

Année 2022/2023

N°

Thèse

Pour le

DOCTORAT EN MEDECINE

Diplôme d'État

par

Emmanuel SEE

Né le 27 septembre 1995 à Rennes (35)

TITRE

Intérêt du ratio contact pleural sur plus grand diamètre pour l'estimation du risque de pneumothorax post-biopsie sous scanner des lésions pulmonaires à contact pleural

Présentée et soutenue publiquement le **5 octobre 2023** devant un jury composé de :

Président du Jury : Professeur Laurent BRUNEREAU, Radiologie et Imagerie Médicale, Faculté de Médecine - Tours

Membres du Jury :

Professeur Laurent PLANTIER, Physiologie, Faculté de Médecine – Tours

Docteur Antoine BRAULT, Radiologie et Imagerie Médicale, PH, CHU – Tours

Docteur Arthur PEARSON, Radiologie et Imagerie Médicale, PH, CHU – Tours

Directeur de thèse : Docteur Antoine BRAULT, Radiologie et Imagerie Médicale, PH, CHU – Tours

UNIVERSITE DE TOURS
FACULTE DE MEDECINE DE TOURS

DOYEN

Pr Patrice DIOT

VICE-DOYEN

Pr Henri MARRET

ASSESSEURS

Pr Denis ANGOULVANT, *Pédagogie*

Pr Mathias BUCHLER, *Relations internationales*

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

Pr Clarisse DIBAO-DINA, *Médecine générale*

Pr François MAILLOT, *Formation Médicale Continue*

Pr Patrick VOURC'H, *Recherche*

RESPONSABLE ADMINISTRATIVE

Mme Carole ACCOLAS

DOYENS HONORAIRES

Pr Emile ARON (†) – 1962-1966

Directeur de l'Ecole de Médecine – 1947-1962

Pr Georges DESBUQUOIS (†) – 1966-1972

Pr André GOUAZE (†) – 1972-1994

Pr Jean-Claude ROLLAND – 1994-2004

Pr Dominique PERROTIN – 2004-2014

PROFESSEURS EMERITES

Pr Daniel ALISON

Pr Gilles BODY

Pr Philippe COLOMBAT

Pr Etienne DANQUECHIN-DORVAL

Pr Luc FAVARD

Pr Bernard FOUQUET

Pr Yves GRUEL

Pr Gérard LORETTE

Pr Loïc VAILLANT

PROFESSEURS HONORAIRES

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

PROFESSEURS DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

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

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

PROFESSEUR DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

DIBAO-DINA Clarisse
LEBEAU Jean-Pierre

PROFESSEURS ASSOCIES

MALLET Donatien.....Soins palliatifs
ROBERT Jean.....Médecine Générale

PROFESSEUR CERTIFIE DU 2ND DEGRE

MC CARTHY Catherine.....Anglais

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

AUDEMARD-VERGER Alexandra	Médecine interne
BISSON Arnaud	Cardiologie (CHRO)
BRUNAUT Paul	Psychiatrie d'adultes, addictologie
CARVAJAL-ALLEGRIA Guillermo	Rhumatologie (au 01/10/2021)
CLEMENTY Nicolas	Cardiologie
DOMELIER Anne-Sophie	Bactériologie-virologie, hygiène hospitalière
DUFOUR Diane	Biophysique et médecine nucléaire
FOUQUET-BERGEMER Anne-Marie.....	Anatomie et cytologie pathologiques
GARGOT Thomas	Physiologie
GOUILLEUX Valérie.....	Immunologie
HOARAU Cyrille	Immunologie
KERVARREC Thibault	Anatomie et cytologie pathologiques
LE GUELLEC Chantal.....	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
LEDUCQ Sophie	Dermatologie
LEFORT Bruno	Pédiatrie
LEJEUNE Julien	Hématologie, transfusion
LEMAIGNEN Adrien	Maladies infectieuses
MACHET Marie-Christine	Anatomie et cytologie pathologiques
MOUMNEH Thomas	Médecine d'urgence
PARE Arnaud.....	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
PIVER Éric.....	Biochimie et biologie moléculaire
ROUMY Jérôme	Biophysique et médecine nucléaire
STANDLEY-MIQUELESTORENA Elodie	Anatomie et cytologie pathologiques
STEFIC Karl	Bactériologie
TERNANT David	Pharmacologie fondamentale, pharmacologie clinique
VAYNE Caroline	Hématologie, transfusion
VUILLAUME-WINTER Marie-Laure.....	Génétique

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

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

MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES

AUMARECHAL Alain	Médecine Générale
BARBEAU Ludivine.....	Médecine Générale
CHAMANT Christelle	Médecine Générale
ETTORI-AJASSE Isabelle.....	Médecine Générale
LAMARRE Valérie	Médecine Générale
LE GALLOU Laurence	Médecine Générale
PAUTRAT Maxime	Médecine Générale
RUIZ Christophe.....	Médecine Générale
SAMKO Boris	Médecine Générale

CHERCHEURS INSERM - CNRS - INRAE

BECKER Jérôme.....Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BOUAKAZ Ayache.....Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BOUTIN Hervé.....Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
BRIARD Benoît.....Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
CHALON Sylvie.....Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
DE ROCQUIGNY Hugues.....Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
ESCOFFRE Jean-Michel.....Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
GILOT Philippe.....Chargé de Recherche Inrae – UMR Inrae 1282
GOMOT Marie.....Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
GOUILLEUX Fabrice.....Directeur de Recherche CNRS – EA 7501 - ERL CNRS 7001
GUEGUINOU Maxime.....Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1069
HEUZE-VOURCH Nathalie.....Directrice de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
KORKMAZ Brice.....Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
LATINUS Marianne.....Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
LAUMONNIER Frédéric.....Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
LE MERRER Julie.....Directrice de Recherche CNRS – UMR Inserm 1253
MAMMANO Fabrizio.....Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
MEUNIER Jean-Christophe.....Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1259
PAGET Christophe.....Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
RAOUL William.....Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1069
SECHER Thomas.....Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
SI TAHAR Mustapha.....Directeur de Recherche Inserm – UMR Inserm 1100
SUREAU Camille.....Directrice de Recherche émérite CNRS – UMR Inserm 1259
TANTI Arnaud.....Chargé de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253
WARDAK Claire.....Chargée de Recherche Inserm – UMR Inserm 1253

CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Pour l'éthique médicale

BIRMELE Béatrice.....Praticien Hospitalier

Pour la médecine manuelle et l'ostéopathie médicale

LAMANDE Marc.....Praticien Hospitalier

Pour l'orthophonie

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

Pour l'orthoptie

BOULNOIS Sandrine.....Orthoptiste

SERMENT D'HIPPOCRATE

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

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

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

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

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

Résumé

Intérêt du ratio contact pleural sur plus grand diamètre pour l'estimation du risque de pneumothorax post-biopsie sous scanner des lésions pulmonaires à contact pleural

Objectif :

Le pneumothorax est la première complication des biopsies pulmonaires sous scanner. Le ratio contact pleural sur plus grand diamètre lésionnel (RCD) a été démontré comme un indicateur fiable d'envahissement pleural des Carcinomes Broncho-Pulmonaires Non à Petites Cellules (CBPNPC) stades T3 et T4. Ce travail analyse le RCD selon la présence ou l'absence de pneumothorax iatrogène post biopsie sous scanner de lésions pulmonaires à contact pleural.

Matériel et méthode :

Une étude rétrospective a été menée au CHRU de Tours, en accord avec le Groupe Ethique Clinique local et la CNIL. 140 patients ayant subi une biopsie sous scanner de lésions pulmonaires affleurant la plèvre ont été inclus de 2016 à 2020. Pour chaque lésion, le plus grand axe ainsi que la longueur du contact pleural ont été mesurés pour calculer le RCD. La présence d'un pneumothorax iatrogène et les résultats anatomopathologiques ont également été recensés. Nous avons par la suite pratiqué un test de Student à la recherche d'une différence de RCD entre les patients avec et sans pneumothorax iatrogène, complété par une courbe ROC estimant la valeur seuil optimale du RCD associée aux meilleures sensibilité et spécificité.

Résultats :

Le RCD était significativement plus élevé dans le groupe sans pneumothorax, avec une aire sous la courbe ROC à 0,69. En prenant 1 comme valeur seuil, on observe une sensibilité de 70,7% et une spécificité de 67,7% (Test 1). Dans un objectif secondaire, le RCD demeurait significativement plus élevé dans le groupe sans pneumothorax après exclusions respectives des lésions présentant un envahissement extra pleural manifeste (Test 2), et des lésions bénignes et/ou indéterminées et/ou malignes non CBPNPC à l'anatomopathologie (Test 3).

Conclusion :

La mesure simple et non invasive du RCD peut aider les radiologues interventionnels dans l'anticipation de pneumothorax iatrogènes post biopsie sous scanner de lésions à contact pleural.

Mots clés : Biopsie ; pulmonaire ; ratio ; contact ; pleural ; scanner

Abstract

Use of the arch distance to maximum diameter ratio to estimate risk of pneumothorax in CT-guided lung biopsies of lesions with pleural contact

Purpose :

Pneumothorax is the first complication in CT-guided lung biopsies. The pleural contact arch distance to maximum diameter ratio (ADR) has been demonstrated as a reliable indicator of chest wall invasion in T3 and T4 staged non-small cell lung cancers (NSCLC). Our study analyses the ADR according to the presence or absence of iatrogenic pneumothorax in CT-guided biopsies of lung lesions with pleural contact.

Material and method :

We conducted a retrospective study at the CHRU de Tours, with approval of our local ethic group and the CNIL (French National Commission on Informatics and Liberty). We included 140 patients who had a suspected pulmonary lesion with pleural contact and underwent a CT-guided lung biopsy between 2016 and 2020. Maximum diameter and length of pleural contact (arch distance) were measured for each lesion to evaluate the ADR. Iatrogenic pneumothoraxes and anatomopathological results were also listed. We conducted a Student T test searching a difference in ADR values between groups with or without pneumothorax, completed with a ROC curve estimating the cut-off value associated with best sensitivity and specificity.

