

**Université de Limoges
Faculté de Médecine**

Année 2018

Thèse N° 3113

Thèse pour le diplôme d'état de docteur en Médecine

présentée et soutenue publiquement
le 20 avril 2018
par

Yannick Simonneau

né le 18 janvier 1989, à LIMOGES

**Les biopsies pleuropulmonaires sous échographie par le
pneumologue
Une étude prospective multicentrique**

Examineurs de la thèse :

M. le Professeur Alain VERGNENÈGRE

M. le Professeur Jacques MONTEIL

Mme le Docteur Karine DURAND

M. le Docteur Gilles MANGIAPAN

Mme le Docteur Julia BALLOUHEY

Président

Juge

Juge

Juge

Directrice



BON A IMPRIMER N° 3113.

LE PRESIDENT DE LA THESE

**Université de Limoges
Faculté de Médecine**

Année 2018

Thèse N° 3113.

Thèse pour le diplôme d'état de docteur en Médecine

présentée et soutenue publiquement

le 20 avril 2018

par

Yannick Simonneau

né le 18 janvier 1989, à LIMOGES (87)

**Les biopsies pleuropulmonaires sous échographie par le
pneumologue
Une étude prospective multicentrique**

Examineurs de la thèse :

M. le Professeur Alain VERGNENÈGRE

M. le Professeur Jacques MONTEIL

Mme le Docteur Karine DURAND

M. le Docteur Gilles MANGIAPAN

Mme le Docteur Julia BALLOUHEY

Président

Juge

Juge

Juge

Directrice



NATHAN-DENIZOT Nathalie	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
NUBUKPO Philippe	ADDICTOLOGIE
PARAF François	MEDECINE LEGALE et DROIT de la SANTE
PLOY Marie-Cécile	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
PREUX Pierre-Marie	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE de la SANTE et PREVENTION
ROBERT Pierre-Yves	OPHTALMOLOGIE
SALLE Jean-Yves	MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION
SAUTEREAU Denis	GASTRO-ENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE
STURTZ Franck	BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
TEISSIER-CLEMENT Marie-Pierre	ENDOCRINOLOGIE, DIABETE et MALADIES METABOLIQUES
TREVES Richard	RHUMATOLOGIE
TUBIANA-MATHIEU Nicole	CANCEROLOGIE
VALLEIX Denis	ANATOMIE
VERGNENEGRE Alain	EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE de la SANTE et PREVENTION
VERGNE-SALLE Pascale	THERAPEUTIQUE
VIGNON Philippe	REANIMATION
VINCENT François	PHYSIOLOGIE
WEINBRECK Pierre	MALADIES INFECTIEUSES
YARDIN Catherine	CYTOLOGIE et HISTOLOGIE

PROFESSEUR ASSOCIE DES UNIVERSITES A MI-TEMPS DES DISCIPLINES MEDICALES

BRIE Joël	CHIRURGIE	MAXILLO-FACIALE	ET
	STOMATOLOGIE		

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS

AJZENBERG Daniel	PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE
-------------------------	----------------------------



BARRAUD Olivier	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
BOURTHOUMIEU Sylvie	CYTOLOGIE et HISTOLOGIE
BOUTEILLE Bernard	PARASITOLOGIE et MYCOLOGIE
CHABLE Hélène	BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
DURAND Karine	BIOLOGIE CELLULAIRE
ESCLAIRE Françoise	BIOLOGIE CELLULAIRE
HANTZ Sébastien	BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE
JESUS Pierre	NUTRITION
LE GUYADER Alexandre	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
LIA Anne-Sophie	BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
MURAT Jean-Benjamin	PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE
QUELVEN-BERTIN Isabelle	BIOPHYSIQUE et MEDECINE NUCLEAIRE
RIZZO David	HEMATOLOGIE
TCHALLA Achille	GERIATRIE et BIOLOGIE du VIEILLISSEMENT
TERRO Faraj	BIOLOGIE CELLULAIRE
WOILLARD Jean-Baptiste	PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE

P.R.A.G.

