



HAL
open science

Quantification du glissement pleural par speckle-tracking dans le diagnostic de pneumothorax

Camille Cheyssac

► **To cite this version:**

Camille Cheyssac. Quantification du glissement pleural par speckle-tracking dans le diagnostic de pneumothorax. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03200107

HAL Id: dumas-03200107

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03200107>

Submitted on 16 Apr 2021

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

**Quantification du glissement pleural par speckle-tracking
dans le diagnostic de pneumothorax**

T H È S E

Présentée et publiquement soutenue devant

**LA FACULTÉ DES SCIENCES MÉDICALES ET PARAMÉDICALES
DE MARSEILLE**

Le 15 Avril 2021

Par Madame Camille CHEYSSAC

Née le 27 mars 1991 à Saint-Priest-en-Jarez (42)

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

D.E.S. d'ANESTHÉSIE-RÉANIMATION

Membres du Jury de la Thèse :

Monsieur le Professeur LEONE Marc

Président

Monsieur le Professeur BRUDER Nicolas

Assesseur

Monsieur le Professeur MICHEL Fabrice

Assesseur

Monsieur le Docteur (MCU-PH) HRAIECH Sami

Assesseur

Monsieur le Docteur DUCLOS Gary

Assesseur



Faculté des sciences
médicales et paramédicales
Aix-Marseille Université

**Quantification du glissement pleural par speckle-tracking
dans le diagnostic de pneumothorax**

T H È S E

Présentée et publiquement soutenue devant

**LA FACULTÉ DES SCIENCES MÉDICALES ET PARAMÉDICALES
DE MARSEILLE**

Le 15 Avril 2021

Par Madame Camille CHEYSSAC

Née le 27 mars 1991 à Saint-Priest-en-Jarez (42)

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

D.E.S. d'ANESTHÉSIE-RÉANIMATION

Membres du Jury de la Thèse :

Monsieur le Professeur LEONE Marc

Président

Monsieur le Professeur BRUDER Nicolas

Assesseur

Monsieur le Professeur MICHEL Fabrice

Assesseur

Monsieur le Docteur (MCU-PH) HRAIECH Sami

Assesseur

Monsieur le Docteur DUCLOS Gary

Assesseur



FACULTÉ DES SCIENCES MÉDICALES & PARAMÉDICALES

Doyen	:	Pr. Georges LEONETTI
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 GRILLON

ÉCOLE DE MEDECINE

Directeur	:	Pr. Jean-Michel VITON
------------------	---	------------------------------

Chargés de mission

▪ PACES – Post-PACES	:	Pr. Régis GUIEU
▪ DFGSM	:	Pr. Anne-Laure PELISSIER
▪ DFASM	:	Pr. Marie-Aleth RICHARD
▪ 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^{er} cycle : Madame Estelle BOISSIER
- 2^{ème} cycle : Madame Cécile NINA

ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION

Directeur : **Monsieur Philippe SAUVAGEON**

Chargés de mission

- Masso- kinésithérapie 1^{er} cycle : Madame Béatrice CAORS
- Masso-kinésithérapie 2^{ème} 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	DEVRED Philippe
	ALDIGHERI René		DJIANE Pierre
	ALESSANDRINI Pierre		DONNET Vincent
	ALLIEZ Bernard		DUCASSOU Jacques
	AQUARON Robert		DUFOUR Michel
	ARGEME Maxime		DUMON Henri
	ASSADOURIAN Robert		ENJALBERT Alain
	AUFFRAY Jean-Pierre		FAUGERE Gérard
	AUTILLO-TOUATI Amapola		FAVRE Roger
	AZORIN Jean-Michel		FIECHI Marius
	BAILLE Yves		FARNARIER Georges
	BARDOT Jacques		FIGARELLA Jacques
	BARDOT André		FONTES Michel
	BERARD Pierre		FRANCES Yves
	BERGOIN Maurice		FRANCOIS Georges
	BERLAND Yvon		FUENTES Pierre
	BERNARD Dominique		GABRIEL Bernard
	BERNARD Jean-Louis		GALINIER Louis
	BERNARD Jean-Paul		GALLAIS Hervé
	BERNARD Pierre-Marie		GAMERRE Marc
	BERTRAND Edmond		GARCIN Michel
	BISSET Jean-Pierre		GARNIER Jean-Marc
	BLANC Bernard		GAUTHIER André
	BLANC Jean-Louis		GERARD Raymond
	BOLLINI Gérard		GEROLAMI-SANTANDREA André
	BONGRAND Pierre		GIUDICELLI Sébastien
	BONNEAU Henri		GOUDARD Alain
	BONNOIT Jean		GOUIN François
	BORY Michel		GRILLO Jean-Marie
	BOTTA Alain		GRIMAUD Jean-Charles
	BOTTA-FRIDLUND Danielle		GRISOLI François
	BOURGEADE Augustin		GROULIER Pierre
	BOUVENOT Gilles		HADIDA/SAYAG Jacqueline
	BOUYALA Jean-Marie		HASSOUN Jacques
	BREMOND Georges		HEIM Marc
	BRICOT René		HOUEL Jean
	BRUNET Christian		HUGUET Jean-François
	BUREAU Henri		JAQUET Philippe
	CAMBOULIVES Jean		JAMMES Yves
	CANNONI Maurice		JOUBE Paulette
	CARTOUZOU Guy		JUHAN Claude
	CAU Pierre		JUIN Pierre
	CHABOT Jean-Michel		KAPHAN Gérard
	CHAMLIAN Albert		KASBARIAN Michel
	CHARPIN Denis		KLEISBAUER Jean-Pierre
	CHARREL Michel		LACHARD Jean

CHAUVEL Patrick
CHOUX Maurice
CIANFARANI François
CLAVERIE Jean-Michel
CLEMENT Robert
COMBALBERT André
CONTE-DEVOLX Bernard
CORRIOL Jacques
COULANGE Christian
CURVALE Georges
DALMAS Henri
DE MICO Philippe
DELPERO Jean-Robert
DESSEIN Alain
DELARQUE Alain
DEVIN Robert

MM MICHOTEY Georges
MIRANDA François
MONFORT Gérard
MONGES André
MONGIN Maurice
MUNDLER Olivier
NAZARIAN Serge
NICOLI René
NOIRCLERC Michel
OLMER Michel
OREHEK Jean
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
RICHAUD Christian
RIDINGS Bernard
ROCHAT Hervé
ROHNER Jean-Jacques
ROUX Hubert

LAFFARGUE Pierre
LAUGIER René
LE TREUT Yves
LEVY Samuel
LOUCHET Edmond
LOUIS René
LUCIANI Jean-Marie
MAGALON Guy
MAGNAN Jacques
MALLAN- MANCINI Josette
MALMEJAC Claude
MARANINCHI Dominique
MARTIN Claude
MATTEI Jean François
MERCIER Claude
METGE Paul

VANUXEM Paul
VERVLOET Daniel
VIALETES Bernard
WEILLER Pierre-Jean

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
STAHL André
TAMALET Jacques
TARANGER-CHARPIN Colette
THIRION Xavier
THOMASSIN Jean-Marc
UNAL Daniel
VAGUE Philippe
VAGUE/JUHAN Irène

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

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	VIALETES 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

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
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2021

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.)
1990	
MM. les Professeurs	J.G. MC LEOD (Australie) J. PORTER (U.S.A.)
1991	
MM. les Professeurs	J. Edward MC DADE (U.S.A.) W. BURGDORFER (U.S.A.)
1992	
MM. les Professeurs	H.G. SCHWARZACHER (Autriche) D. CARSON (U.S.A.) T. YAMAMURO (Japon)
1994	
MM. les Professeurs	G. KARPATI (Canada) W.J. KOLFF (U.S.A.)
1995	
MM. les Professeurs	D. WALKER (U.S.A.) M. MULLER (Suisse) V. BONOMINI (Italie)
1997	
MM. les Professeurs	C. DINARELLO (U.S.A.) D. STULBERG (U.S.A.) A. MEIKLE DAVISON (Grande-Bretagne) P.I. BRANEMARK (Suède)
1998	
MM. les Professeurs	O. JARDETSKY (U.S.A.)
1999	
MM. les Professeurs	J. BOTELLA LLUSIA (Espagne)

D. COLLEN (Belgique)
S. DIMAURO (U. S. A.)

2000

MM. les Professeurs

D. SPIEGEL (U. S. A.)
C. R. CONTI (U.S.A.)

2001

MM. les Professeurs

P-B. BENNET (U. S. A.)
G. HUGUES (Grande Bretagne)
J-J. O'CONNOR (Grande Bretagne)

2002

MM. les Professeurs

M. ABEDI (Canada)
K. DAI (Chine)

2003

M. le Professeur
Sir

T. MARRIE (Canada)
G.K. RADDI (Grande Bretagne)

2004

M. le Professeur

M. DAKE (U.S.A.)

2005

M. le Professeur

L. CAVALLI-SFORZA (U.S.A.)

2006

M. le Professeur

A. R. CASTANEDA (U.S.A.)

2007

M. le Professeur

S. KAUFMANN (Allemagne)

ÄÄ !"#"\$%&'()*+,-./:;<=>?@

,0 #*('(%!ÄÄ,&"#%,12345
/ 9,"#"": ;<=13>
/ (B (%%CD3>
,B,9 (/ "%ÄF787GG3
,B9Ä #(Ä73443
,&Ä"%"7<J8;>
,Ä0"#" %: 3;H+'JK8
,#* \$/ %ÄF787GG3
,** ,Ä(,%#F;F4;M
,,\$& \$("%93454;HA
,,\$O\$("Ä%Ä;><;8
,)("Ä(' %: 3;H+!4;HPJ7>
,,N \$/ ,C%:3;H+ÄF787GG3
9,(// C%&;H738
9,Ä/ "#(%4247<3
9, Ä/ (" Ä+#"*(%,HH3
9,Ä/ 0(#%)7H<3H5
9, Ä* ."#%B; 4<
9, Ä* / (%-F47>5JGF3
9,Ä* / (%3;H+B7<F38
9, Ä* / (%7<F38
9,Ä* / B(%!;247<3
9, #*(&"%-647883
9"#" \$##,%/ ;143H
9" Ä9(#%ÄF787GG3
9" Ä9(#%183
9"Ä&,%#5?GF;H3
9"Ä \$%-F47>5JGF3
9"Ä*\$--(%!4;HPJ7>
9/ ,(#"%"&7A734
9/ (' % 87D73
9/ ' &' / %3HY;M7H
9/ (' 'Z0\$(// ,SB"%"#6 8D73
9" / / %!143H5
9 ""*%: 3;H+J17>
BOUBLI Léon Surnombre
9 \$! (%B)14;A
9 C"Ä%/ ;143H5
9Ä"0" %!;273HH3
9 Ä"*/ / "%8J43H<3
9 Ä \$O\$(%ÄF787GG3
9Ä\$&"Ä%"7<J8;>
9Ä\$""*F73446
9Ä\$""*ÄF787GG3
9 \$Ä"C%#5?GF;H3
-,Ä- Ä(' +*\$# / (%S;D734
-,#,'),%&JM7H7=13
-,#*(' ""*(%4?A?47<
-"/- / &(%B; 5F7B
-.,0!,\$&%-F47>5JGF3
-.,B9 #*%34D?
-.,BÄ#,SÄ%Ä73443
-.,"N Ä;><;8
-.,Ä,! !"+; \$! !Ä"%"MM;H13830Ä," / ZÄ"C%947E/553
-.,ÄÄ" / %Ä?M7
-.,\$B(Ä"%"X;5F7;
-(, Ä'(%4<=13>
-(' % 87D734

-. ##"0Ä #%-6 47883
- / / , Ä*%4?A?47<
- #* / / %Ä?E
- \$Ä9 ("Ä"%"98HA7H3
- I ""%&7A734
- Ä,) / / %1AJD7<
- \$(##"%"*FJM;>
&,%! #'-,%&;D7A
&.,,+ / - ,Ä,N %;35757;
&,'(" / %!143H5
& ,ÄB "%Ä;547<3
&,)(& %*F73446
&RÄ- / ""-8;1A3
&R\$Ä' %S;D734
&" .Ä %: 3;H+8;1A3
&" / , Ä Ä"%"MM;H138
&"(#%&;H7T83
&(#&(" Ä%Ä;47
& && / (%-F47>5JGF3
&Ä,- \$Ä*%B7<F38
&\$9 \$#%3;H+-F47>5JGF3
&\$!!,\$&%!8J43H<3
&\$! \$Ä%.3 H46
&\$Ä,'&%: 3;H+B;4<
&\$## / %9454;HA
" 99 % B 7;K8
"\$#"9(%,83WHA43
!, 9 Ä"%"83WHA43
!,X.ÄC%?7<J8;>
!" / (- (% 8D734
!" / / , Ä%843H3
!(0,Ä" / / , Z9Ä,"0"Ä%&JM7H7=13
! / "-.Ä"%"S;D734
! \$(// \$S%)74E 7H73
! \$Ä(' "Ä%Ä73443+"AJ1;4A
!Ä,- " #- . (%4?A?47
! \$ ""*#"#%#5?GF;H3
0,9"Ä*%: 3;H
0,9 Ä(*%9?H?A7<53
0,("("Ä%B;4<
0,Ä-(,%#5?GF;H3
0,Ä(9 / &(%8;A
0,\$&,Ä*%: 3;H
0,\$&C+B,ÄO\$#"#*%-%;4J87H3
0""*(/ "%#5?GF;H73
0 "Ä9",SS%Ä;547<V
0"Ä / , B(Z#,*,&Ä",%Ä3H?
0 (/ 9"Ä* Z, / ##(%B;473+-F47>57H3
0 (Ä0(%ÄJ<F
0(),"(%,H5J7H3
0(Ä,Ä&%%;A7H3
0(Ä,\$&Z--.9 Ä / %947E/553
0'-, /)#"%,H5FJH6
0Ä,') / %ÄF787GG3
0Ä"(// ("Ä%;143H5
0 Ä 9 %3;H+;<=13>
0\$"&: %"47<

0\$("\$%Ä?E7>
0\$(#%#;HA47H3
0\$C"%B;W7M3
0\$C *% /;143H5
GUY'S Jean-Michel Surnombre
,,9(9%0782345
,,Ä&I(0#"%"%:3;H
,,Ä/"%:3;H+ÄJ2345
. \$)"", "0."%"07883>
:,-O\$("Ä% ,83W 7>
: \$Ä&" +.-.%"J?M73
: \$)"%:3;H+ /< X,Ä /;#X(%07883>
X,Ä#"%"C%07883>
KERBAUL François détachement
XÄ, "%B;457H
/ ,!! Ä0\$""% Ä73443
/ ,0("Ä% :3;H+-F47>5JGF3
/ ,B9,\$&("%"47<
/ ,'- % -F47>5JGF3
/ ,%#- /,% 934H;4A,\$,C% !4;H<V
/ ,)(" / "%:3;H+Ä73443
/ "%- ÄÄ / "Ä%*FJM;>
/ "-.) / ("Ä%"47<
/ "0Ä"%"Ä?E7>
/ " \$.-. "Ä+B(-. "%B;473+Ä;><;83
/ " ""%B;4<
/ " ""*(%03J4E3>
/ "Ä(&(%12 345
/ ")C%?7<J8;>
B,-"%"J[< B,0',%Ä73443+"AJ1;4A
B,-'(%:1873H
B"0"%"%:3;H+J17>
B"ÄÄ *%*F73446
B"*N/"ÄZ0\$(//B,("%-;5F347H 3
B"C"ÄZ&\$* \$Ä% ,H B
B(-,/"!ZÄ //:%JK883
B(-,/"%!;247<3
B(-,/"%0?4;4A
B(-,/"%:1>57H
B(-,/"%"Ä73443
B(/,%B;5F731
B(/((%B;55F731
B ,/%);8?473
B Ä,"0"%"Ä73443+"MM;H 138
B \$(/%016 B \$*,Ä&("Ä%)7H<3H5
,,\$&(%:3;H
'(- /,%&"% /,B9,/"Ä("S;D734
'(- //,%Ä7<F;4A '0\$C""X;47H3
/)""%&;H738
/ / ("Ä%B;55F731
\$,!(X%/R.J1<7H3
,)"Ä*+Ä"00(%-;4J87H3
Ä,&),(% /;35757;

ÄÄ ! "###\$Ä%&"#%\$')"Ä#(*"#+ÄÄ,*(-("#%#. #Ä(*,/("Ä#

Ä,0,"/ / (%!4;H<V	Ä -. "%Ä73443+.1E 13>	*\$ÄÄ(' % 87D43
PANUEL Michel Surnombre	Ä -.%,H5J7H3	),/ "Ä %Ä3H?
Ä,Ä,N (%/ ; 143H5	Ä -I "Ä0"Ä%Ä7<F;4A	),Ä O\$,SS%,45F14%&;M73H
Ä,Ä / , %ÄF787GG3	Ä / / %Ä;547<	)"/ / C%7JH38
PARRATTE Sébastien Disponibilité	Ä ##(%&JM7H7=13	)"C%J42345
Ä"/ / ##("Ä+, / (- *%,HH3 + ; 143	Ä ##(%Ä<; 8	)( &, / %)7H<3H5
Ä"/ / "*" ("Ä%3;H	Ä \$&("Ä%3;H	)( "#%Ä; 54<3
Ä"ÄÄ(%: 3; HH3	#/ , #%#2;>57H	)( / / ,( %Ä;547<V
Ä"*(%ÄF787GG3	#,Ä/ '+9 , Ä*/ (%0247883	)( * %: 3;H+B7<F38
Ä,B%*F;J	#-,Ä&,%&7A734	)( ** %)?4JH7=13
Ä("Ä"--.(ZB,Ä*(%B;73&JM7H7#-./ "(' *N%'7<J8;>	#'9 ,0%! 4?A47<	VIEHWEGER Heide Elke détachement
Ä(Q\$"*%ÄF787GG3	#(' "N"! !%ÄJ4	)( )("Ä%"47<
Ä(ÄÄ %'7<J8;>	#(B '%7<J8;>	S"ÄÄ(%1<
Ä (' # %! 4;HPJ7>	#*"('%,HA4?;>	
Ä,--, %&3H7>	*,("9%&;D7A	
Ä,'O\$"%#5?GF;H3	*. B,#%Ä;><;8	
RAOULT Didier Surnombre	*.\$'C%!4;H<V	
Ä"0(#03;H	*Ä"9\$ -. '+&,%! '#"-,%E	HT>
Ä"C,\$&Z0,\$9"Ä%B;457H3	*Ä(0 / (%:3;H+B7<F38	
Ä"C,\$&%Ä;<F38	*Ä Ä(, '%Ä;547<V	
Ä(-,Ä&Z/ , // "B,'&%B;473+,835F	*#(B,Ä,* #0%B7<F38	
Ä(-.("Ä%Ä;GF;K883		

ÄÄ ! "###\$Ä%&"#%\$')"Ä#(*"#

,&, / (%Ä;><;8
 .0.,9,9(,%);8?473
 9"/ (%Ä;><;8
 -. ,9," %-F47>57;H
 -. ,9 Ä("Ä%"47<
 !"Ä %!4;HPJ7 >
 / "%- N %Ä73443
 / ") ,##"\$Ä%,H5FJH6
 Ä,': ") ,%: 3;H+ÄF787GG3
 #9 / % E; 6

