



**HAL**  
open science

# Étude des marqueurs acoustiques appliqués au glissement pleural chez le volontaire sain : une étude de validation

Ludivine Marécal

► **To cite this version:**

Ludivine Marécal. Étude des marqueurs acoustiques appliqués au glissement pleural chez le volontaire sain : une étude de validation. Sciences du Vivant [q-bio]. 2023. dumas-04132916

**HAL Id: dumas-04132916**

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04132916v1>

Submitted on 19 Jun 2023

**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.



Faculté des sciences  
médicales et paramédicales  
Aix-Marseille Université

**Etude des marqueurs acoustiques appliqués au glissement pleural chez le  
volontaire sain : une étude de validation.**

# **T H E S E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES**

**DE MARSEILLE**

**Le 9 Juin 2023**

**Par Madame Ludivine MARECAL**

**Née le 1er avril 1992 à Creteil (94)**

**Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine**

**D.E.S. d' ANESTHESIE REANIMATION**

**Membres du Jury de la Thèse :**

**Monsieur le Professeur ZIELESKIEWICZ Laurent**

**Monsieur le Professeur HRAIECH Sami**

**Monsieur le Docteur DUCLOS Gary**

**Madame le Docteur ARBELOT Charlotte**

**Président**

**Assesseur**

**Directeur**

**Assesseur**



**Etude des marqueurs acoustiques appliqués au glissement pleural chez le  
volontaire sain: une étude de validation.**

# **T H E S E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES**

**DE MARSEILLE**

**Le 9 Juin 2023**

**Par Madame Ludivine MARECAL**

**Née le 1er avril 1992 à Creteil (94)**

**Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine**

**D.E.S. d' ANESTHESIE REANIMATION**

**Membres du Jury de la Thèse :**

**Monsieur le Professeur ZIELESKIEWICZ Laurent**

**Monsieur le Professeur HRAIECH Sami**

**Monsieur le Docteur DUCLOS Gary**

**Madame le Docteur ARBELOT Charlotte**

**Président**

**Assesseur**

**Directeur**

**Assesseur**

## FACULTÉ DES SCIENCES MÉDICALES & PARAMÉDICALES

<b>Doyen</b>	:	<b>Pr. Georges LEONETTI</b>
Vice-Doyen aux affaires générales	:	Pr. Patrick DESSI
Vice-Doyen aux professions paramédicales	:	Pr. Philippe BERBIS
Conseiller	:	Pr. Patrick VILLANI

### **Asseseurs :**

➤ aux études	:	Pr. Kathia CHAUMOITRE
➤ à la recherche	:	Pr. Jean-Louis MEGE
➤ à l'unité mixte de formation continue en santé	:	Pr. Justin MICHEL
➤ pour le secteur NORD	:	Pr. Stéphane BERDAH
➤ Groupements Hospitaliers de territoire	:	Pr. Jean-Noël ARGENSON
➤ aux masters	:	Pr. Pascal ADALIAN

### **Chargés de mission :**

➤ sciences humaines et sociales	:	Pr. Pierre LE COZ
➤ relations internationales	:	Pr. Stéphane RANQUE
➤ DU/DIU	:	Pr. Véronique VITTON
➤ DPC, disciplines médicales & biologiques	:	Pr. Frédéric CASTINETTI
➤ DPC, disciplines chirurgicales	:	Dr. Thomas GRAILLON

## ÉCOLE DE MEDECINE

<b>Directeur</b>	:	<b>Pr. Jean-Michel VITON</b>
------------------	---	------------------------------

### **Chargés de mission**

▪ PACES – Post-PACES	:	Pr. Régis GUIEU
▪ DFGSM	:	Pr. Anne-Laure PELISSIER
▪ DFASM	:	Pr. Marc BARTHET
▪ Préparation aux ECN	:	Dr Aurélie DAUMAS
▪ DES spécialités	:	Pr. Pierre-Edouard FOURNIER
▪ DES stages hospitaliers	:	Pr. Benjamin BLONDEL
▪ DES MG	:	Pr. Christophe BARTOLI
▪ Démographie médicale	:	Dr. Noémie RESSEGUIER
▪ Etudiant	:	Elise DOMINJON

## ÉCOLE DE DE MAIEUTIQUE

**Directrice** : **Madame Carole ZAKARIAN**

**Chargés de mission**

- 1<sup>er</sup> cycle : Madame Estelle BOISSIER
- 2<sup>ème</sup> cycle : Madame Cécile NINA

## ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION

**Directeur** : **Monsieur Philippe SAUVAGEON**

**Chargés de mission**

- Masso- kinésithérapie 1<sup>er</sup> cycle : Madame Béatrice CAORS
- Masso-kinésithérapie 2<sup>ème</sup> cycle : Madame Joannie HENRY
- Mutualisation des enseignements : Madame Géraldine DEPRES

## ÉCOLE DES SCIENCES INFIRMIERES

**Directeur** : **Monsieur Sébastien COLSON**

**Chargés de mission**

- Chargée de mission : Madame Sandrine MAYEN RODRIGUES
- Chargé de mission : Monsieur Christophe ROMAN

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM	AGOSTINI Serge	MM	DELARQUE Alain
	ALBANESE Jacques		DEVIN Robert
	ALDIGHIERI René		DEVRED Philippe
	ALESSANDRINI Pierre		DJIANE Pierre
	ALLIEZ Bernard		DONNET Vincent
	AQUARON Robert		DUCASSOU Jacques
	ARGEME Maxime		DUFOUR Michel
	ASSADOURIAN Robert		DUMON Henri
	AUFFRAY Jean-Pierre		DURAND Jean-Marc
	AUTILLO-TOUATI Amapola		ENJALBERT Alain
	AZORIN Jean-Michel		FAUGERE Gérard
	BAILLE Yves		FAVRE Roger
	BARDOT Jacques		FIECHI Marius
	BARDOT André		FARNARIER Georges
	BERARD Pierre		FIGARELLA Jacques
	BERGOIN Maurice		FIGARELLA-BRANGER Dominique
	BERLAND Yvon		FONTES Michel
	BERNARD Dominique		FRANCES Yves
	BERNARD Jean-Louis		FRANCOIS Georges
	BERNARD Pierre-Marie		FUENTES Pierre
	BERTRAND Edmond		GABRIEL Bernard
	BISSET Jean-Pierre		GALINIER Louis
	BLANC Bernard		GALLAIS Hervé
	BLANC Jean-Louis		GAMERRE Marc
	BOLLINI Gérard		GARCIN Michel
	BONGRAND Pierre		GARNIER Jean-Marc
	BONNEAU Henri		GAUTHIER André
	BONNOIT Jean		GERARD Raymond
	BORY Michel		GEROLAMI-SANTANDREA André
	BOTTA Alain		GIUDICELLI Sébastien
	BOTTA-FRIDLUND Daniëlle		GOUDARD Alain
	BOUBLI Léon		GOUIN François
	BOURGEADE Augustin		GRILLO Jean-Marie
	BOUVENOT Gilles		GRIMAUD Jean-Charles
	BOUYALA Jean-Marie		GRISOLI François
	BREMOND Georges		GROULIER Pierre
	BRICOT René		GUYS Jean-Michel
	BRUNET Christian		HADIDA/SAYAG Jacqueline
	BUREAU Henri		HARLE Jean-Robert
	CAMBOULIVES Jean		HASSOUN Jacques
	CANNONI Maurice		HEIM Marc
	CARTOUZOU Guy		HOUEL Jean
	CAU Pierre		HUGUET Jean-François
	CHABOT Jean-Michel		JAQUET Philippe
	CHAMLIAN Albert		JAMMES Yves
	CHARPIN Denis		JOUBE Paulette
	CHARREL Michel		JUHAN Claude
	CHAUVEL Patrick		JUIN Pierre
	CHOUX Maurice		KAPHAN Gérard
	CIANFARANI François		KASBARIAN Michel
	CLAVERIE Jean-Michel		KLEISBAUER Jean-Pierre
	CLEMENT Robert		LACHARD Jean
	COMBALBERT André		LAFFARGUE Pierre
	CONTE-DEVOLX Bernard		LAUGIER René
	CORRIOL Jacques		LE TREUT Yves
	COULANGE Christian		LEGRE Régis
	CURVALE Georges		LEVY Samuel
	DALMAS Henri		LOUCHET Edmond
	DE MICO Philippe		LOUIS René
	DELPERO Jean-Robert		LUCIANI Jean-Marie
	DESSEIN Alain		MAGALON Guy

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM MAGNAN Jacques  
MALLAN- MANCINI Josette  
MALMEJAC Claude  
MARANINCHI Dominique  
MARTIN Claude  
MATTEI Jean François  
MERCIER Claude  
MICHOTEY Georges  
MIRANDA François  
MONFORT Gérard  
MONGES André  
MONGIN Maurice  
MUNDLER Olivier  
NAZARIAN Serge  
NICOLI René  
NOIRCLERC Michel  
OLMER Michel  
OREHEK Jean  
PANUEL Michel  
PAPY Jean-Jacques  
PAULIN Raymond  
PELOUX Yves  
PENAUD Antony  
PENE Pierre  
PIANA Lucien  
PICAUD Robert  
PIGNOL Fernand  
POGGI Louis  
POITOUT Dominique  
PONCET Michel  
POUGET Jean  
PRIVAT Yvan  
QUILICHINI Francis  
RANQUE Jacques  
RANQUE Philippe  
RAOULT Didier  
RICHAUD Christian  
RIDINGS Bernard  
ROCHAT Hervé  
ROHNER Jean-Jacques  
ROUX Hubert  
ROUX Michel  
RUFO Marcel  
SAHEL José  
SALAMON Georges  
SALDUCCI Jacques  
SAMBUC Roland  
SAN MARCO Jean-Louis  
SANKALE Marc  
SARACCO Jacques  
SARLES Jacques  
SARLES - PHILIP Nicole  
SASTRE Bernard  
SCHIANO Alain  
SCOTTO Jean-Claude  
SEBAHOUN Gérard  
SEITZ Jean-François  
SERMENT Gérard  
SOULAYROL René  
TAMALET Jacques  
TARANGER-CHARPIN Colette  
THIRION Xavier  
THOMASSIN Jean-Marc  
TRIGLIA Jean-Michel  
UNAL Daniel  
VAGUE Philippe  
VAGUE/JUHAN Irène  
VANUXEM Paul  
VERVLOET Daniel  
VIALETTES Bernard  
WEILLER Pierre-Jean



## EMERITAT

### 2008

M. le Professeur	LEVY Samuel	31/08/2011
Mme le Professeur	JUHAN-VAGUE Irène	31/08/2011
M. le Professeur	PONCET Michel	31/08/2011
M. le Professeur	KASBARIAN Michel	31/08/2011
M. le Professeur	ROBERTOUX Pierre	31/08/2011

### 2009

M. le Professeur	DJIANE Pierre	31/08/2011
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2012

### 2010

M. le Professeur	MAGNAN Jacques	31/12/2014
------------------	----------------	------------

### 2011

M. le Professeur	DI MARINO Vincent	31/08/2015
M. le Professeur	MARTIN Pierre	31/08/2015
M. le Professeur	METRAS Dominique	31/08/2015

### 2012

M. le Professeur	AUBANIAC Jean-Manuel	31/08/2015
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2015
M. le Professeur	CAMBOULIVES Jean	31/08/2015
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2015
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2015
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2015
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2015

### 2013

M. le Professeur	BRANCHEREAU Alain	31/08/2016
M. le Professeur	CARAYON Pierre	31/08/2016
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2016
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2016
M. le Professeur	HENRY Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	LE GUICHAOUA Marie-Roberte	31/08/2016
M. le Professeur	RUFO Marcel	31/08/2016
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2016

### 2014

M. le Professeur	FUENTES Pierre	31/08/2017
M. le Professeur	GAMERRE Marc	31/08/2017
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2017
M. le Professeur	PERAGUT Jean-Claude	31/08/2017
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2017

### 2015

M. le Professeur	COULANGE Christian	31/08/2018
M. le Professeur	COURAND François	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2016
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2016
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2016

## EMERITAT

### 2016

M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2017
M. le Professeur	BRUNET Christian	31/08/2019
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2017
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2017
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2019
M. le Professeur	JAMMES Yves	31/08/2019
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2017
M. le Professeur	POITOUT Dominique	31/08/2019
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2017
M. le Professeur	VIALETTE Bernard	31/08/2019

### 2017

M. le Professeur	ALESSANDRINI Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2018
M. le Professeur	CHAUVEL Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2018
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2018
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2018
M. le Professeur	SEBBAHOUN Gérard	31/08/2018

### 2018

M. le Professeur	MARANINCHI Dominique	31/08/2021
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2019
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2019
M. le Professeur	RIDINGS Bernard	31/08/2021

### 2019

M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2020
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2020
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2020
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2020
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2020
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2020
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2020

### 2020

M. le Professeur	DELPERO Jean-Robert	31/08/2023
M. le Professeur	GRIMAUD Jean-Charles	31/08/2023
M. le Professeur	SAMBUC Roland	31/08/2023
M. le Professeur	SEITZ Jean-François	31/08/2023
M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2021
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2021
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2021
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2021

**2020**

M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2021
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2021

**2021**

M. le Professeur	BOUBLI Léon	31/08/2024
M. le Professeur	LEGRE Régis	31/08/2024
M. le Professeur	RAOULT Didier	31/08/2024
M. le Professeur	DELPERO Jean-Robert	31/08/2023
M. le Professeur	GRIMAUD Jean-Charles	31/08/2023
M. le Professeur	SAMBUC Roland	31/08/2023
M. le Professeur	SEITZ Jean-François	31/08/2023
M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2022
M. le Professeur	BRUNET Christian	31/08/2022
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2022
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2022
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2022
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2022
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2022

**2022**

Mme le Professeur	FIGARELLA-BRANGER Dominique	31/08/2025
M. le Professeur	HARLE Jean-Robert	31/08/2025
M. le Professeur	PANUEL Michel	31/08/2025
M. le Professeur	BOUBLI Léon	31/08/2024
M. le Professeur	LEGRE Régis	31/08/2024
M. le Professeur	RAOULT Didier	31/08/2024
M. le Professeur	DELPERO Jean-Robert	31/08/2023
M. le Professeur	GRIMAUD Jean-Charles	31/08/2023
M. le Professeur	SAMBUC Roland	31/08/2023
M. le Professeur	SEITZ Jean-François	31/08/2023
M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2023
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2023
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2023
M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2023
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2023
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2023
M. le Professeur	MARANINCHI Dominique	31/08/2023
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2023

## DOCTEURS HONORIS CAUSA

### 1967

MM. les Professeurs DADI (Italie)  
CID DOS SANTOS (Portugal)

### 1974

MM. les Professeurs MAC ILWAIN (Grande-Bretagne)  
T.A. LAMBO (Suisse)

### 1975

MM. les Professeurs O. SWENSON (U.S.A.)  
Lord J.WALTON of DETCHANT (Grande-Bretagne)

### 1976

MM. les Professeurs P. FRANCHIMONT (Belgique)  
Z.J. BOWERS (U.S.A.)