Results :

ADR was significantly higher in the group without pneumothorax, with a 0,69 area under the ROC curve (AUC). An ADR cut-off value of 1 showed a 70,7% sensitivity and a 67,7% specificity (Test1). ADR remained significantly higher in the same group in our secondary objective studies, after respective exclusions of lesions showing obvious extra pleural invasion (Test 2) and of benign and/or undetermined and/or non-NSCLC malignant lesions (Test 3).

Conclusion :

The simple and non-invasive ADR measurement can help interventional radiologists in predicting pleural invasion and pneumothorax risk in CT-guided biopsies of lesions with pleural contact.

Key words : Biopsy ; lung ; ratio ; contact ; pleural ; CT

Remerciements :

Au jury et à ceux qui m'ont accompagné sur ce travail :

Au Professeur Laurent BRUNEREAU, merci de me faire l'honneur de présider mon jury de thèse.

Au Professeur Laurent PLANTIER, merci de me faire l'honneur de juger mon travail.

Au Docteur Antoine BRAULT, merci d'avoir accepté de diriger ce travail, et de m'avoir encadré et accompagné depuis mon tout premier jour d'internat, avec la bienveillance et la gentillesse qui te caractérisent.

Au Docteur Arthur PEARSON, merci de ton aide et soutien sans faille tout au long de ce processus scientifique. Ton exigence professionnelle et tes qualités humaines ont permis de rendre ce travail stimulant et agréable.

A Paul-Armand DUJARDIN, merci pour tes conseils et ta patience tout au long de ce projet.

A Camille et Olivier, merci encore d'avoir pris le temps de relire ce texte.

A ma famille, amis, et collègues :

A Alain et Karina, mes parents sans qui je ne serai (bio)logiquement pas présent aujourd'hui. Au-delà de mes premiers mentors médicaux, vous êtes mes meilleurs amis.

A Diane, ma grande sœur. Merci d'exister, et de réchauffer par ton feu créatif mon quotidien bien trop scientifique.

A Robin, merci d'être le grand frère le plus cool du monde, et d'avoir fait entrer dans notre famille ces trois merveilles que sont Claire, Olivia et Brune.

Aux Fragiles, mes frères et sœurs de l'externat, à qui je suis lié à vie : Adrien, Aymeric, Pol, Marine, Roméo, Lisa, Rémi, Cédric QKZ, Gaëtan, Sébastien, Alexis et Raphaël M.

Mention spéciale à Robin M. et Corentin G., mes plus vieux amis, que je suivrais au bout du monde (pour l'avoir déjà fait).

Aux Fragiles « par alliance » Solenne, Clara, Cassandre, Nicolas C., Claire P., Anna et Alizée C.

A Clémence, la plus brillante et énergique des médecins que je connaisse. Merci d'avoir été là dans les meilleurs moments, comme dans les plus délicats.

A Bérangère et Aurélien, mes amis du groupe de sous-colle, des repas de Noël, de nouvel an, de mariage, et de bien d'autres aventures à venir.

A Mélanie, merci d'avoir partagé et sublimé ma vie tout au long de l'internat.

A Betsega, dont l'intelligence, l'esprit, et la gentillesse ne cessent de m'éblouir.

A mes co-externes Rennais expatriés à Tours : Alex, Alice, Ivan, Nicodème.

A mes confrères et consœur de promotion de radiologie 2019 : Rozenn, Valentin, Victor, Baptiste, et Alexandre.

A Natacha, fière collègue Corse, avec qui j'ai partagé mes premiers pas dans la radiologie (et dans la débauche nocturne Tourangelle).

A Hugo, le plus drôle et attachant, et à Elisa, qui te complète parfaitement.

A mes co-internes aînés, merci de m'avoir épaulé avec patience : Camille Maudry, Corentin M., Romain A., Maxime G., Anne-Margaux M., Julie F., Stan H., Maxime H., Sindy S., Gabriel A., David M., Pierre L., Sophie-Hélène Z.

A Corentin H. et Benjamin (Big Ben, petit prince, le Paul Atréides de la radiologie), merci pour la solidarité fraternelle développée au cours de notre semestre Blésois d'été 2022.

A mes plus jeunes co-internes : Tanguy (Frère Tang), Sandra, Céline, Kaouthar, Aurélien, Yasmine, Adrien, Marc, Doriane, Laure, Paul, Thimothée, Nour, Cyrille, Clémentine et Antoine.

A tous les médecins séniors et manipulateurs radio au contact desquels j'ai eu la chance d'apprendre dans les services d'imagerie médicale des CHU de Tours (Bretonneau et Trousseau), d'Orléans et centres hospitaliers de Dreux et Blois.

A toute l'équipe de radiologie du Centre Hospitalier Universitaire Vaudois de Lausanne, pour m'avoir accueilli avec respect et bienveillance lors de mon semestre InterCHU d'hiver 2022/23. Merci notamment à mes formateurs de l'unité MSK :

- aux médecins cadres Professeur Patrick OMOUMI, Docteur Fabio BECCE, Docteur Mahmoud HUSSAMI, Docteur Charbel MOURAD.

- à mes chefs de cliniques, si complémentaires : Gibran l'ingénieur, Salim le studieux, Massimo le sublime.

Merci tout particulièrement à mes amis Lausannois pour ces moments partagés (hautement festifs) : Marie, Yann, Andréa.

Table des matières :

Résumé.....	6
Abstract.....	7
Remerciements.....	8
Liste des abréviations.....	11
Introduction.....	12
Matériel et méthode.....	13
Population.....	13
Procédure de biopsie.....	14
Recueil de données.....	14
Analyses statistiques.....	16
Résultats.....	18
Caractéristiques démographiques et lésionnelles.....	18
Biopsies et données anatomopathologiques.....	18
OR et T test.....	19
Discussion.....	24
Conclusion.....	27
Tableaux et figures.....	28
Bibliographie.....	29
Annexe.....	33

Liste des abréviations :

CBPNPC : Carcinomes Bronchopulmonaires Non à Petites Cellules

RCD : Ratio Contact pleural sur plus grand Diamètre

CNIL : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés

MPR : Multiplanar Reconstruction

OR : Odd Ratio

IC 95% : Intervalle de Confiance à 95%

BPCO : Bronchopneumopathie Chronique Obstructive

AUC : Area Under the ROC Curve

IMC : Indice de Masse Corporelle

PNO : Pneumothorax

TNM : Tumor Node Metastasis

IRM : Imagerie par Résonnance Magnétique

TEP au 18-FDG : Tomographie par Émission de Positons au 18-Fluorodesoxyglucose

Introduction :

La biopsie de lésions pulmonaires sous scanner par abord percutané est une technique reconnue présentant de hautes performances diagnostiques aussi bien pour des lésions malignes que bénignes, avec un coût et un caractère invasif moindres en comparaison à la chirurgie (1–5) .

Le pneumothorax, défini comme la présence anormale d'air entre la plèvre viscérale et la plèvre pariétale, représente la première complication des biopsies pulmonaires sous scanner, devant l'hémorragie alvéolaire. L'incidence selon les études varie de 4 à 52 % (moyenne à 25.9%), dont 0 à 15% (moyenne à 6.9%) requièrent un drainage thoracique (3,6,7). Bien que pouvant être asymptomatique, le pneumothorax se manifeste le plus souvent par une douleur thoracique aiguë associée à une dyspnée. Même de faible abondance, un pneumothorax peut entraîner une instabilité cardio-respiratoire aiguë chez des patients à fonction respiratoire précaire (1,2,6).

Des études ont identifié des caractéristiques lésionnelles à risque ou protectrices de pneumothorax post-biopsie. Bien que le risque semble moindre pour les lésions présentant un contact pleural, peu d'études se sont penchées spécifiquement sur ce sous type lésionnel en radiologie interventionnelle (2,4,8–15) .

D'autres études se sont intéressées aux critères morphologiques permettant de prédire l'envahissement pleural des cancers pulmonaires contigus à la plèvre en imagerie diagnostique (16–22) . Imai *et al.* ont démontré que la mesure du ratio du contact pleural sur le plus grand diamètre lésionnel présente de meilleures performances diagnostiques que les critères conventionnels communément admis (définis par la présence de 2 critères parmi les 3 suivants : interface > 3 cm avec la plèvre, épaissement pleural contigu, angle obtus de la lésion avec la plèvre) dans l'évaluation de l'envahissement pleural des carcinomes bronchopulmonaires non à petites cellules (CBPNPC) stades T3 et T4, avec une excellente sensibilité et spécificité pour un seuil à 0.9 (23,24).

En se basant sur l'hypothèse selon laquelle le risque de pneumothorax iatrogène post biopsie serait diminué en cas d'envahissement pleural lésionnel, nous avons mené une étude rétrospective sur population adulte analysant le ratio contact pleural sur plus grand diamètre lésionnel (RCD) selon la présence ou l'absence de pneumothorax iatrogène post biopsie sous scanner de lésions d'origine supposée pulmonaire.

Matériel et méthode :

Cette étude rétrospective a été menée au CHRU de Tours, en accord avec le Groupe Ethique Clinique local et la CNIL (numéro de projet : 2022_133).

Population :

221 patients adultes ont subi une biopsie sous scanner de lésion d'origine suspectée pulmonaire au contact de la plèvre entre le 1er janvier 2016 et le 30 décembre 2020. Les patients n'ont pas été inclus si mineurs ou opposés à l'utilisation de leurs données personnelles.

Les critères d'exclusion consistaient en : la présence de parenchyme pulmonaire sur le trajet de biopsie (aéré ou collabé au contact de la lésion), l'absence d'image enregistrée du trajet de biopsie, et une origine pleurale manifeste sur l'imagerie avant biopsie.