ÄÄ ! "###\$Ä%+"Ä*(! ("

BRANDENBURGER Chantal retraite mars 2021

!Ä,(##"+B,'0(,/ B(' (%3;HH3

ÄÄ ! "###\$Ä%&"#%\$')"Ä#(*"#%## +("%%-%0(-TEMPS

Ä") (#0f; H;

ÄÄ ! "###\$Ä%&"#%\$')"Ä# (*"#%0"&"+"("%2""Ä,3"

0""*(/ "%0;K5;H

ÄÄ ! "###\$Ä%,## +(" %&"%0"&"+"("%2""Ä,3"

0\$(&,%Ä73443

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE à MI-TEMPS

BOURRIQUEN Maryline

EVANS-VIALLAT Catherine

LAZZAROTTO Sébastien

LUCAS Guillaume

MATHIEU Marion

MAYENS-RODRIGUES Sandrine

MELLINAS Marie

ROMAN Christophe

TRINQUET Laure

**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)

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)

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)
SECQ Véronique (MCU-PH) *disponibilité*

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

ALBANESE Jacques (PU-PH)
BRUDER Nicolas (PU-PH)
LEONE Marc (PU-PH)
MICHEL Fabrice (PU-PH)
VELLY Lionel (PU-PH)

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

ANTHROPOLOGIE 20

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

BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE 4501

CHARREL Rémi (PU PH)
DRANCOURT Michel (PU-PH)
FENOLLAR Florence (PU-PH)
FOURNIER Pierre-Edouard (PU-PH)
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier (PU-PH)
LA SCOLA Bernard (PU-PH)
RAOULT Didier (PU-PH) *Surnombre*

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)

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)
MOTTOLA GHIGO Giovanna (MCU-PH)
ROMANET Pauline (MCU-PH)
SAVEANU Alexandru (MCU-PH)

ANGLAIS 11

BRANDENBURGER Chantal (PRCE) *retraite mars 2021*
FRAISSE-MANGIALOMINI Jeanne (PRCE)

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

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

BIOLOGIE CELLULAIRE 4403

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

BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE 4301

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 MEDICALE 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)
 GIUSIANO Bernard (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)
 PARRATTE Sébastien (PU-PH) *Disponibilité*
 ROCHWERGER Richard (PU-PH)
 TROPIANO Patrick (PU-PH)

CANCEROLOGIE : RADIOTHERAPIE 4702

BERTUCCI François (PU-PH)
 CHINOT Olivier (PU-PH)
 COWEN Didier (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)

CARDIOLOGIE 5102

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)

CHIRURGIE VISCERALE ET DIGESTIVE 5202

BERDAH Stéphane (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)
 BEYER-BERJOT Laura (MCU-PH)
 BIRNBAUM David (MCU-PH)
 DUCONSEIL Pauline (MCU-PH)
 GUERIN Carole (MCU PH)
 MEGE Diane (MCU-PH)

CHIRURGIE INFANTILE 5402

GUYS Jean-Michel (PU-PH) Surnombre
 JOUVE Jean-Luc (PU-PH)
 LAUNAY Franck (PU-PH)
 MERROT Thierry (PU-PH)
 VIEHWEGER Heide Elke (PU-PH) *détachement*
 DARIEL Anne (MCU-PH)
 FAURE Alice (MCU PH)
 PESENTI Sébastien (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)
 TROUSSE Delphine (MCU-PH)

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

CASANOVA Dominique (PU-PH)
 LEGRE Régis (PU-PH)
 BERTRAND Baptiste (MCU-PH)
 HAUTIER/KRAHN Aurélie (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)

GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE ; ADDICTOLOGIE 5201

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

HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE 4202

LEPIDI Hubert (PU-PH)
 PAULMYER/LACROIX Odile (MCU-PH)

GONZALEZ Jean-Michel (MCU-PH)

DERMATOLOGIE - VENEREOLOGIE 5003

BERBIS Philippe (PU-PH)
 DELAPORTE Emmanuel (PU-PH)
 GAUDY/MARQUESTE Caroline (PU-PH)
 GROB Jean-Jacques (PU-PH)
 RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth (PU-PH)

GENETIQUE 4704

BEROUD Christophe (PU-PH)
 KRAHN Martin (PU-PH)
 LEVY Nicolas (PU-PH)
 NGYUEN Karine (PU-PH)

DUSI

COLSON Sébastien (MCF)

TOGA Caroline (MCU-PH)
 ZATTARA/CANNONI Hélène (MCU-PH)

BOURRIQUEN Maryline (MAST)
 EVANS-VIALLAT Catherine (MAST)
 LUCAS Guillaume (MAST)
 MAYEN-RODRIGUES Sandrine (MAST)
 MELLINAS Marie (MAST)
 ROMAN Christophe (MAST)
 TRINQUET Laure (MAST)

GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5403

AGOSTINI Aubert (PU-PH)
 BOUBLI Léon (PU-PH) Surnombre
 BRETTELLE Florence (PU-PH)
 CARCOPINO-TUSOLI Xavier (PU-PH)
 COURBIERE Blandine (PU-PH)
 CRAVELLO Ludovic (PU-PH)
 D'ERCOLE Claude (PU-PH)

ENDOCRINOLOGIE ,DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5404

BRUE Thierry (PU-PH)
 CASTINETTI Frédéric (PU-PH)
 CUNY Thomas (MCU PH)

EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION 4601

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)(06ème section)

HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION 4701

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

DEVILLIER Raynier (MCU PH)
 GELSI/BOYER Véronique (MCU-PH)
 LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina (MCU-PH)
 LOOSVELD Marie (MCU-PH)
 SUCHON Pierre (MCU-PH)

POGGI Marjorie (MCF) (64ème section)

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/MITTE Joëlle (MCU-PH)
 DESPLAT/JEGO Sophie (MCU-PH)
 ROBERT Philippe (MCU-PH)
 VELY Frédéric (MCU-PH)

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)

TUCHTAN-TORRENTS Lucile (MCU-PH)

BERLAND Caroline (MCF) (1ère section)

MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION 4905

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

KERBAUL François (PU-PH) détachement
 MICHELET Pierre (PU-PH)

MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL 4602

LEHUCHER/MICHEL Marie-Pascale (PU-PH)

SARI/MINODIER Irène (MCU-PH)

MEDECINE INTERNE ; GERIATRIE ET BIOLOGIE DU VIEILLISSEMENT ; ADDICTOLOGIE 5301

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

BENYAMINE Audrey (MCU-PH)

MEDECINE GENERALE 5303

GENTILE Gaëtan (PR Méd. Gén. Temps plein)

CASANOVA Ludovic (MCF Méd. Gén. Temps plein)

GUIDA Pierre (PR associé Méd. Gén. à mi-temps) retraite au 25/09/2020 (MOAL Valérie (PU-PH)

BARGIER Jacques (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

CALVET-MONTREDON Céline (MCF associé Méd. Gén. à temps plein)

FORTE Jenny (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

JANCZEWSKI Aurélie (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

NUSSLI Nicolas (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps) DUFOUR Henry (PU-PH)

THERY Didier (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps) (nomination au 1/11/2020) FUENTES Stéphane (PU-PH)

NUTRITION 4404

DARMON Patrice (PU-PH)

RACCAH Denis (PU-PH)

VALERO René (PU-PH)

ATLAN Catherine (MCU-PH) disponibilité

BELIARD Sophie (MCU-PH)

MARANINCHI Marie (MCF) (66ème section)

ONCOLOGIE 65 (BIOLOGIE CELLULAIRE)

CHABANNON Christian (PR) (66ème section)

SOBOL Hagay (PR) (65ème section)

OPHTALMOLOGIE 5502

DAVID Thierry (PU-PH)

DENIS Danièle (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)

TRIGLIA Jean-Michel (PU-PH)

RADULESCO Thomas (MCU-PH)

REVIS Joana (PAST) (Orthophonie) (7ème Section)

NEPHROLOGIE 5203

BRUNET Philippe (PU-PH)

BURTEY Stéphanne (PU-PH)

DUSSOL Bertrand (PU-PH)

JOURDE CHICHE Noémie (PU PH)

ROBERT Thomas (MCU-PH)

NEUROCHIRURGIE 4902

DUFOUR Henry (PU-PH)

FUENTES Stéphane (PU-PH)

REGIS Jean (PU-PH)

ROCHE Pierre-Hugues (PU-PH)

SCAVARDA Didier (PU-PH)

CARRON Romain (MCU PH)

GRAILLON Thomas (MCU PH)

NEUROLOGIE 4901

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)

PELLETIER Jean (PU-PH)

MAAROUF Adil (MCU-PH)

PEDOPSYCHIATRIE; ADDICTOLOGIE 4904

DA FONSECA David (PU-PH)

POINSO François (PU-PH)

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)

PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE 4502

RANQUE Stéphane (PU-PH)

CASSAGNE Carole (MCU-PH)
L'OLLIVIER Coralie (MCU-PH)
TOGA Isabelle (MCU-PH)**PHILOSOPHIE 17**

LE COZ Pierre (PR) (17ème section)

MATHIEU Marion (MAST)

PEDIATRIE 5401ANDRE Nicolas (PU-PH)
BARLOGIS Vincent (PU-PH)
CHAMBOST Hervé (PU-PH)
DUBUS Jean-Christophe (PU-PH)
FABRE Alexandre (PU-PH)
GIRAUD/CHABROL Brigitte (PU-PH)
MICHEL Gérard (PU-PH)
MILH Mathieu (PU-PH)
OVAERT-REGGIO Caroline (PU-PH)
REYNAUD Rachel (PU-PH)
TSIMARATOS Michel (PU-PH)

TOSELLO Barthélémy (MCU-PH)

PHYSIOLOGIE 4402BARTOLOMEI Fabrice (PU-PH)
BREGEON Fabienne (PU-PH)
GABORIT Bénédicte (PU-PH)
MEYER/DUTOUR Anne (PU-PH)
TREBUCHON/DA FONSECA Agnès (PU-PH)BONINI Francesca (MCU-PH)
BOULLU/CIOCCA Sandrine (MCU-PH)
DADOUN Frédéric (MCU-PH) (disponibilité)
DELLIAUX Stéphane (MCU-PH)
LAGARDE Stanislas (MCU-PH)RUEL Jérôme (MCF) (69ème section)
THIRION Sylvie (MCF) (66ème section)**PSYCHIATRIE D'ADULTES ; ADDICTOLOGIE 4903**BAILLY Daniel (PU-PH)
LANCON Christophe (PU-PH)
NAUDIN Jean (PU-PH)
RICHERI Raphaëlle (PU-PH)

CERMOLACCE Michel (MCU-PH)

PNEUMOLOGIE; ADDICTOLOGIE 5101ASTOUL Philippe (PU-PH)
BARLESI Fabrice (PU-PH)
CHANEZ Pascal (PU-PH)GREILLIER Laurent (PU PH)
REYNAUD/GAUBERT Martine (PU-PH)**PSYCHOLOGIE - PSYCHOLOGIE CLINIQUE, PCYCHOLOGIE SOCIALE 16**

AGHABABIAN Valérie (PR)

LAZZAROTTO Sébastien (MAST)

TOMASINI Pascale (MCU-PH)

RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE 4302BARTOLI Jean-Michel (PU-PH)
CHAGNAUD Christophe (PU-PH)
CHAUMOITRE Kathia (PU-PH)
GIRARD Nadine (PU-PH)
JACQUIER Alexis (PU-PH)
MOULIN Guy (PU-PH)
PANUEL Michel (PU-PH) surnombre
PETIT Philippe (PU-PH)
VAROQUAUX Arthur Damien (PU-PH)
VIDAL Vincent (PU-PH)

STELLMANN Jan-Patrick (MCU-PH)

RHUMATOLOGIE 5001GUIS Sandrine (PU-PH)
LAFFORGUE Pierre (PU-PH)
PHAM Thao (PU-PH)
ROUDIER Jean (PU-PH)**THERAPEUTIQUE; MEDECINE D'URGENCE; ADDICTOLOGIE 4804**AMBROSI Pierre (PU-PH)
VILLANI Patrick (PU-PH)

DAUMAS Aurélie (MCU-PH)

REANIMATION MEDICALE ; MEDECINE URGENCE 4802GAINNIER Marc (PU-PH)
GERBEAUX Patrick (PU-PH)
PAPAZIAN Laurent (PU-PH)
ROCH Antoine (PU-PH)

HRAIECH Sami (MCU-PH)

UROLOGIE 5204BASTIDE Cyrille (PU-PH)
KARSENTY Gilles (PU-PH)
LECHEVALLIER Eric (PU-PH)
ROSSI Dominique (PU-PH)

REMERCIEMENTS AUX MEMBRES DU JURY

Monsieur le Professeur Marc LEONE.

C'est un honneur pour moi de vous avoir en président de ce jury. Merci pour ces nombreux semestres dans votre service de réanimation polyvalente, au bloc central et à la maternité, j'ai tant appris par vous et vos équipes. Je suis heureuse de rejoindre votre service. Soyez assuré de mon plus grand respect.

Monsieur le Professeur Nicolas BRUDER

Je suis honorée que vous soyez membre de mon jury de thèse. Les semestres au sein de votre service, ont été très formateurs, toujours dans la bonne humeur. Merci d'avoir accepté de juger ce travail aujourd'hui. Soyez assuré de ma respectueuse reconnaissance.

Monsieur le Professeur Fabrice MICHEL

Je vous remercie d'avoir accepté de faire partie de mon jury. Le semestre dans votre service d'Anesthésie-Réanimation pédiatrique m'a beaucoup appris. Veuillez recevoir mes plus sincères considérations et respect.

Monsieur le Docteur Gary DUCLOS,

Comment te remercier pour ce travail où tu as été d'une aide si précieuse, toujours disponible et bienveillant. Je suis heureuse d'avoir effectué cette thèse avec toi. Ta rigueur, tes connaissances et ton travail sont un exemple pour moi et tu m'as beaucoup appris en réanimation. Merci encore.

Monsieur le Docteur Sami HRAIECH

Je vous remercie d'avoir accepté d'être membre du jury évaluant mon travail. Soyez assuré de ma respectueuse reconnaissance.

**A ma famille, j'aurai tant aimé que vous soyez là physiquement aujourd'hui,
vous êtes dans mon cœur quoiqu'il arrive.**

A Mamie Clo. Pour tout ce que tu étais, quelle chance de t'avoir eue comme grand-mère. A tes boulettes sauce tomate, tes bugnes délicieuses et ta mayonnaise, à tes cheveux multicolores et tes T-shirt à strass, à ta force et ta manière d'avoir croquer la vie mais surtout au caractère que tu m'as transmis !! Ton rire raisonne en moi dès que je pense à toi. Tu vois, ça y est, je suis enfin Docteur, tu vas pouvoir le dire à tout le monde là-haut. Je te dédie cette thèse, tu aurais été si fière aujourd'hui. Tu me manques tous les jours.

A Papy Claude et Mamie Annie, les amoureux, jamais l'un sans l'autre, vous me l'avez prouvé encore cette année en partant ensemble. Je vous dédie cette thèse et je suis sûre que vous veillez sur moi.

A mes parents, Pour l'éducation et les valeurs que vous m'avez transmises. Vous avez supporté toutes ces années mon caractère difficile, mes colères et mes doutes mais vous avez été d'un soutien infailible, toujours dans la bienveillance et dans l'amour, si je suis là aujourd'hui, c'est grâce à vous. Je vous aime.

Maman, merci pour tout. Tu peux être fière de toi, tu es parfois maladroite mais toujours attentionnée pour moi et bienveillante. Ta petite puce est Docteur, tu peux être tranquille maintenant plus de stress !! Je serai toujours là pour toi.

Papa, celui que j'ai toujours voulu rendre fier. « Ça c'est une Cheyssac ». On n'est pas du genre à se dire des mots tendres mais je sais au fond de moi que tu es fier de moi aujourd'hui.

Maud, ma Momo. Tu imagines qu'aujourd'hui ta Georgette des bois, ton crapaud, devient docteur ? Peu de personnes peuvent prétendre avoir une relation de sœurs comme la nôtre, j'en suis si fière. Tu m'es si précieuse, ton soutien est sans faille, merci pour tout, je t'aime.

Laurianne. Ta naine préférée devient doc !! Notre relation est devenue si belle au fil des années (désolée mais j'ai fini par comprendre que non je n'avais pas été trouvé dans une poubelle ^^). Merci pour tous ces moments de rigolade à la maison (dont nos duos de chant Corse et nos imitations de publicité). Tu peux être fière de la famille que tu as fondée, c'est un honneur d'être la marraine de Loulou et tatie de Jajou.

A Damien. Clairement si je suis là ce soir, c'est grâce à toi & ce coup de téléphone en première année qui m'a permis de tout donner. J'ai toujours eu beaucoup d'admiration pour toi (les étoiles dans les yeux depuis petite quand je parlais de « mon grand frère danseur de Paris »). Tu es un modèle pour moi, en allant toujours au bout de tes projets, toujours plus loin sans jamais rien lâcher.

Louane et Jade. Mes poulettes d'amour, vous avez changé ma vie. Vous illuminez la maison depuis que vous êtes là et je suis déjà si fière de celles que vous êtes. Rappelez-vous que je serais toujours là pour vous. Je vous aime fort.

Pierrick, le meilleur des beaux-frères, pour ta gentillesse (déjà tu supportes ma sœur et ça c'est un exploit), pour nos taquineries à table à Bécizieux (tu sais que j'adore parler de ton ventre qui grandit d'années en années ^^) Je n'aurai pas pu rêver mieux comme beau-f !!

A Brigitte et Dominique. Deux belles étoiles réunies.

A la famille Gajda ; ma Ciocia, Gongon, Tonton Loulou, Solange, Cédric, Dominique. Le temps nous a éloigné mais je garde mes plus beaux souvenirs d'enfant à vos côtés.

A Maurice et Azika, pour votre gentillesse et votre accueil si chaleureux dans votre si jolie famille. Je vous embrasse.

A Olivier et Laura, qui peut rêver mieux que vous comme beau-frère et belle-sœur. Merci pour votre accueil dans la mif, c'est un plaisir de vous connaître. Je vous souhaite plein de bonheur.

A MES AMIS

A mes cuanaudes, amies d'une vie, j'en suis certaine. A nos 12 ans (déjà !) ensemble, nos voyages et péripéties, nos fou-rires, nos soirées, nos versions inimitables de Diam's et Vitaa, Mulan et j'en passe. Notre amitié est si belle, si forte, malgré la distance. J'en suis fière chaque jour.

Alors à toutes ces belles années à venir à vos côtés, vous êtes les meilleures amies qu'on puisse rêver d'avoir. Je vous aime.

A Dora, ma dodo. Dire qu'à la base on pensait se détester. Puis la suite, tu la connais. Un regard et c'était évident, on savait ce que pensait l'autre. Puis vient le temps de la tyrannie que l'on a fait subir à ceux qui croisaient notre chemin (boulettes de gomme en arme numéro 1), la P1 ensemble, les anges dans la neige à 2h du matin, ton passage en P2 (émotion garantie), ces moments en bateaux inoubliables (je rigole rien que d'y repenser), ton mariage ou tu m'as fait l'honneur d'être ta témoin et puis surtout la fierté des années qui passent sans que rien ne change. Je te souhaite plein de bonheur dans ta vie pro et perso avec **Nac Nac Nac** (sache que tu repars avec nous quand tu veux en vacances, tu es officiellement un Cuanaudo validé !!!! et promis je te ferai une petite dorade au barbacue si t'es sage). Je serai toujours là pour toi.