### 1977

MM. les Professeurs C. GAJDUSEK-Prix Nobel (U.S.A.)  
C.GIBBS (U.S.A.)  
J. DACIE (Grande-Bretagne)

### 1978

M. le Président F. HOUPHOUET-BOIGNY (Côte d'Ivoire)

### 1980

MM. les Professeurs A. MARGULIS (U.S.A.)  
R.D. ADAMS (U.S.A.)

### 1981

MM. les Professeurs H. RAPPAPORT (U.S.A.)  
M. SCHOU (Danemark)  
M. AMENT (U.S.A.)  
Sir A. HUXLEY (Grande-Bretagne)  
S. REFSUM (Norvège)

### 1982

M. le Professeur W.H. HENDREN (U.S.A.)

### 1985

MM. les Professeurs S. MASSRY (U.S.A.)  
KLINSMANN (R.D.A.)

### 1986

MM. les Professeurs E. MIHICH (U.S.A.)  
T. MUNSAT (U.S.A.)  
LIANA BOLIS (Suisse)  
L.P. ROWLAND (U.S.A.)

### 1987

M. le Professeur P.J. DYCK (U.S.A.)

### 1988

MM. les Professeurs R. BERGUER (U.S.A.)  
W.K. ENGEL (U.S.A.)  
V. ASKANAS (U.S.A.)  
J. WEHSTER KIRKLIN (U.S.A.)  
A. DAVIGNON (Canada)  
A. BETTARELLO (Brésil)

### 1989

M. le Professeur P. MUSTACCHI (U.S.A.)

<b>1990</b>	<b>D</b>	<b>CTEURS HONORIS CAUSA</b>
MM. les Professeurs		J.G. MC LEOD (Australie) J. PORTER (U.S.A.)
<b>1991</b>		
MM. les Professeurs		J. Edward MC DADE (U.S.A.) W. BURGDORFER (U.S.A.)
<b>1992</b>		
MM. les Professeurs		H.G. SCHWARZACHER (Autriche) D. CARSON (U.S.A.) T. YAMAMURO (Japon)
<b>1994</b>		
MM. les Professeurs		G. KARPATI (Canada) W.J. KOLFF (U.S.A.)
<b>1995</b>		
MM. les Professeurs		D. WALKER (U.S.A.) M. MULLER (Suisse) V. BONOMINI (Italie)
<b>1997</b>		
MM. les Professeurs		C. DINARELLO (U.S.A.) D. STULBERG (U.S.A.) A. MEIKLE DAVISON (Grande-Bretagne) P.I. BRANEMARK (Suède)
<b>1998</b>		
MM. les Professeurs		O. JARDETSKY (U.S.A.)
<b>1999</b>		
MM. les Professeurs		J. BOTELLA LLUSIA (Espagne) D. COLLEN (Belgique) S. DIMAURO (U. S. A.)
<b>2000</b>		
MM. les Professeurs		D. SPIEGEL (U. S. A.) C. R. CONTI (U.S.A.)
<b>2001</b>		
MM. les Professeurs		P-B. BENNET (U. S. A.) G. HUGUES (Grande Bretagne) J-J. O'CONNOR (Grande Bretagne)
<b>2002</b>		
MM. les Professeurs		M. ABEDI (Canada) K. DAI (Chine)
<b>2003</b>		
M. le Professeur Sir		T. MARRIE (Canada) G.K. RADDA (Grande Bretagne)
<b>2004</b>		
M. le Professeur		M. DAKE (U.S.A.)
<b>2005</b>		
M. le Professeur		L. CAVALLI-SFORZA (U.S.A.)
<b>2006</b>		
M. le Professeur		A. R. CASTANEDA (U.S.A.)
<b>2007</b>		
M. le Professeur		S. KAUFMANN (Allemagne)

## PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AGOSTINI FERRANDES Aubert  
ALIMI Yves  
AMABILE Philippe  
AMBROSI Pierre *Surnombre*  
ANDRE Nicolas  
ARGENSON Jean-Noël  
ASTOUL Philippe  
ATTARIAN Shahram  
AUDOUIN Bertrand  
AUQUIER Pascal  
AVIERINOS Jean-François  
AZULAY Jean-Philippe  
BAILLY Daniel *Retraite au 2/11/2022*  
BARLIER-SETTI Anne  
BARLOGIS Vincent  
BARTHET Marc  
BARTOLI Christophe  
BARTOLI Jean-Michel  
BARTOLI Michel  
BARTOLOMEI Fabrice  
BASTIDE Cyrille  
BELIARD-LASSERRE Sophie  
BENSOUSSAN Laurent  
BERBIS Philippe  
BERBIS Julie  
BERDAH Stéphane  
BEROUD Christophe  
BERTRAND Baptiste  
BERTUCCI François  
BEYER-BERJOT Laura  
BLAISE Didier  
BLIN Olivier  
BLONDEL Benjamin  
BOISSIER Romain  
BONIN/GUILLAUME Sylvie  
BONELLO Laurent  
BONNET Jean-Louis  
BOUFI Mourad  
BOYER Laurent  
BREGEON Fabienne  
BRETTELLE Florence  
BROUQUI Philippe  
BRUDER Nicolas  
BRUE Thierry  
BRUNET Philippe  
BURTEY Stéphane  
CARCOPINO-TUSOLI Xavier  
CASANOVA Dominique  
CASTINETTI Frédéric  
CECCALDI Mathieu  
CERMOLACCE Michel  
CHAGNAUD Christophe  
CHAMBOST Hervé  
CHAMPSAUR Pierre  
CHANEZ Pascal  
CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle  
CHARREL Rémi  
CHAUMOITRE Kathia  
CHIARONI Jacques  
CHINOT Olivier  
CHOSSEGROS Cyrille  
COLLART Frédéric  
COSTELLO Régis  
COURBIERE Blandine  
CRAVELLO Ludovic  
CUISSSET Thomas  
DA FONSECA David  
DAHAN-ALCARAZ Laetitia  
DANIEL Laurent  
DARMON Patrice  
DAUMAS Aurélie  
DAVID Thierry  
D'ERCOLE Claude  
D'JOURNO Xavier  
DEHARO Jean-Claude  
DELAPORTE Emmanuel  
DENIS Danièle *Surnombre*  
DEVILLIER Raynier  
DISDIER Patrick  
DODDOLI Christophe  
DRANCOURT Michel  
DUBUS Jean-Christophe  
DUFFAUD Florence  
DUFOUR Henry  
DUSSOL Bertrand  
EBBO Mikaël  
EUSEBIO Alexandre  
FABRE Alexandre  
FAKHRY Nicolas  
FAURE Alice  
FELICIAN Olivier  
FENOLLAR Florence  
FLECHER Xavier  
FOUILLOUX Virginie  
FOURNIER Pierre-Edouard  
FRANCESCHI Frédéric  
FUENTES Stéphane  
GABERT Jean  
GABORIT Bénédicte  
GAINNIER Marc  
GARCIA Stéphane *disponibilité*  
GARIBOLDI Vlad  
GAUDART Jean  
GAUDY-MARQUESTE Caroline  
GENTILE Stéphanie  
GERBEAUX Patrick  
GEROLAMI/SANTANDREA René  
GILBERT/ALESSI Marie-Christine  
GIORGI Roch  
GIOVANNI Antoine  
GIRARD Nadine  
GIRAUD/CHABROL Brigitte  
GONCALVES Anthony  
GONZALEZ Jean- Michel  
GRAILLON Thomas  
GRANEL/REY Brigitte  
GRANDVAL Philippe  
GREILLIER Laurent  
GROB Jean-Jacques *Retraite au 1/10/2022*  
GUEDJ Eric  
GUIEU Régis  
GUIS Sandrine  
GUYE Maxime  
GUYOT Laurent  
HABIB Gilbert  
HARDWIGSEN Jean  
HOUVENAEGHEL Gilles  
HRAIECH Sami  
JACQUIER Alexis  
JOURDE-CHICHE Noémie  
JOUVE Jean-Luc  
KAPLANSKI Gilles  
KARSENTY Gilles  
KERBAUL François *détachement*  
KRAHN Martin  
LAFFORGUE Pierre  
LAGIER Jean-Christophe  
LAMBAUDIE Eric  
LANCON Christophe  
LA SCOLA Bernard  
LAUNAY Franck  
LAVIELLE Jean-Pierre  
LE CORROLLER Thomas  
LECHEVALLIER Eric  
LEHUCHER-MICHEL Marie-Pascale  
LEONE Marc  
LEONETTI Georges  
LEPIDI Hubert  
LEVY Nicolas *disponibilité*  
LOOSVELD Marie  
MACE Loïc  
MAGNAN Pierre-Edouard  
MANCINI Julien  
MEGE Jean-Louis  
MERROT Thierry  
METZLER/GUILLEMAIN Catherine  
MEYER/DUTOUR Anne  
MICCALEF/ROLL Joëlle  
MICHEL Fabrice  
MICHEL Gérard  
MICHEL Justin  
MICHELET Pierre *disponibilité*  
MILH Mathieu  
MILLION Matthieu  
MOAL Valérie  
MORANGE Pierre-Emmanuel  
MOULIN Guy  
MOUTARDIER Vincent  
NAUDIN Jean  
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier  
NICOLLAS Richard  
NGUYEN Karine  
OLIVE Daniel  
OLLIVIER Matthieu  
OUAFIK L'Houcine  
OVAERT-REGGIO Caroline  
PADOVANI Laetitia  
PAGANELLI Franck  
PAPAZIAN Laurent  
PAROLA Philippe  
PELLISSIER-ALICOT Anne-Laure  
PELLETIER Jean  
PERRIN Jeanne  
PESENTI Sébastien  
PETIT Philippe  
PHAM Thao

# PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique	ROUDIER Jean	VALERO René
PIQUET Philippe	SALAS Sébastien	VAROQUAUX Arthur Damien
PIRRO Nicolas	SARLON-BARTOLI Gabrielle	VELLY Lionel
POINSO François	SCAVARDA Didier	VEY Norbert
RACCAH Denis	SCHLEINITZ Nicolas	VIDAL Vincent
RADULESCO Thomas	SEBAG Frédéric	VIENS Patrice
RANQUE Stéphane	SIELEZNEFF Igor	VILLANI Patrick
REGIS Jean	SIMON Nicolas	VITON Jean-Michel
REYNAUD/GAUBERT Martine	STEIN Andréas	VITTON Véronique
REYNAUD Rachel	SUISSA Laurent	<i>VIEHWEGER Heide Elke détachement</i>
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth	TAIEB David	VIVIER Eric
RICHERI Raphaëlle	THOMAS Pascal	XERRI Luc
ROCHE Pierre-Hugues	THUNY Franck	ZIELESKIEWICZ Laurent
ROCH Antoine	TOSELLO Barthélémy	
ROCHWERGER Richard	TREBUCHON-DA FONSECA Agnès	
ROLL Patrice	TROPIANO Patrick	
ROSSI Dominique	<i>TSIMARATOS Michel détachement</i>	
ROSSI Pascal	TURRINI Olivier	

## PROFESSEUR DES UNIVERSITES

ADALIAN Pascal  
AGHABABIAN Valérie  
BELIN Pascal  
CHABANNON Christian  
CHABRIERE Eric  
COLSON Sébastien  
FERON François  
LE COZ Pierre  
LEVASSEUR Anthony  
RANJEVA Jean-Philippe  
SOBOL Hagay