Après exclusion, 140 patients ont été intégrés dans la population d'étude finale (**Figure 1**).

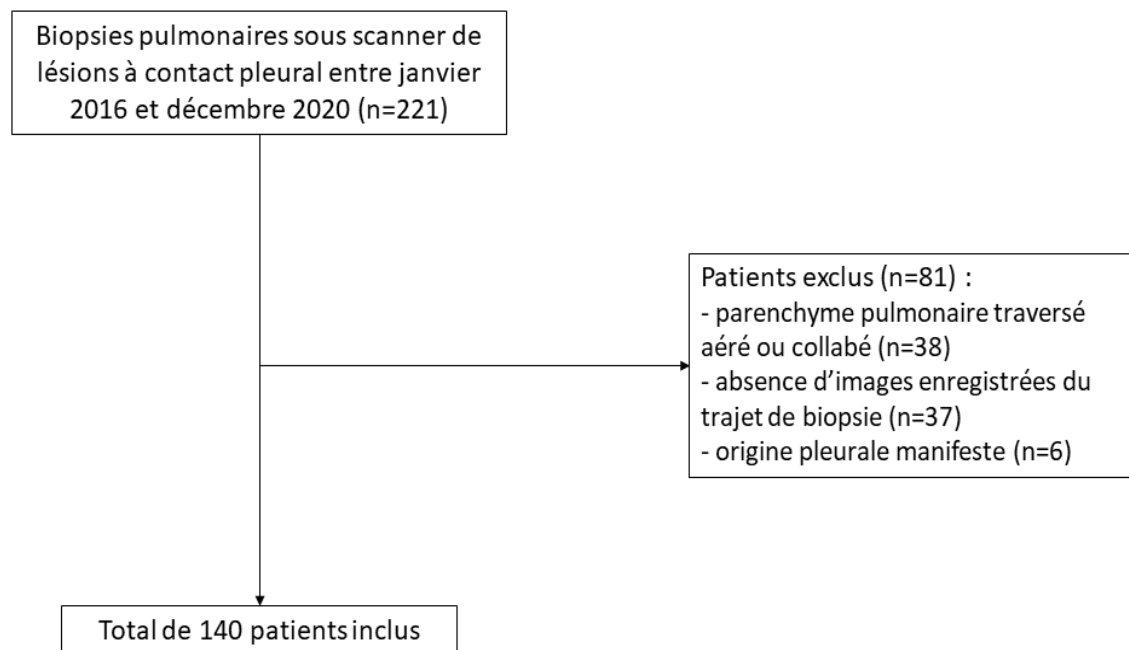


Figure 1. Diagramme de flux des patients inclus et exclus.

Procédure de biopsie :

Les patients ont été informés de la possible utilisation de leurs données à des fins de recherche et la possibilité de s'y opposer, via l'affichage dans le service et via un livret d'accueil distribué à tous les patients hospitalisés au CHU (document en annexe).

Les biopsies étaient pratiquées par un ou deux radiologues seniors interventionnels avec plusieurs années d'expérience, éventuellement assisté(s) d'un interne en radiologie, et guidées par scanner multi détecteur (Philips Brilliance 64 et Brilliance 40 ; GE Discovery 750HD, Toshiba/Canon Aquilion Prime).

Après installation du patient dans la position perçue comme meilleure pour réaliser la biopsie (décubitus dorsal, latéral ou procubitus), un scanner thoracique de repérage (2 millimètres d'épaisseur de coupe) était réalisé sans ou avec injection de produit de contraste iodé selon la taille de la lésion cible, sa topographie et sa proximité avec les vaisseaux, hiles pulmonaires et médiastin.

Après désinfection cutanée, installation stérile et anesthésie sous cutanée à la Lidocaïne 1%, un système coaxial 17G réglable Ajustable Coaxial TEMNO était inséré dans la lésion à travers son interface avec la plèvre. La position du matériel était régulièrement contrôlée par des séquences fluoroscopiques axiales de 3 images épaisses de 2 millimètres chacune (i-sequences) éventuellement complétées par des petites acquisitions volumiques limitées au trajet de biopsie, puis un ou plusieurs prélèvements de 18G étaient effectués.

Après retrait du matériel, une acquisition hélicoïdale thoracique de contrôle sans injection était systématiquement pratiquée à la recherche de complications.

Le patient respectait ensuite un repos strict d'au moins 4 heures en décubitus dorsal dans un service hospitalier, avec une radiographie thoracique de contrôle systématique au décours.

Le pneumothorax était défini par la présence d'air entre les deux feuillets de la plèvre, visible en scanner ou sur la radiographie de contrôle. Les pneumothorax observés ont été gradués en "légers" (distance de rétraction $\leq$ 2 cm), "modérés" (distance de rétraction entre 2 et 4 cm), ou "sévéres" (distance de rétraction $\geq$ 4 cm) (4,15).

L'hémorragie alvéolaire était définie comme l'apparition d'opacités en verre dépoli sur le trajet de biopsie et/ou au voisinage de la lésion cible par rapport au scanner de repérage.

Aucune biopsie n'a nécessité de drainage thoracique dans la population d'étude.

Recueil de données :

Les données ont été collectées de juin à octobre 2022 sur la population d'étude via le dossier informatisé des patients et les images d'examens accessibles par le logiciel

Carestream PACS de Philips.

Le plus grand diamètre de la lésion cible était mesuré sur le scanner de repérage, via des reconstructions en fenêtre médiastinale ou parenchymateuse, dans le plan axial, coronal, sagittal, ou plus rarement en reconstructions multiplanaires (MPR) obliques centrées sur la lésion.

La longueur du contact pleural était par la suite mesurée à main levée sur la même image.

Dans les cas où la lésion à biopsier présentait un envahissement extra pleural manifeste (extension osseuse, médiastinale, aux tissus mous sous cutanés), le contact pleural présumé était tracé à main levée selon les contours théoriques de la plèvre saine.

La méthode de mesure est illustrée sur les **Figures 2 et 3**.

Les critères conventionnels d'envahissement pleural étaient définis par au moins 2 critères présents parmi les 3 cités précédemment (23).

Les résultats anatomopathologiques (description et caractère bénin ou malin si catégorisable) ont également été recueillis.

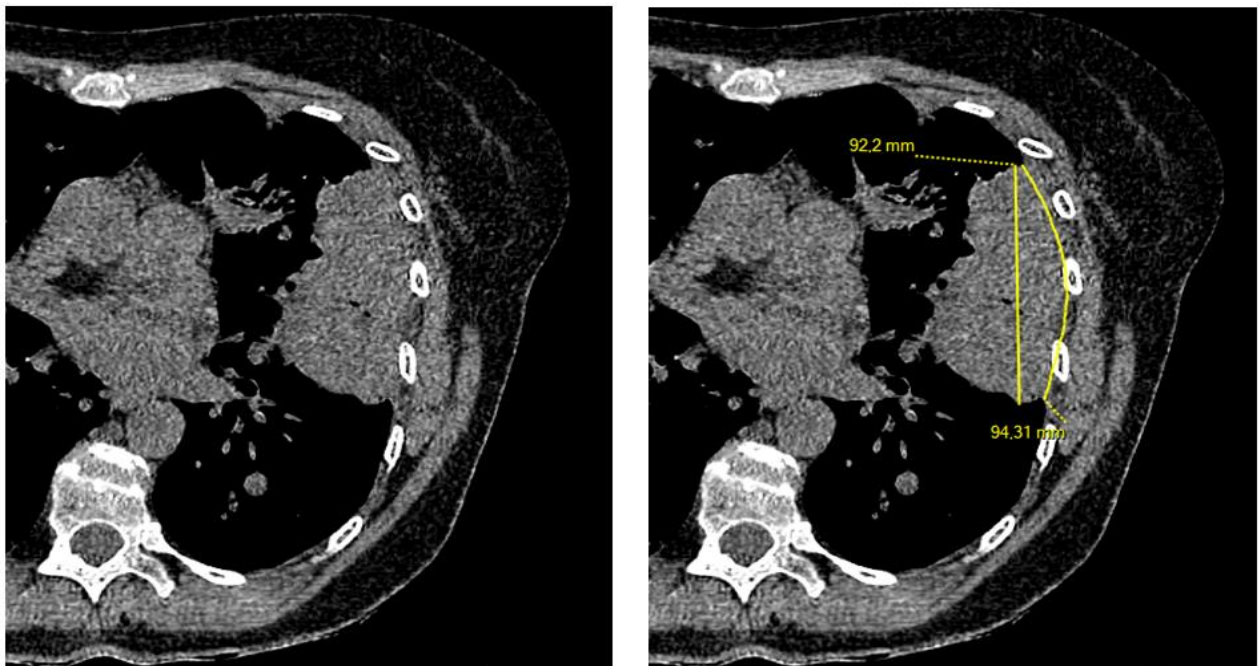


Figure 2. Mesure du plus grand diamètre lésionnel et du contact pleural au scanner.