GAUTIER Sylvie ANGLAIS

PROFESSEURS DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

BUCHON Daniel

DUMOITIER Nathalie

PROFESSEURS ASSOCIES A MI-TEMPS DE MEDECINE GENERALE

MENARD Dominique

PREVOST Martine



MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES A MI-TEMPS DE MEDECINE GENERALE

HOUDARD Gaëtan

PAUTOUT-GUILLAUME Marie-Paule

PROFESSEURS EMERITES

ADENIS Jean-Paul du 01.09.2015 au 31.08.2017

ALDIGIER Jean-Claude du 01.09.2016 au 31.08.2018

MERLE Louis du 01.09.2015 au 31.08.2017

MOULIES Dominique du 01.09.2015 au 31.08.2017

VALLAT Jean-Michel du 01.09.2014 au 31.08.2017

VIROT Patrice du 01.09.2016 au 31.08.2018

Le 1^{er} septembre 2016



Assistants Hospitaliers Universitaires – Chefs de Clinique

Le 1^{er} novembre 2015

ASSISTANTS HOSPITALIERS UNIVERSITAIRES

BLANC Philippe	BIOPHYSIQUE et MEDECINE NUCLEAIRE
CHUFFART Etienne	ANATOMIE
DONISANU Adriana	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
FAYE Piere-Antoine	BIOCHIMIE et BIOLOGIE MOLECULAIRE
FREDON Fabien	ANATOMIE
KASPAR Claire	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
MANCIA Claire	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
MATHIEU Pierre-Alain	ANATOMIE (Service d'Orthopédie-Traumatologie)
LOMBEL Guillaume	IMMUNOLOGIE
SERENA Claire	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION

CHEFS DE CLINIQUE - ASSISTANTS DES HOPITAUX

ARDOUIN Elodie	RHUMATOLOGIE
ASSIKAR Safaë	DERMATO-VERNEREOLOGIE
BIANCHI Laurent	GASTROENTEROLOGIE (A compter du 12 novembre 2015)
BORDES Jérémie	MEDECINE PHYSIQUE et de READAPTATION
BOURMAULT Loïc	OPHTALMOLOGIE
BUISSON Géraldine	PEDOPSYCHIATRIE
CASSON-MASSELIN Mathilde	RADIOLOGIE et IMAGERIE MEDICALE
CAZAVET Alexandre	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
CHAPELLAS Catherine	REANIMATION
CHATAINIER Pauline	NEUROLOGIE
CHRISTOU Niki	CHIRURGIE DIGESTIVE



COSTE-MAZEAU Perrine	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE (Surnombre du 1er novembre 2015 au 20 février 2016)
CYPIERRE Anne	MEDECINE INTERNE A
DAIX Thomas	REANIMATION
DIJOUX Pierrick	CHIRURGIE INFANTILE
DOST Laura	OPHTALMOLOGIE
EVENO Claire	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE
GANTOIS Clément	NEUROCHIRURGIE
GARDIC Solène	UROLOGIE
GONZALEZ Céline	REANIMATION
GSCHWIND Marion	MEDECINE INTERNE B
HOUMAÏDA Hassane	CHIRURGIE THORACIQUE et CARDIOVASCULAIRE (A compter du 02 novembre 2015)
JACQUES Jérémie	GASTRO-ENTEROLOGIE
KENNEL Céline	HEMATOLOGIE
LACORRE Aymeline	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
LAFON Thomas	MEDECINE d'URGENCE
LAVIGNE Benjamin	PSYCHIATRIE d'ADULTES
LE BIVIC Louis	CARDIOLOGIE
LE COUSTUMIER Eve	MALADIES INFECTIEUSES
LEGROS Emilie	PSYCHIATRIE d'ADULTES
LERAT Justine	O.R.L.
MARTIN Sylvain	RADIOLOGIE et IMAGERIE MEDICALE
MATT Morgan	MALADIES INFECTIEUSES
MESNARD Chrystelle	GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE
MONTCUQUET Alexis	NEUROLOGIE



PAPON Arnaud	GERIATRIE et BIOLOGIE du VIEILLISSEMENT
PETITALOT Vincent	CARDIOLOGIE
PONTHIER Laure	PEDIATRIE
ROGER Thomas	CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE et TRAUMATOLOGIQUE
SAINT PAUL Aude	PNEUMOLOGIE
SCOMPARIN Aurélie	O.R.L.
TAÏBI Abdelkader	CANCEROLOGIE
TRIGOLET Marine	PEDIATRIE