## PROFESSEUR CERTIFIE

FRAISSE-MANGIALOMINI Jeanne

## PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE à MI-TEMPS

REVIS Joana

## PROFESSEUR DES UNIVERSITES MEDECINE GENERALE

GENTILE Gaëtan

## PROFESSEUR ASSOCIE DES UNIVERSITES à MI-TEMPS MEDECINE GENERALE

BARGIER Jacques  
JANCZEWSKI Aurélie

## PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE à TEMPS PLEIN DES DISCIPLINES MEDICALES

BOUSSUGES Alain

## PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE A MI-TEMPS DES DISCIPLINES MEDICALES

BOURVIS Nadège

Secrétariat Général - RH

MAJ 01.09.2022

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AHERFI Sarah	GASTALDI Marguerite	ROBERT Thomas
ANGELAKIS Emmanouil ( <i>disponibilité</i> )	GAUDRY Marine	ROMANET Pauline
APPAY Romain	GELSI/BOYER Véronique	SABATIER Renaud
ATLAN Catherine ( <i>disponibilité</i> )	GIUSIANO COURCAMBECK Sophie	SARI-MINODIER Irène
BEGE Thierry	GOURIET Frédérique	SAULTIER Paul
BENYAMINE Audrey	GUERIN Carole	SAVEANU Alexandru
BIRNBAUM David	GUENOUN MEYSSIGNAC Daphné	STELLMANN Jan-Patrick
BOBOT Mickael	GUIDON Catherine	SUCHON Pierre
BONINI Francesca	GUIVARCH Jokthan	TABOURET Emeline
BOUCRAUT Joseph	HABERT Paul	TOGA Isabelle
BOULAMERY Audrey	HAUTIER Aurélie	TOMASINI Pascale
BOULLU/CIOCCA Sandrine	IBRAHIM KOSTA Manal	TROUDE Lucas
BOUSSEN Salah Michel	JALOUX Charlotte	TROUSSE Delphine
BUFFAT Christophe	JARROT Pierre-André	TUCHTAN-TORRENTS Lucile
CAMILLERI Serge	KASPI-PEZZOLI Elise	VELY Frédéric
CARRON Romain	L'OLLIVIER Coralie	VENTON Geoffroy
CASSAGNE Carole	LABIT-BOUVIER Corinne	VION-DURY Jean
CHAUDET Hervé	LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina	ZATTARA/CANNONI Héléne
CHRETIEN Anne-Sophie	LAGARDE Stanislas	
COZE Carole	LAGIER Aude ( <i>disponibilité</i> )	
CUNY Thomas	LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude	
DADOUN Frédéric ( <i>disponibilité</i> )	LAMBERT Isabelle	
DALES Jean-Philippe	LENOIR Marien	
DARIEL Anne	LEVY/MOZZICONACCI Annie	
DEGEORGES/VITTE Joëlle ( <i>disponibilité</i> )	MAAROUF Adil	
DEHARO Pierre	MACAGNO Nicolas	
DELLIAUX Stéphane	MALISSEN Nausicaa	
DELTEIL Clémence	MAUES DE PAULA André	
DESPLAT/JEGO Sophie	MEGE Diane	
DUBOURG Grégory	MORAND-HUGGET Aurélie	
DUCONSEIL Pauline	MOTTOLA GHIGO Giovanna	
DUFOUR Jean-Charles	NINOVE Laetitia	
ELDIN Carole	NOUGAIREDE Antoine	
FOLETTI Jean- Marc	PAULMYER/LACROIX Odile	
FRANKEL Diane	RESSEGUIER Noémie	
FROMNOT Julien	ROBERT Philippe	

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

(mono-appartenants)

ABU ZAINEH Mohammad	DESNUES Benoît	POGGI Marjorie
BARBACARU/PERLES T. A.	MARANINCHI Marie	RUEL Jérôme
BERLAND Caroline	MERHEJ/CHAUVEAU Vicky	THOLLON Lionel
BOYER Sylvie	MEZOUAR Soraya	THIRION Sylvie
DEGIOANNI/SALLE Anna	MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte retraite au 1/10/2022	VERNA Emeline

## MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

CASANOVA Ludovic  
JEGO SABLIER Maëva

## MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE à MI-TEMPS

BERNAL Alexis	ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle
FIERLING Thomas	THERY Didier
FORTE Jenny	
MITILIAN Eva	

Secrétariat Général - RH

01/09/2022



## **MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE à MI-TEMPS**

BOURRIQUEN Maryline  
LAZZAROTTO Sébastien  
LUCAS Guillaume  
MATHIEU Marion  
MAYENS-RODRIGUES Sandrine  
MELLINAS Marie  
MORIN-GALFOUT Sara  
ROMAN Christophe  
  
TRINQUET Laure  
VILLA Milène

## **CDI LRU TEMPS PLEIN ECOLE DES SCIENCES ET DE LA READAPTION**

### **FORMATION ERGOTHERAPIE**

BLANC Catheline  
DESPRES Géraldine  
GIRAUDIER Anaïs  
PAVE Julien

### **FORMATION PODOLOGIE**

GRIFFON Patricia  
PETITJEAN Aurélie

### **FORMATION ORTHOPTIE**

MONTICOLO Chloé

### **FORMATION MASSO-KINESITHERAPIE**

AUTHIER Guillaume  
CAORS Béatrice  
CHAULLET Karine  
ERCOLANO Bruno  
HENRY Joannie  
HOUDANT Benjamin  
MIRAPEIX Sébastien  
MULLER Philippe  
ROSTAGNO Stéphan

## **CDD LRU TEMPS PLEIN ECOLE DES SCIENCES INFIRMIERES**

CHAYS-AMANIA Audrey

## **CDD LRU TEMPS PLEIN ANGLAIS**

GILSINN Amanda

## **ATTACHE TEMPORAIRE D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE**

SACHAU-CARCEL Géraldine

## **CDI LRU ECOLE DE MAÏEUTIQUE**

CLADY Emilie  
FREMONDIERE Pierre  
MATTEO Caroline  
MONLEAU Sophie  
MUSSARD-HASSLER Pascale  
RIQUET Sébastien  
ZAKARIAN Carole

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES et MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS  
PROFESSEURS ASSOCIES, MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES mono-appartenants**

**ANATOMIE 4201**

CHAMPSAUR Pierre (PU-PH)  
LE CORROLLER Thomas (PU-PH)  
PIRRO Nicolas (PU-PH)

GUENOUN-MEYSSIGNAC Daphné (MCU-PH)  
LAGIER Aude (MCU-PH) *disponibilité*

THOLLON Lionel (MCF) (60ème section)

**ANTHROPOLOGIE 20**

ADALIAN Pascal (PR)  
DEGIOANNI/SALLE Anna (MCF)  
VERNA Emeline (MCF)

SACHAU-CARCEL Géraldine (ATER)

**BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE 4501**

CHARREL Rémi (PU PH)  
DRANCOURT Michel (PU-PH)  
FENOLLAR Florence (PU-PH)  
FOURNIER Pierre-Edouard (PU-PH)

**ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES 4203**

CHARAFE/JAUFFRET Emmanuelle (PU-PH)  
DANIEL Laurent (PU-PH)  
FIGARELLA/BRANGER Dominique (PU-PH)  
GARCIA Stéphane (PU-PH)  
XERRI Luc (PU-PH)

APPAY Romain (MCU-PH)  
DALES Jean-Philippe (MCU-PH)  
GIUSIANO COURCAMBECK Sophie (MCU PH)  
LABIT/BOUVIER Corinne (MCU-PH)  
MACAGNO Nicolas (MCU-PH)  
MAUES DE PAULA André (MCU-PH)

NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier (PU-PH)  
LA SCOLA Bernard (PU-PH)

AHERFI Sarah (MCU-PH)  
*ANGELAKIS Emmanouil (MCU-PH) disponibilité*  
DUBOURG Grégory (MCU-PH)  
GOURIET Frédérique (MCU-PH)  
NOUGAIREDE Antoine (MCU-PH)  
NINOVE Laetitia (MCU-PH)

CHABRIERE Eric (PR) (64ème section)

LEVASSEUR Anthony (PR) (64ème section)  
DESNUES Benoit (MCF) ( 65ème section )  
MERHEJ/CHAUVEAU Vicky (MCF) (87ème section)

**ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE ;  
MEDECINE URGENCE 4801**

BRUDER Nicolas (PU-PH)  
LEONE Marc (PU-PH)  
MICHEL Fabrice (PU-PH)  
VELLY Lionel (PU-PH)  
ZIELESKIEWICZ Laurent (PU-PH)

BOUSSEN Salah Michel (MCU-PH)  
GUIDON Catherine (MCU-PH)

**BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE 4401**

BARLIER/SETTI Anne (PU-PH)  
GABERT Jean (PU-PH)  
GUIEU Régis (PU-PH)  
OUAFIK L'Houcine (PU-PH)

BUFFAT Christophe (MCU-PH)  
FROMNOT Julien (MCU-PH)  
MARLINGE Marion (MCU-PH)  
MOTTOLA GHIGO Giovanna (MCU-PH)  
ROMANET Pauline (MCU-PH)  
SAVEANU Alexandru (MCU-PH)

**ANGLAIS 11**

FRAISSE-MANGIALOMINI Jeanne (PRCE)

**BIOLOGIE CELLULAIRE 4403**

ROLL Patrice (PU-PH)

**BIOLOGIE ET MEDECINE DU DEVELOPPEMENT  
ET DE LA REPRODUCTION ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5405**

METZLER/GUILLEMAIN Catherine (PU-PH)  
PERRIN Jeanne (PU-PH)

FRANKEL Diane (MCU-PH)  
GASTALDI Marguerite (MCU-PH)  
KASPI-PEZZOLI Elise (MCU-PH)  
LEVY-MOZZICONNACCI Annie (MCU-PH)

GUEDJ Eric (PU-PH)  
 GUYE Maxime (PU-PH)  
 TAIEB David (PU-PH)

BELIN Pascal (PR) (69ème section)  
 RANJEVA Jean-Philippe (PR) (69ème section)

CAMMILLERI Serge (MCU-PH)  
 VION-DURY Jean (MCU-PH)

BARBACARU/PERLES Téodora Adriana (MCF) (69ème section)

**BIostatistiques, Informatique Médicale  
 ET Technologies de Communication 4604**

GAUDART Jean (PU-PH)  
 GIORGI Roch (PU-PH)  
 MANCINI Julien (PU-PH)

CHAUDET Hervé (MCU-PH)  
 DUFOUR Jean-Charles (MCU-PH)

ABU ZAINEH Mohammad (MCF) (5ème section)  
 BOYER Sylvie (MCF) (5ème section)

**CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE 5002**

ARGENSON Jean-Noël (PU-PH)  
 BLONDEL Benjamin (PU-PH)  
 FLECHER Xavier (PU PH)  
 OLLIVIER Matthieu (PU-PH)  
 ROCHWERGER Richard (PU-PH)  
 TROPIANO Patrick (PU-PH)

**CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE 4702**

BERTUCCI François (PU-PH)  
 CHINOT Olivier (PU-PH)  
 DUFFAUD Florence (PU-PH)  
 GONCALVES Anthony (PU-PH)  
 HOUVENAEGHEL Gilles (PU-PH)  
 LAMBAUDIE Eric (PU-PH)  
 PADOVANI Laetitia (PH-PH)  
 SALAS Sébastien (PU-PH)  
 VIENS Patrice (PU-PH)

SABATIER Renaud (MCU-PH)  
 TABOURET Emeline (MCU-PH)

AVIERINOS Jean-François (PU-PH)  
 BONELLO Laurent (PU PH)  
 BONNET Jean-Louis (PU-PH)  
 CUISSET Thomas (PU-PH)  
 DEHARO Jean-Claude (PU-PH)  
 FRANCESCHI Frédéric (PU-PH)  
 HABIB Gilbert (PU-PH)  
 PAGANELLI Franck (PU-PH)  
 THUNY Franck (PU-PH)

DEHARO Pierre (MCU PH)

**CHIRURGIE VISCERALE ET DIGESTIVE 5202**

BERDAH Stéphane (PU-PH)  
 BEYER-BERJOT Laura (PU-PH)  
 HARDWIGSEN Jean (PU-PH)  
 MOUTARDIER Vincent (PU-PH)  
 SEBAG Frédéric (PU-PH)  
 SIELEZNEFF Igor (PU-PH)  
 TURRINI Olivier (PU-PH)

BEGE Thierry (MCU-PH)  
 BIRNBAUM David (MCU-PH)  
 DUCONSEIL Pauline (MCU-PH)  
 GUERIN Carole (MCU PH)  
 MEGE Diane (MCU-PH)

**CHIRURGIE INFANTILE 5402**

FAURE Alice (PU PH)  
 JOUVE Jean-Luc (PU-PH)  
 LAUNAY Franck (PU-PH)  
 MERROT Thierry (PU-PH)  
 PESENTI Sébastien (PU-PH)  
 VIEHWEGER Heide Elke (PU-PH) *détachement*

DARIEL Anne (MCU-PH)

**CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE 5503**

CHOSSEGROS Cyrille (PU-PH)  
 GUYOT Laurent (PU-PH)

FOLETTI Jean-Marc (MCU-PH)

**CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE 5103**

COLLART Frédéric (PU-PH)  
 D'JOURNO Xavier (PU-PH)  
 DODDOLI Christophe (PU-PH)  
 FOUILLOUX Virginie (PU-PH)  
 GARIBOLDI Vlad (PU-PH)  
 MACE Loïc (PU-PH)  
 THOMAS Pascal (PU-PH)

LENOIR Marien (MCU-PH)  
 TROUSSE Delphine (MCU-PH)

**CHIRURGIE PLASTIQUE,  
RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE ; BRÛOLOGIE 5004**

BERTRAND Baptiste (PU-PH)  
 CASANOVA Dominique (PU-PH)

HAUTIER Aurélie (MCU-PH)  
 JALOUX Charlotte (MCU PH)

**CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE 5104**

ALIMI Yves (PU-PH)  
 AMABILE Philippe (PU-PH)  
 BARTOLI Michel (PU-PH)  
 BOUFI Mourad (PU-PH)  
 MAGNAN Pierre-Edouard (PU-PH)  
 PIQUET Philippe (PU-PH)  
 SARLON-BARTOLI Gabrielle (PU PH)

GAUDRY Marine (MCU PH)

**GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE ; ADDICTOLOGIE 5201**

BARTHET Marc (PU-PH)  
 DAHAN-ALCARAZ Laetitia (PU-PH)  
 GEROLAMI-SANTANDREA René (PU-PH)  
 GONZALEZ Jean-Michel ( PU-PH)  
 GRANDVAL Philippe (PU-PH)  
 VITTON Véronique (PU-PH)

**HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE 4202**

LEPIDI Hubert (PU-PH)

PAULMYER/LACROIX Odile (MCU-PH)

**DERMATOLOGIE - VENERELOGIE 5003**

BERBIS Philippe (PU-PH)  
 DELAPORTE Emmanuel (PU-PH)  
 GAUDY/MARQUESTE Caroline (PU-PH)  
 GROB *Jean-Jacques (PU-PH) Retraite au 1/10/2022*  
 RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth (PU-PH)