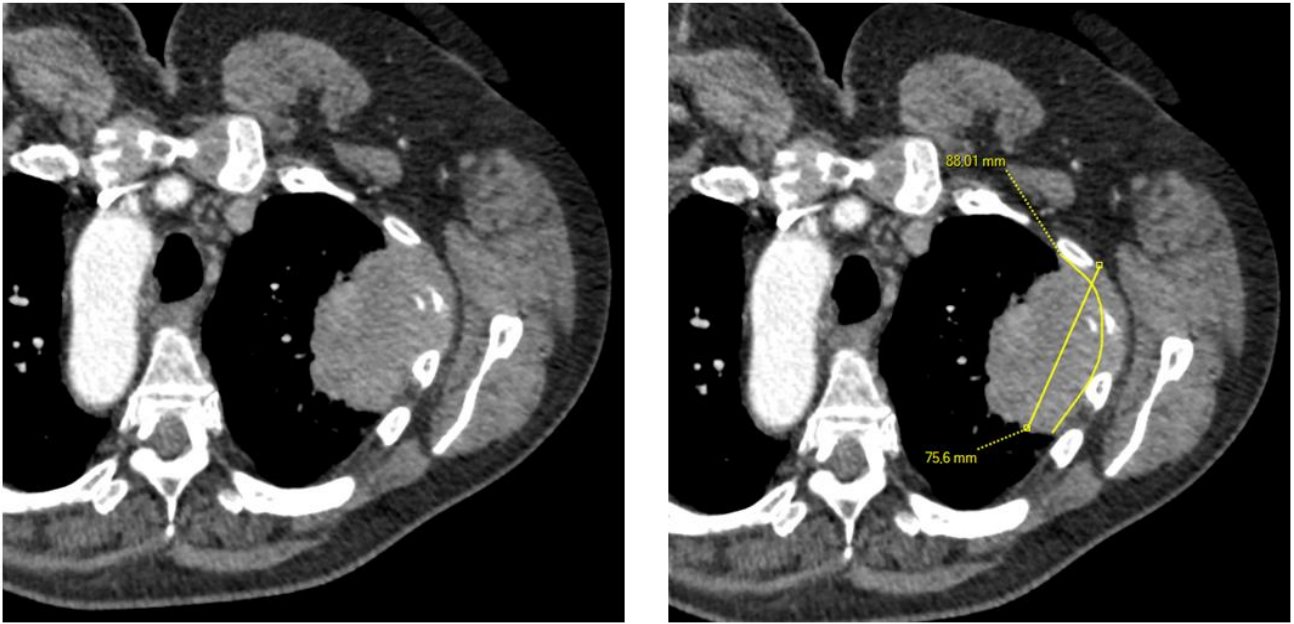


Figure 3. Mesure du contact pleural en cas d’envahissement extra pleural manifeste.

Le contact pleural présumé est tracé à main levée selon les contours théoriques de la plèvre saine.

Analyses statistiques :

Des odds ratios (OR) ont été déterminés pour les critères qualitatifs les plus fréquemment rencontrés dans notre population d’étude et connus comme facteurs de risque ou protecteurs de survenue de pneumothorax iatrogène post biopsie (BPCO, emphysème au contact de la lésion, densité solide, localisation au lobe inférieur) (2,3,7,10,12,25,26), ainsi que pour les cas où les critères conventionnels étaient remplis ou un envahissement extra pleural manifeste était observé.

Pour évaluer le critère de jugement principal, nous avons tout d’abord réalisé un test de Student dans le but d’estimer s’il y avait une différence de RCD entre les patients avec et sans pneumothorax iatrogène. Ce test a été complété par une courbe ROC estimant la valeur seuil du ratio associée aux meilleures sensibilité et spécificité (Test 1).

Dans un objectif secondaire de l’étude, nous avons réalisé le même test de Student en excluant de notre population d’analyse les 42 lésions présentant un envahissement extra pleural manifeste au scanner de repérage (Test 2, 98 patients).

Enfin, nous avons réalisé le même test en excluant de la population d’analyse les 69 lésions bénignes et/ou indéterminées et/ou malignes non CBPNPC à

l'anatomopathologie (Test 3, 71 patients).

Le récapitulatif des effectifs de ces trois test est retranscrit sur la **Figure 4**.

Le risque alpha du test a été fixé a priori à 5%.

Le recueil de données et calculs des moyennes, écarts-types et OR ont été réalisés via le logiciel Microsoft Excel (Microsoft, Redmond, USA).

Les sensibilités, spécificités, courbes ROC avec aires sous courbes (AUC) et T-test ont été pratiqués sur logiciel R (27).

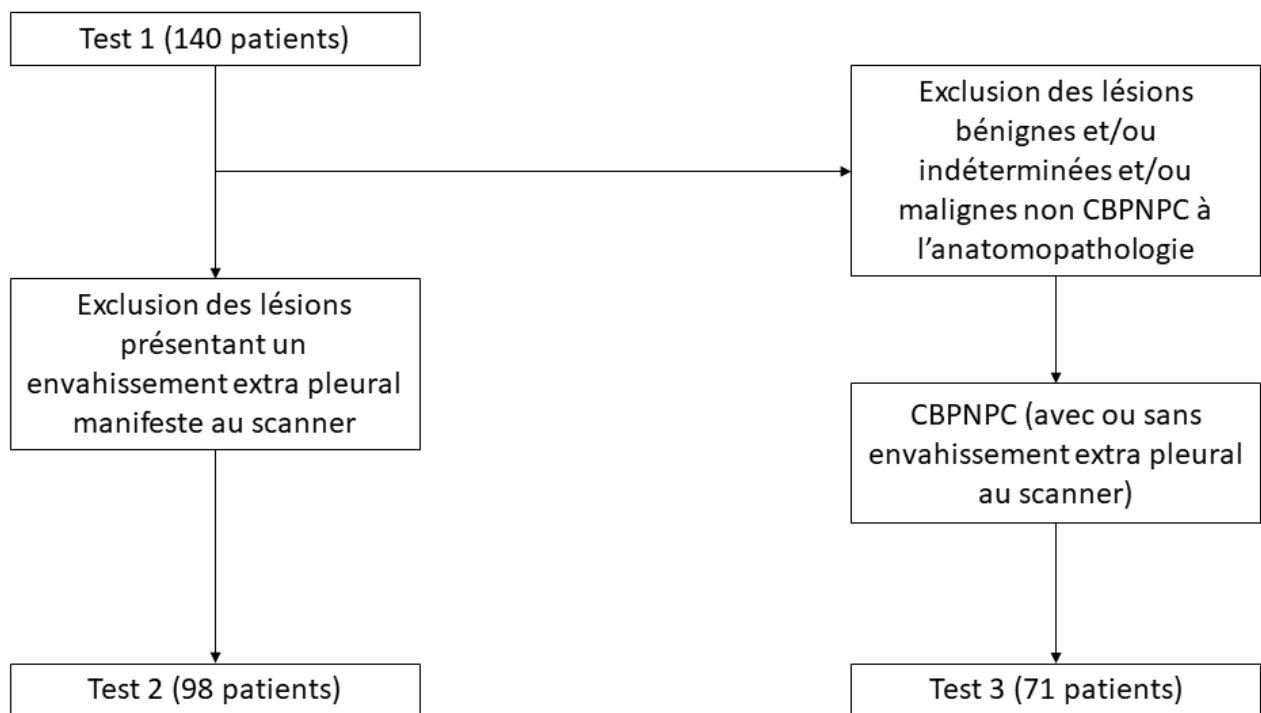


Figure 4. Test T de Student pratiqués sur la population d'étude.

Résultats :

Caractéristiques démographiques et lésionnelles :

Les caractéristiques des patients et des lésions sont résumées dans le **tableau 1**.

La population d'étude comportait 86 hommes (61,4 %) pour 54 femmes (38,6 %), avec un âge moyen de 64 ans.

L'IMC moyen était calculé à 24,6 (13,5 à 55,8). Des données staturopondérales manquantes n'ont pas permis de calculer l'IMC pour 7 patients.

4 patients (2,9 %) avaient un antécédent de chirurgie thoracique homolatérale, et 8 (5,7 %) un antécédent de radiothérapie homolatérale (irradiation mammaire principalement).

Un antécédent de BPCO était retrouvé chez 12 patients (8,6 %).

73 des lésions cibles (52,1 %) étaient de siège lobaire supérieur (dont 20 apicales), 53 (37,9 %) lobaire inférieur, 2 (1,4 %) lobaire moyen, et 12 (8,6 %) de topographie mixte sur plusieurs lobes.

De l'emphysème au contact de la lésion était observé dans 42 cas (30 %).

120 nodules présentaient une densité solide (85,7%), 10 une densité mixte solide et en verre dépoli (7,1%), 8 excavés (5,7 %) et 2 nécrotiques (1,4 %).

Le diamètre maximal moyen mesuré était de 73,9 mm (12 à 214).

Le contact pleural moyen était de 91,2 mm (9 à 377).

Le RCD moyen était de 1,15 (0,27 à 2,63). Les critères conventionnels étaient remplis pour 63 patients (45 %). Un envahissement extra pleural manifeste était visible pour 42 patients (30%) : 15 à l'os, 11 au médiastin, 2 aux tissus mous sous cutanés de la paroi thoracique, et 14 mixtes.

Un pneumothorax précoce à l'introduction du système coaxial a empêché la réalisation de prélèvements chez 3 patients.

Trois patients ont été biopsiés à 2 reprises, avec un délai entre les 2 biopsies allant de 3 semaines (pour 2 patients) à 4 semaines (pour 1 patient).

Biopsies et données anatomopathologiques :

Les caractéristiques des biopsies et les résultats anatomopathologiques sont résumés dans le **tableau 2**.

55 patients (39,3 %) étaient installés en décubitus, 76 (54,3 %) en procubitus, et 9 (6,4 %) en décubitus latéral droit ou gauche.

L'épaisseur sous cutanée traversée moyenne était de 42,9 mm (13 à 100 mm).

L'angle moyen de la coaxiale avec la plèvre était de 70,7° (9 à 90°).

Le temps de ponction moyen était de 8,6 min (4 à 21 min).

Un seul point de ponction était visible sur les i-séquences pour tous les patients à l'exception de 2 d'entre eux (2 et 4 points de ponction).

Un pneumothorax iatrogène était observé dans 41 cas (soit 29,2 %), dont 40 immédiatement visibles sur le scanner de contrôle, et 1 pneumothorax retardé diagnostiqué sur la radiographie de contrôle.

A l'exception de 4 modérés, tous les pneumothorax constatés étaient d'étendue légère. Une hémorragie alvéolaire était visible dans 13 cas (9,3 %).

