



**HAL**  
open science

# Intérêt du Strain échographique dans le diagnostic de pneumothorax

Estelle Fissore

► **To cite this version:**

Estelle Fissore. Intérêt du Strain échographique dans le diagnostic de pneumothorax. Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-03047169

**HAL Id: dumas-03047169**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03047169>**

Submitted on 8 Dec 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

UNIVERSITE DE MONTPELLIER  
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

**THESE**

Pour obtenir le titre de  
**DOCTEUR EN MEDECINE**

Présentée et soutenue publiquement

Par

**Estelle FISSORE**

Le 14.09.2020

**Intérêt du Strain échographique dans le diagnostic de  
pneumothorax**

Directeur de thèse : Dr BOBBIA Xavier

JURY

Président : Pr CLARET Pierre-Géraud

Assesseurs

Pr DE LA COUSSAYE Jean Emmanuel

Pr LEFRANT Jean Yves,

Dr BOBBIA Xavier,

UNIVERSITE DE MONTPELLIER  
FACULTE DE MEDECINE MONTPELLIER-NIMES

**THESE**

Pour obtenir le titre de  
**DOCTEUR EN MEDECINE**

Présentée et soutenue publiquement

Par

**Estelle FISSORE**

Le 14.09.2020

**Intérêt du Strain échographique dans le diagnostic de  
pneumothorax**

Directeur de thèse : Dr BOBBIA Xavier

JURY

Président : Pr CLARET Pierre-Géraud

Assesseurs

Pr DE LA COUSSAYE Jean Emmanuel

Pr LEFRANT Jean Yves,

Dr BOBBIA Xavier

**ANNEE UNIVERSITAIRE 2019 - 2020**

**PERSONNEL ENSEIGNANT**

**Professeurs Honoraires**

ALLIEU Yves	CALLIS Albert	JAFFIOL Claude	NAVRATIL Henri
ALRIC Robert	CANAUD Bernard	JANBON Charles	OTHONIEL Jacques
ARNAUD Bernard	CHAPTAL Paul-André	JANBON François	PAGES Michel
ASTRUC Jacques	CIURANA Albert-Jean	JARRY Daniel	PEGURET Claude
AUSSILLOUX Charles	CLOT Jacques	JOURDAN Jacques	PELISSIER Jacques
AVEROUS Michel	COSTA Pierre	LAFFARGUE François	POUGET Régis
AYRAL Guy	D'ATHIS Françoise	LALLEMANT Jean Gabriel	PUJOL Henri
BAILLAT Xavier	DEMAILLE Jacques	LAMARQUE Jean-Louis	RABISCHONG Pierre
BALDET Pierre	DESCOMPS Bernard	LAPEYRIE Henri	RAMUZ Michel
BALDY-MOULINIER Michel	DIMEGLIO Alain	LE QUELLEC Alain	RIEU Daniel
BALMES Jean-Louis	DUBOIS Jean Bernard	LESBROS Daniel	ROCHEFORT Henri
BALMES Pierre	DUJOLS Pierre	LOPEZ François Michel	ROUANET DE VIGNE LAVIT Jean Pierre
BANSARD Nicole	DUMAS Robert	LORiot Jean	SAINT AUBERT Bernard
BAYLET René	DUMAZER Romain	LOUBATIERES Marie Madeleine	SANCHO-GARNIER Hélène
BILLIARD Michel	ECHENNE Bernard	MAGNAN DE BORNIER Bernard	SANY Jacques
BLARD Jean-Marie	FABRE Serge	MARY Henri	SEGNARBIEUX François
BLAYAC Jean Pierre	FREREBEAU Philippe	MATHIEU-DAUDE Pierre	SENAC Jean-Paul
BLOTMAN Francis	GALIFER René Benoît	MEYNADIER Jean	SERRE Arlette
BONNEL François	GODLEWSKI Guilhem	MICHEL François-Bernard	SOLASSOL Claude
BOURGEOIS Jean-Marie	GRASSET Daniel	MION Charles	THEVENET André
BRUEL Jean Michel	GUILHOU Jean-Jacques	MION Henri	VIDAL Jacques
BUREAU Jean-Paul	HERTAULT Jean	MIRO Luis	VISIÉ Jean Pierre
BRUNEL Michel	HUMEAU Claude	NAVARRO Maurice	



### Professeurs Emérites

ARTUS Jean-Claude	MARES Pierre
BLANC François	MAUDELONDE Thierry
BOULENGER Jean-Philipp	MAURY Michèle
BOURREL Gérard	MILLAT Bertrand
BRINGER Jacques	MONNIER Louis
CLAUSTRES Mireille	MOURAD Georges
DAURES Jean-Pierre	PREFAUT Christian
DAUZAT Michel	PUJOL Rémy
DAVY Jean-Marc	RIBSTEIN Jean
DEDET Jean-Pierre	SCHVED Jean-François
ELEDJAM Jean-Jacques	SULTAN Charles
GROLLEAU RAOUX Robe	TOUCHON Jacques
GUERRIER Bernard	UZIEL Alain
GUILLOT Bernard	VOISIN Michel
LANDAIS Paul	ZANCA Michel

**Professeurs des Universités - Praticiens Hospitaliers**

**PU-PH de classe exceptionnelle**

ALBAT Bernard	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
ALRIC Pierre	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)
BACCINO Eric	Médecine légale et droit de la santé
BASTIEN Patrick	Parasitologie et mycologie
BLAIN Hubert	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
BONAFE Alain	Radiologie et imagerie médicale
CAPDEVILA Xavier	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
CHAMMAS Michel	Chirurgie orthopédique et traumatologique
COLSON Pascal	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
COMBE Bernard	Rhumatologie
COTTALORDA Jérôme	Chirurgie infantile
COUBES Philippe	Neurochirurgie
COURTET Philippe	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
CRAMPETTE Louis	Oto-rhino-laryngologie
CRISTOL Jean Paul	Biochimie et biologie moléculaire
DE LA COUSSAYE Jean Emmanuel	Médecine d'urgence
DE WAZIERES Benoît	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
DELAPORTE Eric	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
DEMOLY Pascal	Pneumologie ; addictologie
DOMERGUE Jacques	Chirurgie viscérale et digestive
DUFFAU Hugues	Neurochirurgie
ELIAOU Jean François	Immunologie
FABRE Jean Michel	Chirurgie viscérale et digestive
FRAPIER Jean-Marc	Chirurgie thoracique et cardiovasculaire
HAMAMAH Samir	Biologie et Médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale

**PU-PH de 1<sup>re</sup> classe**

AGUILAR MARTINEZ Patricia	Hématologie ; transfusion
ASSENAT Éric	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
AVIGNON Antoine	Nutrition
AZRIA David	Cancérologie ; radiothérapie
BAGHDADLI Amaria	Pédopsychiatrie ; addictologie
BEREGI Jean-Paul	Radiologie et imagerie médicale
BLANC Pierre	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
BORIE Frédéric	Chirurgie viscérale et digestive
BOULOT Pierre	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
CAMBONIE Gilles	Pédiatrie
CAMU William	Neurologie
CANOVAS François	Anatomie
CAPTIER Guillaume	Anatomie
CARTRON Guillaume	Hématologie ; transfusion
CAYLA Guillaume	Cardiologie
CHANQUES Gérald	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
CORBEAU Pierre	Immunologie
COSTES Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
COULET Bertrand	Chirurgie orthopédique et traumatologique
CYTEVAL Catherine	Radiologie et imagerie médicale
DADURE Christophe	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DAUVILLIERS Yves	Physiologie
DE TAYRAC Renaud	Gynécologie-obstétrique, gynécologie médicale
DE VOS John	Histologie, embryologie et cytogénétique
DEMARIA Roland	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire



DEREURE Olivier	Dermatologie - vénéréologie
DROUPY Stéphane	Urologie
DUCROS Anne	Neurologie
DUPEYRON Arnaud	Médecine physique et de réadaptation
FESLER Pierre	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
GARREL Renaud	Oto-rhino-laryngologie
GENEVIEVE David	Génétique
HAYOT Maurice	Physiologie
KLOUCHE Kada	Médecine intensive-réanimation
KOENIG Michel	Génétique
LAFFONT Isabelle	Médecine physique et de réadaptation
LAVABRE-BERTRAND Thierry	Histologie, embryologie et cytogénétique
LAVIGNE Jean-Philippe	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
LE MOING Vincent	Maladies infectieuses ; maladies tropicales
LECLERCQ Florence	Cardiologie
LEHMANN Sylvain	Biochimie et biologie moléculaire
MARIANO-GOULART Denis	Biophysique et médecine nucléaire
MATECKI Stéfan	Physiologie
MEUNIER Laurent	Dermato-vénéréologie
MOREL Jacques	Rhumatologie
NAVARRO Francis	Chirurgie viscérale et digestive
NOCCA David	Chirurgie viscérale et digestive
PETIT Pierre	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
PERNEY Pascal	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
PRUDHOMME Michel	Anatomie
PUJOL Jean Louis	Pneumologie ; addictologie
PURPER-OUAKIL Diane	Pédopsychiatrie ; addictologie

TOUITOU Isabelle

Génétique

TRAN Tu-Anh

Pédiatrie

VERNHET Hélène

Radiologie et imagerie médicale

**PU-PH de 2ème classe**

BOURDIN Arnaud

Pneumologie ; addictologie

CANAUD Ludovic

Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option chirurgie vasculaire)

CAPDEVIELLE Delphine

Psychiatrie d'Adultes ; addictologie

CLARET Pierre-Géraud

Médecine d'urgence

COLOMBO Pierre-Emmanuel

Cancérologie ; radiothérapie

COSTALAT Vincent

Radiologie et imagerie médicale

CUVILLON Philippe

Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire

DAIEN Vincent

Ophthalmologie

DORANDEU Anne

Médecine légale et droit de la santé

FAILLIE Jean-Luc

Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie

FUCHS Florent

Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale

GABELLE DELOUSTAL Audrey

Neurologie

GAUJOUX Viala Cécile

Rhumatologie

GODREUIL Sylvain

Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

GUILLAUME Sébastien

Psychiatrie d'adultes ; addictologie

GUILPAIN Philippe

Médecine Interne, gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie

GUIU Boris

Radiologie et imagerie médicale

HERLIN Christian

Chirurgie plastique, reconstructrice et esthétique, brulologie

HOUEDE Nadine

Cancérologie ; radiothérapie

JACOT William

Cancérologie ; Radiothérapie

JUNG Boris

Médecine intensive-réanimation

KALFA Nicolas

Chirurgie infantile

KOUYOUMDJIAN Pascal	Chirurgie orthopédique et traumatologique
LACHAUD Laurence	Parasitologie et mycologie
LALLEMANT Benjamin	Oto-rhino-laryngologie
LE QUINTREC DONNETTE Moglie	Néphrologie
LETOUZEY Vincent	Gynécologie-obstétrique ; gynécologie médicale
LONJON Nicolas	Neurochirurgie
LOPEZ CASTROMAN Jorge	Psychiatrie d'Adultes ; addictologie
LUKAS Cédric	Rhumatologie
MAURY Philippe	Chirurgie orthopédique et traumatologique
MILLET Ingrid	Radiologie et imagerie médicale
MORANNE Olivier	Néphrologie
MURA Thibault	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
NAGOT Nicolas	Biostatistiques, informatique médicale et technologies de la communication
PANARO Fabrizio	Chirurgie viscérale et digestive
PARIS Françoise	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
PASQUIE Jean-Luc	Cardiologie
PELLESTOR Franck	Histologie, embryologie et cytogénétique
PEREZ MARTIN Antonia	Chirurgie vasculaire ; médecine vasculaire (option médecine vasculaire)
POUDEROUX Philippe	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
RIGAU Valérie	Anatomie et cytologie pathologiques
RIVIER François	Pédiatrie
ROGER Pascal	Anatomie et cytologie pathologiques
ROSSI Jean François	Hématologie ; transfusion
ROUBILLE François	Cardiologie
SEBBANE Mustapha	Médecine d'urgence
SIRVENT Nicolas	Pédiatrie
SOLASSOL Jérôme	Biologie cellulaire



STOEBNER Pierre	Dermato-vénéréologie
SULTAN Ariane	Nutrition
THOUVENOT Éric	Neurologie
THURET Rodolphe	Urologie
VENAIL Frédéric	Oto-rhino-laryngologie
VILLAIN Max	Ophtalmologie
VINCENT Denis	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement, médecine générale, addictologie
VINCENT Thierry	Immunologie
WOJTUSCISZYN Anne	Endocrinologie-diabétologie-nutrition

### PROFESSEURS DES UNIVERSITES

#### 1<sup>re</sup> classe :

COLINGE Jacques (Cancérologie, Signalisation cellulaire et systèmes complexes)

#### 2<sup>ème</sup> classe :

LAOUDJ CHENIVESSE Dalila (Biochimie et biologie moléculaire)

VISIER Laurent (Sociologie, démographie)

### PROFESSEURS DES UNIVERSITES - Médecine générale

#### 1<sup>re</sup> classe :

LAMBERT Philippe

#### 2<sup>ème</sup> classe :

AMOUYAL Michel

### PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine Générale

CLARY Bernard

DAVID Michel

GARCIA Marc

### PROFESSEURS ASSOCIES - Médecine

BESSIS Didier (Dermato-vénérologie)

MEUNIER Isabelle (Ophtalmologie)

MULLER Laurent (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

PERRIGAULT Pierre-François (Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire)

QUANTIN Xavier (Pneumologie)

ROUBERTIE Agathe (Pédiatrie)

VIEL Eric (Soins palliatifs et traitement de la douleur)

### Maîtres de Conférences des Universités - Praticiens Hospitaliers

#### MCU-PH Hors classe

BADIOU Stéphanie	Biochimie et biologie moléculaire
BOULLE Nathalie	Biologie cellulaire
CACHEUX-RATABOUL Valère	Génétique
CARRIERE Christian	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
CHARACHON Sylvie	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
FABBRO-PERAY Pascale	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
GIANSILY-BLAIZOT Muriel	Hématologie ; transfusion
HILLAIRE-BUYS Dominique	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
PUJOL Joseph	Anatomie
RICHARD Bruno	Médecine palliative
RISPAIL Philippe	Parasitologie et mycologie
SEGONDY Michel	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

**MCU-PH de 1<sup>re</sup> classe**

BERTRAND Martin	Anatomie
BOUDOUSQ Vincent	Biophysique et médecine nucléaire
BOURGIER Céline	Cancérologie ; Radiothérapie
BRET Caroline	Hématologie biologique
COSSEE Mireille	Génétique
GIRARDET-BESSIS Anne	Biochimie et biologie moléculaire
LAVIGNE Géraldine	Hématologie ; transfusion
LESAGE François-Xavier	Médecine et Santé au Travail
MATHIEU Olivier	Pharmacologie fondamentale ; pharmacologie clinique ; addictologie
MENJOT de CHAMPFLEUR Nicolas	Radiologie et imagerie médicale
MOUZAT Kévin	Biochimie et biologie moléculaire
OLIE Emilie	Psychiatrie d'adultes ; addictologie
PANABIERES Catherine	Biologie cellulaire
PHILIBERT Pascal	Biologie et médecine du développement et de la reproduction ; gynécologie médicale
RAVEL Christophe	Parasitologie et mycologie
SCHUSTER-BECK Iris	Physiologie
STERKERS Yvon	Parasitologie et mycologie
THEVENIN-RENE Céline	Immunologie
TUAILLON Edouard	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière

**MCU-PH de 2<sup>ème</sup> classe**

CHIRIAC Anca	Immunologie
DE JONG Audrey	Anesthésiologie-réanimation et médecine péri-opératoire
DU THANH Aurélie	Dermato-vénérologie
GOUZI Farès	Physiologie



HERRERO Astrid	Chirurgie viscérale et digestive
JEZIORSKI Éric	Pédiatrie
KUSTER Nils	Biochimie et biologie moléculaire
MAKINSON Alain	Maladies infectieuses, Maladies tropicales
PANTEL Alix	Bactériologie-virologie ; hygiène hospitalière
PERS Yves-Marie	Thérapeutique; addictologie
ROUBILLE Camille	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
SZABLEWSKY	Anatomie et cytologie pathologiques

#### **Maîtres de Conférences des Universités - Médecine Générale**

##### **MCU-MG de 1<sup>re</sup> classe**

COSTA David

##### **MCU-MG de 2<sup>ème</sup> classe**

FOLCO-LOGNOS Béatrice

OUDE ENGBERINK Agnès

#### **Maîtres de Conférences associés - Médecine Générale**

LOPEZ Antonio

MILLION Elodie

PAVAGEAU Sylvain

REBOUL Marie-Catherine

SERAYET Philippe

### Praticiens Hospitaliers Universitaires

BARATEAU Lucie	Physiologie
BASTIDE Sophie	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
DAIEN Claire	Rhumatologie
GATINOIS Vincent	Histologie, embryologie et cytogénétique
GOULABCHAND Radjiv	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
LATTUCA Benoit	Cardiologie
MIOT Stéphanie	Médecine interne ; gériatrie et biologie du vieillissement ; addictologie
PINETON DE CHAMBRUN Guillaume	Gastroentérologie ; hépatologie ; addictologie
SOUCHE François-Régis	Chirurgie viscérale et digestive

## REMERCIEMENT

**Au Professeur Pierre-Geraud Claret**, vous nous avez soutenu, et guidé, dès le premier jour de notre internat ; nous ayant permis de trouver notre place au sein des urgences. Merci de me faire l'honneur de présider ce jury.

**Au Professeur Jean Emmanuel De La Coussaye**, vous êtes un exemple ; le père de la grande famille des urgentistes de Nimes, soyez assuré de ma gratitude et de mon profond respect.

**Au Professeur Jean Yves Lefrant**, qui me fait l'honneur de participer à mon jury.

**Au Docteur Xavier Bobbia**, merci de m'avoir encouragé, dirigé et soutenu dans ce travail de thèse ; un grand respect pour m'avoir supporté pendant mes si nombreux moments de stress.

**A toute l'équipe des urgences de Nimes, Samu, Smur**, médicale et paramédicale ; merci de m'avoir donné un peu de votre temps pour me former ; je suis ravie de poursuivre ma carrière avec vous.

**A mes parents**, je suis là aujourd'hui grâce à vous ; tout au long de ces années vous avez cru en moi ; vous avez su me soutenir dans toutes les étapes de ma vie. Ne partez pas, j'aurai encore besoin de vous.

**A Marine**, ma sister\*\*\*\*, merci d'être qui tu es, tu as su rester à mes côtés dans les bons comme dans les mauvais moments, la place que tu occupes dans mon cœur est indescriptible, je ne pourrai jamais te remercier comme tu le mériterai.

**A Clément, mon petit chat**, merci pour ton soutien et surtout pour ta patience durant ces périodes difficiles. A mes côtés depuis 2 ans le plus beau reste à venir. Je t'aime.

**A Eugénie**, à nos inoubliables soirées du mardi, à nos retrouvailles toujours emplies d'émotions, tu as toujours su être là pour moi. Je t'en suis reconnaissante. Tu mérites ce qui t'arrive, je te souhaite tout pleins de bonheur pour cette nouvelle vie à 3.

**Aux « urgentistes de Nîmes »** ; avec qui j'avance depuis le premier jour de l'internat. **Paul**, mon doudou ; mon binôme de stage, sans toi je n'aurai jamais pu écrire cette discussion, **Mag**, mon douudouu, ma co backpackers, **Marion**, avec qui la fête (alcoolisée) est plus folle (vivement ce soir), **Floriane**, notre râleuse en chef (Te vexes pas on t'aime !), **Anahi**, qui nous apprend l'espagnol « *tengo ganas de cagar* », **Maxime**, fausse nîmoise, mais dans nos cœurs, **William** ; qui pense que les gâteaux au chocolat sont des cadeaux de Noël, **Mylène**, la sagesse incarnée, **Tiphaine** la délurée.

A notre équipe d'**HDV** et accessoirement de **SMUR**, Sarah, Pauline, Marie, toujours présentes pour les pauses café.

**A la cardiologie du cœur**, Caroline, Gisèle, Xavier, qui ont fait de ce deuxième semestre un souvenir inoubliable, merci d'avoir joué au cupidon. Sans oublier Elvira, Alexia J., Annick, Alice, Cédric, Léa, Marie, Chloé, Anne Laure, ainsi que les infirmières du service ; Delphine, Jihane, Hajar, Laury, Mathilde, Maeva, Melissa, et bien d'autre.

**A l'équipe d'urgences pédiatriques**, qui nous ont appris les comptines et rappelé les joies du coloriage. A **Asma** et **Thibault** pour nos parties de Cluedo endiablées, et à **Chloé** fondatrice du staff compote.

**A l'équipe de réanimation de Béziers**, Paul, Simon, Guillaume, Sara, Hélène, Manon, Soufian, Arthur, ainsi que les paramédicaux, avec qui on a traversé le covid.

**A Marion**, mon binôme de D4, nos désespérantes soirées Khalifa, nos colles dans le bureau de ton père ; cette époque est révolue, on y est enfin, on est « presque » docteur.

**A mes amis d'enfance**, Paul, Maxence, Lucie, Tiphanie, Laureline, toujours là malgré la distance qui nous sépare,

**A Marie et Benjamin**, merci pour tout ceux que vous m'avez apporté ces dernières années.

**A la famille Lonjon**, Anne, Rémy, Fred et Julie, Nicolas et Sophie, Guillaume et Camille ; merci de m'avoir accueillie si chaleureusement au sein de votre famille.

## Table des matières

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>19</b>
2.1. APPROBATION ETHIQUE ET CONSENTEMENT.....	20
2.2. TYPE ET CARACTERISTIQUE DE L'ETUDE .....	20
2.3. POPULATION ETUDIEE .....	20
2.4. DESIGN DE L'ETUDE .....	21
2.5. OBJECTIFS .....	22
2.6. CRITERE DE JUGEMENT PRINCIPAL ET SECONDAIRE .....	22
2.7. TAILLE DE L'ECHANTILLON .....	22
2.8. ANALYSE STATISTIQUE .....	23
<b>3. RESULTATS .....</b>	<b>24</b>
3.1. DESCRIPTION DE LA POPULATION .....	24
3.2. DETERMINATION DU SEUIL.....	26
3.3. OBJECTIF PRINCIPAL.....	27
3.4. OBJECTIFS SECONDAIRES .....	28
<b>4. DISCUSSION .....</b>	<b>29</b>
<b>5. CONCLUSION.....</b>	<b>32</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>33</b>