MALISSEN Nausicaa (MCU-PH)

**GENETIQUE 4704**

BEROUD Christophe (PU-PH)  
 KRAHN Martin (PU-PH)  
*LEVY Nicolas (PU-PH) Disponibilité*  
 NGYUEN Karine (PU-PH)  
 ZATTARA/CANNONI Hélène (MCU-PH)

**GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5403**

AGOSTINI Aubert (PU-PH)  
 BRETELLE Florence (PU-PH)  
 CARCOPINO-TUSOLI Xavier (PU-PH)  
 COURBIERE Blandine (PU-PH)  
 CRAVELLO Ludovic (PU-PH)

**ENDOCRINOLOGIE ,DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES ;  
GYNECOLOGIE MEDICALE 5404**

D'ERCOLE Claude (PU-PH)

BRUE Thierry (PU-PH)  
 CASTINETTI Frédéric (PU-PH)

CUNY Thomas (MCU PH)

AUQUIER Pascal (PU-PH)  
 BERBIS Julie (PU-PH)  
 BOYER Laurent (PU-PH)  
 GENTILE Stéphanie (PU-PH)

LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude (MCU-PH)  
 RESSEGUIER Noémie (MCU-PH)

*MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte (MCF) Retraite au 1/10/2022*

### IMMUNOLOGIE 4703

KAPLANSKI Gilles (PU-PH)  
 MEGE Jean-Louis (PU-PH)  
 OLIVE Daniel (PU-PH)  
 VIVIER Eric (PU-PH)

FERON François (PR) (69ème section)

BOUCRAUT Joseph (MCU-PH)  
 CHRETIEN Anne-Sophie (MCU PH)  
 DEGEORGES/VITTE Joëlle (MCU-PH)  
 DESPLAT/JEGO Sophie (MCU-PH)  
 JARROT Pierre-André (MCU PH)  
 ROBERT Philippe (MCU-PH)  
 VELY Frédéric (MCU-PH)

### MALADIES INFECTIEUSES ; MALADIES TROPICALES 4503

BROUQUI Philippe (PU-PH)  
 LAGIER Jean-Christophe (PU-PH)  
 MILLION Matthieu (PU-PH)  
 PAROLA Philippe (PU-PH)  
 STEIN Andréas (PU-PH)

ELDIN Carole (MCU-PH)

### MEDECINE D'URGENCE 4805

GERBEAUX Patrick (PU PH)  
*KERBAUL François (PU-PH) détachement*  
*MICHELET Pierre (PU-PH) Disponibilité*

### MEDECINE INTERNE ; GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT ; ADDICTOLOGIE 5301

BONIN/GUILLAUME Sylvie (PU-PH)  
 DISDIER Patrick (PU-PH)  
 EBBO Mikael (PU-PH)  
 GRANEL/REY Brigitte (PU-PH)  
 ROSSI Pascal (PU-PH)  
 SCHLEINITZ Nicolas (PU-PH)

BLAISE Didier (PU-PH)  
 COSTELLO Régis (PU-PH)  
 CHIARONI Jacques (PU-PH)  
 DEVILLIER Raynier (PU PH)  
 GILBERT/ALESSI Marie-Christine (PU-PH)  
 LOOSVELD Marie (PU-PH)  
 MORANGE Pierre-Emmanuel (PU-PH)  
 VEY Norbert (PU-PH)

GELSI/BOYER Véronique (MCU-PH)  
 IBRAHIM KOSTA Manal (MCU PH)  
 LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina (MCU-PH)  
 SUCHON Pierre (MCU-PH)  
 VENTON (MCU-PH)

POGGI Marjorie (MCF) (64ème section)

### MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE 4603

BARTOLI Christophe (PU-PH)  
 LEONETTI Georges (PU-PH)  
 PELISSIER-ALICOT Anne-Laure (PU-PH)  
 PIERCECCHI-MARTI Marie-Dominique (PU-PH)

DELTEIL Clémence (MCU PH)  
 TUCHANT-TORRENTS Lucile (MCU-PH)

BERLAND Caroline (MCF) (1ère section)

### MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION 4905

BENSOUSSAN Laurent (PU-PH)  
 VITON Jean-Michel (PU-PH)

### MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL 4602

LEHUCHER/MICHEL Marie-Pascale (PU-PH)

SARI/MINODIER Irène (MCU-PH)

BENYAMINE Audrey (MCU-PH)

Secrétariat Général - RH

**MEDECINE GENERALE 5303**

GENTILE Gaëtan (PR Méd. Gén. Temps plein)

BARGIER Jacques (PR associé Méd. Gén. À mi-temps)  
JANCZEWSKI Aurélie (PR associé Méd. Gén. À mi-temps)CASANOVA Ludovic (MCF Méd. Gén. Temps plein)  
JEGO SABLIER Maëva (MCF Méd. Gén. Temps plein)BERNAL Alexis (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)  
FIERLING Thomas (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)  
FORTE Jenny (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)  
MITILIAN Eva (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)  
ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)  
THERY Didier (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps) (nomination au 1/10/2019)**NUTRITION 4404**BELIARD Sophie (PU-PH)  
DARMON Patrice (PU-PH)  
RACCAH Denis (PU-PH)  
VALERO René (PU-PH)

ATLAN Catherine (MCU-PH) disponibilité

MARANINCHI Marie (MCF) (66ème section)

**NEPHROLOGIE 5203**BRUNET Philippe (PU-PH)  
BURTEY Stéphanne (PU-PH)  
DUSSOL Bertrand (PU-PH)  
JOURDE CHICHE Noémie (PU PH)  
MOAL Valérie (PU-PH)BOBOT Mickael (MCU-PH)  
ROBERT Thomas (MCU-PH)**NEUROCHIRURGIE 4902**DUFOUR Henry (PU-PH)  
FUENTES Stéphane (PU-PH)  
GRAILLON Thomas (PU PH)  
REGIS Jean (PU-PH)  
ROCHE Pierre-Hugues (PU-PH)  
SCAVARDA Didier (PU-PH)  
  
CARRON Romain (MCU PH)  
TROUDE Lucas (MCU-PH)**ONCOLOGIE 65 (BIOLOGIE CELLULAIRE)**CHABANNON Christian (PR) (66ème section)  
SOBOL Hagay (PR) (65ème section)  
  
MEZOUAR Soraya (65ème section)**OLOGIE 4901****NEI**ATTARIAN Sharham (PU PH)  
AUDOIN Bertrand (PU-PH)  
AZULAY Jean-Philippe (PU-PH)  
CECCALDI Mathieu (PU-PH)  
EUSEBIO Alexandre (PU-PH)  
FELICIAN Olivier (PU-PH)**OPHTALMOLOGIE 5502**DAVID Thierry (PU-PH)  
DENIS Danièle (PU-PH) *Sumombre*PELLETIER Jean (PU-PH)  
SUISSA Laurent (PU-PH)

MAAROUF Adil (MCU-PH)

**PEDOPSYCHIATRIE; ADDICTOLOGIE 4904**DA FONSECA David (PU-PH)  
POINSO François (PU-PH)**OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE 5501**DESSI Patrick (PU-PH)  
FAKHRY Nicolas (PU-PH)  
GIOVANNI Antoine (PU-PH)  
LAVIEILLE Jean-Pierre (PU-PH)  
MICHEL Justin (PU-PH)  
NICOLLAS Richard (PU-PH)  
RADULESCO Thomas (PU-PH)BOURVIS Nadège (PR associée)  
  
GUIVARCH Jokthan (MCU-PH)**PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE -  
PHARMACOLOGIE CLINIQUE; ADDICTOLOGIE 4803**BLIN Olivier (PU-PH)  
MICALLEF/ROLL Joëlle (PU-PH)  
SIMON Nicolas (PU-PH)

BOULAMERY Audrey (MCU-PH)

RANQUE Stéphane (PU-PH)

LE COZ Pierre (PR) (17ème section)

CASSAGNE Carole (MCU-PH)

MATHIEU Marion (MAST)

L'OLLIVIER Coralie (MCU-PH)

02

TOGA Isabelle (MCU-PH)

PHYSIOLOGIE 4

PEDIATRIE 5401

ANDRE Nicolas (PU-PH)

BARTOLOMEI Fabrice (PU-PH)

BARLOGIS Vincent (PU-PH)

BREGEON Fabienne (PU-PH)

CHAMBOST Hervé (PU-PH)

GABORIT Bénédicte (PU-PH)

DUBUS Jean-Christophe (PU-PH)

MEYER/DUTOUR Anne (PU-PH)

FABRE Alexandre (PU-PH)

TREBUCHON/DA FONSECA Agnès (PU-PH)

GIRAUD/CHABROL Brigitte (PU-PH)

BOUSSUGES Alain (PR associé à temps plein)

MICHEL Gérard (PU-PH)

BONINI Francesca (MCU-PH)

MILH Mathieu (PU-PH)

BOULLU/CIOCCA Sandrine (MCU-PH)

OVAERT-REGGIO Caroline (PU-PH)

DADOUN Frédéric (MCU-PH) (disponibilité)

REYNAUD Rachel (PU-PH)

DELLIAUX Stéphane (MCU-PH)

TOSELLO Barthélémy (PU-PH)

LAGARDE Stanislas (MCU-PH)

TSIMARATOS Michel (PU-PH)

LAMBERT Isabelle (MCU-PH)

COZE Carole (MCU-PH)

RUEL Jérôme (MCF) (69ème section)

MORAND-HUGGET Aurélie (MCU-PH)

THIRION Sylvie (MCF) (66ème section)

SAULTIER Paul (MCU-PH)

## PSYCHIATRIE D'ADULTES ; ADDICTOLOGIE 4903

## PNEUMOLOGIE; ADDICTOLOGIE 5101

BAILLY Daniel (PU-PH) Retraite au 2/11/2022

CERMOLACCE Michel (PU-PH)

ASTOUL Philippe (PU-PH)

LANCON Christophe (PU-PH)

CHANEZ Pascal (PU-PH)

NAUDIN Jean (PU-PH)

GREILLIER Laurent (PU PH)

RICHERI Raphaëlle (PU-PH)

REYNAUD/GAUBERT Martine (PU-PH)

TOMASINI Pascale (MCU-PH)

## PSYCHOLOGIE - PSYCHOLOGIE CLINIQUE, PSYCHOLOGIE SOCIALE 16

AGHABABIAN Valérie (PR)

## RH MATOLOGIE 5001

## RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE 4302

BARTOLI Jean-Michel (PU-PH)

GUIS Sandrine (PU-PH)

CHAGNAUD Christophe (PU-PH)

LAFFORGUE Pierre (PU-PH)

CHAUMOITRE Kathia (PU-PH)

PHAM Thao (PU-PH)

GIRARD Nadine (PU-PH)

ROUDIER Jean (PU-PH)

JACQUIER Alexis (PU-PH)

MOULIN Guy (PU-PH)

PETIT Philippe (PU-PH)

VAROQUAUX Arthur Damien (PU-PH)

VIDAL Vincent (PU-PH)

## THERAPEUTIQUE; MEDECINE D'URGENCE; ADDICTOLOGIE 4804

HABERT Paul (MCU PH)

AMBROSI Pierre (PU-PH) Surnombre

STELLMANN Jan-Patrick (MCU-PH)

DAUMAS Aurélie (PU-PH)

VILLANI Patrick (PU-PH)



**REANIMATION MEDICALE ; MEDECINE URGENCE 4802**

GAINNIER Marc (PU-PH)  
 HRAIECH Sami (PU-PH)  
 PAPAZIAN Laurent (PU-PH)  
 ROCH Antoine (PU-PH)

**UROLOGIE 5204**

BASTIDE Cyrille (PU-PH)  
 BOISSIER Romain (PU-PH)  
 KARSENTY Gilles (PU-PH)  
 LECHEVALLIER Eric (PU-PH)  
 ROSSI Dominique (PU-PH)

**SCIENCES DE LA REEDUCATION ET READAPTATION 91**

REVIS Joana (PAST)

AUTHIER Guillaume  
 BLANC Catheline  
 CAORS Béatrice  
 CHAULLET Karine  
 ERCOLANO Bruno  
 GRIFFON Patricia  
 GIRAUDIER Anaïs  
 GRIFFON Patricia  
 HENRY Joannie  
 HOUDANT Benjamin  
 MIRAPEIX Sébastien  
 MONTICOLO Chloé  
 MULLER Philippe  
 PAVE Julien  
 PETITJEAN Aurélie  
 ROSTAGNO Stéphane

LAZZAROTTO Sébastien (MAST)  
 TRINQUET Laure (MAST)

**MAÏEUTIQUE 90**

CLADY Emilie  
 FREMONDIERE Pierre  
 MATTEO Caroline  
 MONLEAU Sophie  
 MUSSARD-HASSLER Pascale  
 REPELLIN David  
 RIQUET Sébastien  
 ZAKARIAN Carole

**SCIENCES INFIRMIERES 92**

COLSON Sébastien (PR)

BOURRIQUEN Maryline (MAST)  
 LUCAS Guillaume (MAST)  
 MAYEN-RODRIGUES Sandrine (MAST)  
 MELLINAS Marie (MAST)  
 ROMAN Christophe (MAST)  
 VILLA Milène (MAST)

**ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE ET ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE 56-01**

CAMOIN Ariane (MCU-PH)  
 GAUBERT Jacques (MCU-PH)

BLANCHET Isabelle (MCF ASS)

**CHIRURGIE ORALE; PARODONTOLOGIE; BIOLOGIE ORALE 57-01**

MONNET-CORTI Virginie (PU-PH)

CAMPANA Fabrice (MCU-PH)  
 CATHERINE Jean-Hugues (MCU-PH)

ANTEZACK Angéline (MCU-PH)

**PREVENTION, EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE, ODONTOLOGIE LEGALE 56-02**

FOTI Bruno (PU-PH)  
 LE GALL Michel (PU-PH)

LAN Romain (MCU-PH)

**DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTION-DYSFONTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX 58-01**

TERRER Elodie (PU-PH)

ABOUDHARAM Gérard (MCU-PH)  
 GIRAUD Thomas (MCU-PH)  
 GIRAUDEAU Anne (MCU-PH)  
 GUIVARC'H Maud (MCU-PH)  
 JACQUOT Bruno (MCU-PH)  
 LABORDE Gilles (MCU-PH)  
 LAURENT Michel (MCU-PH)  
 MAILLE Gérald (MCU-PH)

MENSE Chloé (MCU-PH)  
 SILVESTRI Frédéric (MCU-PH)  
 BALLESTER Benoît (MCF ASS)  
 CASAZZA Estelle (MCF ASS)

## REMERCIEMENTS

A Gary, pour ton encadrement, rigoureux et bienveillant, tu m'as épaulé étape par étape depuis nos quelques jours à Nîmes jusqu'à aujourd'hui, je n'aurais pas pu souhaiter mieux. A Laurent Zieleskiewicz, Sami Hraiech, Charlotte Arbelot, merci à vous d'avoir accepté de prendre part à ma thèse, je suis très fière de vous avoir dans mon jury.