Sur les 137 résultats disponibles d'anatomopathologie, 109 ont permis l'identification d'une étiologie maligne (49 adénocarcinomes, 22 carcinomes épidermoïdes, 18 métastases, 8 lymphomes, 12 autres : carcinomes indifférenciés, à petites cellules, sarcomes), 23 n'ont pas retrouvé de critères de malignité, et 5 demeuraient de nature indéterminée.

A noter que 10 lésions présentaient une topographie pleurale à l'anatomopathologie (tumeurs fibreuse solitaire, métastase, lymphome), 1 osseuse (métastase), et 2 médiastinales (lymphome).

OR et T test :

Les odds ratio calculés sont résumés dans le **tableau 3**. L'envahissement pariétal thoracique manifeste au scanner (OR = 0,12 ; IC 95% 0,03 – 0,42) et les critères conventionnels (OR = 0,39 ; IC 95% 0,18 – 0,85) apparaissent tous 2 comme facteurs protecteurs de pneumothorax iatrogène post biopsie, là où la localisation lobaire inférieure constitue un facteur de risque (OR = 3,4 ; IC 95% 1,6 – 7,27).

Les autres variables étudiées étaient non significatives (BPCO, emphysème au contact de la lésion, densité solide de la lésion), l'intervalle de confiance des OR calculés comprenant tous 1.

Tableau 1. Caractéristiques des patients et lésions biopsiées.

	Tous (n=140)
Patients	
Hommes	86 (61,4%)
Femmes	54 (38,6%)
Age (années)	64 +/- 12,3 (25-87)
IMC (kg/m ²) *	24,6 +/- 5,5 (13,5-55,8)
BPCO	12 (8,6%)
Antécédent chirurgie thoracique homolatérale	4 (2,9%)
Antécédent radiothérapie thoracique homolatérale	8 (5,7%)
Lésions cibles	
Diamètre maximal (mm)	73,9 +/- 36,9 (12-214)
Contact pleural (mm)	91,2 +/- 69,4 (9-377)
RCD	1,15 +/- 0,42 (0,27-2,63)
Envahissement extra pleural manifeste	42 (30%)
Os	15 (35,7 %)
Médiastin	11 (26,2 %)
Tissus mous sous-cutanés thoraciques	2 (4,8 %)
Mixte	14 (33,3 %)
Critères conventionnels remplis	63 (45%)
Lobe	
Supérieur	73 (52,1%)
Inférieur	53 (37,9%)
Moyen	2 (1,4%)
Mixte	12 (8,6%)
Densité	
Solide	120 (85,7%)
Mixte/excavé/nécrotique	20 (14,3%)

Les variables quantitatives sont exprimées en moyennes +/- écarts-types ; les nombres entre parenthèses sont les extrêmes.

Les variables qualitatives sont exprimées en effectifs ; les nombres entre parenthèses sont les pourcentages correspondants.

* Des données staturopondérales manquantes n'ont pas permis de calculer l'IMC pour 7 patients.

Tableau 2. Caractéristiques des biopsies sous scanner et résultats anatomopathologiques.

Biopsie sous scanner	Tous (n=140)
Installation	
Décubitus dorsal	55 (39,3 %)
Procubitus	76 (54,3 %)
Décubitus latéral droit/gauche	9 (6,4 %)
Epaisseur sous cutanée traversée (mm)	42,9 +/- 15 (13-100)
Angle coaxiale-plèvre (degrés)	70,7 +/- 19,1 (9-90)
Temps de ponction (minutes)	8,6 +/- 3,2 (4-21)
Nombre de points de ponction	
Unique	138 (98,6 %)
Multiples	2 (1,4 %)
Pneumothorax	41 (29,2 %)
Léger	37 (90,2 %)
Modéré	4 (9,8 %)
Sévère	0
Hémorragie alvéolaire	13 (9,3 %)
Anatomopathologie	n=137*
Malin	109 (79,6 %)
Adénocarcinome	49 (45 %)
Carcinome épidermoïde	22 (20,2 %)
Métastase	18 (16,5 %)
Autres	20 (18,3 %)
Pas de critère de malignité	23 (16,8%)
Indéterminé	5 (3,6 %)
Origine extra pulmonaire	13 (9,5 %)
Pleurale	10 (77 %)
Médiastinale	2 (15,3 %)
Osseuse	1 (7,7 %)

Les variables quantitatives sont exprimées en moyennes +/- écarts-types ; les nombres entre parenthèses sont les extrêmes.

Les variables qualitatives sont exprimées en effectifs ; les nombres entre parenthèses sont les pourcentages correspondants.

* Un pneumothorax précoce n'a pas permis la réalisation de prélèvements chez 3 patients.

Tableau 3. Calculs des Odds Ratios « OR » (avec intervalle de confiance à 95 % «IC 95%») des principaux critères qualitatifs recueillis, rapportés à la survenue de pneumothorax post biopsie dans la population d'étude.

	OR	IC 95%
BPCO	1,83	0,54 – 6,12
Emphysème au contact de la lésion cible	0,56	0,24 – 1,32
Localisation lobaire inférieure	3,41	1,60 – 7,27
Densité lésionnelle solide	0,61	0,35 – 1,04
Envahissement extra pleural manifeste au scanner	0,12	0,04-0,42
Critères conventionnels remplis	0,39	0,18 – 0,85

Pour l'analyse de l'objectif principal, le RCD était significativement plus élevé dans le groupe sans pneumothorax que dans le groupe avec pneumothorax (1,2 +/- 0,4 vs 1 +/- 0,4 ; p = 0,0023) avec une aire sous la courbe ROC à 0,69. En prenant 1,03 comme valeur seuil, nous retrouvons une sensibilité de 70,7% et une spécificité de 67,7%. La courbe ROC et les diagrammes en boîte de la distribution du RCD au sein des groupes avec et sans pneumothorax sont représentés sur la **Figure 5**.

Pour l'analyse des objectifs secondaires, le Test 2 retrouve également un RCD significativement plus élevé dans le groupe sans pneumothorax (1,1 +/- 0,5 vs 1 +/- 0,3 ; p = 0,0295) avec une AUC à 0,65. En prenant 1,01 comme valeur seuil, nous retrouvons une sensibilité de 61,1% et une spécificité de 60%. Le Test 3 retrouve également un RCD significativement plus élevé dans le groupe sans pneumothorax (1.3 +/- 0.5 vs 0.9 +/- 0.3 ; p = 0.000886) avec une AUC à 0,76. En prenant 1,04 comme valeur seuil, nous retrouvons une sensibilité de 87% et une spécificité de 68,8%. Les courbes ROC pour les Test 2 et 3 sont illustrées sur la **Figure 6**.

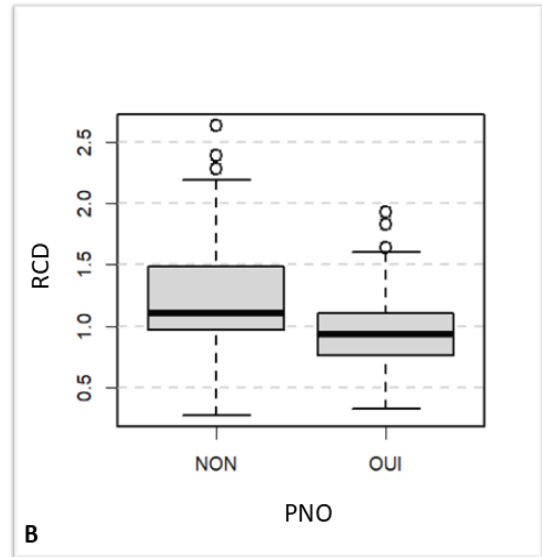
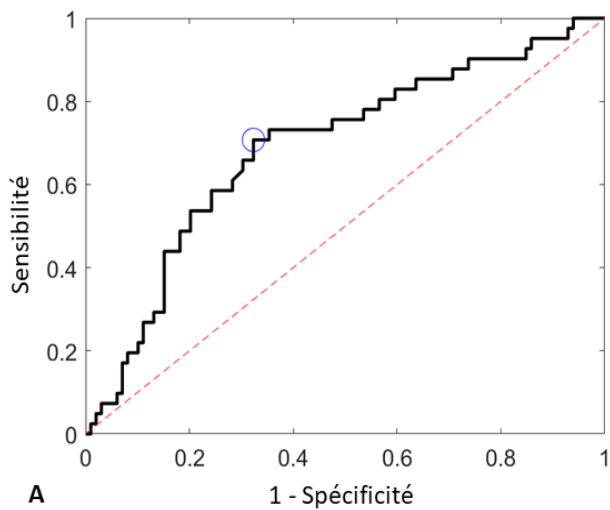


Figure 5. A. Courbe ROC pour la présence d'un pneumothorax post biopsie selon le RCD. **B.** Diagrammes en boîte de la distribution du RCD au sein des groupes avec et sans pneumothorax («PNO») post biopsie pour les 140 patients de la population d'étude (Test 1).