A Chloé, clawdida, ma claudie. Que te dire, comment commencer. Tu vois il y a certaines personnes avec qui c'est une évidence, et bien tu en fais partie. Partenaire de soirée du jeudi au samedi, squatteuse de mon appartement puis colocataires de D4, copines de révisions et d'ECN, interlocutrice téléphonique favorite avec des heures d'appels alors qu'on s'était quittées une heure avant, partenaire de mes plus beaux voyages accompagnés de sacrées péripéties (on chavireeeeeeeeeee et merci la poste pour les passeports) bref, que de souvenirs. Je suis si chanceuse de t'avoir depuis toutes ces années et de savoir que je peux compter sur toi nuit et jour. Une amie comme toi est si rare, j'espère que tu as conscience de la place que tu as dans mon cœur. Je te souhaite tout le meilleur avec **Hugo**.

A Moriz, ma mounie d'amour. Quand tout commence par des prises de tête autour d'un bar en Corse une espadrille à la main, et que tout fini par une amitié magnifique au fil des ans. J'ai beau chercher, je ne connais personne d'autre qui possède ta joie de vivre et un si grand cœur. Partout où tu passes tu sèmes ta bonne humeur et tu me la transmets à chaque fois que je te vois. Je serai toujours là pour toi je suis si fière de t'avoir. Je te souhaite tout le bonheur du monde dans tes projets avec **Fat**.

A Victoire, mon Vickou. Toujours là pour moi quand j'en ai besoin, un cœur énorme et des valeurs que l'on partage toutes les deux depuis le début. Tu es si précieuse pour moi. Merci pour toutes ces soirées où tu m'as accueillie sur ton canapé, pour tous ces moments et ces voyages ensemble. Je te souhaite tout le meilleur dans ta vie et tes projets ma Vicky, je serais toujours là.

A Nelly, mon Nene. J'entends ton rire en écrivant ces mots et ça me fait sourire. On n'a pas besoin de s'appeler pendant des heures ou de se voir tous les jours pour se retrouver comme si on s'était vues la veille à chaque fois. Toujours prête à te démener pour les gens que tu aimes, ta générosité est évidente et quand il s'agit de nous tes amies tu nous la prouve tout le temps. Quelle chance de t'avoir. A notre belle amitié, à ta passion pour les desserts et le chocolat. Je te souhaite que du bonheur, tu le mérites.

A Clarisse, Dj Renée. A tes bandanas autour du bras (ou de la tête), tes playlists endiablées qui nous font danser depuis des années, tes fins de soirées mémorables, ton grand cœur. Notre amitié a su se fleurir de nouveau avec le temps (preuve de sa force j'en suis sûre), j'en suis si heureuse. Essaie d'arrêter de te poser mille questions dans ta vie, car tu es une personne magnifique et tu vas trouver le bonheur, j'en suis sûre.

Justine. Pour toutes ces soirées au grand hôtel, ces matchs des verts à vider le stock de champagne des loges, ces journées et soirées chez Bombé. Je te souhaite plein de bonheur avec **Bérénice** à Lille, que tous tes projets (médicaux et autres, bien sûr) se réalisent !!

Aux parents des cuanaudes (déjà parce qu'ils vous ont créées mais aussi pour leur gentillesse et hospitalité et nombreux apéros partagés au fil des ans) : mention spéciale à « la Sylv » & JC, Max (même si j'avais peur de vous parler au téléphone), Bombé (on fireeeeeeeee), JL DUST, Maman Vick (pour votre douceur et votre sourire)

Aux médecins qui m'ont transmis leurs connaissances pendant toutes ces années. Merci.

A l'équipe des **Brûlés**, là où tout a commencé à Marseille ! Mention spéciale pour le Docteur Enaud, Caroline Taillard, Docteur Wiramus, pour la bienveillance et la patience dont ils ont fait preuve avec nous lors de ce premier semestre où, on peut le dire, on était des gros boulets... (A mes totaly spies, on a survécu à ce premier semestre ensemble !!)

Aux médecins de l'Hôpital Nord, qui m'ont donné l'envie de rejoindre l'équipe !

A ceux qui sont partis, mais avec qui j'ai pris plaisir à apprendre, j'aurai adoré bosser avec vous tous ; **Mika P, David F, Vincent B, Alex D, Jeanne C, Malik H, Alice B, Lucas S** (aussi pour ton humour qui me fait pouffer de rire à chaque fois), **Michel C, Zoé** (ta gentillesse, bienveillance, ton sourire permanent, ta manière de t'occuper des patients sont un exemple. Je te souhaite plein de bonheur à (bientôt) 4), **Calypso M, Emma D.**

Aux Doc de la réa et du bloc : **Emmanuelle H** (le modèle de chacune d'entre nous ^^), **Charlotte A, Coralie V, François A** (j'ai bien retenu qu'il ne fallait plus JAMAIS que je m'accoude à un clavier d'ordinateur dès ma première garde), **Gary D, Laurent Z, Jules P, Adrien R, Martine H, Aude C, Raphaëlle F, Julie A, Xavier V, Armand V, Aurélia H, Marie-Ca B, Sarah C, Laura Kub.**

A l'équipe du SAR de la Timone, tout particulièrement au Dr **Thibaut Triglia** (tu viens en numéro 1 car pour moi tu es celui qui m'as le plus appris en réa. Mais j'entends encore le bruit de ton trousseau de clés qui me faisait si peur avant tes arrivées dans la réanimation... J'aimerais devenir un peu le médecin que tu es un jour. Merci pour tout), Sophie Cataldi, Dr Dumont, Xavier R, Aurélia H, Maurice, Salem...

A l'équipe de la maternité de Beauregard.

A l'équipe de l'Hôpital Saint-Joseph. Ce dernier semestre a été un plaisir chaque jour.

A tous les infirmiers de réa ou de bloc, aux IADES et aides-soignants que j'ai croisés pendant mon cursus. J'ai choisi cette spécialité pour travailler en équipe et je ne regrette rien. Merci pour ces années d'internat (vos petits conseils et réconforts à 5h du matin après une nuit blanche m'ont tant aidé). Pensées particulières à **Linda, Éric, Marlène, Gladys, Violaine, Sandrine, Rabah, Axel, Myriam, Claire, Audrey, Enzo, Flavien, Kevin.**

A mes co-internes.

Évidemment à la promotion 2015 (toujours partant pour la bringue pendant les cours de DES, les weekends skis, et recordmans des dispo prises pendant l'internat, bref meilleure promo !!!!)

A mes beboms évidemment. Vous êtes mes plus belles rencontres marseillaises. Coéquipières de cours de DES, de soirées, parfois coloc ou partenaire de voyage, mes souvenirs à vos côtés ne se comptent plus. Je vous aime.

Mathilde, une amitié si évidente dès le début. Co-interne, puis coloc pendant 2 ans (avec en bonus une coloc de covid au retour de dispo^^), mais surtout ma plus fidèle partenaire de dance floor ! Ta présence dans ma vie est une évidence. Je te souhaite tout le bonheur que tu mérites, professionnellement avec Antoine.

Diane. Ma Didi. Ton grand cœur, ta douceur, ta bienveillance, ton sourire bref, j'aime tout chez toi ! Je suis fière de te compter parmi mes amies, je te souhaite plein de bonheur.

Anne. Pour ta douceur, ton calme et ta douceur. Merci pour tous ces cours de DES à enflammer la piste de danse ensemble. Plein de bonheur à toi.

Clémence, (ou Camille ??Ahaha). Toi aussi tu es là depuis le début avec une telle évidence. Tu complètes le trio de choc du début d'internat, puis coloc (plutôt deux fois qu'une^^). Ta bonne humeur, ton grand cœur sont un plaisir au quotidien. J'aime t'écouter parler des sujets qui te passionnent pendant des heures. Tu manques ici, je te souhaite plein de bonheur et d'amour avec **Axel**.

Gab, pour ta force tranquille, ta joie de vivre, toujours partante pour tout. Tu portes tous les gens qui t'entourent tellement que tu croques la vie, tu peux en être fière. Je te souhaite tout le meilleur.

Gazou. Des années que l'on se connaît maintenant. De Sainté à Marseille, nous voilà toujours ensemble, anciennes colocs et amies fidèles. Je suis fière de t'avoir dans ma vie. Je te souhaite plein de bonheur avec Simon.

Alisée, ma zezette. Pour ta gentillesse permanente ta douceur et ton sourire. Plein de bonheur avec Anthony dans votre belle maison !

PH, mon pitchou ! Le premier souvenir qui me vient ensemble c'est moi en train de te détacher à l'internat ton pauvre pull gris couvert de vin^^. Depuis, il y en a eu plein d'autres ici, à Lyon ou en Corse. Tu peux compter sur moi. Je te souhaite le meilleur avec **Jeanne**.

A Etienne, Julien, Albin, Aldrick, Gib (tu m'as appris qu'une seringue de loxen IVD, ce n'était pas si grave ^^), **Pierre, Caro, Michel** (pour ces versions d'Ed Sheeran au Glamrock), **Sophie** (pour ces nombreux apéros autour de bière et de rillettes partagés à la coloc du covid ahaha).

**A mes coéquipiers de stage ! Grâce à vous, certains moments difficiles
étaient plus simples et j'avais plaisir d'aller bosser. Alors Merci.**

Laurent (je sais même plus dans quelle partie des remerciements je devais te mettre). Initialement co-interne (dire que la première fois que je t'ai vu, j'ai pensé que t'étais pas sympa^^), ensuite devenu mon chef mais surtout un pote devenu rapidement un véritable ami (tu sais j'irai même à l'aéroport pour toi^^). Tu fais partie des gens que j'ai croisé pendant mon internat qui m'ont donné envie de devenir comme eux (notamment dans tes talents d'imitateurs). J'ai de la chance de t'avoir, je te souhaite que du bonheur avec **Sophie**.

Paul, Il faudra m'expliquer comment ce baby co-interne a pu devenir si vite un ami comme toi ? J'aime les moments passés avec toi, à discuter des heures de nos projets ou de nos malheurs. Je suis si heureuse de t'avoir rencontré mon Paulo !!! Je te souhaite plein de bonheur.

Alex L, car depuis le début tu es là, ami fidèle. Ton accent et ta joie de vivre, toujours là pour défendre ceux que tu aimes et tes convictions. Je suis fière de t'avoir, et heureuse de t'avoir en collègue de boulot !! Plein de bonheur avec **Margaux** (vive les béliers !) et **Clem**.

A tous les autres ; **Momo M** (pour ce premier masque laryngé posé à mes côtés ^^), **Audrey M**, **Rachid** (pour tes présentations en staff inimitables), **Jean Loup** (Corse d'adoption, plein de bonheur à toi et ta petite famille), **Thibaut**, **Fred B.**, **Eliott**, **Popo** (félicitations pour les jumeaux !), **Marie C**, **Mathieu R**, **Hugo**, **Henri...**

**A la Team-one. Cette première année marseillaise à l'internat
a été beaucoup plus simple grâce à vous.**

Léa, coup de cœur dès le début, coloc pendant deux ans et pour finir coéquipière de LCA...^^. Ta douceur, ta gentillesse, ton rire communicatif, ton sens de la fête et ta passion pour le puzzle, j'aime tout chez toi ! Je suis heureuse de te compter dans ma vie. Je te souhaite plein de bonheur avec **Julien**.

A **Joséphine & Luis** (et nos retrouvailles inattendues à Cusco^^), **Julien & Clara**, **Hugo**, **Claire**, **Mahmoud**, **Raph**, **Maëlle** et **Dysmas**.

Aux carabins stéphanois

Mon sous colleur préféré **Stéphane** (mon estomac rêve encore de tes pains à Burger), **Héloïse**, **JD**, **Boulon**, **Vasil**, **Touche**, **Alice**, **Mathilde**.

**A tous ceux qui se sont cherchés et qui ne se sont pas trouvés.
Si vous lisez ces remerciements, c'est que vous comptez forcément pour moi.**

A toi Nicolas,

Mon petit chat. Tu sais que ma pudeur m'empêche parfois de te dire tout ce que je ressens pour toi, mais aujourd'hui, je t'écris ces mots du fond du cœur. Tu es entré dans ma vie depuis quelques années, avec persévérance et heureusement car tu es maintenant une telle évidence. Merci pour tous ces moments déjà passés ensemble, ces voyages à l'autre bout du monde que je n'oublierai jamais (mais aussi toutes ces dorades au barbecue^^). Tu me fais grandir, tu supportes mon caractère difficile, tu m'apprends à ouvrir mon cœur, à me dépasser toujours plus. J'ai conscience de la chance de t'avoir à mes côtés. Alors à nous deux, à nos rêves en commun et à toutes ces belles années à venir ensemble, j'en suis sûre. Je t'aime.

Et pour finir, à mon LCA droit : tu me manques.

TABLE DES MATIERES

I. RESUMES	2
II. INTRODUCTION	5
A. LE PNEUMOTHORAX	6
B. ECHOGRAPHIE « POINT-OF-CARE »	8
C. ÉCHOGRAPHIE PLEURO-PULMONAIRE	8
1. <i>Généralités</i>	8
2. <i>Principes et sémiologie de l'EPP normale</i>	9
3. <i>Sémiologie échographique du PNO</i>	11
III. METHODE	15
A. CONSIDERATIONS ETHIQUES.....	16
B. CRITERES D'INCLUSION ET D'EXCLUSION.....	16
C. RECUEIL DES DONNEES	16
D. PROTOCOLES D'ANALYSES DES BOUCLES EPP	17
E. ANALYSES STATISTIQUES.....	20
IV. RESULTATS.....	21
A. DIAGRAMME DE FLUX	22
B. CARACTERISTIQUES DES PATIENTS	23
C. RESULTAT PRINCIPAL ET RESULTATS SECONDAIRES.....	23
V. DISCUSSION.....	27
VI. CONCLUSION	32
VII. REFERENCES	34
VIII. ABREVIATIONS	39
IX. ANNEXES	41

I. RESUMES

Résumé

Mots-clés : Echographie point of care; pneumothorax; speckle tracking; glissement pleural.

Introduction-Objectifs de l'étude

L'échographie pleuro-pulmonaire est utilisée pour le diagnostic de pneumothorax, basée sur l'abolition du glissement pleural par une évaluation qualitative et opérateur dépendante. L'échographie par speckle tracking permet de quantifier la déformation d'une structure au cours du temps via l'analyse de marqueurs acoustiques. Notre objectif était d'évaluer la capacité de la technique de speckle tracking à quantifier le glissement pleural dans une cohorte de patients et d'observer comment celle-ci peut aider au processus diagnostique de pneumothorax.

Méthodes

Nous avons effectué une analyse rétrospective de boucles échographiques par technique de speckle tracking chez des patients porteurs de pneumothorax. Nous avons comparé les valeurs mesurées par deux opérateurs, du côté sain et du côté avec pneumothorax. La courbe ROC a été construite afin d'évaluer la performance diagnostique du strain pleural longitudinal maximal à détecter l'abolition du glissement pleural. La performance diagnostique et le temps nécessaire au diagnostic entre le mode B et la technologie de speckle tracking ont été comparés par un troisième observateur en aveugle.

Résultats

Nous avons analysé 104 boucles échographiques effectuées sur 52 patients. L'aire sous la courbe ROC du strain pleural maximal pour identifier l'abolition du glissement pleural était de 1.00 [IC 95% : 1.00; 1.00], la spécificité de 100% [IC 95% : 93% ; 100%] et la sensibilité de 100% [IC 95% : 93% ; 100%] avec une meilleure valeur seuil de 4%.

Sur les 104 boucles échographiques, l'observateur en aveugle a effectué deux erreurs en mode B et aucune avec l'analyse par speckle tracking. Le temps médian pour le diagnostic était de 3 [2–5] secondes en B-Mode versus 2 [1–2] secondes pour le speckle tracking ($p = 0.001$).

Conclusion

L'échographie par technique de speckle tracking permet une quantification du glissement pleural par détection de son abolition dans une cohorte rétrospective de patients avec un diagnostic de pneumothorax.

Abstract

Keywords:Point of care lung ultrasound; pneumothorax; speckle tracking; lung sliding.

Purpose:

Lung ultrasound is used for diagnosis of pneumothorax, based on lung sliding abolition which is a qualitative and operator-dependent assessment. Speckle tracking allows the quantification of structure deformation over time by analysing acoustic markers. We aimed to test ability of speckle tracking technology to quantify lung sliding in a selected cohort of patients and to observe how the technology may help the process of pneumothorax diagnosis.

Methods:

We performed retrospectively a pleural speckle tracking analysis on ultrasound loops from patients with pneumothorax. We compared the values measured by two observers from pneumothorax side with contralateral normal lung side. The Receiver Operating Characteristic (ROC) curve was constructed to evaluate the performance of maximal pleural strain to detect the lung sliding abolition. Diagnosis performance and time to diagnosis between B-Mode and speckle tracking technology were compared from a third blinded observer.

Results:

We analysed 104 ultrasound loops from 52 patients. The area under the ROC curve of the maximal pleural strain value to identify lung sliding abolition was 1.00 [95%CI: 1.00; 1.00]. Specificity was 100% [95%CI: 93%; 100%] and sensitivity was 100% [95%CI: 93%; 100%] with the best cut-off of 4%. Over 104 ultrasound loops, the blinded observer made two errors with B-Mode and none with speckle tracking. The median diagnosis time was 3 [2–5] seconds for B-Mode versus 2 [1–2] seconds for speckle tracking ($p = 0.001$).

Conclusion:

Speckle tracking technology allows lung sliding quantification and detection of lung sliding abolition in case of pneumothorax.

II. INTRODUCTION

A. Le pneumothorax

La plèvre est une membrane séreuse composée en continuité de deux feuillets ; un feuillet pariétal tapissant les côtes, le médiastin et le diaphragme et un feuillet viscéral tapissant les poumons et s'insinuant dans les scissures inter-lobaires. Ces deux feuillets délimitent entre eux l'espace pleural, zone de glissement essentielle à la mécanique ventilatoire. Celui-ci est rendu physiologiquement virtuel par la pression négative qui y règne en comparaison à la pression intra-alvéolaire [1].

Ainsi, le pneumothorax (PNO) est défini par la présence anormale d'air au sein de l'espace pleural. Celui-ci est responsable d'une élévation de la pression intra-pleurale entraînant une rétraction du parenchyme pulmonaire homolatéral sous l'effet de son élastance naturelle, du fait de la modification de la pression trans-pulmonaire [2].