# GLOSSAIRE

AUC : *Area Under the Curve – aire sous la courbe*

CHU : Centre hospitalier universitaire

GLS : *global longitudinal strain*

IC : Intervalle de confiance

PNO : pneumothorax

ROC : *receiver operating characteristic*

Se : Sensibilité

Sp : Spécificité

SpO<sub>2</sub> : Saturation en oxygène

TM : Temps mouvement

TDM ; Tomodensitométrie

VPP : Valeur prédictive positive

VPN : Valeur prédictive négative

## 1. INTRODUCTION

Le pneumothorax est un recours fréquent en médecine d'urgence. Le plus souvent bénin, il peut néanmoins engager le pronostic vital, lorsqu'il se complique<sup>1</sup>. Selon les recommandations internationales d'échographie pulmonaire, le diagnostic échographique du pneumothorax est fait devant l'absence de glissement pleural, de ligne B et de pouls pulmonaire, ou sur la présence d'un point poumon<sup>2</sup>. Avec une sensibilité (Se) de 98%, l'échographie devrait supplanter la radiographie thoracique, qui a une Se qui varie entre 50 et 90% dans le diagnostic de pneumothorax<sup>3-5</sup>. L'analyse échographique dans cette indication est qualitative et reste difficile d'interprétation, particulièrement chez les jeunes médecins inexpérimentés<sup>6</sup>. Des outils d'analyses alternatives, comme le mode temps mouvement (TM), le Doppler couleur ou de puissance, ou l'utilisation d'un logiciel d'intelligence artificielle ont été décrits<sup>7,8</sup>. Malgré leurs bonnes performances diagnostiques, ces outils restent peu utilisés, et n'ont pas montré leurs supériorités en pratique clinique par rapport à l'échographie pulmonaire<sup>9</sup>. Le *strain* est une technique échographique qui consiste en l'analyse des déformations tissulaires spatio-temporelle, par suivi des marqueurs acoustiques (*speckle tracking*)<sup>10</sup>. Elle est couramment utilisée en cardiologie, dans l'évaluation précoce de la dysfonction myocardique<sup>11,12</sup>. Cette méthode est plus reproductible que l'analyse visuelle<sup>13</sup>. La technique la plus couramment utilisée est l'évaluation de la déformation longitudinale globale (GLS : *global longitudinal strain*). Un rapport de cas, puis une étude rétrospective publiées récemment ont suggéré qu'il était possible de détecter et de quantifier le glissement pleural par GLS<sup>14,15</sup>. Ainsi l'étude suggérait une AUC (*Area Under the Curve*) à 1. L'analyse quantitative du glissement pleural pourrait donc améliorer la pertinence de l'échographie pulmonaire dans le diagnostic de pneumothorax. Aucune étude prospective n'a vérifié cette hypothèse. L'analyse visuelle du glissement pleural étant plus difficile pour les médecins débutants, le GLS pourrait être particulièrement intéressant pour des néophytes. Notre hypothèse est que le GLS permettrait à un médecin débutant en échographie d'avoir une Se comparable à celle d'un médecin expérimenté pour le diagnostic de pneumothorax.

L'objectif principal de cette étude était d'estimer la pertinence diagnostique d'un médecin sans aucune expérience pratique d'échographie pulmonaire, utilisant du *strain* pleural pour le diagnostic de pneumothorax.

## **2. MATERIEL ET METHODES**

### ***2.1. Approbation éthique et consentement***

Cette étude a été réalisée conformément à la déclaration d'Helsinki modifiée. Selon la loi française, le protocole d'étude a été approuvé par le comité de protection des personnes sur Méditerranée II (Numéro ID RCB : 2018-A02969-463). Le consentement des patients a été recueilli oralement après avoir reçu une information claire, loyale et appropriée par les médecins.

### ***2.2. Type et caractéristique de l'étude***

Cette étude prospective multicentrique a été menée de janvier 2019 à juin 2020 dans quatre unités (deux services d'urgences et deux services de réanimation), de trois centres hospitaliers universitaires (CHU) : le CHU de Nîmes, le CHU La Timone à Marseille, et le CHU Hôpital Nord de Marseille.

### ***2.3. Population étudiée***

Tous les patients suspects de pneumothorax, bénéficiant d'une TDM thoracique, et pouvant bénéficier d'une échographie pulmonaire dans les deux heures précédant ou suivant ce scanner étaient éligibles. Les patients de moins de 18 ans, et ceux porteurs d'une pathologie pulmonaire sous-jacente, n'ont pas été inclus. Ont été exclus, les patients chez qui les boucles échographiques étaient ininterprétables, ou n'ont pu être obtenues, ou n'ayant pas bénéficié d'un scanner thoracique dans les deux heures précédant ou suivant l'échographie.

## 2.4. Design de l'étude

Une fois les critères d'inclusion vérifiés et l'accord du patient obtenu, une échographie pulmonaire était réalisée dans les deux heures précédant ou suivant la réalisation d'un scanner thoracique, et en dehors de tout acte thérapeutique comme un drainage. L'échographie était réalisée avec un échographe conventionnel (Vivid S60 ou Vivid IQ, GE Healthcare, Medical System Israel Ltd, 4 Haetgar St. Tirad Carmel 39120) et d'une sonde linéaire de 7,5 MHz, par des médecins urgentistes ou réanimateurs formés en échographie pulmonaire (formation universitaire en échographie pulmonaire en médecine d'urgence ou en réanimation). Les boucles étaient enregistrées avec un tracé électrocardiographique d'au moins trois secondes. L'enregistrement était réalisé dans une zone pulmonaire où le diagnostic (pneumothorax ou pas de pneumothorax) était confirmé par la tomodensitométrie. L'investigateur principal a ensuite récupéré les vidéos d'échographies, les a anonymisées, puis les a traitées avec un logiciel de déformation bidimensionnelle semi-automatisé disponible dans le commerce (EchoPac, GE, Milwaukee, USA). Un jury de trois médecins a été composé d'un médecin sans expérience dans la pratique de l'échographie pulmonaire mais ayant bénéficié d'une formation théorique ; d'un médecin pratiquant régulièrement l'échographie pulmonaire (chaque semaine) et ayant bénéficié d'une formation universitaire ; d'un médecin urgentiste expert en échographie pulmonaire (titulaire d'un diplôme universitaire, la pratiquant depuis plus de 10 ans et enseignant sur le sujet). Toutes les vidéos ont été analysées deux fois : à partir des images brutes (analyse visuelle de la boucle vidéo) puis analyse par *strain*. L'analyse par *strain* (positionnement des points d'analyse, vérification du *tracking*) était réalisée par chaque membre du jury, avec en cas d'échec un maximum de deux tentatives. Ces deux évaluations (visuelle et par *strain*) étaient réalisées en aveugle du diagnostic tomodensitométrique par les médecins de chaque groupe. Chaque juge était également aveugle de l'interprétation des autres.

## **2.5. Objectifs**

L'objectif principal de cette étude était d'estimer la pertinence diagnostique (Se et Spécificité (Sp)) d'un médecin sans aucune expérience pratique d'échographie pulmonaire, utilisant du *strain* pleural pour le diagnostic de pneumothorax. Les objectifs secondaires étaient (1) d'estimer la même pertinence par un médecin pratiquant régulièrement l'échographie pulmonaire et par un médecin expert en échographie pulmonaire ; (2) de fixer un ou des seuils d'interprétation de la valeur quantitative du *strain* pleural pour le diagnostic de pneumothorax. Cette analyse a été réalisée en se basant sur l'analyse *strain* réalisée par les experts.

## **2.6. Critère de jugement principal et secondaire**

Le critère de jugement principal est une valeur binaire (oui ou non), lors de l'interprétation des boucles, à savoir la présence ou l'absence d'un pneumothorax selon le juge. Le critère de jugement secondaire, est une valeur numérique issue de l'analyse du *strain* par les experts, afin d'en établir les seuils d'interprétation.