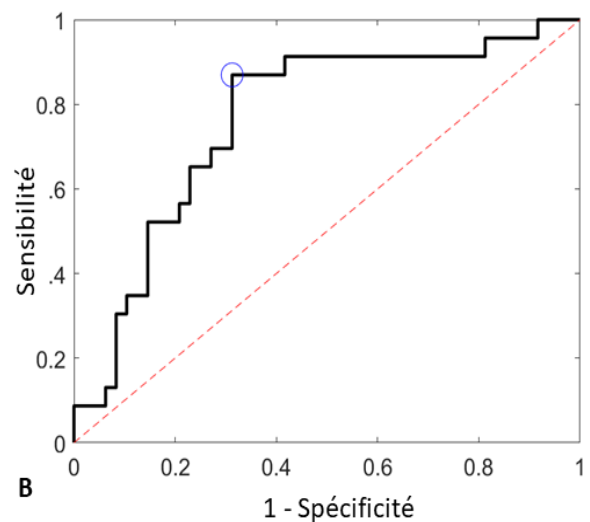
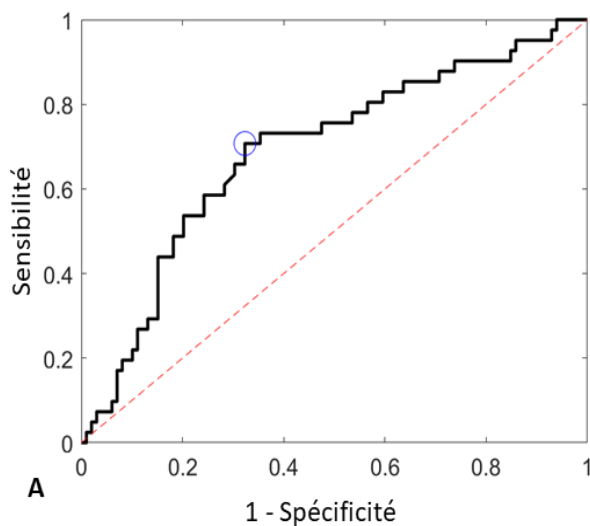


Figure 6. Courbes ROC pour la présence d'un pneumothorax post biopsie selon le RCD. A. Après exclusion des lésions à extension extra pleurale manifeste (Test 2) **B.** En considérant uniquement les CBPNPC (avec ou sans extension extra pleurale) à l'anatomopathologie (Test 3).

Discussion :

Notre étude retrouve une différence significative des valeurs de RCD entre les groupes sans et avec pneumothorax post biopsie sous scanner, avec un ratio moyen plus faible dans le groupe présentant un pneumothorax.

La 8ème édition de la stadification TNM des cancers pulmonaires établie par l'Union Internationale Contre le Cancer décrit (entre autres critères) un envahissement de la plèvre viscérale comme un stade T2, de la plèvre pariétale comme un T3, et de structures voisines (incluant diaphragme, médiastin, trachée, corps vertébraux) comme un stade T4 (28).

Imai et al. ont démontré que la mesure du RCD était une technique simple et non invasive, permettant une meilleure estimation de l'envahissement pleural des CBPNPC stades T3 et T4 comparativement aux critères conventionnels historiquement admis et utilisés (23,24). Dans leur étude menée sur 169 patients, une valeur de RCD supérieure à 0,9 permet de prédire l'extension aux structures adjacentes avec d'excellentes sensibilité (89,7%) et spécificité (96%), et une aire sous la courbe ROC à 0,976.

Quel que soit le test mené dans notre étude, les meilleures sensibilités et spécificités ont été obtenues pour un seuil de RCD à 1, très proche de celui d'*Imai et al.* Les valeurs de sensibilité, spécificité et AUC demeurent toutefois moins élevées dans notre analyse principale (70,7%, 67,7% et 0,69 respectivement). Ces performances diagnostiques amoindries peuvent potentiellement s'expliquer par la diversité lésionnelle dans notre population cible, associant des lésions bénignes, malignes et indéterminées, à l'inverse de l'étude citée (comportant exclusivement des CBPNPC). De plus, le fait que les meilleures sensibilité, spécificité et AUC de notre étude (87%, 68,8%, 0,76 respectivement) aient été observés sur le Test 3 constitue un argument renforçant la pertinence diagnostique du RCD. En effet, le Test 3 portant sur les 71 CBPNPC diagnostiqués à l'anatomopathologie, il représente la configuration se rapprochant le plus de la population d'étude d'*Imai et al.*.

Notre étude se base sur le raisonnement physiopathologique et empirique selon lequel le risque de pneumothorax iatrogène post biopsie serait diminué en cas d'envahissement pleural tumoral, ce dernier limitant les possibilités de fuite aérique dans l'espace pleural à l'introduction du système de prélèvement. Ce risque serait alors d'autant plus faible que la lésion à biopsier présenterait un envahissement extra pleural manifeste, les prélèvements étant réalisés au sein d'un processus expansif tissulaire sans passer par l'espace pleural ou le parenchyme pulmonaire aéré.

Les résultats de notre étude vont dans le sens de ce raisonnement, l'envahissement

extra pleural manifeste apparaissant comme un facteur protecteur de pneumothorax. Il est également intéressant de constater que nos résultats demeurent significatifs après exclusion des lésions à envahissement extra pleural évident (Test 2), témoignant de la pertinence diagnostique du RCD pour des stades inférieurs à T4.

Aucune biopsie n'a nécessité de drainage thoracique dans la population d'étude. Bien que cette observation soit surprenante compte tenu des incidences rapportées dans la littérature (6,9%), elle peut s'expliquer par le fait que notre étude se concentre sur des lésions à contact pleural, sous type lésionnel connu pour être moins pourvoyeur de pneumothorax iatrogène post biopsie (29,30).

Dans la revue de littérature effectuée, aucune étude n'a analysé la survenue des pneumothorax iatrogènes post biopsie selon le RCD.

Peu d'études se sont intéressées aux biopsies sous scanner des lésions affleurant la plèvre ou sous pleurales en radiologie interventionnelle. Les principaux travaux réalisés sur ces lésions se sont intéressés aux différents trajets de biopsie envisageables (selon la longueur de poumon aéré traversé), ou à la position de la coaxiale par rapport à la plèvre (traversée ou non) (31–33).

L'abord tomodensitométrique est de nos jours le plus répandu pour biopsier les lésions pulmonaires périphériques, et présente l'avantage d'une excellente résolution spatiale permettant un positionnement précis du système de prélèvement, malgré un repérage réalisé dans un plan axial strict (34,35).

L'abord sous contrôle échographique des lésions au contact de la paroi thoracique fait l'objet d'un intérêt croissant dans la littérature. Outre son caractère non irradiant, cette alternative présente une rentabilité diagnostique au moins équivalente à l'abord sous scanner, pour un temps de ponction réduit (lié à un trajet de biopsie visible et adaptable en temps réel), un coût moindre et une accessibilité facilitée (34,36–40).

Cette technique serait également très utile pour les patients dont la fonction respiratoire précaire ne permet pas de tenir allongés en décubitus ou procubitus (36).

L'échographie permet par ailleurs de hautement suspecter un envahissement pleural pariétal lorsqu'une lésion perd sa mobilité normalement observée lors des mouvements respiratoires (18).

Concernant ses désavantages, la biopsie sous échographie reste une technique opérateur et patient dépendante, pratiquée via une fenêtre acoustique intercostale étroite, avec des temps de ponction pouvant avoisiner ceux du scanner pour les biopsies de petites lésions infracentimétriques (36). Toutefois, compte tenu de ses avantages

multiples, l'abord échographique tend à s'imposer comme la méthode de première intention pour biopsier les lésions pulmonaires à contact pleural. *Lee et al.* ont évoqué une technique hybride associant repérage localisé tomодensitométrique avant biopsie sous contrôle échographique afin d'optimiser la sécurité et la rentabilité diagnostique des plus petites lésions (infracentimétriques) affleurant la plèvre, mais cette application n'a pas encore été testée (36).

Parmi les points négatifs de notre étude, le fait qu'un seul observateur ait été responsable du recueil des données et des mesures du RCD, a limité l'étude de la variabilité inter observateur et de l'impact potentiel de l'expérience du radiologue sur la réalisation des mesures.

De plus, la mesure du RCD pour les lésions à envahissement extra pleural manifeste ayant été effectuée à main levée (basée sur les contours pleuraux sains théoriques), sa valeur exacte peut avoir été sur ou sous-estimée dans ces cas.

Parmi les perspectives envisageables à l'avenir, il serait intéressant d'évaluer la variabilité inter-observateur de la mesure de ce ratio, et de développer une application de mesure semi-automatique ou manuelle pour minimiser la variabilité intra-observateur.

Malgré les critères de non-inclusion, certaines lésions d'origine extra pulmonaire ont été incluses (médiastinales, pleurales ou osseuses). Notre étude s'inscrit toutefois dans une approche pratique de la radiologie interventionnelle, où les données anatomopathologiques ne sont logiquement pas connues a priori et où l'origine lésionnelle peut être trompeuse sur l'imagerie de repérage.

Etant donné son important impact thérapeutique (choix de la technique chirurgicale) et pronostique, l'estimation en imagerie de l'envahissement pleural (viscéral ou pariétal) tumoral a fait l'objet de multiples études, s'intéressant aussi bien aux caractéristiques morphologiques lésionnelles et péri-lésionnelles (densité, contours, étendue du contact pleural, présence de "tags" pleuraux, rétraction pleurale contigüe, volume de l'interface lésion-plèvre) qu'à des critères dynamiques et marqueurs biologiques (16–24,41–43). L'idée qu'un contact tumoral avec la plèvre constitue un critère d'envahissement a été clairement réfutée(18,44).

L'échographie, le scanner, l'imagerie par résonance magnétique (IRM) et la tomographie par émission de positons au 18-fluorodesoxyglucose (TEP au 18-FDG) ont été utilisés pour estimer en préopératoire l'envahissement pleural des CBPNPC, chaque méthode présentant ses propres avantages et inconvénients (18). Dans ce contexte, le RCD présente l'avantage d'être une mesure non invasive, simple, et accessible, réalisable via les reconstructions multi-planaires des logiciels d'interprétation à

disposition systématique des radiologues, que leur orientation soit diagnostique ou interventionnelle. Aussi, notre étude permet d'envisager qu'un RCD supérieur à 1 au scanner (associé *a fortiori* à une fixité lésionnelle sur un examen d'imagerie dynamique de type échographie, IRM, voire scanner) permettrait d'haute suspecter un envahissement de la plèvre pariétale et donc un risque amoindri de pneumothorax post-biopsie, en plus d'influencer la prise en charge chirurgicale après confirmation anatomopathologique.

Les innovations à venir en imagerie pourraient permettre d'affiner les outils diagnostiques préexistants voire de développer de nouvelles méthodes pour apprécier l'envahissement pleural des lésions pulmonaires. C'est notamment le cas du scanner spectral à comptage photonique, en début de commercialisation, améliorant les principales limites des actuels détecteurs à intégration, tant sur les résolutions spatiale et en contraste que sur la diminution du bruit électronique et des doses de rayons X (45).