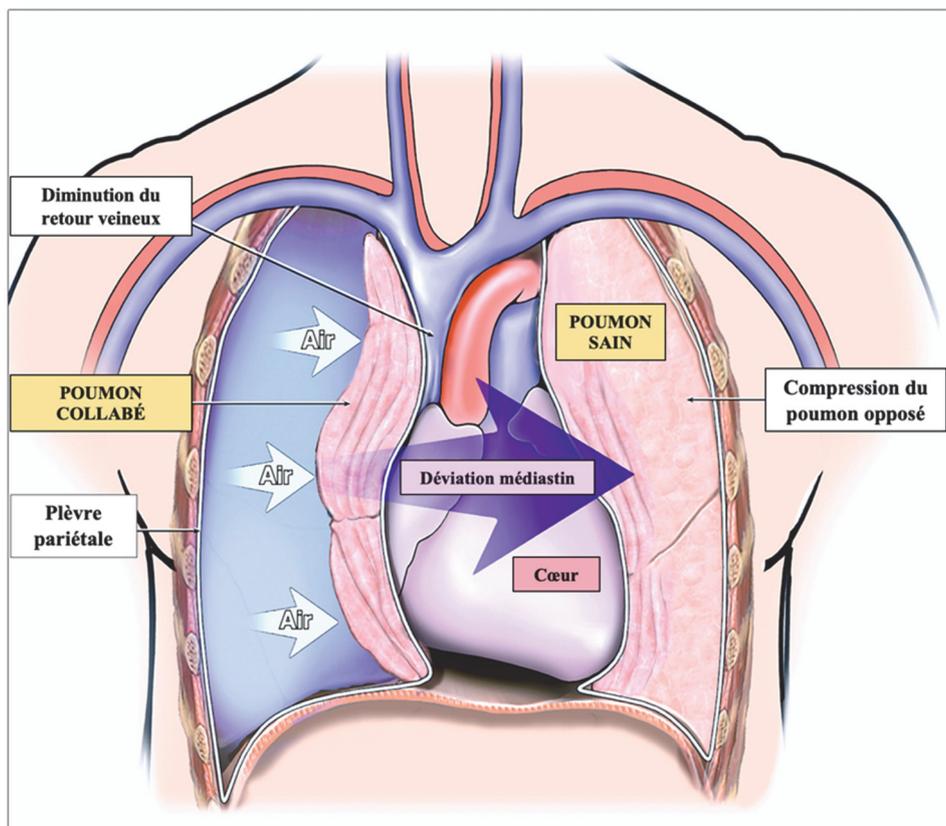


Figure 1 : Physiopathologie du pneumothorax compressif.

Ce mécanisme physiopathologique explique la gravité potentielle du PNO, lorsque celui-ci devient « compressif » par un effet de valve unidirectionnelle, laissant passer l'air dans l'espace pleural à l'inspiration mais empêchant sa sortie à l'expiration (Figure 1). Le PNO alors en tension entraîne une défaillance respiratoire mais aussi hémodynamique. Cette dernière est due à une chute du débit cardiaque par diminution du retour veineux et par la compression des cavités cardiaques. Le pronostic vital peut alors être engagé par tamponnade gazeuse jusqu'à l'arrêt cardio-circulatoire et le décès du patient [3].

Les étiologies du PNO sont multiples, et classiquement divisées en PNO dit « spontanés » primitifs ou secondaires, ou en PNO « secondaires » traumatiques ou iatrogènes. Le PNO spontané survient en dehors de tout traumatisme ou geste invasif. On le qualifie alors de primitif ou idiopathique lorsqu'il survient chez un patient sain, exempt de toute pathologie pulmonaire préexistante. Le PNO spontané secondaire survient quant à lui sur un poumon pathologique présentant des lésions à risque. Enfin, le PNO secondaire survient après effraction de la plèvre viscérale, soit par traumatisme direct ou indirect, ouvert ou fermé, soit par lésion iatrogène suite à la réalisation d'un geste invasif [4].

Cette pathologie est fréquente, notamment dans les services de réanimation et constitue du fait de son caractère potentiellement évolutif vers une forme grave, un véritable challenge diagnostique et thérapeutique pour la prise en charge des patients qui en sont atteints [5].

Le diagnostic positif tient compte à la fois des antécédents, de l'anamnèse, de la symptomatologie clinique du patient mais aussi des données d'imageries à la disposition du clinicien [6]. L'examen le plus sensible pour la détection du PNO est la tomodensitométrie (TDM) thoracique [7]. Cependant, il s'agit d'un examen coûteux, irradiant, souvent difficile à obtenir rapidement et nécessitant le transport du malade, parfois dangereux pour celui-ci. La radiographie thoracique de face (RT) est donc communément utilisée en première intention pour les patients suspects de PNO. Il est pourtant admis qu'il s'agit d'un examen peu fiable dans ce contexte, sa sensibilité étant insuffisante. Ainsi, la littérature décrit jusqu'à 70% de PNO « occultes », c'est-à-dire non visibles à la RT mais révélés par la TDM [8].

C'est dans ce contexte que l'échographie pleuro-pulmonaire (EPP) est progressivement apparue comme un outil diagnostique prometteur et performant dans le diagnostic de pathologies pulmonaires parenchymateuses et du PNO [9,10,11].

B. Echographie « Point-of-care »

L'échographie dite "Point of Care" ou Point of Care Ultra Sound (POCUS) est bien définie depuis 2011 [12]. Il s'agit d'une échographie simple et rapide, amenée et réalisée sur les lieux de la prise en charge du patient par un clinicien connaissant le contexte et l'examen clinique de celui-ci. Ses résultats sont souvent de type binaire ; oui ou non, immédiats, permettant ainsi d'être pris en compte en temps réel [12]. Ses champs d'applications sont multiples, principalement représentés par le guidage de réalisation de procédures invasives, le dépistage et le diagnostic de certaines pathologies mais aussi le monitoring des patients notamment en réanimation [13].

La miniaturisation et la simplification du matériel, l'amélioration de la qualité des images échographiques et de leurs définitions dans la littérature, ont progressivement amené l'échographie POCUS à passer de la main des radiologues à celles des médecins spécialistes. Elle est ainsi maintenant utilisée par de nombreuses spécialités : gynéco-obstétriciens, cardiologues, pneumologues, néphrologues, anesthésistes-réanimateurs et médecins urgentistes notamment.

Cet outil fiable, non invasif, reproductible, d'apprentissage rapide, immédiatement disponible auprès des patients améliorent la pertinence diagnostic des cliniciens et peut permettre la mise en place de mesures thérapeutiques immédiates notamment chez les patients de réanimation [14].

C. Échographie pleuro-pulmonaire

1. Généralités

L'EPP représente le deuxième type de POCUS le plus utilisé en réanimation après l'échographie cardiaque [14]. En routine elle permet une évaluation qualitative du poumon et de la plèvre. Elle aide au diagnostic de PNO, qu'ils soient spontanés ou secondaires, guide et contrôle l'efficacité du drainage lorsque celui-ci est indiqué [9-12-15-16-17]. En traumatologie, elle a été intégrée à la FAST échographie (Focus Assessment with Sonography for Traumas) ainsi nommée e-FAST (pour extended-FAST) [9]. Certains praticiens ont même abandonné la réalisation d'une RT systématique pour la prise en charge de patients traumatisés stables ou avec une EPP normale. [18-19-20]. Son utilisation est encadrée, depuis 2012 par des recommandations internationales [15].

2. Principes et sémiologie de l'EPP normale

La réalisation de l'EPP peut sembler « paradoxale » lorsque l'on connaît les principes échographiques de base, puisque les ultrasons ne passent pas à travers l'air ou les os. Pourtant, l'EPP a été bien définie au fil du temps, en étant principalement basée sur l'interprétation combinée d'images échographiques morphologiques (épanchement pleural liquidien, condensation pulmonaire par exemple) et d'artéfacts créés à partir de la ligne pleurale.

L'EPP repose alors sur une analyse dynamique des différents quadrants thoraciques. La sonde d'échographie est appliquée sur le thorax dans un espace intercostal dans une direction cranio-caudale sur ces quadrants. Les recommandations actuelles ne préconisent pas pour sa réalisation l'utilisation d'une sonde en particulier mais la sonde vasculaire linéaire superficielle de haute fréquence ou de la sonde d'échographie cardiaque permettent toutes deux une bonne analyse de la plèvre [21].

L'image physiologique de l'EPP montre entre deux cônes d'ombre (correspondants aux 2 côtes) une ligne horizontale hyperéchogène ; c'est la ligne pleurale. Cette ligne se déplace parallèlement à la sonde via un mouvement de « va-et-vient » synchrone de la respiration ; c'est le glissement pleural (GP), qui correspond au glissement physiologique des deux feuillets pleuraux. L'ensemble de ces images échographiques réalise le signe de la « chauve-souris » (Figure 2). En mode temps-mouvements (TM) la ligne pleurale est là encore bien visible, hyperéchogène, mobile et sous tendue par un granité immobile postérieur ; c'est le signe du « bord de mer » (Figure 3).

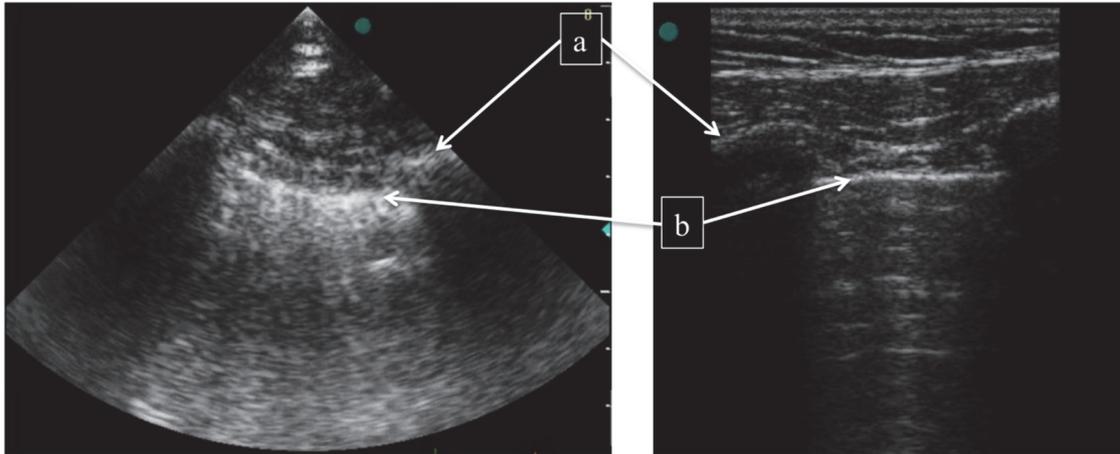


Figure 2 : EPP physiologique en mode B.

A gauche : EPP obtenue par utilisation d'une sonde échographique « cardiaque »

A droite : EPP obtenue par utilisation d'une sonde échographique « vasculaire »

a : Côtes ; *b* : ligne pleurale hyperéchogène.

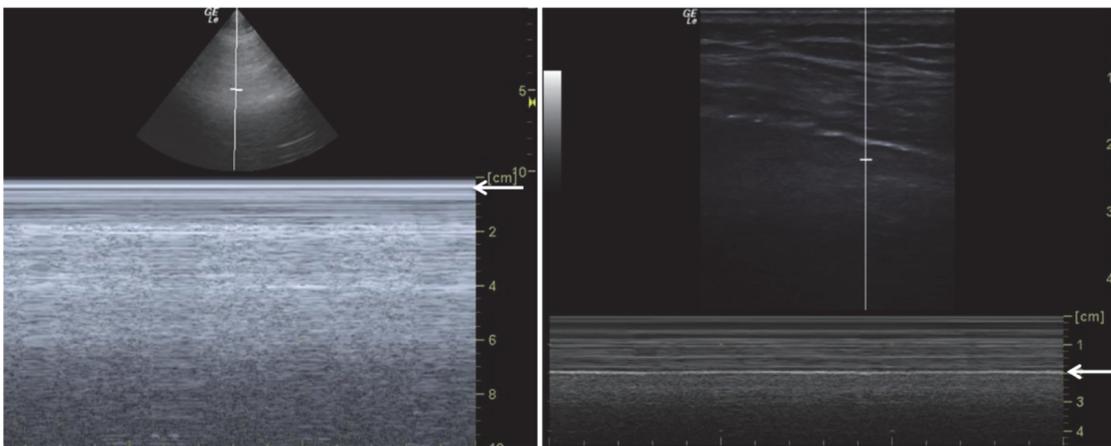


Figure 3 : EPP physiologique en mode TM.

A gauche : EPP obtenue par utilisation d'une sonde échographique « cardiaque »

A droite : EPP obtenue par utilisation d'une sonde échographique « vasculaire » ;

Après application du mode TM, aspect du « bord de mer ». La *flèche* représente la ligne pleurale.

3. Sémiologie échographique du PNO

Dans la démarche diagnostic de PNO par l'EPP, l'abolition du GP est le signe échographique le plus connu et le plus fréquemment recherché [18,22]. En effet, la présence d'un GP élimine le diagnostic de PNO alors que son absence le rend probable, en tenant compte du contexte clinique du patient [22,23]. En mode TM, l'abolition du GP est lui aussi visible : le signe du bord de mer est absent et apparaît alors un aspect de « code barre », composé par un ensemble de lignes A [24].

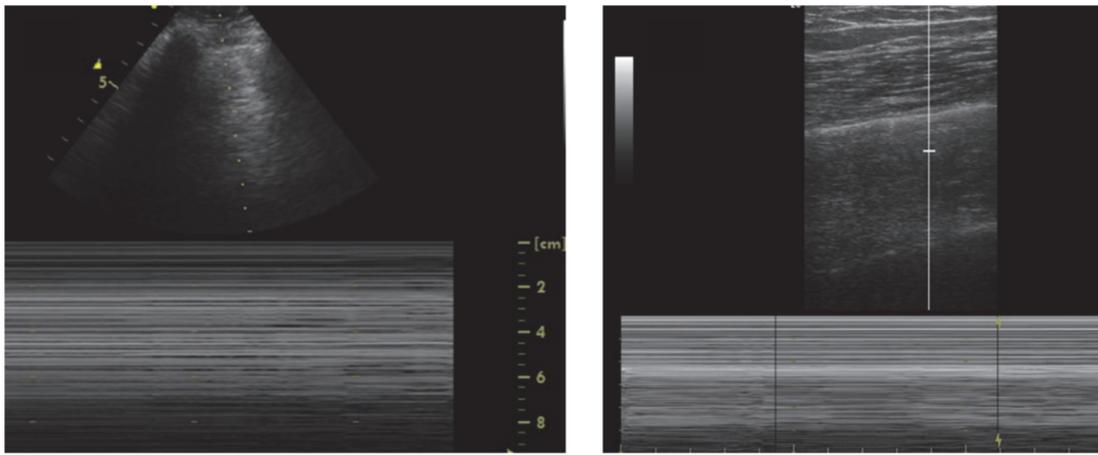


Figure 4 : EPP d'un PNO en mode TM.

A gauche : EPP de PNO obtenue par utilisation d'une sonde échographique cardiaque

A droite EPP de PNO obtenue par utilisation d'une sonde échographique vasculaire.

Après application du mode TM « aspect en code barre ».

D'autres signes échographiques utilisés en combinaison avec l'analyse du GP permettent par leurs présences d'éliminer le diagnostic de PNO (Figure 5) :

- Les lignes B ou « queues de comètes », qui sont de lignes mobiles verticales partant de la ligne pleurale, qui s'élargissent et s'étendent sur toute la hauteur du poumon, effaçant les lignes A [25].
- La visualisation d'images échographiques morphologiques comme un épanchement pleural liquidien ou une condensation pulmonaire. En effet la présence d'air même en faible quantité empêcherait leurs visualisations par blocage des ultrasons.

- La présence d'un pouls pleural, représentant la transmission de l'onde de pouls cardiaque sur la plèvre, visible en mode TM, implique que les deux feuillets pleuraux soient apposés l'un sur l'autre [26].

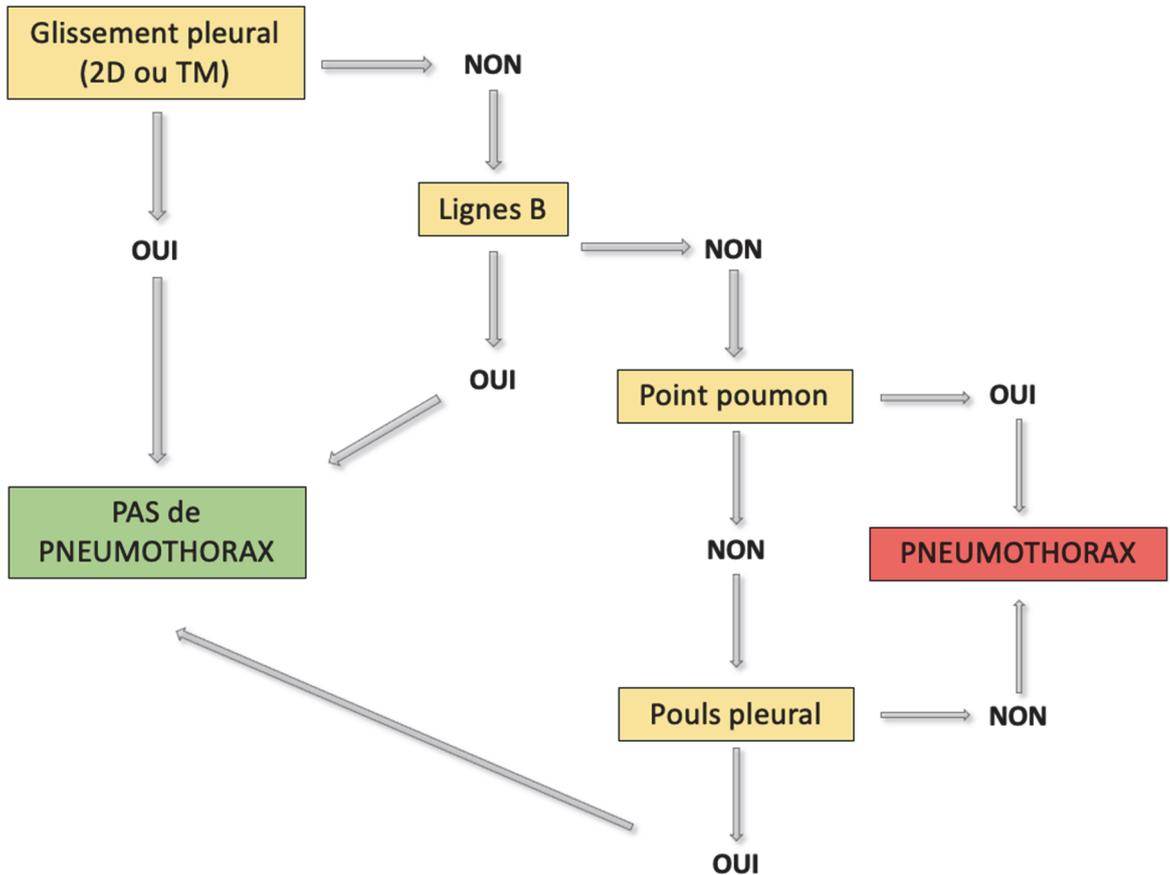


Figure 5 : Algorithme diagnostique échographique du PNO.

Enfin, seule la présence d'un « point-poumon » est pathognomonique du pneumothorax. Il s'agit de la zone d'intersection entre le poumon sain et la zone de décollement. On observe en fonction du cycle respiratoire, l'alternance de caractéristiques échographiques de PNO et celles de poumon sain. Il n'est cependant visible que si le PNO est incomplet et sa sensibilité reste faible [27].

Au final, toutes ces techniques échographiques même combinées ne permettent qu'une approche d'évaluation qualitative de la plèvre dans le cadre du diagnostic de PNO, et leurs sensibilités et spécificités restent variables et dépendantes de l'opérateur qui les réalise [28,29,30,31].