## **2.7. Taille de l'échantillon**

Dans la méta-analyse de Alrajhi et al, la Se de l'échographie pleurale pour le diagnostic de pneumothorax était de 91% IC95% [86%-93%]<sup>3</sup>. Notre hypothèse étant que le *strain* pleural permettrait à un médecin débutant en échographie d'avoir une sensibilité comparable à un médecin expérimenté pour le diagnostic de pneumothorax, nous avons fait l'hypothèse d'une sensibilité de 95% du *strain* pleural. Pour estimer cette sensibilité attendue avec une précision de 10% (borne basse de l'intervalle de confiance à 95% de Wilson  $\geq 85\%$ ), 49 patients avec un pneumothorax étaient nécessaires. Afin d'estimer une spécificité équivalente, 49 patients sans pneumothorax étaient nécessaires. Afin de prendre en compte un taux de vidéos non exploitables de 10%, 110 patients (55 patients avec pneumothorax et 55 sans) devaient être inclus.

## 2.8. Analyse statistique

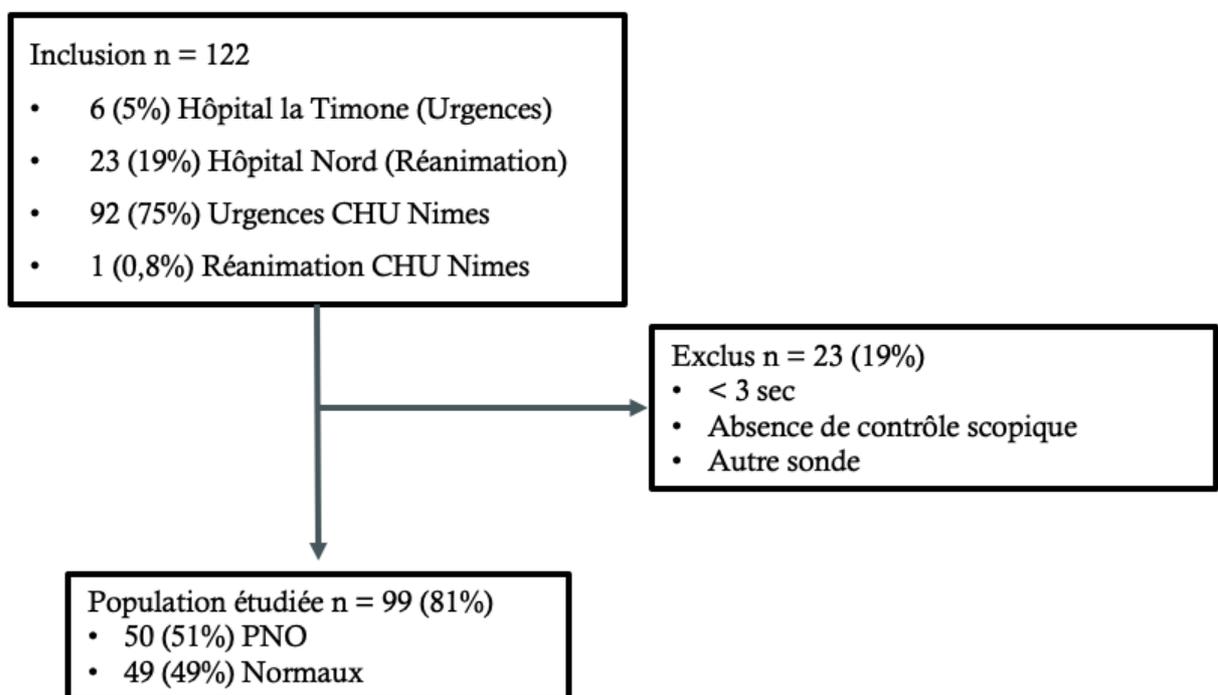
L'analyse statistique a été réalisée sous R 3.3.3 (2017, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria), et exprimée, pour les variables quantitatives sous forme de moyennes et d'écart-types, ou, sous forme de médianes avec leurs 25e et 75e centiles, selon leur distribution. Pour les variables qualitatives, les effectifs et les pourcentages associés sont présentés. La normalité de la distribution des variables quantitatives a été explorée à l'aide du test de normalité de Shapiro-Wilks. La comparaison des variables quantitatives entre les différents groupes est réalisée par le test de Student (ou test de Kruskal-Wallis). Le lien entre les variables qualitatives est testé par le test du Chi2 (ou le test exact de Fisher). Des courbes ROC (*receiver operating characteristic*) ont été construites, permettant une estimation de l'AUC assortie de son intervalle de confiance à 95%, calculée en utilisant la méthode de DeLong. Le seuil optimal pour détecter l'abolition du glissement pleural, a été déterminé à l'aide de la méthode de Youden. Le test de kappa a été utilisé pour comparer la concordance entre les juges pour chaque catégorie (inexpérimentés et expérimentés). Le seuil de significativité était fixé à 5 %.

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Description de la population

Durant la période de l'étude, 122 patients ont été inclus, et 23 (19%) présentaient des critères d'exclusion. Le flow chart est représenté par la Figure 1. 49 (49%) boucles d'échographies de poumons normaux, et de 50 (51%) boucles avec un pneumothorax.

Figure 1 Flow chart



La description complète de la population est détaillée dans le tableau 1.

Le médecin débutant, a pu réaliser 92 (92%) *strain*, contre 97 (98%) pour le médecin expert et le médecin intermédiaire

Tableau 1 : Description population étudiée

Pno : pneumothorax - TDM : tomodensitométrie - Spo2 : saturation en oxygène

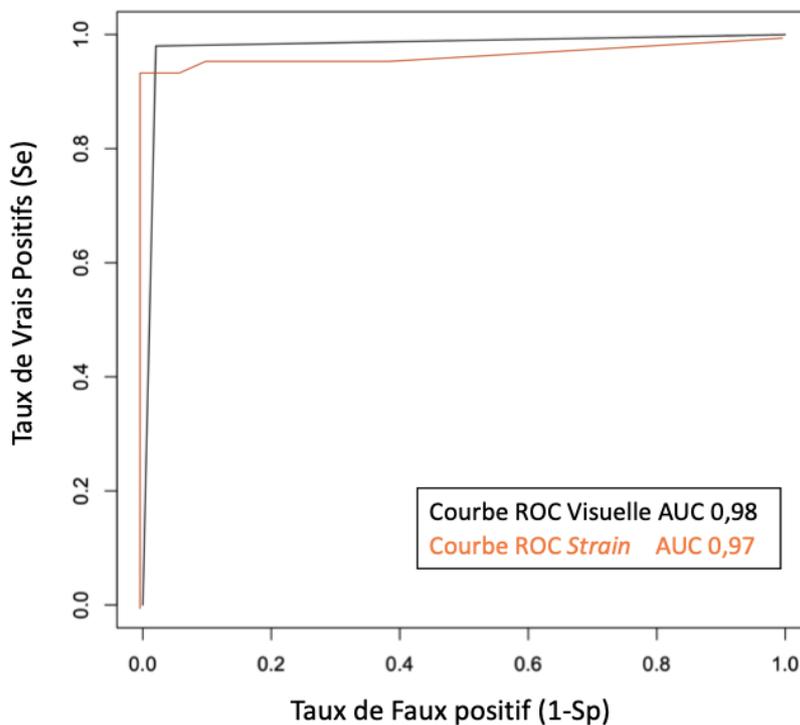
	Patient n=99	Normaux n 49 (49%)	PNO n 50 (51%)	p value
Sexe masculin	74 (74%)	34 (68%)	40 (82%)	p = 0,12
Age (années)	53 ±- 21	64 ± 20	43 ± 17	p < 0,01
Fréquence respiratoire (min <sup>-1</sup> )	19±4	20 ± 5	19 ± 3	p = 0,24
Glasgow	14,8 ± 1	15 ± 0	14,5 ± 2	p = 0,33
Pression artérielle moyenne (mmHg)	97± 15	97± 15	97,5 ± 15	p = 0,89
Spo2 (%)	95,5 ± 4	95± 4,5	96 ± 2,6	p = 0,10
Ventilation mécanique	4 (4%)	0 (0%)	4 (8%)	P < 0,01
<b>Motif d'admission</b>				p < 0,01
Médical	44 (45%)	34 (68%)	10 (21%)	
Traumatique	54 (55%)	16 (32%)	38 (79%)	
<b>Indication TDM</b>				p = 0,19
Dyspnée	25 (25%)	19 (38%)	6 (22%)	
Asymétrie auscultatoire	3 (3%)	1 (2%)	2 (7,4%)	
Trauma thoracique	42 (42%)	12 (24%)	8 (30%)	
Douleur thoracique	21 (21%)	11 (22%)	10 (37%)	
Autre	8 (8%)	7 (14%)	1 (3,7%)	