A toute l'équipe de Nord que j'ai hâte de retrouver pour de nouvelles aventures. Hôpital Nord, hôpital fort : mes semestres parmi vous m'ont fait grandir. Une pensée émue pour Thibault Parent qui reviendra un jour surfer les vagues marseillaises, Nyl, Vincent, Camille, Mathilde, Lionel. A tout ceux avec qui j'ai partagé une partie de babyfoot, un trajet à vélo, un coucher de soleil sur la DZ.

A tous les cointernes, infirmiers, médecins, que j'ai eu la chance de rencontrer lors de mon internat, qui m'ont appris sur tous les domaines de la vie. Aux cointernes de Corse, à notre semestre inoubliable, j'ai nommé Maxence, François, Charlotte, Mathieu, leur mini Camille, Lisa, Valentine, Adam, Reem. A ceux de mon premier semestre chez Bruder : Manon, Hugo, Howard, Romain, Alex, Pablo, on a bien grandi ! A notre semestre à l'IPC : Romain, Rémy, Guigui, Sarah, Biboune, Damien, comme c'était bien. Aux collègues de la RDU : Cyril, Laeti, Samolo, Zozo, Paul, Audrey, Charlotte, Etienne, Julien, c'est passé trop vite.

A papa et maman, vous n'auriez pas pu mieux nous préparer à la vie. Je ne vais pas en faire trop sinon Papa va mouiller ces pages. Vous nous donnez tant d'amour que même si vous allez passer votre retraite à la Châtelailon j'en sèmerai sur tout le trajet pour aller vous rejoindre. Promis j'arrête bientôt les études.

A Alexis. Tour à tour mon petit et grand frère, mon clown, mon roc, ma fierté, mon gros tas, mon numéro dix, mon banlieusard et parisien préféré. A notre relation unique. Café jtreme.

A Elise. J'espère que tu sais que tu peux compter sur moi autant que je peux compter sur toi. Pourquoi tous les bobos parisiens viennent s'installer chez nous et pas vous ? On vous attend.

A mamie Solange, tu m'impressionnes chaque jour un peu plus. Mes amis ne me croient pas quand je leur dis que Bourges est la capitale de la France, j'aimerais leur présenter à tous la reine qui règne dans notre famille. A papi Marcel, tu m'as appris que TB voulait dire Très Bête, mais tu as surtout bercé notre enfance.

A la cousinerie obscure, Ariane, Victor, Ulysse, Stéphane, et maintenant Charles, Carolina, Arnaud. Je ne vous ai pas vraiment choisis mais je ne vous échangerai contre personne d'autres, vous êtes mes stars du Berry. Il nous reste beaucoup à écrire.

A Virginie, à nos discussions biennuelles toujours pleines d'émotions. A Francky, Sylvie, Claire, tous mes oncles et tantes, si les repas de familles sont à rallonge c'est

pour qu'on reste ensemble plus longtemps.

A ma famille Poyer, à mamie Odile, que j'aimerais voir plus souvent.

A Eva, si vous ne la connaissez pas, vous ne pourrez pas la rater : soit à côté de la machine à café soit au karaoke, peut être en roller, peut être en claquettes, mais toujours avec beaucoup d'amour à nous donner.

A mes deux mouettes, Luce et Loul, elles virevoltent dans la vie avec une spontanéité qui me fait rajeunir de jour en jour. Il me tarde notre prochaine grande roue. A Salomé, si tu savais comme tu m'inspires. Si on me permettait de choisir, je te mettrais en couverture du Times. A Emma, dire que je t'ai loupé pendant mes années montpelliéraines, j'espère bien me rattraper sur le restant de ma vie. A Djul, ta dysarthrie, ton honnêteté, tes passions. A Mamar, j'ai hâte de fêter notre libération ensemble d'ici quelques semaines. A Guigui, ton enthousiasme à toute épreuve, ton engouement pour les petits plaisirs de la vie et pour le solstice d'hiver. A Mat, ton émerveillement constant, j'espère que cette thèse me vaudra un geste affectif de ta part car on forme maintenant une belle paire de Docteur Strain. Au club des NETS. A tous les copains du 4, et aux colonies de vacances qu'on a passé ensemble pendant et après le confinement. Merci Remy pour ces cours de brico, mon ancien voisin Valou pour ta détente, Simon le phaco pour ta gentillesse, Mimir pour tes répliques de H, Octave pour ta chevelure soyeuse.

A Charles ou CMB, qui m'avait prévenu que tout irait bien. Chaque moment passé avec toi compte pour mille.

A Grek. Sous tes cheveux beaucoup trop blonds, décolorés, ça va de soi, t'avais une cervelle de pigeon, mais j'aimais ça, mais j'aimais ça.

Emeline, zu ikustera etorriko naiz munduaren amaiera arte baita Saint Étienne de Baigorri ere. Maite ditut zure arreta, zure barreak, zure akuarelak eta zure ausardia. A Justine, enjouée et réfléchie, bienveillante et engagée, restez encore (un peu) avec nous dans le sud. A Bébé, qui fonce dans la vie à la vitesse de Jeannie Longo, à Nico, que je trouve brillant, à Eric, Christophe, Floriane, Manon, Antoine. A mon Pierrot, qui est actuellement dans un autre fuseau horaire en train de danser la cucaracha en parlant en allemand, reviens nous vite. A tous les agro de France et de Navarre. Je suis très fière d'avoir partagé ce chemin avec vous.

A mon équipe marseillaise, j'ai nommé Charlie, Albin, Thom, Pola, Domi, Elsa, Alexia, et maintenant Antho, Camille, Thibaud, Marguerite, Aurore, Paul, Clémence, Jean. Tant que vous ne déménagez pas, moi non plus. Et qui nous bouge ?

Aux copains du lycée : Mathilde, Camille, Martin, Cassandre, Nico, Alexis, Alexis, Hippo, Mélanie, Diane, Alice. Vous n'avez pas pris une ride.

A tous les amateurs de biclou. Vous reprendrez bien une petite gineste ?

A Pierre, qui a amené Bob dans ma vie.

A Bob, qui n'a pas encore mangé de poules.

A mardi

<b>Sommaire</b>	1
<b>Liste des abréviations</b>	2
<b>Introduction</b>	3
<b>Matériels et méthodes</b>	5
<i>Conception de l'étude</i>	5
<i>Sélection des volontaires</i>	5
<i>Collecte des données</i>	5
<i>Acquisition des boucles échographiques</i>	6
<i>Protocole de suivi des marqueurs acoustiques</i>	7
<i>Objectifs de l'étude</i>	8
<i>Analyse statistique</i>	9
<b>Résultats</b>	10
<i>Caractéristiques</i>	10
<i>Analyse de l'objectif principal</i>	11
<i>Analyse des objectifs secondaires</i>	12
<b>Discussion</b>	14
<b>Conclusion</b>	17
<b>Bibliographie</b>	18

## Liste des abréviations

GLS – Global longitudinal strain

ICC – Intraclass correlation coefficient

IMC – Indice de masse corporelle

PEP – Pression expiratoire positive

PIT – Poids idéal théorique

POCUS – Point of care ultrasound

ROI – Region of interest

SDRA – Syndrome de détresse respiratoire aigue

VNI – Ventilation non invasive

## Introduction

L'échographie au chevet du patient (en anglais Point Of Care Ultrasonography ou POCUS) est définie comme une échographie guidée au lit du patient par le médecin en charge. Son utilisation se répand dans presque toutes les spécialités médicales (1). Chez les patients critiques, POCUS a un impact majeur sur le diagnostic et le traitement (2,3). Dans les services de soins critiques, l'échographie pulmonaire est la deuxième procédure la plus couramment réalisée (1). L'examen échographique pulmonaire est systématiquement effectué en cas d'insuffisance respiratoire aiguë et pour l'évaluation hémodynamique (4–7). Ses performances diagnostiques sont supérieures à la radiographie thoracique dans le contexte des pathologies pleurales et parenchymateuses (8,9). Comme la tomographie par impédance électrique, l'échographie pulmonaire est désormais considérée comme un outil moderne, réalisable au lit du patient, permettant de guider le raisonnement clinique (10). Elle peut également évaluer le recrutement alvéolaire sous ventilation mécanique (11–13). Cependant, sa limite réside dans l'incapacité à appréhender la surdistension pulmonaire, responsable de barotraumatismes et associée à une surmortalité (14–16). En plus de l'évaluation du parenchyme pulmonaire, l'échographie pulmonaire permet de visualiser le glissement pleural entre la plèvre pariétale et la plèvre viscérale (17,18).

Le glissement pleural a un intérêt pour diagnostiquer un pneumothorax ou déterminer le positionnement correct du tube d'intubation trachéale en excluant une ventilation unilatérale (17–19). Cependant, cette analyse est qualitative et parfois difficile à interpréter. Actuellement, il n'existe aucune technique d'évaluation globale au chevet du patient permettant d'analyser simultanément le recrutement alvéolaire, la surdistension pulmonaire et la qualité du glissement pleural, alors que l'atteinte pulmonaire est le plus souvent hétérogène, en particulier chez les patients sous ventilation mécanique pour le Syndrome de Détresse Respiratoire Aiguë (SDRA) (14,20,21).

À ce jour, l'examen de référence pour évaluer la surdistension pulmonaire est la tomодensitométrie thoracopulmonaire. Elle permet une évaluation globale de toutes les régions pulmonaires en même temps. Cependant, ses limitations résident dans les conditions respiratoires statiques requises pour l'analyse et son caractère ionisant



(22,23). De plus, elle nécessite le déplacement du patient, qui est associé à une morbidité relative (24). De nouvelles approches au chevet du patient combinant l'impédancemétrie et la technique de dilution à l'hélium sont en cours de validation, mais elles restent réservées aux centres experts (23,25,26). Le manque d'outil approprié utilisable dans la pratique quotidienne souligne le besoin de développer de nouvelles techniques pour évaluer la surdistension pulmonaire régionale chez les patients sous ventilation mécanique.

Le suivi des marqueurs acoustiques est une technique d'échographie non invasive, non ionisante et automatisée qui consiste en l'analyse des déformations tissulaires spatio-temporelles en suivant des marqueurs acoustiques à partir d'une séquence échographique. Cette technologie a été développée initialement dans le domaine de la cardiologie, en particulier pour l'évaluation de la fonction ventriculaire gauche par l'analyse de la déformation longitudinale globale (en anglais Global Longitudinal Strain ou GLS). En cardiologie, cet outil est plus reproductible que d'autres techniques d'évaluation cardiaque (27–29). Nous avons récemment montré que cette technique était utilisable pour quantifier le glissement pleural. Une valeur quantitative de 4 % ou moins de GLS permettait de diagnostiquer l'abolition du glissement pleural associée au pneumothorax avec une sensibilité et une spécificité de 100 % par rapport au glissement pleural normal controlatéral (30–32). Malgré des résultats prometteurs, nous n'avons pas pu établir de corrélation entre l'amplitude du mouvement de glissement pleural et la valeur quantitative de GLS en raison d'un manque d'homogénéisation des conditions respiratoires dans notre cohorte.

Nous émettons l'hypothèse que la valeur quantitative de GLS augmente avec l'amplitude du mouvement de glissement pleural et l'augmentation du volume courant sous des conditions de ventilation mécanique contrôlée. Selon notre théorie, le point d'inflexion supérieur des valeurs de GLS malgré l'augmentation continue du volume courant serait le marqueur de la surdistension pulmonaire régionale. Dans un premier temps, nous avons réalisé une étude de faisabilité basée sur l'évaluation de la variation du GLS du glissement pleural chez des volontaires en bonne santé recevant un protocole standardisé de ventilation mécanique non invasive (VNI).

L'objectif principal de notre étude est de déterminer la corrélation entre le GLS du

glissement pleural et le volume courant. Les objectifs secondaires sont d'évaluer la reproductibilité de la procédure, de décrire les valeurs normales du GLS du glissement pleural en fonction des zones pulmonaires étudiées, et d'évaluer si le GLS peut refléter les conditions de ventilation.

## **Matériel et méthode**

### *Conception de l'étude*

Conformément à la législation française (33), le protocole de l'étude a été approuvé par le Comité de protection des personnes (CPP Ouest V Rennes, réf. 2019-A01407-50), et un consentement oral éclairé a été obtenu de tous les sujets de l'étude. Nous avons mené une étude prospective interventionnelle sur 30 volontaires en bonne santé les 25, 26 et 27 juillet 2022. Toute la procédure de collecte des données a été réalisée dans une unité de soins intensifs d'un hôpital universitaire (Nîmes Caremeau, France) qui a fourni tous les consommables nécessaires au protocole.