1. Échographie 2D STRAIN

L'échographie de 2D-strain est une technique échographique non invasive de nouvelle génération utilisant la technologie de « speckle tracking ». Elle permet la détection et le suivi de marqueurs acoustiques appelés « kernels », et analyse ainsi leur déformation longitudinale globale au cours du temps [32,33]. Le STRAIN est exprimé en pourcentage de modification par rapport à la dimension originelle selon la formule suivante :

$$S (\text{strain longitudinal}) = L-L0 / L0$$

où L0 est la longueur initiale

Cette technique échographique simple et reproductible est maintenant utilisée fréquemment en cardiologie et est supérieure à l'échographie conventionnelle pour la détection des dysfonctions myocardiques [34]. Plus récemment elle a également prouvé sa supériorité dans l'évaluation de l'épaississement diaphragmatique par rapport aux techniques échographiques standards [35,36].

Un cas clinique a démontré que cette technique pouvait également s'appliquer à la plèvre. En effet, elle semble permettre la quantification du GP à la fois sur le poumon sain et celui atteint de PNO [37]. La valeur de strain pleural semble être d'autant plus importante que le GP est quantitativement important. Ainsi, il s'agit de la première approche d'évaluation quantitative de la plèvre décrite dans la littérature.

2. Objectifs de l'étude

L'objectif principal de notre étude est de comparer les valeurs maximales longitudinales de STRAIN pleural de patients avec un GP normal par rapport aux valeurs obtenues sur des patients avec abolissement du GP, représentés par une cohorte de patients porteurs de PNO.

L'objectif secondaire de l'étude est de décrire la reproductibilité de cette technique entre deux observateurs indépendants, représentés par un médecin senior et un interne d'Anesthésie-Réanimation. Enfin, le troisième objectif est d'observer comment les différentes valeurs et informations obtenues via l'analyse par speckle tracking peuvent aider dans le processus diagnostique de PNO.

Notre hypothèse principale est qu'il est possible de quantifier le GP par technique échographique de speckle tracking et que cela permet d'améliorer les performances diagnostiques de l'échographie pour détecter l'abolissement du GP en comparaison aux techniques échographiques standard en mode 2D.

III. METHODE

A. Considérations éthiques

L'étude a été approuvée par le comité national d'éthique de la Société Française d'Anesthésie Réanimation sous le numéro CERAR-00010254-2019-038. En accord avec la loi Française, l'accord éclairé du patient n'était pas nécessaire du fait du caractère bénin de l'étude [38]. Aucun évènement indésirable n'était attendu lors de ce protocole.

Nous avons effectué une analyse rétrospective de données obtenues de manière prospective à partir de TDM thoraciques et d'EPP. Ces différentes données ont été collectées dans quatre services (deux services d'Urgences et deux services de Soins intensifs et Réanimation), au sein de trois CHU : Hôpital Nord de Marseille, Hôpital de la Timone de Marseille, et CHU de Nîmes, sur la période de Juillet 2018 à Mars 2019.

B. Critères d'inclusion et d'exclusion

Tous les patients avec un diagnostic de PNO étaient considérés comme éligibles à notre étude et screenés à partir de registres informatiques utilisant les outils nationaux de codages diagnostics. Tous les patients chez qui était réalisé une EPP enregistrée et stockée dans l'appareil d'échographie ainsi qu'une TDM thoracique pour confirmer le diagnostic de PNO ont été inclus.

Les patients porteurs de PNO bilatéraux, l'absence de monitoring cardiaque durant la réalisation de la boucle échographique, une durée de boucle d'échographie enregistrée de moins de trois secondes et enfin la réalisation de l'échographie par un opérateur non défini parmi les quatre investigateurs expérimentés dans notre étude ont été exclus.

C. Recueil des données

Les données d'EPP ont été collectées de manière prospective chez tous les patients admis avec un PNO suspecté durant la période de l'étude. Les EPP étaient réalisées dès l'admission des patients conformément aux recommandations et selon un protocole décrit lors de précédentes études [20,39]. Secondairement seules les bouches d'EPP effectuées par des investigateurs prédéfinis (GD, XB, LM, TM) ont été sélectionnées rétrospectivement. Ces investigateurs étaient composés de quatre médecins seniors entraînés et fort d'expérience dans le domaine de l'EPP.

Les appareils d'échographies utilisés étaient le General Electric (GE) Vivid IQ ou le GE Vivid S60 (GE HealthCare, Chicago, Illinois, USA). La sonde échographique utilisée était une sonde linéaire de 7,5 MHz.

Pour chaque patient, deux fenêtres échographiques étaient examinées par l'observateur, correspondant aux deux quadrants antéro-supérieurs thoraciques (4^{ème}/5^{ème} espace intercostal en regard de la ligne médio-claviculaire), chez des patients en décubitus dorsal. La sonde échographique linéaire était ainsi placée de manière longitudinale sur la paroi thoracique jusqu'à obtenir l'image précédemment décrite de « chauve-souris », afin de s'assurer de la bonne qualité de l'image échographique. Toutes les boucles échographiques réalisées et enregistrées étaient d'une durée minimale de trois secondes et associées à un monitoring cardiaque par électrocardiogramme. L'ensemble des images échographiques étaient systématiquement effectuées avant la TDM thoracique. Cette dernière était réalisée à l'admission chez les patients admis pour un traumatisme grave ou afin de confirmer les diagnostics de PNO dans tous les autres cas.

Toutes les autres données de notre étude telles que l'âge, le sexe, le poids, la taille, le côté du PNO, la présence d'un dispositif de drainage thoracique, la fréquence respiratoire, le mode ventilatoire du patient (ventilation spontanée ou ventilation mécanique) ont été recueillis au moment de la réalisation des EPP. Chez les patients ventilés, le volume courant a également été noté.

D. Protocoles d'analyses des boucles EPP

Dans un second temps, les boucles échographiques ont été analysées à l'aide du logiciel informatique *EchoPac*™ (GE HealthCare ; Chicago, Illinois, USA), sur un ordinateur portable délocalisé, après leurs exportations depuis les différents appareils d'échographie.

Un premier observateur (GD), en ouvert sur le côté du PNO, a enregistré sur le logiciel pour chaque patient inclus, une boucle échographique du côté sain et une boucle échographique du côté du PNO en mode B. Le filtre de speckle tracking a été appliqué manuellement sur la plèvre en utilisant le mode d'échocardiographie apicale à deux chambres (A2C) du logiciel *EchoPac*™ (Annexe 2). Ce filtre est représenté par une région d'intérêt (ROI pour Region Of Interest), elle-même composée de trois segments colorés : un jaune, un bleu et un vert. Les ROI étaient positionnées de telle sorte que la ligne pleurale corresponde à la

limite supérieure et le poumon à la limite inférieure (Annexe 3 et 4). L'application du filtre de speckle tracking s'effectuait après avoir sélectionné manuellement le premier cycle respiratoire (composé d'une inspiration et une expiration) à l'aide de la courbe respiratoire obtenue par le monitoring du patient lors de l'acquisition échographique (Annexe 2). En cas d'absence de courbe respiratoire disponible, le cycle respiratoire était défini comme étant situé par deux mouvements visuels complets de la paroi thoracique.

Après avoir vérifié visuellement le bon suivi du mouvement pleural par la ROI positionnée, les trois différents segments étaient validés manuellement pour pouvoir effectuer leurs analyses par le logiciel (Annexe 5). Chaque analyse permettait d'obtenir trois informations majeures (Annexe 8) :

- La valeur quantitative maximale de strain longitudinal de chacun des trois segments de la ROI sélectionnée
- Un graphique représentant le déplacement de chaque segment sur la période d'analyse. Celui-ci est composé par trois courbes indépendantes représentant les valeurs de strain longitudinal de chaque segment dans le temps.
- Une boucle vidéo en temps réel montrant le suivi ou « tracking » de la ROI de chaque segment pendant le temps analysé.

Une quatrième fenêtre composée par un diagramme de couleurs représentant la variation de la déformation de chaque segment était également affichée mais n'a pas été utilisée dans notre étude.

Les valeurs absolues de strain longitudinal pleural de chacun des segments ont été rapportées après le réglage manuel de deux curseurs : le curseur initial et le curseur d'analyse (correspondant à la fermeture de la valve aortique dans le suivi des taches cardiaques) afin d'inclure la variation maximale de strain pleural (Annexe 7). Pour chaque boucle échographique, trois mesures ont été effectuées puis moyennées pour donner une seule valeur de strain longitudinal pleural moyenne de la ROI en question.

Un deuxième observateur, lui en aveugle du diagnostic de PNO (CC) a ensuite analysé les mêmes boucles échographiques en mode B dans un ordre défini de manière aléatoire. Toutes les mesures de strain longitudinal pleural ont été effectuées de la même manière que précédemment décrit, là encore à trois reprises pour chaque segment, puis ont été moyennées.

Enfin, un troisième observateur (LZ), lui aussi en aveugle, expérimenté en échographie pleurale à la fois en mode B et par la technique de speckle tracking, a analysé simultanément par paire (boucle échographique en mode B et ensemble des données obtenues après application du filtre de speckle-tracking) les boucles échographiques coté sain et côté PNO, dans un ordre aléatoire préétabli. Afin d'éviter tout biais lié à l'application du filtre par speckle tracking sur les boucles en mode B pouvant influencer son évaluation par préexposition, le filtre a été appliqué par le deuxième observateur (CC) et présenté directement au troisième observateur (LZ). Le temps (en secondes) entre le début de l'analyse de la boucle échographique et la conclusion d'un diagnostic de PNO ou non a été mesuré.

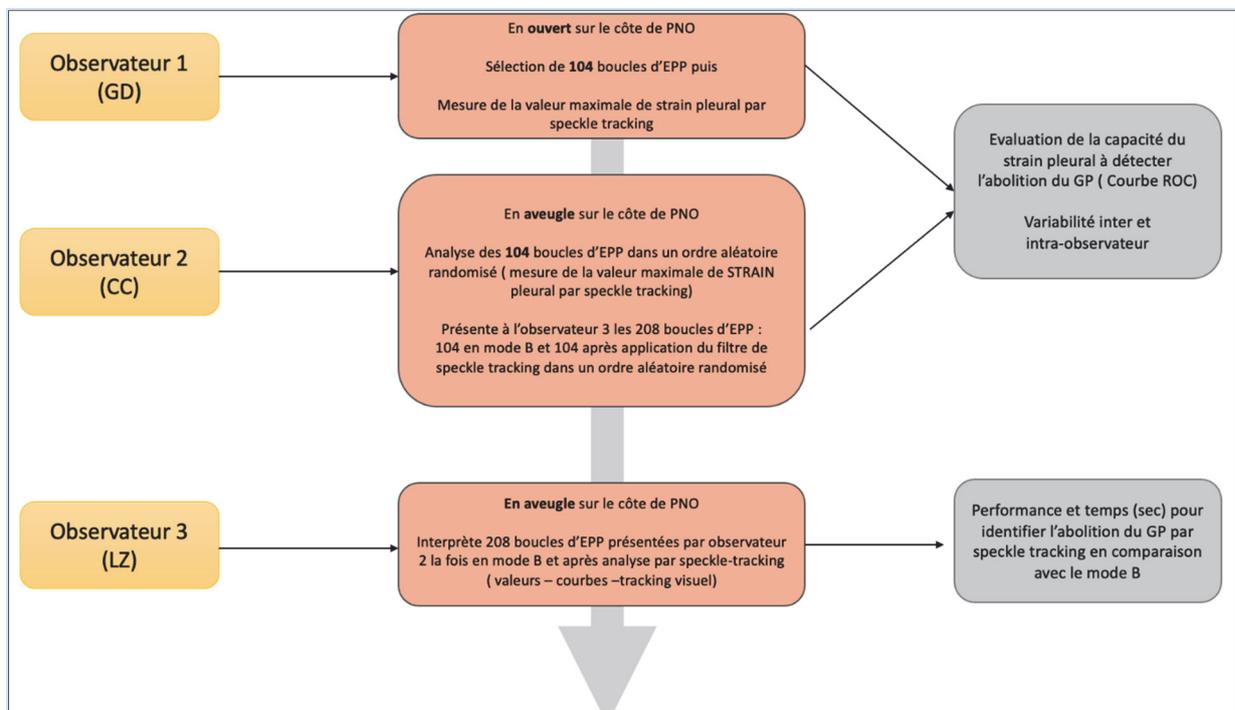


Figure 5 : Schéma résumant les rôles et la chronologie des trois observateurs de l'étude.

E. Analyses statistiques

La courbe Receiver operating characteristics ou courbe ROC a été construite afin d'évaluer la performance du strain pleural longitudinal maximal à détecter l'abolition du GP. La meilleure valeur seuil a été définie en utilisant la méthode de Youden. Les différentes mesures de précision (sensibilité, spécificité, valeur prédictive positive, valeur prédictive négative, rapports de vraisemblance) ont été estimées avec un intervalle de confiance (IC) de 95%, en fonction de cette valeur seuil. Les variabilités inter-observateur et intra-observateur ont été évaluées en comparant les mesures effectuées par le médecin senior (GD) et le médecin junior, interne en quatrième année de Diplôme d'études supérieures (DES) d'Anesthésie-Réanimation (CC) en utilisant le coefficient de corrélation intra-classe. Toutes les analyses ont été effectuées à la fois sur les mesures réalisées sur le côté avec un GP normal et sur celles réalisées du côté de l'abolition du GP.

L'investigateur junior a été formé au préalable pour l'étude afin de réaliser la technique d'analyse par speckle tracking sur un total de cinq boucles d'échographies avec GP normal et cinq boucles échographiques de PNO.

Enfin, nous avons comparé la performance diagnostic du troisième investigateur à détecter la présence ou l'absence de GP, entre le mode-B et la technologie par speckle tracking, en utilisant le test de Wilcoxon.

Les données ont été analysées par le logiciel R-software version 3.5.3 (R Core Team (2013) ; R : Foudation for Statistical Computing Vienna, Austria, URL <http://www.R-project.org/>). Tous les tests ont été effectués en analyse bivariée et le seuil de $p < 0,05$ était considéré comme statistiquement significatif.

IV. RESULTATS

A. Diagramme de flux

Durant la période de l'étude, 661 patients ont été admis pour un traumatisme sévère ou pour la suspicion d'un PNO spontané sur les 3 centres d'inclusion. 52 patients ont été inclus dans l'étude après application des critères d'exclusions. Le flow chart de l'étude est représenté dans la Figure 6.

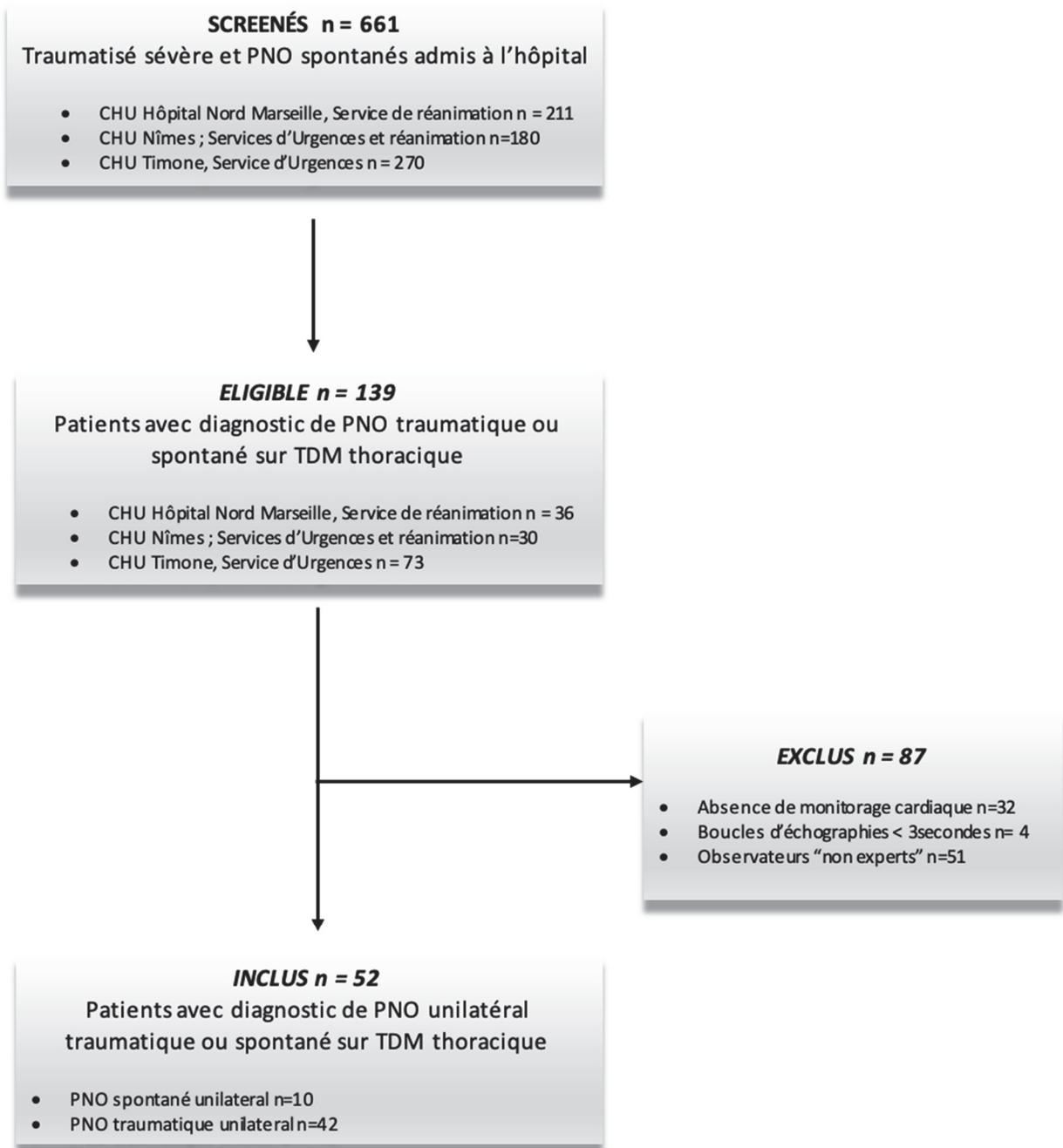


Figure 6 : Flow chart de l'étude.

B. Caractéristiques des patients

Les caractéristiques des patients sont décrites dans la Table 1. Notre cohorte était majoritairement représentée par des hommes (n=44 ; 85%), jeunes (âge médian 43 ans). L'origine du pneumothorax était le plus souvent post-traumatique (n=42 ; 81%). Au total, dix patients étaient sous ventilation mécanique, avec des paramètres de ventilation protectrice standard.

	Patients (n=52)
Sexe masculin	44 (85)
Age (années)	43 [27 ; 53]
Poids (kilogrammes)	70 [62 ; 79]
Taille (centimètres)	175 [170 ; 180]
Caractéristiques du pneumothorax	
Droit	25 (48)
Gauche	27 (52)
Complet	20 (39)
Antérieur ou antero-lateral	32 (61)
Contusions controlatéral	11 (27)
Ventilation mécanique	10(19)
Volume courant (ml)	450 [450 ; 490]
Volume courtant (ml/kg poids idéal)	5.9 [5.6 ; 6.2]
Fréquence respiratoire par minute	24 [20 ; 26]
Motifs d'admission	
Suspicion de PNO spontané	10 (19)
Traumatisme	42 (81)
SAPS II score	30 [21 ; 50]

Valeurs en pourcentage (%) ou médiane [25eme ; 75eme percentile]. Les valeurs ont été arrondies. SAPS : Simplified Acute Physiology Score.

