots clés en français :

Echographie pleuropulmonaire ; Quadrants ; LUS score ;

Jury :

Président du Jury :	Professeur Marc Laffon
Membres du Jury :	Professeur Francis Remérand
	Docteur Antoine Legras
	Docteur Stéphanie Tricoche
Directeur de thèse :	Professeur Francis Remérand

Date de soutenance : 06/10/2021