Conclusion :

Nous avons montré une différence significative du RCD entre les événements avec et sans pneumothorax iatrogènes post biopsie dans notre population d'étude, avec de meilleures sensibilité et spécificité obtenues pour valeur seuil à 1.

Ce résultat plaide en faveur de la pertinence diagnostique de ce ratio, dont la mesure simple et non invasive peut aider les radiologues interventionnels dans l'anticipation de pneumothorax iatrogènes post biopsie sous scanner de lésions pulmonaires à contact pleural.

Tableaux et figures :

Figures :

<i>Figure 1.</i> Diagramme de flux des patients inclus et exclus.....	14
<i>Figure 2.</i> Mesure du plus grand diamètre lésionnel et du contact pleural au scanner.....	16
<i>Figure 3.</i> Mesure du contact pleural en cas d'envahissement extra pleural manifeste.....	17
<i>Figure 4.</i> Test T de Student pratiqués sur la population d'étude.....	18
<i>Figure 5.</i> A. Courbe ROC pour la présence d'un pneumothorax post biopsie selon le RCD. B. Diagrammes en boîte de la distribution du RCD au sein des groupes avec et sans pneumothorax post biopsie pour les 140 patients de la population d'étude (Test 1).....	24
<i>Figure 6.</i> Courbes ROC pour la présence d'un pneumothorax post biopsie selon le RCD. A. Après exclusion des lésions à extension extra pleurale manifeste (Test 2) B. En considérant uniquement les CBPNPC (avec ou sans extension extra pleurale) à l'anatomopathologie (Test 3).....	24

Tableaux :

<i>Tableau 1.</i> Caractéristiques des patients et lésions biopsiées.....	21
<i>Tableau 2.</i> Caractéristiques des biopsies sous scanner et résultats anatomopathologiques.....	22
<i>Tableau 3.</i> Calculs des Odds Ratios « OR » avec intervalle de confiance à 95 % «IC 95%» des principaux critères qualitatifs recueillis, rapportés à la survenue de pneumothorax post biopsie dans la population d'étude.....	23

Bibliographie :

1. Manhire A. Guidelines for radiologically guided lung biopsy. *Thorax*. 1 nov 2003;58(11):920-36.
2. Wiener RS, Wiener DC, Gould MK. Risks of Transthoracic Needle Biopsy: How High? *Clin Pulm Med*. janv 2013;20(1):29-35.
3. Huo YR, Chan MV, Habib AR, Lui I, Ridley L. Pneumothorax rates in CT-Guided lung biopsies: a comprehensive systematic review and meta-analysis of risk factors. *Br J Radiol*. 1 avr 2020;93(1108):20190866.
4. Yeow KM, Su IH, Pan KT, Tsay PK, Lui KW, Cheung YC, et al. Risk Factors of Pneumothorax and Bleeding. *Chest*. sept 2004;126(3):748-54.
5. Heerink WJ, de Bock GH, de Jonge GJ, Groen HJM, Vliegenthart R, Oudkerk M. Complication rates of CT-guided transthoracic lung biopsy: meta-analysis. *Eur Radiol*. janv 2017;27(1):138-48.
6. Choi WI. Pneumothorax. *Tuberc Respir Dis*. 2014;76(3):99.
7. Henry M, Arnold T, Harvey J. BTS guidelines for the management of spontaneous pneumothorax. :14.
8. Appel E, Dommaraju S, Camacho A, Nakhaei M, Siewert B, Ahmed M, et al. Dependent lesion positioning at CT-guided lung biopsy to reduce risk of pneumothorax. *Eur Radiol*. nov 2020;30(11):6369-75.
9. Drumm O, Joyce EA, de Blacam C, Gleeson T, Kavanagh J, McCarthy E, et al. CT-guided Lung Biopsy: Effect of Biopsy-side Down Position on Pneumothorax and Chest Tube Placement. *Radiology*. juill 2019;292(1):190-6.
10. Hiraki T, Mimura H, Gobara H, Shibamoto K, Inoue D, Matsui Y, et al. Incidence of and Risk Factors for Pneumothorax and Chest Tube Placement After CT Fluoroscopy-Guided Percutaneous Lung Biopsy: Retrospective Analysis of the Procedures Conducted Over a 9-Year Period. *Am J Roentgenol*. mars 2010;194(3):809-14.
11. Khan MF, Straub R, Moghaddam SR, Maataoui A, Gurung J, Wagner TOF, et al. Variables affecting the risk of pneumothorax and intrapulmonal hemorrhage in CT-guided transthoracic biopsy. *Eur Radiol*. juill 2008;18(7):1356-63.
12. Lim WH, Park CM, Yoon SH, Lim HJ, Hwang EJ, Lee JH, et al. Time-dependent analysis of incidence, risk factors and clinical significance of pneumothorax after percutaneous lung biopsy. *Eur Radiol*. mars 2018;28(3):1328-37.
13. Rong E, Hirschl DA, Zalta B, Shmukler A, Krausz S, Levsky JM, et al. A Retrospective Multi-Site Academic Center Analysis of Pneumothorax and Associated Risk Factors after CT-Guided Percutaneous Lung Biopsy. *Lung*. juin 2021;199(3):299-305.
14. Sabatino V, Russo U, D'Amuri F, Bevilacqua A, Pagnini F, Milanese G, et al. Pneumothorax and pulmonary hemorrhage after CT-guided lung biopsy: incidence, clinical significance and correlation. *Radiol Med (Torino)*. janv 2021;126(1):170-7.

15. Zhang HF, Liao MY, Zhu DY, Chen J, Wang YF. Lung radiodensity along the needle passage is a quantitative predictor of pneumothorax after CT-guided percutaneous core needle biopsy. *Clin Radiol.* mars 2018;73(3):319.e1-319.e7.
16. Sakuma K, Yamashiro T, Moriya H, Murayama S, Ito H. Parietal pleural invasion/adhesion of subpleural lung cancer: Quantitative 4-dimensional CT analysis using dynamic-ventilatory scanning. *Eur J Radiol.* févr 2017;87:36-44.
17. Snoeckx A. Visceral pleural invasion: predictable on CT? *Quant Imaging Med Surg.* déc 2019;9(12):2019-22.
18. Bai JH, Hsieh MS, Liao HC, Lin MW, Chen JS. Prediction of pleural invasion using different imaging tools in non-small cell lung cancer. *Ann Transl Med.* janv 2019;7(2):33-33.
19. Elicker BM. Pleural Invasion in Subsolid and Solid Lung Cancers: Predictive Features at CT and Their Clinical Significance. *Radiol Cardiothorac Imaging.* 1 août 2019;1(3):e190145.
20. Kawaguchi K, Mori S, Usami N, Fukui T, Mitsudomi T, Yokoi K. Preoperative evaluation of the depth of chest wall invasion and the extent of combined resections in lung cancer patients. *Lung Cancer.* avr 2009;64(1):41-4.
21. Hsu JS, Jaw TS, Yang CJ, Lin SF, Shih MCP, Chou SH, et al. Convex border of peripheral non-small cell lung cancer on CT images as a potential indicator of pleural invasion. *Medicine (Baltimore).* oct 2017;96(42):e7323.
22. Ratto GB, Piacenza G, Frola C, Musante F, Serrano I, Giua R, et al. Chest wall involvement by lung cancer: Computed tomographic detection and results of operation. *Ann Thorac Surg.* févr 1991;51(2):182-8.
23. Glazer HS, Duncan-Meyer J, Aronberg DJ, Moran JF, Levitt RG, Sagel SS. Pleural and chest wall invasion in bronchogenic carcinoma: CT evaluation. *Radiology.* oct 1985;157(1):191-4.
24. Imai K, Minamiya Y, Ishiyama K, Hashimoto M, Saito H, Motoyama S, et al. Use of CT to Evaluate Pleural Invasion in Non-Small Cell Lung Cancer: Measurement of the Ratio of the Interface between Tumor and Neighboring Structures to Maximum Tumor Diameter. *Radiology.* mai 2013;267(2):619-26.
25. Bae K, Ha JY, Jeon KN. Pneumothorax after CT-guided transthoracic lung biopsy: A comparison between immediate and delayed occurrence. *Adrish M, éditeur. PLOS ONE.* 24 août 2020;15(8):e0238107.
26. Ruud EA, Stavem K, Geitung JT, Borthne A, Søyseth V, Ashraf H. Predictors of pneumothorax and chest drainage after percutaneous CT-guided lung biopsy: A prospective study. *Eur Radiol.* juin 2021;31(6):4243-52.
27. R Development Core Team. R: The R Project for Statistical Computing [Internet]. Vienne, Autriche; 2016 [cité 24 juill 2023]. Disponible sur: <https://www.r-project.org/>