Table 1 : Caractéristiques des patients de l'étude.

C. Résultat principal et résultats secondaires

Au total, 104 boucles d'EPP ont été analysées (52 côté PNO et 52 côté poumon avec GP normal). La valeur moyenne obtenue du strain pleural longitudinal maximal était de 1% (\pm 1) du côté du GP aboli versus 46% (\pm 32) du côté GP normal ($p < 0.001$). Les résultats sont montrés dans la Figure 7.

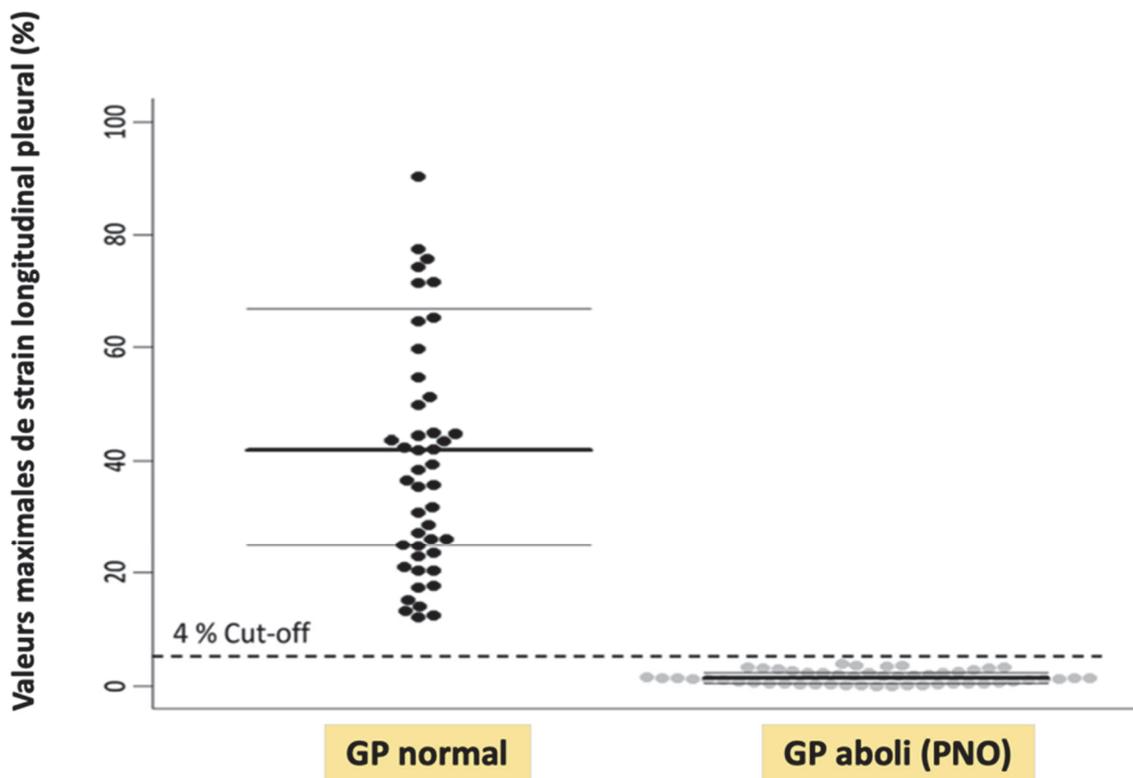


Figure 7 : Valeurs de strain longitudinal pleural pour le poumon normal et pour le PNO.
GP : glissement pleural ; PNO : pneumothorax.

Aucune différence n'a été trouvée entre les 10 patients sous assistance respiratoire et les 42 patients en ventilation spontanée dans la valeur moyenne du strain pleural longitudinal maximal du côté du GP aboli 1% (± 1) vs. 1% (± 1) ; $p=0.9$ et du côté GP normal 44% (± 29) vs 47% (± 33) ; $p = 0.8$.

L'aire sous la courbe ROC du strain pleural longitudinal maximal pour identifier le PNO était de 1.00 [95% CI 1.00; 1.00]. Pour détecter une boucle échographique de PNO, la spécificité était de 100% [95% CI 93% ; 100%] et la sensibilité était 100% [95% CI 93% ; 100%] en considérant la meilleure valeur seuil du strain pleural longitudinal maximale de 4% (Figure 8). La valeur prédictive positive, la valeur prédictive négative, le rapport de vraisemblance positif et le rapport de vraisemblance négatif était respectivement de 100% [95% CI 93% ; 100%], 100% [95% CI 93% ; 100%], infini et 0.

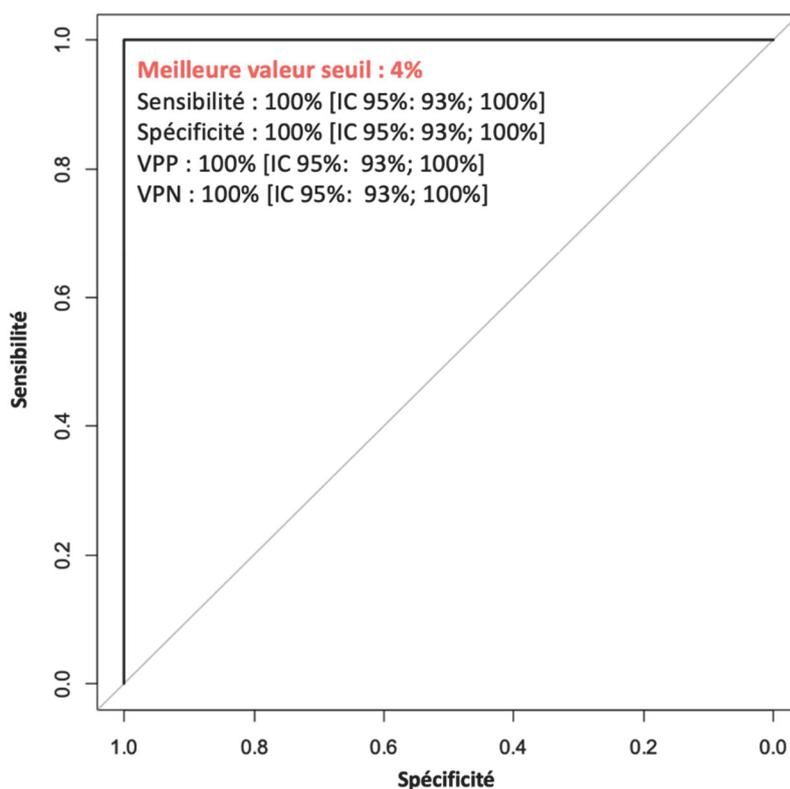


Figure 8 : Courbe ROC.

L'analyse des valeurs de strain pleural maximal longitudinal sur les boucles échographiques avec un GP normal ont montré un coefficient de corrélation intra-classe intra-observateur de 0.88 [IC 95% : 0.82; 0.94] et inter-observateur de 0.18 [IC 95% : 0.07; 0.26]. La même analyse sur les boucles échographiques de PNO a montré un coefficient de corrélation intra-classe intra-observateur de 0.74 [IC 95% : 0.61; 0.82] et inter-observateur de 0.52 [IC 95% 0.29; 0.71].

		CCI	CCP
Analyse intra-observateurs	<i>GP normal</i>	0,88 [0,82 ; 0,94]	0,89 [0,87 ; 0,91]
	<i>PNO</i>	0,74 [0,61 ; 0,82]	0,78 [0,73 ; 0,82]
Analyse inter-observateurs	<i>GP normal</i>	0,18 [0,07 ; 0,3]	0,27 [0,0 ; 0,51]
	<i>PNO</i>	0,52 [0,29 ; 0,71]	0,53 [0,3 ; 0,7]

Table 2 : Variabilités intra et inter-observateurs.

CCI : coefficient de corrélation intra-classe. *CCP* Coefficient de corrélation de Pearson.

Les analyses de la variabilité intra-observateur ne montrent pas de différences entre le médecin senior (GD) et le médecin junior (CC).

Après analyse d'un total de 52 boucles échographiques avec GP normal et 52 avec PNO en mode B 2D et après analyse par speckle tracking (soit un total de 208 boucles) , le troisième observateur en aveugle a effectué 102 diagnostics corrects sur 104 en mode B (avec une sensibilité et spécificité respectivement de 95% [IC 95% :88%; 99%] et 100% [IC 95% : 92%; 100%]) et n'a commis aucune erreur diagnostique avec la technique de speckle tracking (avec une sensibilité et spécificité respectivement de 100% [IC 95% : 92%; 100%] et 100% [IC 95% : 92%; 100%]).

V. DISCUSSION

A notre connaissance, il s'agit de la première étude montrant qu'il est possible de quantifier le GP. Ainsi, la mesure de la déformation longitudinale globale pleurale aussi appelée strain longitudinal pleural différencie avec une excellente performance le GP pleural normal et son abolition en cas de PNO. Ces résultats sont encourageants pour de futures études.

Cette nouvelle technique d'analyse par speckle tracking permet d'interpréter le GP via l'utilisation d'une valeur seuil pour diagnostiquer son abolition. Dans notre étude, la valeur maximale de strain pleural longitudinal était systématiquement inférieure à 4% du côté où le GP était aboli.

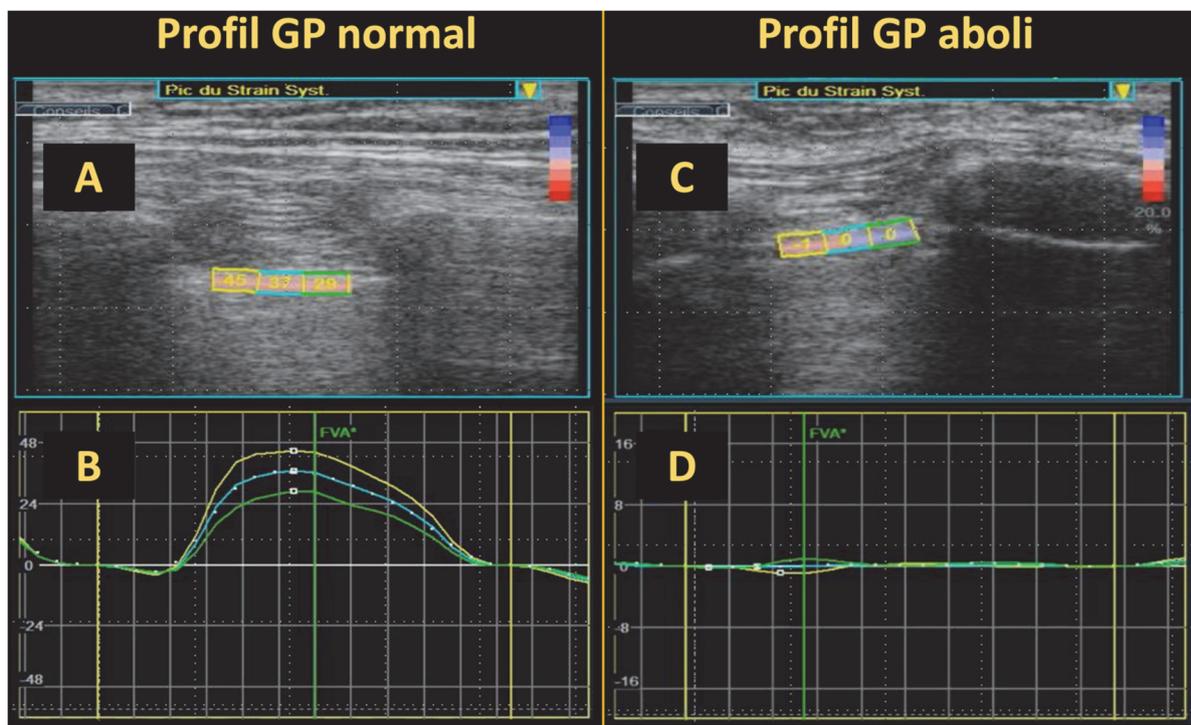


Figure 10 : Profils type du GP normal et du GP aboli en analyse par speckle-tracking.

A Valeurs de strain pleural longitudinal maximal de chaque segment de la ROI pour le GP normal **B** Courbes des valeurs de strain au cours du temps de chaque segment en cas de GP normal. Les carrés blancs correspondent à la valeur maximale de strain pleural pour chaque segment. Les valeurs de strain varient au cours du temps du fait du GP induit par la ventilation spontanée. *C Valeurs de strain pleural longitudinal maximal de chaque segment de la ROI pour le GP aboli.* **D** Courbes des valeurs de strain au cours du temps de chaque segment en cas de GP aboli. Les courbes restent linéaires malgré la ventilation et les mouvements thoraciques.

De plus, il est possible d'utiliser en complément des valeurs quantitatives de strain d'autres données obtenues par le logiciel. En effet l'analyse de chaque segment pleural nous permet d'obtenir le graphique des valeurs de strain au cours du temps ainsi qu'une vidéo du « tracking » visuel en temps réel. Ces données utilisées simultanément permettent une performance diagnostic plus rapide en comparaison au mode B classique. Cette analyse multimodale permet au total de déterminer des profils types de GP : présence, absence, ou point poumon. Ces mêmes profils ont été précédemment décrits dans un cas clinique et sont illustrés dans la figure 10 [37].

L'analyse du GP constitue la pierre angulaire dans l'évaluation de l'EPP pour le diagnostic de PNO [23]. Le GP reflète le contact entre la plèvre pariétale et la plèvre viscérale durant la ventilation [9]. La présence d'un GP ou de tout autre signe échographique du parenchyme pulmonaire comme la présence de lignes B traduisent le passage des ultrasons à travers la plèvre et excluent donc la présence d'un PNO [18,25]. Toutefois, l'abolition du GP n'est pas suffisante pour confirmer ce dernier par manque de spécificité puisqu'elle peut être également due à d'autres situations cliniques. En effet, une apnée, une intubation oro-trachéale sélective ou une atélectasie par exemple sont elles aussi responsables d'une abolition du GP. En pratique, ces diagnostics différentiels du PNO sont exclus non seulement à l'aide de différents signes échographiques mais également grâce à l'anamnèse et au contexte clinique du patient [25,26,27]. Cependant, dans certaines situations, le diagnostic de PNO reste difficile [18]. Dans une méta-analyse de 17 études, Staub et al. ont déterminé que l'absence de GP associé à l'absence de lignes B étaient les signes échographiques les plus fréquemment rapportés dans le cadre de PNO, avec une sensibilité de 81% (IC95% : 71% ; 88%) et une spécificité de 98% (IC95% : 97% ; 99%). La faible sensibilité « relative » est due au fait que l'évaluation du GP par ces signes échographiques permet une analyse purement qualitative, dépendante des connaissances, des techniques utilisées et de l'expérience de l'opérateur [29]. Ces variabilités inter-observateurs sont retrouvées dans de nombreuses études, et ce d'autant plus que l'EPP est réalisée dans des conditions difficiles [28]. Inversement il est décrit que certaines conditions peuvent imiter la présence d'un GP malgré la présence d'un PNO et aboutir à des faux négatifs comme par exemple, en période post opératoire de pneumonectomies [30,31,40].

C'est dans ce contexte que des techniques échographiques complémentaires ont été évaluées afin d'en améliorer la sensibilité. Le mode TM aide au diagnostic de PNO et ce

d'autant plus que l'opérateur est peu expérimenté dans le domaine mais la spécificité reste faible (60% seulement) [41]. Plus récemment l'analyse de la plèvre par doppler couleur et doppler pulsé ou encore l'utilisation de technique d'Intelligence artificielle pour examiner le GP ont été décrites [42,43]. Pourtant, derrière leurs bonnes performances diagnostics, ces outils ne permettent toujours qu'une analyse qualitative et n'ont pas montré de supériorité dans la pratique clinique en comparaison avec le mode B classique [26,41,42].

Nous supposons que la quantification du GP par speckle tracking peut devenir d'un grand intérêt non seulement pour le PNO, mais aussi pour le diagnostic d'autres pathologies pulmonaires ou pleurales, ou encore même dans l'évaluation des stratégies ventilatoires chez des patients présentant un SDRA [44].

Notre étude présente plusieurs limites. Tout d'abord méthodologiques puisque les analyses ont été effectuées de manière rétrospective sur des boucles échographiques que nous avons sélectionnées. De plus notre cohorte était exclusivement représentée par des patients chez qui un diagnostic de PNO était confirmé. Par conséquent, nous ne pouvons pas conclure à la capacité propre de l'analyse par speckle tracking à effectuer le diagnostic de PNO. De plus, nous n'avons pas évalué cette technique d'analyse chez des patients avec une intubation sélective, qui pour rappel est également responsable de l'abolition du GP. Bien que ce diagnostic puisse être différencié du PNO par la détection ou non d'un pouls pleural en échographie standard, les futures études devront déterminer la capacité propre de l'analyse par speckle tracking à différencier des cas de GP aboli, avec ou sans pouls pleural [26]. Par ailleurs, notre cohorte était représentative de patients habituellement porteurs de PNO (patients de sexe masculin, âge jeune, non obèse), mais des études supplémentaires sont nécessaires pour pouvoir extrapoler cette technique à une plus large population, comme par exemple à des patients obèses ou porteurs de comorbidités. Enfin, la grande qualité des boucles échographiques utilisées dans notre étude étaient assurées par des opérateurs experts dans la technique. De ce fait, nos résultats peuvent différer si la technique est utilisée par des opérateurs moins expérimentés dans le domaine de l'EPP.

Deuxièmement, notre étude présente des limites techniques. En effet, les logiciels d'analyse actuellement disponibles ne permettent pas d'appliquer la technique d'analyse de la plèvre par speckle tracking en temps réel. En effet, ces logiciels ne fonctionnent pas lorsque l'on utilise une sonde échographique linéaire. De plus, ils ne peuvent effectuer l'analyse que

lorsqu'ils détectent la présence d'une cavité ventriculaire cardiaque. Cette technique ne peut donc pas être utilisée actuellement en pratique clinique courante au lit du malade mais ouvre des perspectives de nouveaux champs d'évaluation du GP. En effet, nous supposons que l'analyse de la plèvre par speckle tracking pourrait être développée facilement dans les appareils d'échographie pour l'évaluation de l'EPP, après configuration et intégration du logiciel d'analyse. En effet, son utilisation a déjà été détournée de son utilisation première pour l'évaluation du raccourcissement diaphragmatique, avec des résultats positifs [35].

Troisièmement, nous avons observé une faible corrélation inter-observateurs dans le cas du GP normal, malgré une bonne corrélation intra-observateur et ce quel que soit l'observateur analysé, médecin senior ou interne. Il semble par ailleurs que l'analyse pleurale par technique de speckle tracking peut être effectuée par n'importe quel observateur si celui-ci reçoit une formation appropriée. La mauvaise corrélation inter-observateur est probablement la conséquence de la sélection manuelle du cycle respiratoire, qui est donc toujours dépendante de l'opérateur qui effectue l'analyse. Cette limite pourrait être résolue via l'utilisation de techniques de mesures automatiques en temps réel lors de la réalisation de l'EPP. En effet, des technologies de mesures automatiques sont déjà utilisées en échocardiographie et présentent des résultats prometteurs [45,46]. Cette hypothèse est d'autant plus probable que des technologies permettant la détection automatique de la ligne pleurale ont déjà été décrites dans la littérature [43].