### *Sélection des volontaires*

Les critères d'inclusion étaient des volontaires en bonne santé âgés de 18 à 50 ans. Les critères de non-inclusion comprennent les antécédents de pneumothorax traumatique ou spontané, les antécédents de maladie du tissu conjonctif, les antécédents de maladie respiratoire chronique, de reflux gastro-œsophagien ou de chirurgie de l'estomac, la présence d'une pathologie respiratoire ou ORL telle que rhinite, sinusite, bronchite ou pneumopathie.

### *Collecte des données*

Toutes les données ont été compilées de manière anonyme dans une base de données informatique (RedCap) puis utilisées pour l'analyse. Nous avons recueilli les données suivantes :

- Les caractéristiques démographiques telles que l'âge et le sexe
- Les informations cliniques au repos telles que la pression artérielle, la fréquence cardiaque et la saturation en oxygène en air ambiant. Le poids et la taille ont été répertoriés. Le poids idéal théorique (PIT) et l'indice de masse corporelle (IMC) ont été calculés pour chaque volontaire.
- Lorsque les volontaires étaient sous VNI, nous avons noté le volume courant de chaque cycle respiratoire analysé. Le volume courant a été ensuite indexé sur le poids

idéal théorique de chaque volontaire.

Nous avons demandé aux volontaires de respirer normalement, sans inspiration ou expiration forcée, avec et sans VNI. Après chaque changement des réglages de la VNI, nous avons respecté une période de 3 minutes pour vérifier les conditions neurologiques des volontaires (absence de vertiges), les conditions respiratoires (absence d'inconfort) et les conditions hémodynamiques (pression artérielle et fréquence cardiaque normales). Un repos de 5 à 10 respirations normales a été respecté entre chaque condition.

L'acquisition des boucles échographiques a été réalisée pour chaque volontaire de manière successive sous sept conditions différentes à partir de quatre zones pulmonaires (antérieure, postérieure, droite et gauche) pour chaque condition :

- Apnée : les volontaires ont été invités à retenir leur souffle pendant quelques secondes pour analyser la pulsation pleurale.
- T0 : les volontaires ont été invités à respirer normalement dans l'air ambiant.
- T1 : les volontaires ont été invités à respirer normalement avec un masque facial de VNI réglé à 0 cmH<sub>2</sub>O de pression inspiratoire (P<sub>insp</sub>) et 0 cmH<sub>2</sub>O de pression expiratoire positive (PEP).
- T2 : les réglages ont été modifiés à 5 cmH<sub>2</sub>O de P<sub>insp</sub> et 0 cmH<sub>2</sub>O de PEP.
- T3 : les réglages ont été modifiés à 10 cmH<sub>2</sub>O de P<sub>insp</sub> et 0 cmH<sub>2</sub>O de PEP.
- T4 : les réglages ont été modifiés à 0 cmH<sub>2</sub>O de P<sub>insp</sub> et 10 cmH<sub>2</sub>O de PEP.
- T5 : les réglages ont été modifiés à 10 cmH<sub>2</sub>O de P<sub>insp</sub> et 10 cmH<sub>2</sub>O de PEP.

Tous les examens dans des conditions de VNI ont été réalisés à l'aide du même ventilateur EVITA XL (Dräger Medical, Lübeck, Allemagne), avec une fraction inspirée en oxygène à 21%.

#### *Acquisition des boucles échographiques*

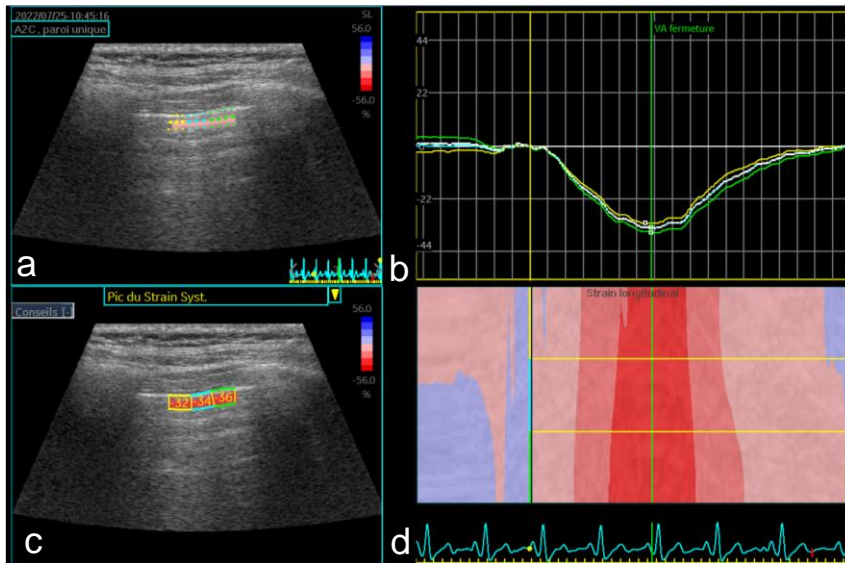
Pour chaque patient, quatre fenêtres échographiques ont été examinées par l'observateur, correspondant à la partie antérieure de la poitrine (2<sup>ème</sup>/3<sup>ème</sup> espace intercostal sur la ligne médio-claviculaire, au-dessus du mamelon) et à la partie postérieure de la poitrine (3<sup>ème</sup>/4<sup>ème</sup> espace intercostal, sous la pointe de l'omoplate) des deux côtés, le patient étant en position semi-assise. Chaque clip échographique

comprenait un cycle complet d'inspiration/expiration, sauf pour la condition d'apnée qui durait 5 secondes. Le cycle respiratoire et l'électrocardiogramme du volontaire étaient enregistrés simultanément par l'appareil d'échographie. Une sonde linéaire de 7,5 MHz provenant d'un appareil Vivid S60 (GE HealthCare, Chicago, Illinois, États-Unis) a été utilisée pour toutes les acquisitions. La sonde était toujours placée en position longitudinale. Les clips échographiques ont été acquis par un opérateur unique (LM).

### *Protocole d'analyse du suivi des marqueurs acoustiques*

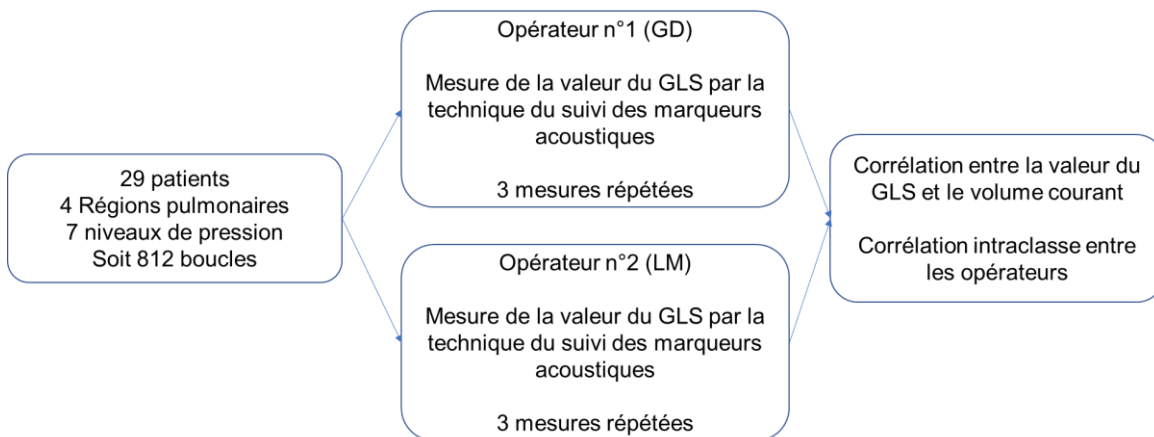
Les boucles échographiques ont été extraites de l'appareil d'échographie, puis analysées à l'aide du logiciel EchoPac (GE HealthCare, Chicago, Illinois, États-Unis) sur un ordinateur portable. Un filtre de suivi des marqueurs acoustiques a été appliqué après sélection du cycle respiratoire (inspiration-expiration) en utilisant la courbe respiratoire enregistrée pendant l'acquisition échographique. Une région d'intérêt (ROI ou Region Of Interest) composée de trois segments pleuraux (jaune, bleu et vert) représentait le filtre de suivi des marqueurs acoustiques. Ce filtre a été appliqué en utilisant le mode échocardiographique bi-chambre apical. Les ROI ont été configurés pour inclure la ligne pleurale comme limite supérieure et le poumon comme limite inférieure. L'analyse a fourni quatre informations :

- (1) la valeur quantitative maximale du GLS de la ROI sélectionnée ;
- (2) un graphique présentant le déplacement de chaque segment à travers trois courbes indépendantes traduisant la déformation longitudinale dans le temps ;
- (3) une boucle vidéo en temps réel montrant le suivi de la ROI de chaque segment pendant le temps analysé ;
- (4) une quatrième fenêtre représentant un diagramme couleur de la variation de déformation de chaque segment est également affichée, mais n'a pas été utilisée pour l'analyse. Les valeurs absolues du GLS de chaque segment ont été rapportées après avoir défini les curseurs initial et d'analyse (correspondant à la fermeture de la valve aortique dans le suivi de marqueurs acoustiques cardiaques) pour inclure la variation maximale de déformation. Les valeurs des trois segments ont été moyennées pour obtenir une seule valeur maximale de GLS du glissement pleural pour chaque zone pulmonaire. Les mesures ont été effectuées trois fois et moyennées pour obtenir la valeur finale du GLS analysé de la zone pulmonaire concernée. Cette analyse a été réalisée indépendamment par deux opérateurs (GD et LM).



**Figure 1 : résultat sous forme de fenêtre à 4 chambres du logiciel EchoPAC**

*a: ROI de 3 segments de l'image échographique - b: graphique représentant le mouvement de chaque segment – c: valeurs de GLS de chaque segment. La moyenne obtenue est ici 34 – d : diagramme couleur des mouvements des ROI*



**Figure 2 : protocole du recueil des données**

### *Objectifs de l'étude*

Le premier objectif de notre étude était d'évaluer la corrélation entre la valeur de GLS du glissement pleural et le volume courant dans les zones pulmonaires antérieure et postérieure, avec et sans PEP.

Nos objectifs secondaires étaient les suivants :

(1) Déterminer la reproductibilité de la mesure en analysant les variations intra et inter

observateurs de la valeur de GLS du glissement pleural.

(2) Décrire les valeurs de GLS du glissement pleural pour chaque zone pulmonaire et chaque condition respiratoire, et comparer les éventuelles différences entre les zones antérieures et postérieures.

(3) D'évaluer si le GLS peut refléter les conditions de ventilation des différentes aires pulmonaires

### *Analyse statistique*

Nous avons calculé un nombre de 20 sujets nécessaires pour trouver un coefficient de corrélation de 0,70 ou plus, avec un risque alpha bilatéral de 5 % et une puissance de 90 %. Pour tenir compte de la possibilité de collecte ou d'échec d'analyse des boucles échographiques, nous avons décidé d'inclure jusqu'à 30 sujets. Toutes les analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel RR Statistical Software (Version 4.3; R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria). Le package R "psych" a été utilisé pour calculer les ICC (intraclass correlation coefficients).

Nous avons décrit les principales caractéristiques des volontaires en utilisant le nombre et le pourcentage pour les données qualitatives, et la moyenne et l'écart-type pour les données quantitatives.

Pour atteindre notre premier objectif, nous avons estimé le coefficient de corrélation de Pearson entre la valeur de GLS du glissement pleural et le volume courant. L'analyse a été effectuée pour les zones pulmonaires antérieures, postérieures et regroupées, ainsi que pour les conditions sans PEP (T1, T2, T3) et avec PEP (T4, T5). Pour déterminer la reproductibilité des mesures, quinze boucles choisies au hasard ont été à nouveau analysées indépendamment par les deux opérateurs. Pour chaque boucle, les valeurs des trois segments ont été moyennées pour obtenir une valeur maximale de GLS unique, et les mesures ont été effectuées trois fois et moyennées pour obtenir la valeur finale de GLS analysée. Ces 3 mesures ont été réalisées une deuxième fois pour obtenir une deuxième valeur de GLS. Nous avons analysé la corrélation intraclass (Intraclass Correlation Coefficient ou ICC) selon un modèle mixte à deux facteurs entre les observateurs, en utilisant les deux valeurs de GLS obtenues à partir des six mesures mentionnées ci-dessus. La variabilité intra-observateur a été calculée de la même manière.

Pour décrire les valeurs de GLS du glissement pleural, nous avons estimé la valeur moyenne et l'écart-type de chaque mesure pour chaque zone pulmonaire et pour chaque condition respiratoire. Nous avons comparé les valeurs entre les zones antérieure et postérieure, avec et sans PEEP, en utilisant un modèle à effets mixtes linéaires pour tenir compte de la non-indépendance des données étant donné que les mesures ont été effectuées sur les mêmes sujets.

## Résultats

### Caractéristiques

Trente volontaires ont été inclus dans l'étude, leurs caractéristiques sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Caractéristiques des patients	
Caractéristiques	Volontaires (n=30)
Sexe féminin	18 (60.0)
Âge (années)	32.0 [ $\pm$ 5.7]
Poids (kg)	67.0 [ $\pm$ 16.0]
Taille (cm)	168 [ $\pm$ 10.2]
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	22.6 [ $\pm$ 4.4]
PIT (kg)	60.6 [ $\pm$ 11.1]
PAM (mmHg)	93.0 [ $\pm$ 9.0]
Fréquence cardiaque	79.0 [ $\pm$ 17.2]

Les valeurs sont exprimées en n (%) ou en moyenne [ $\pm$  écart-type]. Les résultats ont été arrondis.

IMC : Indice de Masse Corporelle ; PIT : Poids idéal théorique obtenu par la formule de Robinson ;

PAM : Pression artérielle moyenne

Pour chaque condition de VNI, les volumes courants bruts et ajustés sur le poids idéal théorique et sont présentés dans le tableau 2.