20 (41%) des 49 (49%) patients qui n'avaient pas de pneumothorax, avaient un scanner jugé normal. Les autres diagnostics retrouvés au TDM étaient : l'embolie pulmonaire 6 (12 %), un syndrome interstitiel 6 (12 %), une pneumopathie 5 (10%), ou une pleurésie 3 (6%).

### 3.2. Détermination du seuil

Le seuil discriminant du *strain* selon le jugement de l'expert, était de 5. Le diagnostic de pneumothorax est admis pour un *strain* compris entre 0 et 4, avec une Se à 94% IC95 % [83% ; 98%], une Sp à 100% IC95% [93% ; 100%]. La VPP était de 100% IC95% [92% ; 100%] et la VPN 94% IC95% [84% ; 100%]. La courbe ROC est représentée dans la Figure 2. Son aire sous la courbe était de 0,97 IC95% [0,93 ; 1,01].

Figure 2 Courbes ROC Expert strain et visuelle

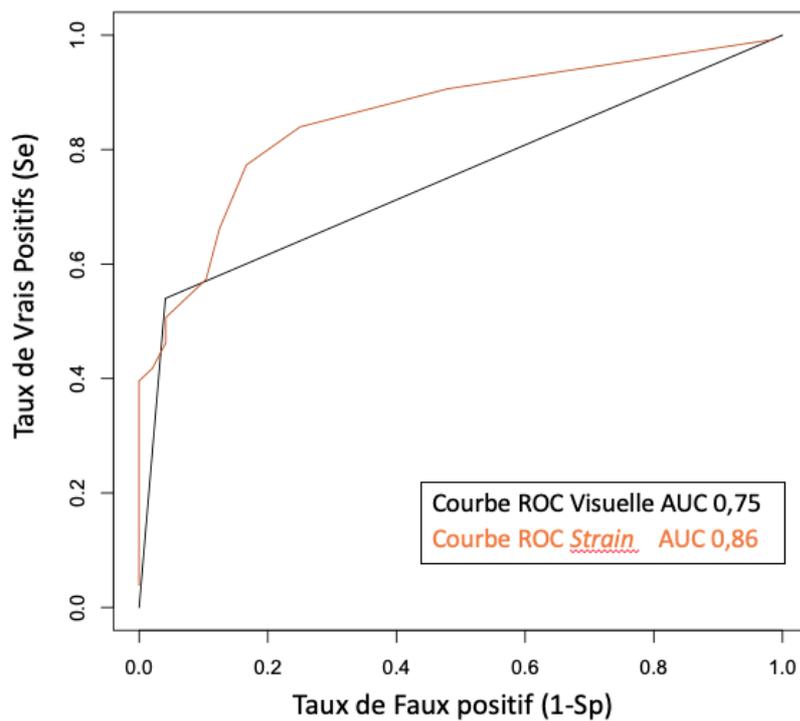


### 3.3. Objectif principal

A partir de l'analyse visuelle, le médecin débutant avait une Se de 54% IC95 % [39% ; 68%], Sp 96% IC95% [86% ; 99%], VPP 93% IC95% [78% ; 96%] et VPN 67% IC95% [53% ; 94%] (AUC = 0,75 IC95% [0,67 ; 0,83]). Avec le *strain*, le médecin débutant, il avait une Se à 77% IC95 % [63% ; 89%], une Sp = 83% IC95% [69% ; 92%], une VPP = 81% IC95% [67% ; 91%] et une VPN = 80% IC95% [66% ; 91%] (AUC = 0,86 IC95% [0,79 ; 0,94]).

Les courbes ROC, (*strain* et visuelle) sont représentées par la Figure 3.

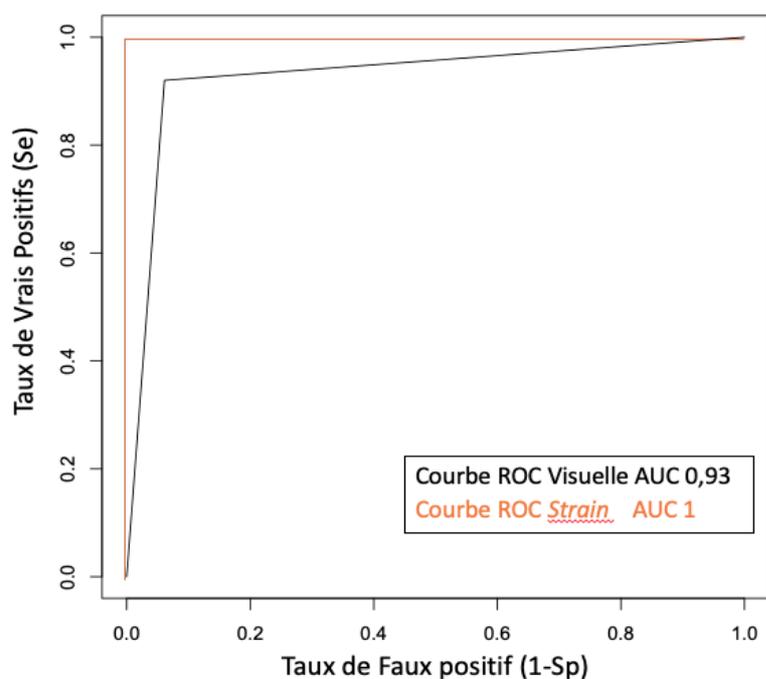
Figure 3 Courbes ROC Débutant visuelle et strain



### 3.4. Objectifs secondaires

Par analyse visuelle, la Se du médecin pratiquant était de 92% IC95 % [80% ; 98%], Sp 94% IC95% [83% ; 99%], VPP 94% IC95% [83% ; 98%] et VPN 92% IC95% [81% ; 98%] (AUC = 0,93 IC95% [0,88 ; 0,99]). Avec le *strain*, il avait une Se à 100% IC95 % [92% ; 100%], une Sp = 100% IC95% [93% ; 100%], une VPP = 100% IC95% [93% ; 100%] et une VPN = 100% IC95% [93% ; 100%] (AUC = 1 IC95% [1 ; 1]). Les courbes ROC, (*strain* et visuelle) sont représentées par la Figure 4.

Figure 4 Courbes ROC médecin pratiquant visuelle et *strain*



Le médecin expert, pour le diagnostic d'un pneumothorax par analyse visuelle, avait une Se = 98% IC 95 % [89% ; 100%], une Sp= 98% IC95% [89% ; 100%], une VPP = 98% IC95% [89% ; 100%] et une VPN = 98% IC95% [89% ; 1]. La courbe ROC est représentée sur la Figure 2, l'aire sous la courbe était de 0,98 IC95% [0,95 ; 1].