VI. CONCLUSION

La technologie d'échographie et d'analyse par speckle tracking permet pour la première fois une quantification du GP et une détection parfaite de son abolition dans une cohorte rétrospective de patients avec un diagnostic de PNO.

La quantification du GP par l'utilisation de cette technique devrait ouvrir de nouvelles perspectives d'applications, à la fois dans cette pathologie, mais aussi dans l'évaluation du stress alvéolaire ou d'autres pathologies pleurales ou pulmonaires.

Nos résultats nécessitent cependant d'être confirmés à l'avenir par des études prospectives sur une population non exclusivement représentée par des patients atteints de PNO.

VII. REFERENCES

1. P. Kamina; Tome III Anatomie clinique, 3^e edition, 2009.
2. Bauman MH, Noppen M. Pneumothorax. *Respirology*. 2004;9(2):157-164.
3. Zhang M, Liu ZH, Yang JX, Gan JX, Xu SW, You XD, Jiang GY (2006) Rapid detection of pneumothorax by ultrasonography in patients with multiple trauma. *Crit Care* 10: R112.
4. Zarogoulidis P, Kioumis I, Pitsiou G, et al. Pneumothorax: from definition to diagnosis and treatment. *J Thorac Dis*. 2014;6(Suppl 4): S372-S376
5. Lichtenstein D (2014) Lung ultrasound in the critically ill. *Curr Opin Crit Care* 20:315–322.
6. Lichtenstein DA (2015) BLUE-protocol and FALLS-protocol: two applications of lung ultrasound in the critically ill. *Chest* 147:1659–1670.
7. MacDuff A, Arnold A, Harvey J. Management of spontaneous pneumothorax: British Thoracic Society pleural disease guideline 2010 *Thorax* 2010
8. Charbit J, Millet I, Maury C et al (2015) Prevalence of large and occult pneumothoraces in patients with severe blunt trauma upon hospital admission: experience of 526 cases in a French level 1 trauma center. *Am J Emerg Med* 33:796–801.
9. Kirkpatrick AW, Sirois M, Laupland KB et al (2004) Hand-held thoracic sonography for detecting post-traumatic pneumothoraces: the extended focused assessment with sonography for trauma (EFAST). *J Trauma* 57:288–295.
10. Alrajhi K, Woo MY, Vaillancourt C (2012) Test characteristics of ultrasonography for the detection of pneumothorax: a systematic review and meta- analysis. *Chest* 141:703–708.
11. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E et al (2004) Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology* 100:9–15.
12. Moore CL, Copel JA (2011) Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med* 364:749–757.
13. Bobbia X, Zieleskiewicz L, Pradeilles C, et al. The clinical impact and prevalence of emergency point-of-care ultrasound: A prospective multicenter study. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2017;36(6):383-389.
14. Zieleskiewicz L, Muller L, Lakhil K, Meresse Z, Arbelot C, Bertrand P-M, et al. Point-of-care ultrasound in intensive care units: assessment of 1073 procedures in a multicentric, prospective, observational study. *Intensive Care Med*. 2015 ;41(9) :1638–47.

15. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M et al (2012) International evidence- based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med* 38:577–591.
16. Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E et al (2004) Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. *Anesthesiology* 100:9–15.
17. Targhetta R, Bourgeois JM, Chavagneux R, Balmes P (1992) Diagnosis of pneumothorax by ultrasound immediately after ultrasonically guided aspiration biopsy. *Chest* 101:855–856.
18. Staub LJ, Biscaro RRM, Kaszubowski E, Maurici R (2018) Chest ultrasonography for the emergency diagnosis of traumatic pneumothorax and haemothorax: a systematic review and meta-analysis. *Injury* 49:457–466.
19. Hamada SR, Delhaye N, Kerever S et al (2016) Integrating eFAST in the initial management of stable trauma patients: the end of plain film radiography. *Ann Intensive Care* 6:62.
20. Zieleskiewicz L, Fresco R, Duclos G et al (2018) Integrating extended focused assessment with sonography for trauma (eFAST) in the initial assessment of severe trauma: impact on the management of 756 patients. *Injury* 49:1774–1780.
21. Bobbia X, Abou-Badra M, Hansel N, et al. Changes in the availability of bedside ultrasound practice in emergency rooms and prehospital settings in France. *Anaesth Crit Care Pain Med*. 2018;37(3):201-205.
22. Lichtenstein DA, Menu Y (1995) A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill. Lung sliding *Chest* 108:1345–1348.
23. Lichtenstein DA, Mezière GA (2008) Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest* 134:117–125.
24. Lichtenstein DA, Mezière G, Lascols N et al (2005) Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. *Crit Care Med* 33(6):1231–1238.
25. Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A (1999) The comet-tail artifact: an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med* 25:383–388.
26. Lichtenstein DA, Lascols N, Prin S, Meziere G. The “lung pulse”: an early ultrasound sign of complete atelectasis. *Intensive Care Med*. 2003;29(12):2187–2192.

27. Lichtenstein D, Meziere G, Biderman P, Gepner A. The “lung point”: an ultrasound sign specific to pneumothorax. *Intensive Care Med.* 2000;26(10): 1434–40.
28. Press GM, Miller SK, Hassan IA et al (2014) Prospective evaluation of pre- hospital trauma ultrasound during aeromedical transport. *J Emerg Med* 47:638–645.
29. Ding W, Shen Y, Yang J et al (2011) Diagnosis of pneumothorax by radiography and ultrasonography: a meta-analysis. *Chest* 140:859–866.
30. Cavaliere F, Zamparelli R, Soave MP et al (2014) Ultrasound artifacts mimicking pleural sliding after pneumonectomy. *J Clin Anesth* 26:131–135.
31. Sperandeo M, Maggi M, Catalano D, Trovato G (2014) No sliding, no pneumothorax: thoracic ultrasound is not an all-purpose tool. *J Clin Anesth* 26:425–426.
32. Mondillo S, Galderisi M, Mele D et al (2011) Speckle-tracking echocardiography: a new technique for assessing myocardial function. *J Ultrasound Med* 30:71–83.
33. Perk G, Tunick PA, Kronzon I (2007) Non-Doppler two-dimensional strain imaging by echocardiography—from technical considerations to clinical applications. *J Am Soc Echocardiogr* 20:234–243.
34. Collier P, Phelan D, Klein A (2017) A test in context: myocardial strain measured by speckle-tracking echocardiography. *J Am Coll Cardiol* 69:1043–1056.
35. Oppersma E, Hatam N, Doorduyn J et al (2017) Functional assessment of the diaphragm by speckle tracking ultrasound during inspiratory loading. *J Appl Physiol Bethesda Md* 123:1063–1070.
36. Orde SR, Boon AJ, Firth DG et al (2016) Diaphragm assessment by two-dimensional speckle tracking imaging in normal subjects. *BMC Anesthesiol* 16:43.
37. Duclos G, Muller L, Leone M, Zieleskiewicz L (2019) A picture’s worth a thousand words: speckle tracking for quantification and assessment of lung sliding. *Intensive Care Med* 45:101–102.
38. Toulouse E, Masseguin C, Lafont B et al (2018) French legal approach to clinical research. *Anaesth Crit Care Pain Med* 37:607–614.
39. Gauss T, Balandraud P, Frandon J et al (2019) Strategic proposal for a national trauma system in France. *Anaesth Crit Care Pain Med* 38:121–130.

40. Ianniello S, Di Giacomo V, Sessa B, Miele V (2014) First-line sonographic diagnosis of pneumothorax in major trauma: accuracy of e-FAST and comparison with multidetector computed tomography. *Radiol Med (Torino)* 119(674–680):16.
41. Avila J, Smith B, Mead T, Jurma D, Dawson M, Mallin M, Dugan A (2018) Does the addition of M-mode to B-mode ultrasound increase the accuracy of identification of lung sliding in traumatic pneumothoraces? *J Ultrasound Med* 37:2681–2687.
42. Richards JR, Awrey JM, Medeiros SE, McGahan JP (2017) Color and power doppler sonography for pneumothorax detection. *J Ultrasound Med* 36:2143–2147.
43. Summers SM, Chin EJ, Long BJ et al (2016) Computerized diagnostic assistant for the automatic detection of pneumothorax on ultrasound: a pilot study. *West J Emerg Med* 17:209–215.
44. Dori G, Jakobson DJ (2016) Speckle tracking technology for quantifying lung sliding. *Med Hypotheses* 91:81–83.
45. Bobbia X, Muller L, Claret PG et al (2018) A new echocardiographic tool for cardiac output evaluation: an experimental study. *Shock*. <https://doi.org/10.1097/SHK.0000000000001273>.
46. Hovnanians N, Win T, Makkiya M et al (2017) Validity of automated measurement of left ventricular ejection fraction and volume using the Philips EPIQ system. *Echocardiogr Mt Kisco N* 34:1575–1583.

VIII. ABBREVIATIONS

CCI : Coefficient de corrélation intraclasse

CCP : Coefficient de corrélation de Pearson

DES : Diplôme d'études supérieures

EPP : Échographie pleuro-pulmonaire

FAST: Focus Assesment with Sonography for Traumas

GP: Glissement pleural

PNO: Pneumothorax

POCUS: Point of care ultra-sound

ROI : Region of interest

RT : Radiographie de thorax

SDRA : syndrome de détresse respiratoire aiguë

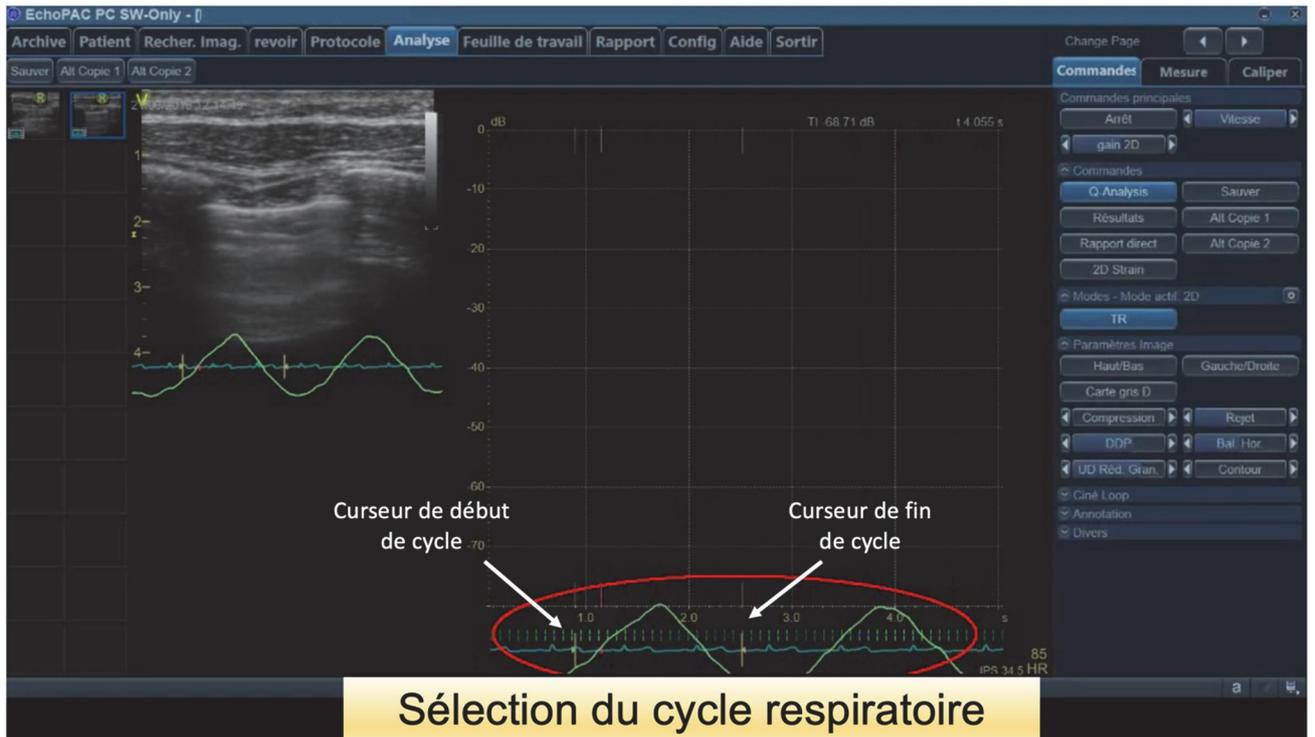
TDM : Tomodensitométrie

TM : temps-mouvements

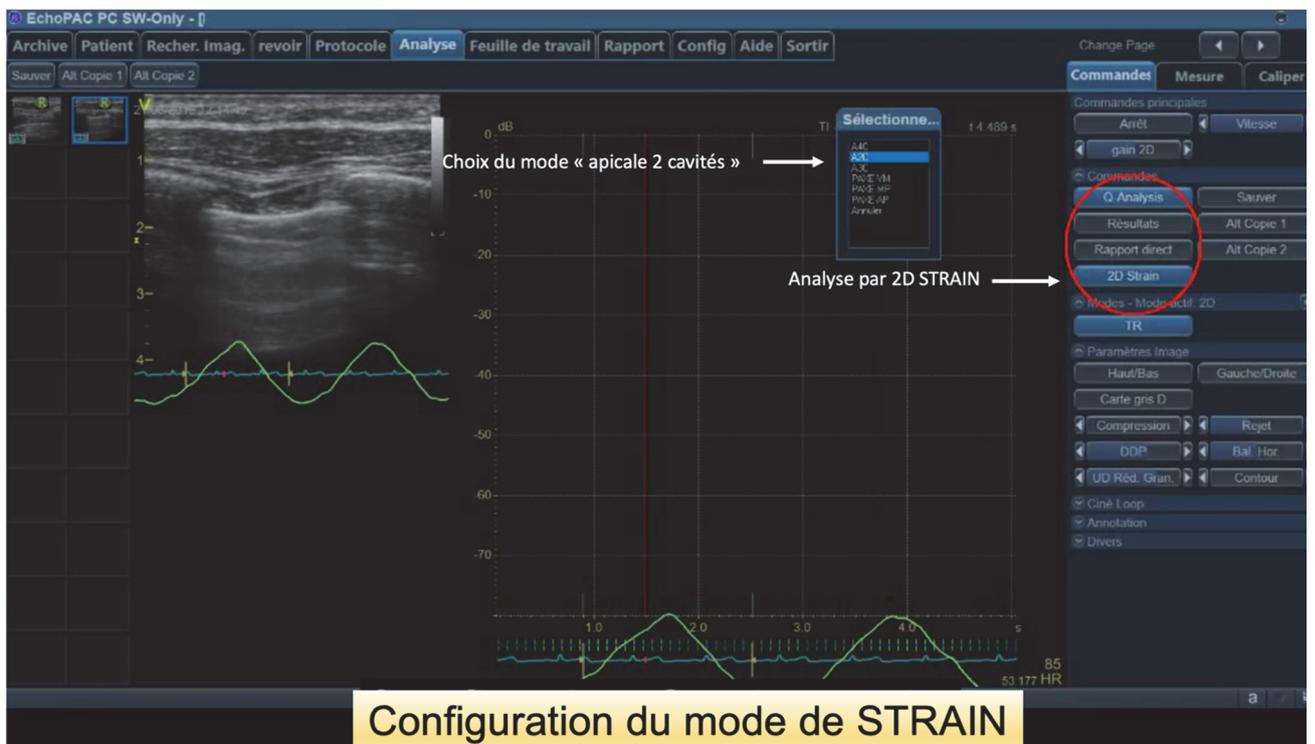
Les initiales des observateurs **GD, CC et LZ** correspondent à Gary Duclos, Camille Cheyssac et Laurent Zieleskiewicz.

Les initiales des opérateurs « experts » en échographie pleuropulmonaire **GD, XB, LM, TM** correspondent à Gary Duclos, Xavier Bobbia, Laurent Muller et Thibaut Markarian.

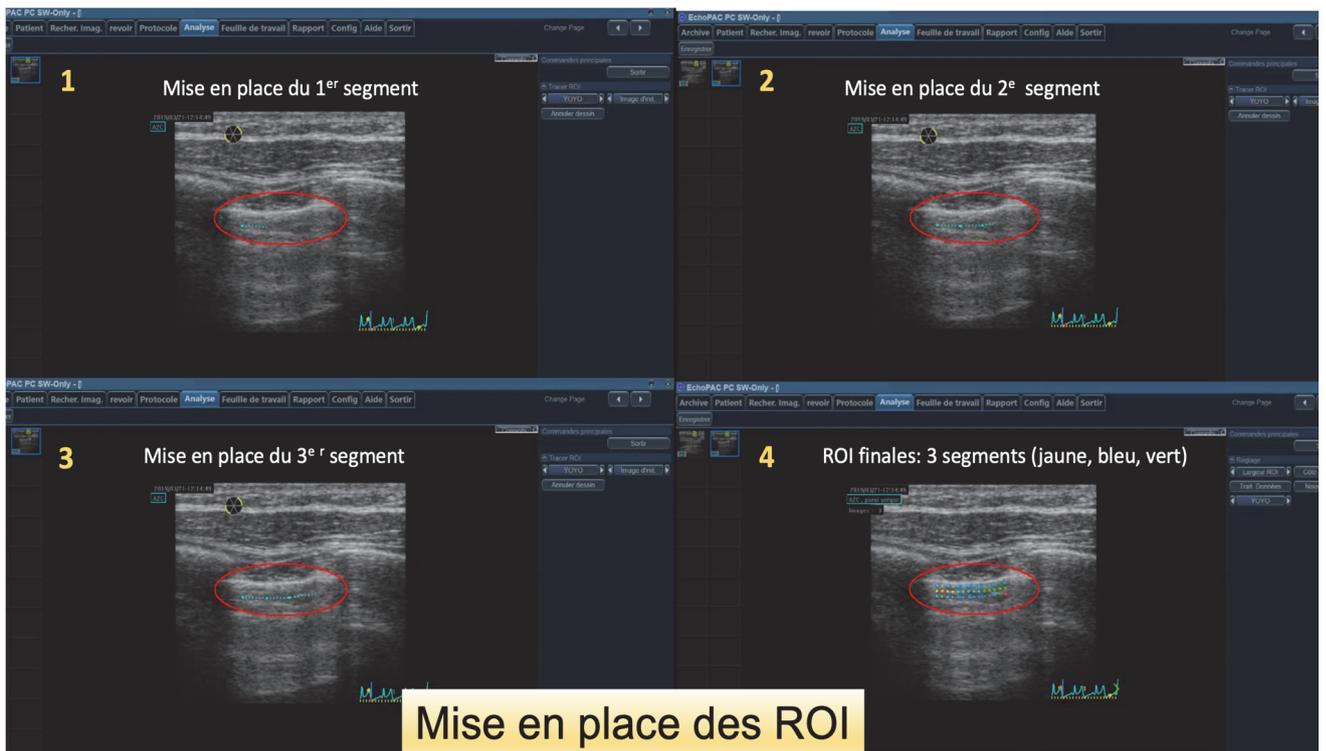
IX. ANNEXES



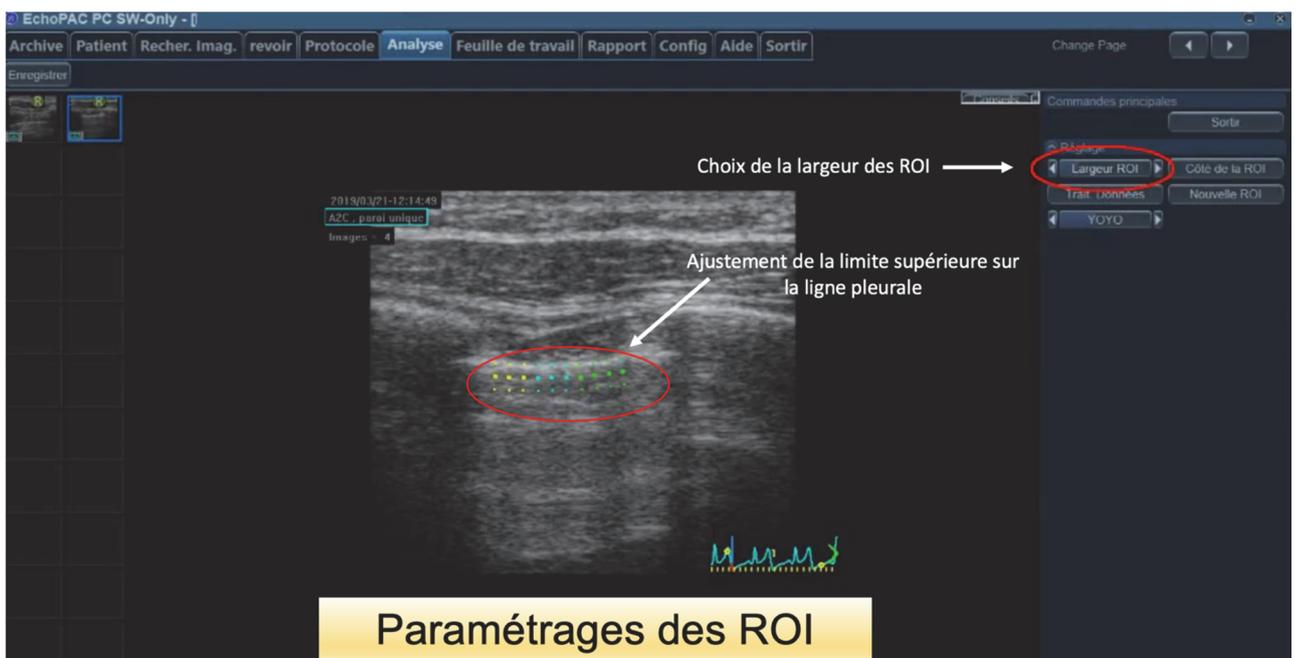
Annexe 1 : Mise en place du cycle respiratoire par positionnement du curseur de début et de fin via le monitoring de la fréquence respiratoire