Tableau 2 – Volumes courants et indexés pour chacune des conditions de ventilation non invasive					
Temps	T1	T2	T3	T4	T5
Volume courant (mL)	733.1 [±365.2]	878.3 [±389.8]	929.0 [±461.8]	893.8 [±425.5]	1097.8 [±424.6]
Volume indexé (mL/kg)	13.1 [±5.3]	15.0 [±5.1]	16.3 [±6.9]	14.7 [±5.3]	19.4 [±5.2]

*Les valeurs sont exprimées en moyenne [± écart-type].*

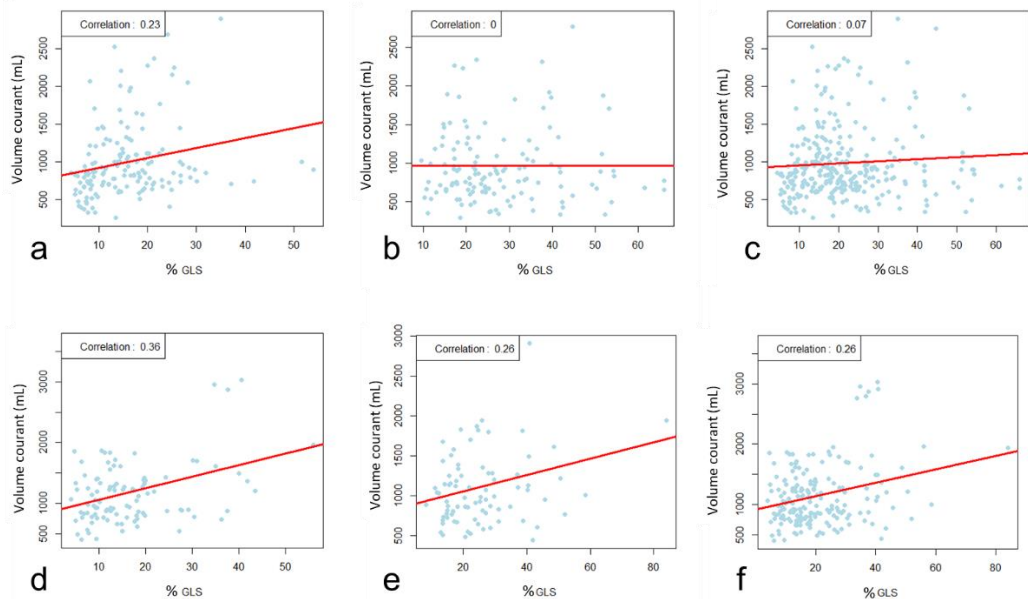
Sur les 30 volontaires, 29 ont été analysés pour les valeurs de GLS du glissement pleural. Un volontaire a été exclu en raison de l'inconfort respiratoire sous les conditions de VNI, ce qui a empêché l'enregistrement des clips échographiques standardisés. Un total de 1624 clips échographiques du glissement pleural a été analysé par les deux opérateurs. Le calcul de la valeur de GLS a pu être réalisé sur 1479 (91.1 %) des clips échographiques.

#### *Analyse de l'objectif principal*

L'analyse de corrélation entre la valeur de GLS du glissement pleural et le volume courant pour les conditions de VNI sans PEP (T1, T2, T3) a montré une corrélation de 0,23 [IC95 : 0,07 ;0,37,  $p<0,01$ ], 0,00 [IC95 : -0,17 ;0,17,  $p=0,99$ ] et 0,07 [IC95 : -0,05 ;0,18,  $p=0,26$ ] pour les aires pulmonaires antérieures, postérieures et regroupées (antérieures et postérieures), respectivement.

Pour les conditions de VNI avec PEP (T4, T5), les corrélations respectives étaient de 0,36 [IC95 : 0,17 ;0,51,  $p<0,01$ ], 0,26 [IC95 : 0,05 ;0,45,  $p=0,02$ ] et 0,26 [IC95 : 0,12 ;0,39,  $p<0,01$ ] pour les zones pulmonaires antérieures, postérieures et regroupées.





**Figure 3 : Diagramme de corrélation en fonction de la PEP**

a. Région antérieure – sans PEP

b. Région postérieure – sans PEP

c. Toutes les régions – sans PEP

d. Région antérieure – avec PEP

e. Région postérieure – avec PEP

f. Toutes les régions – avec PEP

### Analyse des objectifs secondaires

Les variabilités intra-opérateurs étaient de 0,96 [IC95 : 0,91-0,98,  $p < 0,01$ ] pour l'opérateur 1 et de 0,93 [IC95 : 0,86-0,97,  $p < 0,01$ ] pour l'opérateur 2.

La variabilité inter-opérateurs était de 0,89 [IC95 : 0,78-0,95,  $p < 0,01$ ].

Les valeurs brutes de GLS du glissement pleural pour chaque condition et chaque zone pulmonaire sont présentées dans le tableau 3.

**Tableau 3 : Valeurs de GLS pour chaque condition et aire pulmonaire**

	Apnée	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Droite antérieure (%)	4.6 [±4.1]	17.9 [±15.8]	15.1 [±9.3]	11.8 [±5.7]	14.8 [±7.8]	10.9 [±6.0]	16.9 [±11.7]
Gauche antérieure (%)	6.7 [±5.1]	17.2 [±10.9]	16.2 [±9.6]	17.5 [±10.6]	17.6 [±12.9]	17.2 [±14.2]	18.9 [±12.6]
Droite postérieure (%)	1.6 [±1.8]	27.5 [±23]	28.6 [±18.3]	30.5 [±17.1]	24.1 [±12.9]	24.3 [±15.0]	24.2 [±17.8]
Gauche postérieure (%)	2.6 [±2.0]	24.4 [±26.1]	27.3 [±19.2]	24.8 [±12.3]	26.4 [±15.8]	22.3 [±12.8]	26.1 [±16.3]

*GLS : global longitudinal strain; les valeurs sont exprimées en moyenne [±écart-type].*

La comparaison entre les valeurs de GLS du glissement pleural antérieur et postérieur a montré des valeurs statistiquement significatives plus élevées dans les zones postérieures que dans les zones antérieures, indépendamment de la présence de PEP (Tableau 4).

Tableau 4 - Comparaison entre les valeurs de GLS du glissement pleural postérieur et antérieur, selon les conditions de VNI avec ou sans PEP		
	Différence antéro-postérieure	p
Sans PEP (%)	7.8 [±1.7]	p<0.01
Avec PEP (%)	10.7 [±1.6]	p<0.01

*GLS : global longitudinal strain; VNI : ventilation non invasive; PEP: pression expiratoire positive  
Les valeurs sont exprimées en moyenne [±écart-type].*

Aucune différence n'a été observée en termes de valeurs de GLS du glissement pleural entre les zones pulmonaires antérieures et postérieures en présence de PEP (Tableau 5).

Tableau 5 – Comparaison entre les valeurs de GLS du glissement pleural avec et sans PEP, dans les différentes aires pulmonaires		
	Différence PEP – sans PEEP	p
Aires antérieures (%)	0.1 [±1.4]	0.95
Aires postérieures (%)	-2.8 [±2.0]	0.17

*GLS : global longitudinal strain; PEP: pression expiratoire positive;  
Les valeurs sont exprimées en moyennes [±écart-type].*

## Discussion

Dans notre étude, l'analyse de la valeur de GLS du glissement pleural a été réalisable dans 91,1% des cas. Une faible mais significative corrélation positive a été retrouvée entre les valeurs de GLS du glissement pleural et le volume courant dans les aires pulmonaires sous VNI sans PEP. De plus, une corrélation significative a été observée dans toutes les zones pulmonaires lorsqu'une PEP était appliquée. À notre connaissance, il s'agit de la première étude suggérant que l'augmentation du glissement pleural induite par l'augmentation des volumes courants peut être quantifiée dans des conditions de ventilation mécanique. Cette découverte ouvre des opportunités pour l'exploration des conditions locales de ventilation pulmonaire chez les patients sous ventilation mécanique, d'autant plus que la corrélation augmente avec PEP.

La modification du glissement pleural a été décrite précocement dans le développement de l'échographie pulmonaire (18). Lichtenstein a par ailleurs décrit l'altération de la qualité du glissement pleural dans son protocole Blue pour classer la pathologie pulmonaire (4). La technique utilisait le mode B standard et évaluait qualitativement le mouvement du glissement pleural. Cependant, le manque de reproductibilité de cette méthode a souligné la nécessité de développer des méthodes de mesure quantitatives du glissement pleural (34–36).

Dans une étude pilote, Briganti et al. ont décrit une technique de quantification du glissement pleural basée sur la mesure de la distance en millimètres du déplacement de l'artefact pleural à l'aide du mode B pendant un cycle respiratoire de patients sous ventilation mécanique (37). Malgré une excellente fiabilité inter-évaluateurs, les auteurs n'ont pas réussi à démontrer de corrélation entre le mouvement du glissement pleural et le volume courant en raison du manque de conditions de ventilation standardisées. Tout comme nous, Briganti et al. ont décrit un mouvement plus important du glissement pleural dans les zones pulmonaires postérieures que dans les zones antérieures. Cette disparité peut s'expliquer par la différence de ventilation entre les zones apicales et basales des poumons normaux, due aux effets de la gravité et au poids du parenchyme pulmonaire (38,39). On sait que le volume de ventilation dans les zones basales est de 50% supérieur à celui des zones apicales, ce qui peut expliquer l'augmentation du glissement pleural (40–42).

Ce n'est pas la première fois qu'une technologie de suivi des marqueurs acoustiques est utilisée pour analyser le glissement pleural. Tout d'abord, nous avons utilisé cette technologie pour détecter l'abolition du glissement pulmonaire en cas de pneumothorax confirmé avec des résultats impressionnants (31). De plus, la technologie de suivi des marqueurs acoustiques a montré une amélioration des performances diagnostiques des médecins novices ou d'expérience intermédiaire pour détecter les pneumothorax (32). Plus récemment, Tzadok et al. ont utilisé la technologie de suivi des marqueurs acoustiques sur des boucles d'échographie pulmonaire pour détecter une augmentation de l'eau extravasculaire pulmonaire en cas d'insuffisance respiratoire (43). Les auteurs ont trouvé des différences significatives dans les valeurs de suivi des marqueurs acoustiques entre les patients présentant un œdème pulmonaire cardiogénique, des insuffisances respiratoires liées à la COVID-19 et des patients présentant d'autres symptômes non respiratoires. Cette étude confirme, avec des mesures quantitatives, que le glissement pleural varie en fonction des conditions pulmonaires et de la pathologie respiratoire, comme suggéré par l'évaluation qualitative décrite par Lichtenstein (4,18,19).

Notre étude est la première à décrire les valeurs physiologiques de GLS du glissement pleural en apnée et dans des conditions de respiration physiologiques. De manière intéressante, les valeurs du GLS du glissement pleural en conditions d'apnée n'étaient pas nulles, contrairement aux situations de pneumothorax (30). Nous décrivons des valeurs plus élevées dans les zones postérieures et sur l'hémi-thorax gauche. Cela traduit le fait que la transmission des battements cardiaques sous forme de l'impulsion pleurale bien décrite est plus importante près du cœur (18). Cette découverte peut être utile pour distinguer les cas de pneumothorax caractérisés par une absence de glissement pulmonaire et aucune impulsion pleurale, par rapport aux conditions de glissement pulmonaire aboli avec impulsion pleurale résiduelle, telles que la ventilation unilatérale ou l'atélectasie pulmonaire.

Nous avons trouvé une excellente variabilité intra- et inter-observateurs, ce qui en fait une méthode reproductible. Ainsi, nous émettons l'hypothèse que les valeurs du GLS peuvent être un outil précieux, et des études supplémentaires pourraient se concentrer sur les variations du GLS induites par la modification de la PEP ou des volumes courants dans des conditions standardisées de ventilation mécanique invasive.

Malgré des résultats intéressants, nos méthodes présentent plusieurs limitations. Tout d'abord, cette technologie n'est pas encore disponible au chevet du patient et doit être exportée pour être analysée. Cependant, avec le développement croissant des technologies de calcul automatique qui se répandent dans les appareils d'échographie, nous pouvons espérer un accès à une analyse directe si la technique s'avère cliniquement utile, comme c'est déjà le cas pour certains paramètres cardiaques (27,44,45). Nous avons constaté une absence de corrélation entre les valeurs de glissement pleural et les volumes courants sous VNI sans PEP, et une faible corrélation avec PEP. Ces résultats peuvent s'expliquer par le manque de conditions de respiration contrôlées. En effet, malgré nos tentatives de standardiser les conditions, la respiration sous VNI n'est pas physiologique et nous ne pouvons pas exclure certains cas d'expiration ou d'inspiration forcées. Étant donné que nous n'avons pas pu contrôler les conditions d'expiration de nos volontaires, cela aurait pu entraîner une diminution substantielle des volumes de capacité résiduelle fonctionnelle et une altération du recrutement alvéolaire entre les volontaires ayant une expiration forcée. Le temps d'inspiration et le débit n'étaient pas non plus contrôlables, ce qui a entraîné des volumes courants très élevés pour certains volontaires. Cela a pu provoquer une distension pulmonaire, une altération du glissement pleural, et participer à l'effet « pendelluft » (46). Ce terme désigne le passage de gaz d'une région pulmonaire à une autre, lors d'un effort spontané sous ventilation mécanique (42). Il en résulte la redirection de gaz des régions antérieures et plus recrutées vers les régions postérieures. Cela pourrait expliquer des valeurs de GLS plus élevées dans ces zones postérieures. Des évaluations supplémentaires sont nécessaires avec des conditions de ventilation contrôlables sous ventilation mécanique invasive, où tous les paramètres respiratoires sont contrôlables et où la distension est détectée par une augmentation de la pression motrice (15).