La concordance de l'évaluation visuelle entre l'expert et le pratiquant était de 0,75 ; entre l'expert et le débutant était de 0,22. Celle pour l'évaluation à partir du *strain* entre l'expert et le pratiquant était de 0,82 et entre l'expert et le débutant était de 0,28.

#### 4. DISCUSSION

Cette étude montre que l'utilisation du *strain* fait passer l'AUC d'un médecin néophyte pour le diagnostic échographique d'un pneumothorax de 0,75 à 0,86. Ces résultats suggèrent que le *strain* serait un outil supplémentaire pour le médecin sans expérience. Ce dernier étant souvent en première ligne, il lui permettrait un diagnostic plus précoce et par conséquent la mise en place de thérapeutique active de cette pathologie potentiellement grave<sup>16</sup>. Le *strain*, pourrait aussi être un outil pour l'apprentissage autonome de l'échographie pulmonaire, qui peut être fastidieux, en particulier dans les services d'urgences où le flux de patients ne le permet pas toujours, et où le nombre d'enseignants est limité. Nos résultats montrent que le *strain* permet aussi une amélioration plus discrète de la pertinence diagnostic du médecin pratiquant. Cependant, nous ne la retrouvons pas chez le médecin expert avec des AUC comparable à 0,97 pour le *strain* et 0,98 pour le visuel. Pour les pratiquants et les experts, cette technique pourrait être une aide à la prise en charge des patients apportant une assurance diagnostique en cas de doute. Ces résultats suggèrent que cette technique permet au médecin débutant d'améliorer sa pertinence diagnostique en se rapprochant de celle de l'expert. Le cut-off du *strain* pour éliminer un pneumothorax a été fixé à 5 à partir des résultats de notre expert ; ces résultats sont compatibles avec les données publiées dans l'étude de Duclos et al<sup>15</sup> qui avait défini une abolition du glissement pleural par une valeur maximale de *strain* à 4. Nous pouvons constater que nos valeurs trouvées pour le médecin intermédiaire et l'expert, sont superposables aux données décrites dans la littérature, allant pour la sensibilité de 75 à 83%, pour la spécificité de 93 à 99%, pour la VPP de 89 à 98%, et pour la VPN de 96 à 99%<sup>17-19</sup>. A la différence des données trouvées pour le médecin débutant, en particulier la Se du diagnostic visuel retrouvée à 54%. Une telle différence peut être expliquée par les potentiels biais d'évaluation retrouvés dans les études, en effet les échographies sont le plus souvent réalisées par des médecins experts. L'apport du *strain* permet une amélioration de cette sensibilité, en la rapprochant des valeurs proches décrites dans la littérature, à savoir 77%.

Au cours de notre étude, nous avons pu constater que le médecin néophyte avait une faisabilité du *strain* inférieure à celle de ses confrères formés à l'échographie (expert 97 (98%), pratiquant 97 (98%), médecin débutant 92 (92%)). Ceci pourrait s'expliquer par le manque d'expérience du jeune médecin et donc une difficulté à visualiser correctement la ligne pleurale, élément indispensable dans la réalisation du *strain*. D'autres situations pouvaient compromettre la réalisation du *strain*, par exemple lorsque le temps de vidéo était trop court, ou les mouvements de sondes trop importants, facteurs facilement éliminés dans l'hypothèse où la réalisation du *strain* s'effectuera au lit du malade. Les lignes B peuvent, elles aussi, être un facteur empêchant la réalisation du *strain*, en effet ces dernières sont détectées par excès par le *strain*, et entraînaient des valeurs trop élevées, dans la mesure où la présence de lignes B éliminent la présence d'un pneumothorax, ce facteur n'entraîne pas de biais. L'échographie, a de nombreux avantages par rapport au scanner. Elle a la particularité d'être moins coûteuse, avec un temps de réalisation plus court et surtout d'être plus accessible, notamment chez un patient instable<sup>20</sup>. D'autant plus, qu'elle peut être aussi sensible que le scanner comme le suggère Rowan et al dans son étude<sup>21</sup>. Cette technique a aussi pu être testée et approuvée sur des patients intubés ventilés<sup>15</sup>. Nous savons que le glissement pleural est aboli en l'absence de ventilation, qui peut être secondaire à un pneumothorax, une apnée, une atelectasie, une ventilation sélective, et peut être diminué par exemple au cours d'une crise d'asthme aiguë<sup>22,23</sup>. Nous pouvons supposer qu'une quantification du mouvement pleural par le *strain*, pourrait être étendue à d'autre spécialité, par exemple en réanimation afin d'optimiser les paramètres ventilatoires chez des patients intubés ; chez les patients traumatisés thoracique à la recherche d'hypoventilation prédictive d'une pneumopathie ; chez les patients en crise d'asthme afin d'éliminer plus aisément le pneumothorax. Le *strain* semble donc avoir toute sa place dans l'échographie pulmonaire de demain, en apportant une aide diagnostique et décisionnelle dans la prise en charge, l'évaluation et le traitement de différentes pathologies. Nous avons pour objectif de compléter notre jury, par 3 médecins de chaque catégorie, dans le but de conclure sur des résultats potentiellement plus

fiables. Par la suite, il serait intéressant de développer une application de *strain* spécifique au poumon, et de la rendre disponible sur nos échographes afin de l'utiliser et de le tester dans notre pratique quotidienne.

Notre étude a néanmoins des limites : l'analyse par le *strain* se fait à partir d'un logiciel informatique, non disponible sur nos échographes. A ce jour il permet uniquement de réaliser un *strain* cardiaque (circulaire) à la différence du *strain* pleural qui lui est linéaire. Par conséquent, l'analyse par le *strain* pleural n'est réalisable que sur ordinateur, et reste peu compatible avec une utilisation quotidienne. De plus les boucles sont acquises et enregistrées par un médecin formé à la pratique de l'échographie ; nous pouvons supposer que les résultats risqueraient d'être modifiés si chaque médecin enregistrerait ses boucles. Les longueurs des vidéos sont susceptibles de gêner la réalisation du *strain* ; ces dernières ne sont pas identiques et leurs durées diffèrent ; comme pour les vidéos courtes, les vidéos longues peuvent être source de biais. En effet, l'analyse du *strain* n'est réalisée que sur 5 battements cardiaques, les juges peuvent alors analyser différentes séquences de ces vidéos allongées. Lors de la réalisation du *strain*, trois valeurs sont données, correspondant aux régions proximales médiane et distale de la plèvre ; lors de la mesure, les médecins pouvaient alors donner la valeur la plus faible, la plus haute ou la moyenne des trois à l'origine d'un biais de classification. La validité externe de l'étude peut être considérée comme perfectible du fait de la composition de notre jury : un seul médecin par catégorie, susceptible d'entraîner un biais. En raison de la crise sanitaire liée au coronavirus, la durée de l'étude a été prolongée, elle s'est déroulée sur une année et demi, entraînant un potentiel biais d'inclusion ; néanmoins notre échantillon reste représentatif de la population générale et de celle à risque de pneumothorax.