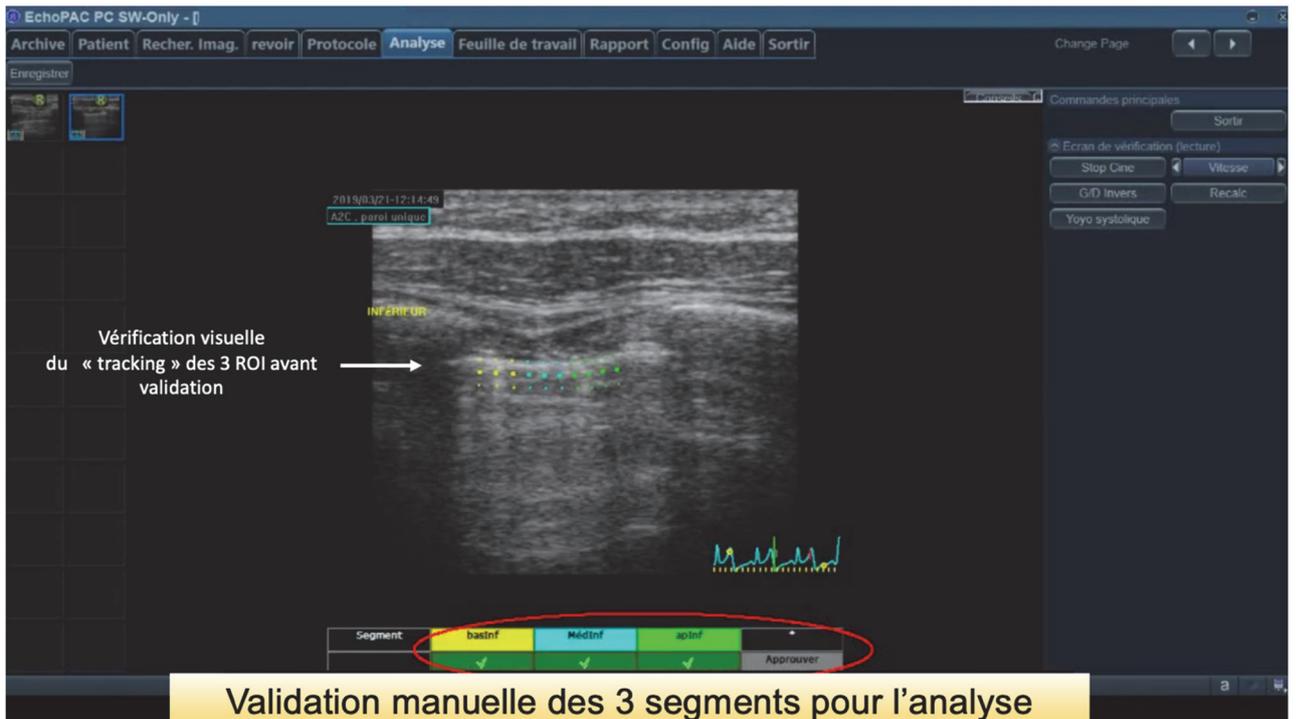
Annexe 2 : Configuration du mode d'analyse : choix du mode 2D STRAIN puis sélection du mode A2C pour apicale 2 cavités



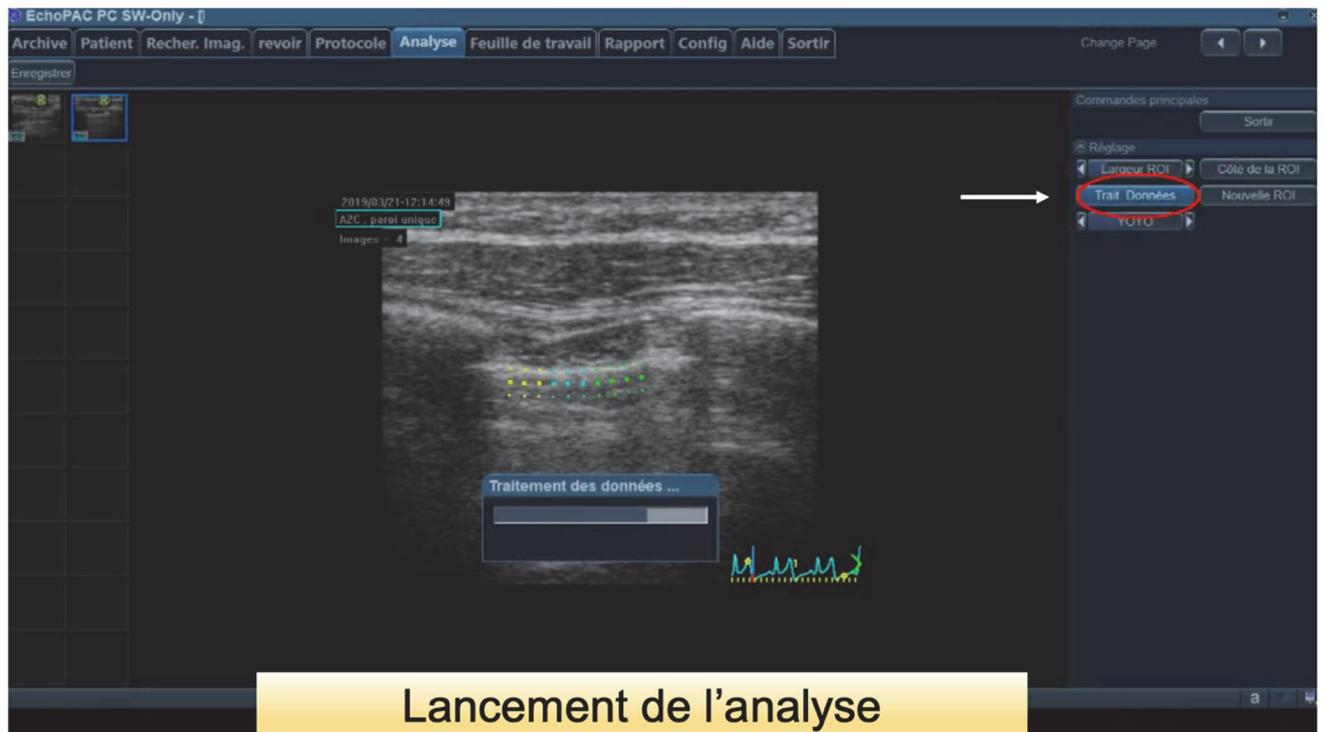
Annexe 3 : Mise en place des ROI par positionnement successif des 3 zones d'analyses jusqu'à obtention des 3 segments (un jaune, un bleu et un vert)



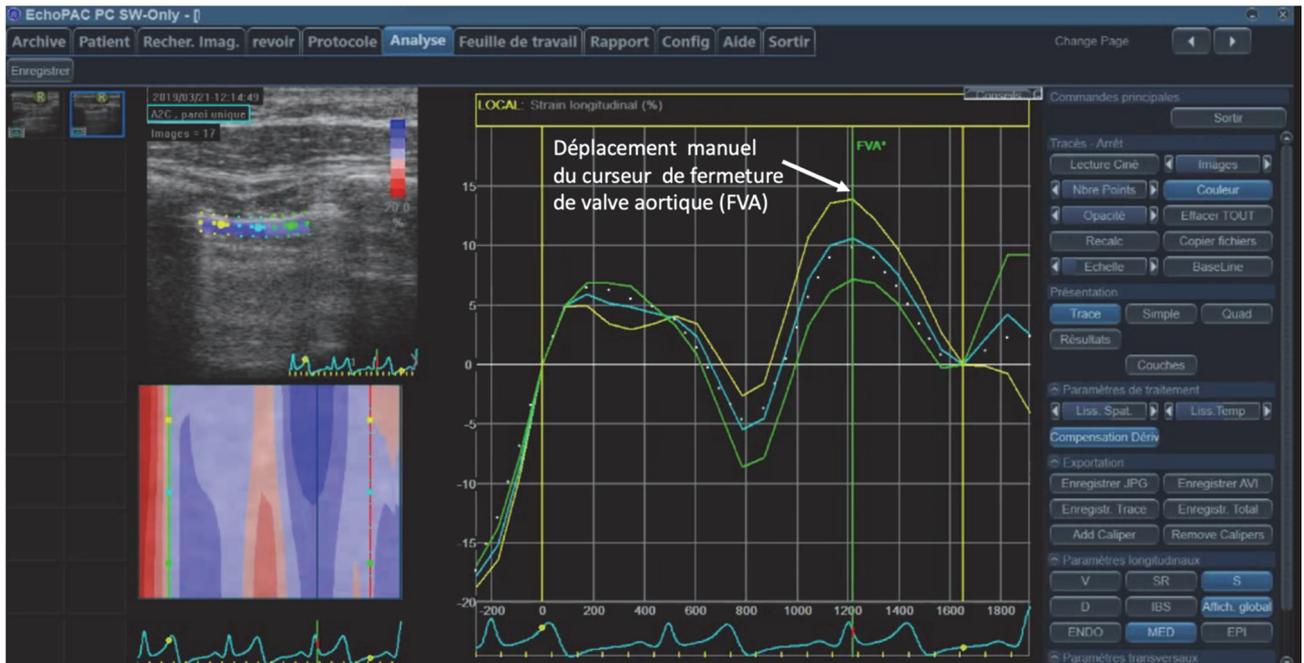
Annexe 4 : Paramétrages des ROI ; ajustement de la position de la limite supérieur des segments d'analyses sur la ligne pleurale et choix de la largeur des ROI.



Annexe 5 : Vérification visuelle du bon « tracking » de chacun des 3 segments puis validation « forcée » pour valider la qualité des trois segments afin que le logiciel propose leurs analyses.

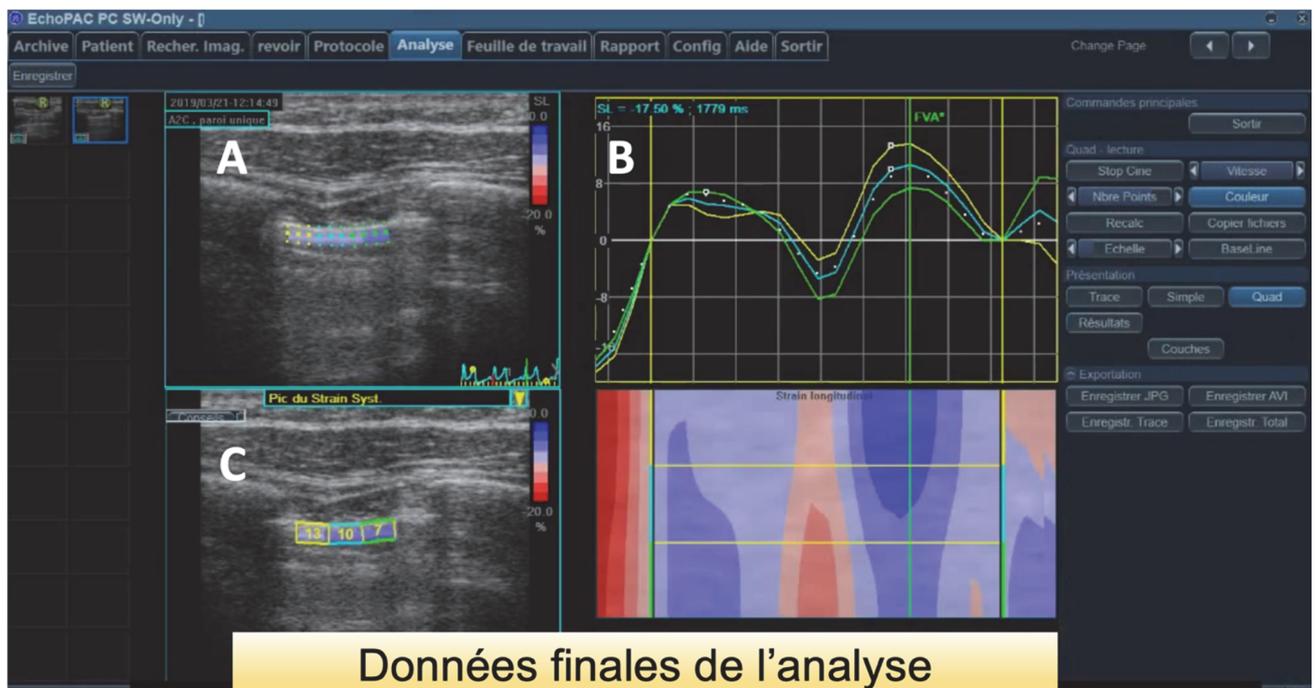


Annexe 6 : Lancement de l'analyse des différents segments via l'onglet traitement de données



Configuration de la fenêtre d'analyse finale pour inclure la variation maximale de strain pleural

Annexe 7 : Déplacement du curseur FVA (fermeture de valve aortique) jusqu'à la valeur maximale de strain pleural afin d'inclure la variation maximale de strain dans l'analyse.



Données finales de l'analyse

Annexe 8 : Fenêtres finales après analyse ; A : boucle vidéo pour vérification du bon « tracking » visuel ; B : Graphiques de variations des valeurs de STRAIN de chaque segment au cours du temps ; C : Valeurs maximales de strain longitudinal pleural de chaque segment.

SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admise 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.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçue 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 déshonorée et méprisée si j'y manque.

Introduction-Objectifs de l'étude : L'échographie pleuro-pulmonaire est utilisée pour le diagnostic de pneumothorax, basée sur l'abolition du glissement pleural par une évaluation qualitative et opérateur dépendante. L'échographie par speckle tracking permet de quantifier la déformation d'une structure au cours du temps via l'analyse de marqueurs acoustiques. Notre objectif était d'évaluer la capacité de la technique de speckle tracking à quantifier le glissement pleural dans une cohorte de patients et d'observer comment celle-ci peut aider au processus diagnostique de pneumothorax.

Méthodes : Nous avons effectué une analyse rétrospective de boucles échographiques par technique de speckle tracking chez des patients porteurs de pneumothorax. Nous avons comparé les valeurs mesurées par deux opérateurs, du côté sain et du côté avec pneumothorax. La courbe ROC a été construite afin d'évaluer la performance diagnostique du strain pleural longitudinal maximal à détecter l'abolition du glissement pleural. La performance diagnostique et le temps nécessaire au diagnostic entre le mode B et la technologie de speckle tracking ont été comparés par un troisième observateur en aveugle.

Résultats : Nous avons analysé 104 boucles échographiques effectuées sur 52 patients. L'aire sous la courbe ROC du strain pleural maximal pour identifier l'abolition du glissement pleural était de 1.00 [IC 95% : 1.00; 1.00], la spécificité de 100% [IC 95% : 93% ; 100%] et la sensibilité de 100% [IC 95% : 93% ; 100%] avec une meilleure valeur seuil de 4%. Sur les 104 boucles échographiques, l'observateur en aveugle a effectué deux erreurs en mode B et aucune avec l'analyse par speckle tracking. Le temps médian pour le diagnostic était de 3 [2–5] secondes en B-Mode versus 2 [1–2] secondes pour le speckle tracking ($p = 0.001$).

Conclusion : L'échographie par technique de speckle tracking permet une quantification du glissement pleural par détection de son abolition dans une cohorte rétrospective de patients avec un diagnostic de pneumothorax.

Mots-clés : Echographie point of care; pneumothorax; speckle tracking; glissement pleural.

Purpose: Lung ultrasound is used for diagnosis of pneumothorax, based on lung sliding abolition which is a qualitative and operator-dependent assessment. Speckle tracking allows the quantification of structure deformation over time by analysing acoustic markers. We aimed to test ability of speckle tracking technology to quantify lung sliding in a selected cohort of patients and to observe how the technology may help the process of pneumothorax diagnosis.

Methods: We performed retrospectively a pleural speckle tracking analysis on ultrasound loops from patients with pneumothorax. We compared the values measured by two observers from pneumothorax side with contralateral normal lung side. The Receiver Operating Characteristic (ROC) curve was constructed to evaluate the performance of maximal pleural strain to detect the lung sliding abolition. Diagnosis performance and time to diagnosis between B-Mode and speckle tracking technology were compared from a third blinded observer.

Results: We analysed 104 ultrasound loops from 52 patients. The area under the ROC curve of the maximal pleural strain value to identify lung sliding abolition was 1.00 [95%CI: 1.00; 1.00]. Specificity was 100% [95%CI: 93%; 100%] and sensitivity was 100% [95%CI: 93%; 100%] with the best cut-off of 4%. Over 104 ultrasound loops, the blinded observer made two errors with B-Mode and none with speckle tracking. The median diagnosis time was 3 [2–5] seconds for B-Mode versus 2 [1–2] seconds for speckle tracking ($p = 0.001$).

Conclusion: Speckle tracking technology allows lung sliding quantification and detection of lung sliding abolition in case of pneumothorax.

Keywords: Point of care lung ultrasound; pneumothorax; speckle tracking; lung sliding.