28. Goldstraw P, Chansky K, Crowley J, Rami-Porta R, Asamura H, Eberhardt WEE, et al. The IASLC Lung Cancer Staging Project: Proposals for Revision of the TNM Stage Groupings in the Forthcoming (Eighth) Edition of the TNM Classification for Lung Cancer. *J Thorac Oncol Off Publ Int Assoc Study Lung Cancer*. janv 2016;11(1):39-51.
29. Haramati LB, Austin JH. Complications after CT-guided needle biopsy through aerated versus nonaerated lung. *Radiology*. déc 1991;181(3):778.
30. Zhao Y, Wang X, Wang Y, Zhu Z. Logistic regression analysis and a risk prediction model of pneumothorax after CT-guided needle biopsy. *J Thorac Dis*. nov 2017;9(11):4750-7.
31. Iguchi T, Hiraki T, Matsui Y, Tomita K, Uka M, Tanaka T, et al. CT-guided biopsy of lung nodules with pleural contact: Comparison of two puncture routes. *Diagn Interv Imaging*. sept 2021;102(9):539-44.
32. Yu JH, Li B, Yu XX, Du Y, Yang HF, Xu XX, et al. CT-guided core needle biopsy of small (≤ 20 mm) subpleural pulmonary lesions: value of the long transpulmonary needle path. *Clin Radiol*. juill 2019;74(7):570.e13-570.e18.
33. Prosch H, Oschatz E, Eisenhuber E, Wohlschlagel H, Mostbeck GH. CT fluoroscopy guided transpleural cutting needle biopsy of small (≤ 2.5 cm) subpleural pulmonary nodules. *Eur J Radiol*. janv 2011;77(1):164-6.
34. Sconfienza LM, Mauri G, Grossi F, Truini M, Serafini G, Sardanelli F, et al. Pleural and peripheral lung lesions: comparison of US- and CT-guided biopsy. *Radiology*. mars 2013;266(3):930-5.
35. De Margerie-Mellon C, De Bazelaire C, De Kerviler E. Image-guided biopsy in primary lung cancer: Why, when and how. *Diagn Interv Imaging*. oct 2016;97(10):965-72.
36. Lee MH, Lubner MG, Hinshaw JL, Pickhardt PJ. Ultrasound Guidance Versus CT Guidance for Peripheral Lung Biopsy: Performance According to Lesion Size and Pleural Contact. *AJR Am J Roentgenol*. mars 2018;210(3):W110-7.
37. Jarmakani M, Duguay S, Rust K, Conner K, Wagner JM. Ultrasound Versus Computed Tomographic Guidance for Percutaneous Biopsy of Chest Lesions. *J Ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med*. sept 2016;35(9):1865-72.
38. Mychajlowycz M, Alabousi A, Mironov O. Ultrasound- Versus CT-Guided Subpleural Lung and Pleural Biopsy: An Analysis of Wait Times, Procedure Time, Safety, and Diagnostic Adequacy. *Can Assoc Radiol J J Assoc Can Radiol*. nov 2021;72(4):883-9.
39. Sheth S, Hamper UM, Stanley DB, Wheeler JH, Smith PA. US Guidance for Thoracic Biopsy: A Valuable Alternative to CT. *Radiology* [Internet]. 1 mars 1999 [cité 17 juin 2023]; Disponible sur: <https://pubs.rsna.org/doi/10.1148/radiology.210.3.r99mr23721>
40. Khosla R, McLean A, Smith J. Ultrasound-guided versus computed tomography-scan guided biopsy of pleural-based lung lesions. *Lung India*. 2016;33(5):487.

41. Ebara K, Takashima S, Jiang B, Numasaki H, Fujino M, Tomita Y, et al. Pleural invasion by peripheral lung cancer: prediction with three-dimensional CT. *Acad Radiol.* mars 2015;22(3):310-9.
42. Hsu JS, Han IT, Tsai TH, Lin SF, Jaw TS, Liu GC, et al. Pleural Tags on CT Scans to Predict Visceral Pleural Invasion of Non–Small Cell Lung Cancer That Does Not Abut the Pleura. *Radiology.* mai 2016;279(2):590-6.
43. Zhu K, Chen L, He C, Lang Y, Kong X, Qu C, et al. Prediction of Pleural Invasion in Challenging Non-Small-Cell Lung Cancer Patients Using Serum and Imaging Markers. *Dis Markers.* 7 févr 2020;2020:1-6.
44. Chabi ML. EM-Consulte. 2017 [cité 13 juin 2023]. Imagerie des tumeurs malignes primitives bronchopulmonaires : apport de l'imagerie à la stratégie et à la surveillance thérapeutique. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/1101746/imagerie-des-tumeurs-malignes-primitives-bronchopu>
45. Si-Mohamed S, Boccalini S, Rodesch PA, Dessouky R, Lahoud E, Broussaud T, et al. Feasibility of lung imaging with a large field-of-view spectral photon-counting CT system. *Diagn Interv Imaging.* mai 2021;102(5):305-12.

Annexe :

*" La Recherche
est l'une des trois missions du CHRU "*

INFORMATION AUX PATIENTS

Utilisation des données de santé pour la recherche et l'évaluation

Les données de votre dossier médical (ou de votre enfant) recueillies dans le cadre du soin peuvent être amenées à être réutilisées à des fins de recherche et d'évaluation, notamment via le centre de données cliniques du CHRU de TOURS, en collaboration avec les CHU du Grand Ouest. Ce dispositif informatisé, permet le traitement de vos données médicales dans le respect des règles éthiques, juridiques et déontologiques. Vos données pourront être croisées avec celles d'autres sources, telles que le système national des données de santé de l'Assurance-Maladie. Dans tous les cas, seules des personnes soumises au secret professionnel peuvent accéder à vos données, sous la responsabilité d'un médecin de l'établissement.

Conformément aux dispositions de la loi « Informatique et Libertés » (loi du 6 janvier 1978 modifiée*) et du RGPD**, toute recherche sur les données vous concernant sera conduite conformément aux dispositions législatives et réglementaires en vigueur.

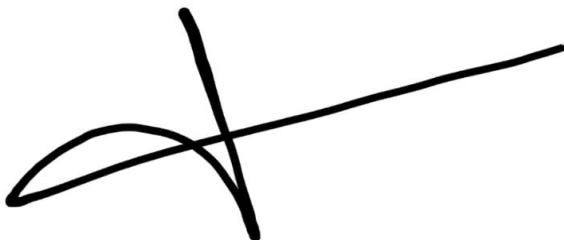
Les analyses sont toujours réalisées dans le respect des règles de confidentialité sur des données codées sans mention des noms et prénoms et les résultats sont produits sous une forme agrégée qui ne permet en aucun cas de vous identifier. Il est également possible que vous soyez recontacté par le service qui vous a pris en charge pour vous proposer de participer à une nouvelle recherche.

Dans tous les cas (conformément à la loi Informatique et Libertés révisée et au RGPD), vous disposez d'un droit d'accès, de rectification, de portabilité et de limitation du traitement des données figurant dans votre dossier. Vous pouvez à tout moment vous opposer à leur réutilisation pour une ou plusieurs recherches, ou la totalité (www.chu-tours.fr/), pour autant que leur traitement ne réponde pas à une obligation légale, sans avoir à justifier votre refus. L'exercice de votre droit d'opposition sera sans conséquence sur votre prise en charge ou la qualité de votre relation avec les équipes médicales et soignantes. Vous pouvez également vous opposer à être recontacté pour participer à une nouvelle recherche. Enfin, vous avez le droit d'introduire une réclamation auprès de la CNIL.

* Loi Informatique et Liberté n° 78-17 du 6 janvier 1978 modifiée par la Loi 2018 -493 du 20 Juin 2018 : relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés (conformément à la Directive 95/46 CE relative à la protection des données personnelles)
** RGPD : Règlement (UE) 2016/679 du Parlement européen et du Conseil du 27 avril 2016 (RGPD) ,relatif à la protection des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel et à la libre circulation de ces données.

Pour exercer vos droits, à tout moment, vous pouvez contacter le délégué à la protection des données (DPO) du CHRU de TOURS, e-mail : dpo@chu-tours.fr

Vu, le Directeur de Thèse
Docteur Antoine BRAULT

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of fluid, overlapping strokes that form a stylized representation of the name.

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

SEE Emmanuel

36 pages – 3 tableaux – 6 figures

Intérêt du ratio contact pleural sur plus grand diamètre pour l'estimation du risque de pneumothorax post-biopsie sous scanner des lésions pulmonaires à contact pleural

Résumé :

Objectif : Le pneumothorax est la première complication des biopsies pulmonaires sous scanner. Le ratio contact pleural sur plus grand diamètre lésionnel (RCD) a été démontré comme un indicateur fiable d'envahissement pleural des Carcinomes Broncho-Pulmonaires Non à Petites Cellules (CBPNPC) stades T3 et T4. Ce travail analyse le RCD selon la présence ou l'absence de pneumothorax iatrogène post biopsie sous scanner de lésions pulmonaires à contact pleural.

Matériel et méthode : Une étude rétrospective a été menée au CHRU de Tours, en accord avec le Groupe Ethique Clinique local et la CNIL. 140 patients ayant subi une biopsie sous scanner de lésions pulmonaires affleurant la plèvre ont été inclus de 2016 à 2020. Pour chaque lésion, le plus grand axe ainsi que la longueur du contact pleural ont été mesurés pour calculer le RCD. La présence d'un pneumothorax iatrogène et les résultats anatomopathologiques ont également été recensés. Nous avons par la suite pratiqué un test de Student à la recherche d'une différence de RCD entre les patients avec et sans pneumothorax iatrogène, complété par une courbe ROC estimant la valeur seuil optimale du RCD associée aux meilleures sensibilité et spécificité.

Résultats : Le RCD était significativement plus élevé dans le groupe sans pneumothorax, avec une aire sous la courbe ROC à 0,69. En prenant 1 comme valeur seuil, on observe une sensibilité de 70,7% et une spécificité de 67,7% (Test 1). Dans un objectif secondaire, le RCD demeurerait significativement plus élevé dans le groupe sans pneumothorax après exclusions respectives des lésions présentant un envahissement extra pleural manifeste (Test 2), et des lésions bénignes et/ou indéterminées et/ou malignes non CBPNPC à l'anatomopathologie (Test 3).

Conclusion : La mesure simple et non invasive du RCD peut aider les radiologues interventionnels dans l'anticipation de pneumothorax iatrogènes post biopsie sous scanner de lésions à contact pleural.

Mots clés : Biopsie ; pulmonaire ; ratio ; contact ; pleural ; scanner

Jury :

Président du Jury : Professeur Laurent BRUNEREAU
Directeur de thèse : Docteur Antoine BRAULT
Membres du Jury : Professeur Laurent PLANTIER
Docteur Arthur PEARSON

Date de soutenance : 5 octobre 2023