## 5. CONCLUSION

Avec un seuil à 5, la Se et la Sp du *strain* pour diagnostiquer le pneumothorax sont de 94% IC95 % [83% ; 98%] et 100% IC95% [93% ; 100%] respectivement (AUC 0,97). L'utilisation du *strain* fait passer l'AUC d'un médecin néophyte de 0,75 à 0,86. Cette technique pourrait donc aider les médecins débutants en échographie à améliorer leur pertinence diagnostique en pratique clinique. Le développement d'une application de *Speckle Tracking* spécifique à l'échographie pulmonaire et implantable sur les échographes semble donc souhaitable.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Noppen M, De Keukeleire T. Pneumothorax. *Respiration*. 2008;76(2):121-127. doi:10.1159/000135932
2. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012;38(4):577-591. doi:10.1007/s00134-012-2513-4
3. Alrajhi K, Woo MY, Vaillancourt C. Test Characteristics of Ultrasonography for the Detection of Pneumothorax: A Systematic Review and Meta-analysis. *CHEST*. 2012;141(3):703-708. doi:10.1378/chest.11-0131
4. Ball CG, Kirkpatrick AW, Laupland KB, et al. Factors related to the failure of radiographic recognition of occult posttraumatic pneumothoraces. *The American Journal of Surgery*. 2005;189(5):541-546. doi:10.1016/j.amjsurg.2005.01.018
5. Danish M, Agarwal A, Goyal P, et al. Diagnostic Performance of 6-Point Lung Ultrasound in ICU Patients: A Comparison with Chest X-Ray and CT Thorax. *Turk J Anaesthesiol Reanim*. 2019;47(4):307-319. doi:10.5152/TJAR.2019.73603
6. Bobbia X, Chabannon M, Chevallier T, Coussaye JE de L, Lefrant JY, and all. Assessment of five different probes for lung ultrasound in critically ill patients: A pilot study. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2018;36(7):1265-1269. doi:10.1016/j.ajem.2018.03.077
7. Richards JR, Awrey JM, Medeiros SE, McGahan JP. Color and Power Doppler Sonography for Pneumothorax Detection. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2017;36(10):2143-2147. doi:10.1002/jum.14243
8. Avila J, Smith B, Mead T, et al. Does the Addition of M-Mode to B-Mode Ultrasound Increase the Accuracy of Identification of Lung Sliding in Traumatic Pneumothoraces? *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2018;37(11):2681-2687. doi:10.1002/jum.14629
9. Summers SM, Chin EJ, Long BJ, et al. Computerized Diagnostic Assistant for the Automatic Detection of Pneumothorax on Ultrasound: A Pilot Study. *West J Emerg Med*. 2016;17(2):209-215. doi:10.5811/westjem.2016.1.28087
10. Reisner SA, Lysyansky P, Agmon Y, Mutlak D, Lessick J, Friedman Z. Global longitudinal strain: a novel index of left ventricular systolic function. *J Am Soc Echocardiogr*. 2004;17(6):630-633. doi:10.1016/j.echo.2004.02.011
11. Biering-Sørensen Tor, Biering-Sørensen Sofie Reumert, Olsen Flemming Javier, et al. Global Longitudinal Strain by Echocardiography Predicts Long-Term Risk of Cardiovascular Morbidity and Mortality in a Low-Risk General Population. *Circulation: Cardiovascular Imaging*. 2017;10(3):e005521. doi:10.1161/CIRCIMAGING.116.005521
12. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the*

13. Karlsen S, Dahlslett T, Grenne B, et al. Global longitudinal strain is a more reproducible measure of left ventricular function than ejection fraction regardless of echocardiographic training. *Cardiovasc Ultrasound.* 2019;17(1):18. doi:10.1186/s12947-019-0168-9
14. Duclos G, Muller L, Leone M, Zieleskiewicz L. A picture's worth a thousand words: speckle tracking for quantification and assessment of lung sliding. *Intensive Care Med.* 2019;45(1):101-102. doi:10.1007/s00134-018-5303-9
15. Duclos G, Bobbia X, Markarian T, et al. Speckle tracking quantification of lung sliding for the diagnosis of pneumothorax: a multicentric observational study. *Intensive Care Med.* 2019;45(9):1212-1218. doi:10.1007/s00134-019-05710-1
16. Lichtenstein DA. BLUE-Protocol and FALLS-Protocol: Two Applications of Lung Ultrasound in the Critically Ill. *CHEST.* 2015;147(6):1659-1670. doi:10.1378/chest.14-1313
17. Xirouchaki N, Magkanas E, Vaporidi K, et al. Lung ultrasound in critically ill patients: comparison with bedside chest radiography. *Intensive Care Med.* 2011;37(9):1488-1493. doi:10.1007/s00134-011-2317-y
18. Zhang M, Liu Z-H, Yang J-X, et al. Rapid detection of pneumothorax by ultrasonography in patients with multiple trauma. *Crit Care.* 2006;10(4):R112. doi:10.1186/cc5004
19. Ianniello S, Piccolo CL, Trinci M, Ajmone Cat CA, Miele V. Extended-FAST plus MDCT in pneumothorax diagnosis of major trauma: time to revisit ATLS imaging approach? *J Ultrasound.* 2019;22(4):461-469. doi:10.1007/s40477-019-00410-4
20. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of Lung Ultrasound in the Diagnosis of Acute Respiratory Failure. *Chest.* 2008;134(1):117-125. doi:10.1378/chest.07-2800
21. Rowan KR, Kirkpatrick AW, Liu D, Forkheim KE, Mayo JR, Nicolaou S. Traumatic Pneumothorax Detection with Thoracic US: Correlation with Chest Radiography and CT—Initial Experience. *Radiology.* 2002;225(1):210-214. doi:10.1148/radiol.2251011102
22. Lichtenstein DA. Échographie pleuropulmonaire. In: *Imagerie en réanimation.* Elsevier; 2007:113-134. doi:10.1016/B978-2-84299-821-9.50006-0
23. Mallow C, Isakow W. Risk Factors for Loss of Lung Sliding in a Medical Intensive Care Population with Acute Respiratory Failure. *J Bronchology Interv Pulmonol.* 2019;26(2):102-107. doi:10.1097/LBR.0000000000000525

## SERMENT

- *En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure, au nom de l'Être suprême, 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 (e) 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 (se) et reconnaissant (e) 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 (e) d'opprobre et méprisé (e) de mes confrères si j'y manque.*

## RESUME

### Introduction

L'échographie pulmonaire est un outil pour le diagnostic de pneumothorax, cependant, son analyse est qualitative et difficile d'interprétation, en particulier chez les jeunes médecins. Duclos & all, ont suggéré qu'il était possible de quantifier le glissement pleural par GLS. L'objectif principal était d'estimer la pertinence diagnostique d'un jeune médecin, utilisant du *strain* pour le diagnostic de pneumothorax

### Matériel et méthode

Étude diagnostique prospective multicentrique ; incluant tous les patients ayant bénéficié d'un TDM thoracique, et d'une échographie pulmonaire. Les boucles d'échographie étaient analysées visuellement puis avec le *strain* ; par un jury de trois médecins (un médecin sans expérience, un médecin pratiquant régulièrement l'échographie et un médecin expert). Les performances diagnostiques du *strain* et visuelle ont été évaluées pour chacun des médecins.

### Résultats

122 patients ont été inclus, et 99 (81%) boucles ont pu être analysées. Pour le jeune médecin, l'analyse par le *strain* pour le diagnostic de pneumothorax avait une Se 77% [63% ; 89%], Sp 83% [69% ; 92%], (AUC = 0,86 [0,79 ; 0,94]) ; contre Se 54% [39% ; 68%], Sp 96% [86% ; 99%], (AUC = 0,75 [0,67 ; 0,83]) pour l'analyse visuelle. Les résultats de l'expert ont permis de fixer un cut-off du *strain* à 5, pour éliminer un pneumothorax avec Se à 94% [83% ; 98%] Sp à 100 % [93% ; 100%], AUC à 0,97 [0,93 ; 1,01].

### Conclusion

Avec un seuil à 5, l'utilisation du *strain* fait passer l'AUC d'un médecin néophyte de 0,75 à 0,86. Cette technique semble aider les médecins débutants en échographie à améliorer leur pertinence diagnostique.

**Mots clés :** échographie ; pleuro-pulmonaire ; pneumothorax ; *strain* pleural.