## **Conclusion**

La technologie de suivi des marqueurs acoustiques via l'échographie est une méthode innovante pour étudier la ventilation pulmonaire grâce à l'analyse quantitative des valeurs de glissement pleural. Notre étude présente des résultats préliminaires d'une méthode qui était applicable dans 91,1 % des cas, avec une excellente corrélation intra et inter-observateurs. Une faible mais significative corrélation positive a été retrouvée entre les valeurs de GLS du glissement pleural et le volume courant dans les aires pulmonaires antérieures sous VNI sans PEP. De plus, une corrélation significative a été observée dans toutes les zones pulmonaires lorsqu'une PEP était appliquée. Le GLS a par ailleurs permis de détecter une ventilation accrue dans les régions postérieures. Des évaluations supplémentaires sont nécessaires dans des conditions de ventilation mécanique contrôlées afin de confirmer l'applicabilité de cette technique pour détecter le recrutement alvéolaire et la surdistension.

## Bibliographie

1. Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med.* 24 févr 2011;364(8):749-57.
2. Bobbia X, Zieleskiewicz L, Pradeilles C, Hudson C, Muller L, Claret PG, et al. The clinical impact and prevalence of emergency point-of-care ultrasound: A prospective multicenter study. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 1 déc 2017;36(6):383-9.
3. Zieleskiewicz L, Muller L, Lakhali K, Meresse Z, Arbelot C, Bertrand PM, et al. Point-of-care ultrasound in intensive care units: assessment of 1073 procedures in a multicentric, prospective, observational study. *Intensive Care Med.* sept 2015;41(9):1638-47.
4. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest.* juill 2008;134(1):117-25.
5. 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.* avr 2012;38(4):577-91.
6. Haddam M, Zieleskiewicz L, Perbet S, Baldovini A, Guervilly C, Arbelot C, et al. Lung ultrasonography for assessment of oxygenation response to prone position ventilation in ARDS. *Intensive Care Med.* oct 2016;42(10):1546-56.
7. Zieleskiewicz L, Contargyris C, Brun C, Touret M, Vellin A, Antonini F, et al. Lung ultrasound predicts interstitial syndrome and hemodynamic profile in parturients with severe preeclampsia. *Anesthesiology.* avr 2014;120(4):906-14.
8. Xirouchaki N, Magkanas E, Vaporidi K, Kondili E, Plataki M, Patrianakos A, et al. Lung ultrasound in critically ill patients: comparison with bedside chest radiography. *Intensive Care Med.* sept 2011;37(9):1488-93.
9. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby JJ. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology.* janv 2004;100(1):9-15.
10. Bitker L, Talmor D, Richard JC. Imaging the acute respiratory distress syndrome: past, present and future. *Intensive Care Med.* août 2022;48(8):995-1008.
11. Bouhemad B, Brisson H, Le-Guen M, Arbelot C, Lu Q, Rouby JJ. Bedside Ultrasound Assessment of Positive End-Expiratory Pressure-induced Lung Recruitment. *Am J Respir Crit Care Med.* 1 févr 2011;183(3):341-7.
12. Stefanidis K, Dimopoulos S, Tripodaki ES, Vitzilaios K, Politis P, Piperopoulos P, et al. Lung sonography and recruitment in patients with early acute respiratory distress syndrome: A pilot study. *Crit Care.* 2011;15(4):R185.

13. Rode B, Vučić M, Siranović M, Horvat A, Krolo H, Kelečić M, et al. Positive end-expiratory pressure lung recruitment: comparison between lower inflection point and ultrasound assessment. *Wien Klin Wochenschr.* 1 déc 2012;124(23-24):842-7.
14. Güldner A, Braune A, Ball L, Silva PL, Samary C, Insorsi A, et al. Comparative Effects of Volutrauma and Atelectrauma on Lung Inflammation in Experimental Acute Respiratory Distress Syndrome. *Crit Care Med.* sept 2016;44(9):e854-865.
15. Amato MBP, Meade MO, Slutsky AS, Brochard L, Costa ELV, Schoenfeld DA, et al. Driving pressure and survival in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 19 févr 2015;372(8):747-55.
16. Bello G, Blanco P. Lung Ultrasonography for Assessing Lung Aeration in Acute Respiratory Distress Syndrome: A Narrative Review. *J Ultrasound Med.* 2019;38(1):27-37.
17. Lichtenstein D, Mézière G, Biderman P, Gepner A, Barré O. The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* nov 1997;156(5):1640-6.
18. Lichtenstein DA, Lascols N, Prin S, Mezière G. The « lung pulse »: an early ultrasound sign of complete atelectasis. *Intensive Care Med.* déc 2003;29(12):2187-92.
19. Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A. The « lung point »: an ultrasound sign specific to pneumothorax. *Intensive Care Med.* oct 2000;26(10):1434-40.
20. Bellani G, Laffey JG, Pham T, Fan E, Brochard L, Esteban A, et al. Epidemiology, Patterns of Care, and Mortality for Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome in Intensive Care Units in 50 Countries. *JAMA.* 23 févr 2016;315(8):788-800.
21. Fan E, Brodie D, Slutsky AS. Acute Respiratory Distress Syndrome: Advances in Diagnosis and Treatment. *JAMA.* 20 févr 2018;319(7):698-710.
22. Heinze H, Eichler W. Measurements of functional residual capacity during intensive care treatment: the technical aspects and its possible clinical applications. *Acta Anaesthesiol Scand.* oct 2009;53(9):1121-30.
23. Chiumello D, Cressoni M, Chierichetti M, Tallarini F, Botticelli M, Berto V, et al. Nitrogen washout/washin, helium dilution and computed tomography in the assessment of end expiratory lung volume. *Crit Care Lond Engl.* 2008;12(6):R150.
24. Quenot J, Milési C, Cravoisy A, Capellier G, Mimoz G, Fourcade O, et al. Intrahospital transport of critically ill patients (excluding newborns) recommendations of the Société de Réanimation de Langue Française (SRLF), the Société Française d'Anesthésie et de Réanimation (SFAR), and the Société Française de Médecine d'Urgence (SFMU). *Ann Intensive Care [Internet].* 2 mars 2012 [cité 28 nov 2022];2(1). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22304940/>



25. Mauri T, Eronia N, Turrini C, Battistini M, Grasselli G, Rona R, et al. Bedside assessment of the effects of positive end-expiratory pressure on lung inflation and recruitment by the helium dilution technique and electrical impedance tomography. *Intensive Care Med.* oct 2016;42(10):1576-87.
26. Steinberg I, Pasticci I, Busana M, Costamagna A, Hahn G, Gattarello S, et al. Lung Ultrasound and Electrical Impedance Tomography During Ventilator-Induced Lung Injury. *Crit Care Med.* 1 juill 2022;50(7):e630-7.
27. Chan J, Shiino K, Obonyo NG, Hanna J, Chamberlain R, Small A, et al. Left Ventricular Global Strain Analysis by Two-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography: The Learning Curve. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr.* nov 2017;30(11):1081-90.
28. Levy PT, Machefsky A, Sanchez AA, Patel MD, Rogal S, Fowler S, et al. Reference Ranges of Left Ventricular Strain Measures by Two-Dimensional Speckle-Tracking Echocardiography in Children: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr.* mars 2016;29(3):209-225.e6.
29. Lang RM, Badano LP, Mor-Avi V, Afilalo J, Armstrong A, Ernande L, 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. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr.* janv 2015;28(1):1-39.e14.
30. Duclos G, X B, T M, L M, C C, S C, et al. Speckle tracking quantification of lung sliding for the diagnosis of pneumothorax: a multicentric observational study. *Intensive Care Med [Internet].* sept 2019 [cité 10 oct 2022];45(9). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31359081/>
31. 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 [Internet].* janv 2019 [cité 10 oct 2022];45(1). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30136137/>
32. Fissore E, Zieleskiewicz L, Markarian T, Muller L, Duclos G, Bourgoin M, et al. Pneumothorax diagnosis with lung sliding quantification by speckle tracking: A prospective multicentric observational study. *Am J Emerg Med.* nov 2021;49:14-7.
33. Toulouse E, Lafont B, Granier S, Mcgurk G, Bazin JE. French legal approach to patient consent in clinical research. *Anaesth Crit Care Pain Med.* 1 déc 2020;39(6):883-5.
34. 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.
35. Xiao R, Shao Q, Zhao N, Liu F, Qian KJ. Quantification analysis of pleural line movement for the diagnosis of pneumothorax. *World J Clin Cases.* 26 juill 2021;9(21):5889-99.

36. Dori G, Jakobson DJ. Speckle tracking technology for quantifying lung sliding. *Med Hypotheses*. juin 2016;91:81-3.
37. Briganti D, Choi C, Nguyen J, Lanks C. Determinants of point-of-care ultrasound lung sliding amplitude in mechanically ventilated patients. *The Ultrasound Journal*. IN PRESS;
38. Milic-Emili J, Henderson JA, Dolovich MB, Topp D, Kaneko K. Regional distribution of inspired gas in the lung. *J Appl Physiol*. mai 1966;21(3):749-59.
39. Sterk PJ. Physiologic Basis of Respiratory Disease. *Eur Respir J*. 1 janv 2006;27(1):243-243.
40. West JB, Luks AM. *West's Respiratory Physiology*. Wolters Kluwer Health; 2020. 324 p.
41. Ball WC, Stewart PB, Newsham LG, Bates DV. Regional pulmonary function studied with xenon 133. *J Clin Invest*. mars 1962;41(3):519-31.
42. Yoshida T, Roldan R, Beraldo MA, Torsani V, Gomes S, De Santis RR, et al. Spontaneous Effort During Mechanical Ventilation: Maximal Injury With Less Positive End-Expiratory Pressure. *Crit Care Med*. août 2016;44(8):e678-688.
43. Tzadok B, Blumberg Y, Shubert M, Halabi M, Tal-Or E, Bachner-Hinenzon N, et al. Speckled Tracking of Pleura-A Novel Tool for Lung Ultrasound; Distinguishing COVID-19 from Acute Heart Failure. *J Clin Med*. 18 août 2022;11(16):4846.
44. Yamada A, Sa L, D S, Bk K, J C, Cr HC, et al. Reproducibility of regional and global longitudinal strains derived from two-dimensional speckle-tracking and doppler tissue imaging between expert and novice readers during quantitative dobutamine stress echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr [Internet]*. août 2014 [cité 23 avr 2023];27(8). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24891261/>
45. Myhr KA, Pedersen FHG, Kristensen CB, Køber L, Hassager C, Møgelvang R. Global longitudinal strain before cardiac surgery: Improving feasibility, reproducibility, and variability. *Echocardiogr Mt Kisco N*. déc 2019;36(12):2176-84.
46. Tabuchi A, Nickles HT, Kim M, Semple JW, Koch E, Brochard L, et al. Acute Lung Injury Causes Asynchronous Alveolar Ventilation That Can Be Corrected by Individual Sighs. *Am J Respir Crit Care Med*. 15 févr 2016;193(4):396-406.

## SERMENT D'HIPPOCRATE

**Au moment d'être admis(e) à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.**

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans **aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions**. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas **usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité**.

**J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.**

Je ne tromperai **jamais leur confiance** et **n'exploiterai pas le pouvoir hérité** des circonstances pour forcer les consciences.

**Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera**. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

**Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés**. **Reçu(e) à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers** et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

**Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission**. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

**J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.**

**Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque.**



## **Résumé**

### *Objectifs*

La technologie de suivi des marqueurs acoustiques permet de quantifier le glissement pleural et de détecter son abolition en cas de pneumothorax sur des boucles échographiques sélectionnées. Nous avons cherché à tester la capacité de cette technologie de suivi des marqueurs acoustiques à quantifier le glissement pleural dans une cohorte sélectionnée de volontaires sains, afin d'évaluer si cette technique échographique reflète les conditions de ventilation.

### *Méthode*

Nous avons réalisé prospectivement une analyse de suivi de marqueurs acoustiques pleuraux sur des boucles échographiques provenant de 30 volontaires sains. Nous leur avons demandé de respirer normalement avec et sans masque de ventilation non invasive et avons testé différents niveaux de pression inspiratoire et de pression expiratoire positive (PEP). Deux observateurs ont analysé les boucles échographiques dans quatre aires pulmonaires (antérieure et postérieure, gauche et droite), et les valeurs de glissement pleural obtenues ont été comparées.

### *Résultats*

Nous avons analysé 1624 boucles échographiques provenant de 29 patients, un a été exclu en raison de valeurs manquantes. Une faible mais significative corrélation positive a été retrouvée entre les valeurs de GLS du glissement pleural et le volume courant dans les aires pulmonaires antérieures sous VNI sans PEP. De plus, une corrélation significative a été observée dans toutes les zones pulmonaires lorsqu'une PEP était appliquée. La variabilité intra-observateur était de 0,96 [IC95 : 0,91-0,98] pour l'opérateur 1 et de 0,93 [IC95 : 0,86-0,97] pour l'opérateur 2. La variabilité inter-observateur était de 0,89 [IC95 : 0,78-0,95]. Les valeurs de glissement pleural étaient significativement plus élevées dans les fenêtres postérieures et n'étaient pas différentes avec ou sans PEP.

### *Conclusion*

La technologie de suivi des marqueurs acoustiques via l'échographie est une méthode innovante pour étudier la ventilation pulmonaire grâce à l'analyse quantitative des valeurs de glissement pleural. Notre étude présente des résultats préliminaires d'une méthode qui était applicable dans 91,1 % des cas, avec une excellente corrélation intra et inter-observateurs. Une corrélation positive a été retrouvée entre les valeurs de GLS du glissement pleural et le volume courant, surtout lorsqu'une PEP était appliquée. Le GLS a par ailleurs permis de détecter une ventilation accrue dans les régions postérieures. Des évaluations supplémentaires sont nécessaires dans des conditions de ventilation mécanique contrôlées afin de confirmer l'applicabilité de cette technique pour détecter le recrutement alvéolaire et la surdistension.

### *Mots-clés*

Échographie, échographie pulmonaire, POCUS, suivi des marqueurs acoustiques, glissement pleural