CHEF DE CLINIQUE – MEDECINE GENERALE

RUDELLE Karen

CHEF DE CLINIQUE ASSOCIE – MEDECINE GENERALE

(du 1er novembre 2015 au 31 octobre 2016)

LAUCHET Nadège

PRATICIENS HOSPITALIERS UNIVERSITAIRES

BALLOUHEY Quentin	CHIRURGIE	INFANTILE
	(du 1er mai 2015 au 30 avril 2019)	

CROS Jérôme	ANESTHESIOLOGIE-REANIMATION
	(du 1 ^{er} mai 2014 au 31 octobre 2018)



Ne crains pas d'avancer lentement, crains seulement de t'arrêter.



Remerciements

À Monsieur le Professeur **Alain VERGNENÈGRE**,
Professeur des universités de Santé Publique.

Vous me faites l'honneur de présider ce jury.
Je vous remercie d'avoir accepté de juger ce travail, je vous remercie aussi de votre soutien tout au long de mon internat, du partage de vos connaissances et de votre implication dans la formation des internes.

Soyez assuré de ma gratitude et de ma reconnaissance.

À Monsieur le Professeur **Jacques Monteil**,
Professeur des universités de Médecine Nucléaire.

Je vous remercie de juger mon travail et de l'attention que vous y porterez.
J'ai particulièrement apprécié votre disponibilité et votre pédagogie.

Soyez assuré de ma gratitude et de ma reconnaissance.



À Madame le Docteur **Karine Durand**,
Maitre de conférences des universités de Biologie Moléculaire

La collaboration étroite de nos disciplines est indispensable à la prise en charge de nos patients et vous remercie de m'accompagner dans cet exercice.
J'espère que ce regard clinique sur les prélèvements vous aura intéressé.

Soyez assurée de ma gratitude et de ma reconnaissance.

À Monsieur le Docteur **Gilles Mangiapan**,
Praticien Hospitalier en Pneumologie du Centre Hospitalier Intercommunal de Créteil

Je vous remercie de juger ce travail et de venir jusqu'à Limoges aujourd'hui. En espérant que cette thèse sera utile pour les travaux futurs du GECHO.

Je vous remercie aussi pour avoir fondé ce groupe d'apprentissage et de partage de l'échographie qui ne cesse de grandir. Merci enfin pour votre patience et votre pédagogie sans pareille.

Soyez assuré de ma gratitude et de ma reconnaissance.



À Madame le Docteur **Julia Ballouhey**,
Praticien hospitalier en Pneumologie du CHU de Limoges.

Merci de m'avoir confié et guidé durant ce travail de thèse.
Je te remercie aussi de tout cœur pour ta patience, tes conseils, ta bienveillance et ta gentillesse depuis mon premier stage d'interne jusqu'à ce jour.
Je suis heureux de pouvoir continuer à travailler à tes côtés, j'espère être digne de ta confiance.

Sois assurée de ma gratitude et de ma reconnaissance.



Aux médecins de toute la France qui ont permis l'élaboration de cette étude, Dr Sophie Laroumagne, Dr Cézair Matau, Dr Philippe Richard, Dr Ahmed Boubaya, Dr Julien Duthil. Merci pour votre investissement sans faille depuis le début et tout au long de ce travail. J'espère pouvoir partager encore avec vous pour la suite.

À Monsieur le Pr Melloni, Monsieur le Pr Vincent ainsi qu'à tous les médecins de l'Hôpital le Cluzeau, Dr Magali Dupuy-Grasset, Dr Elizabeth Bellet, Dr François Touraine, Dr Marie Thérèse Antonini pour votre pédagogie et votre soutien.

À mes parents, je vous remercie pour toutes ces années de soutien, depuis le jour où je vous ai annoncé que je me lançais dans ces longues études jusqu'aujourd'hui, vous avez toujours été là. Je ne vous le dis pas assez souvent, mais je vous serai éternellement reconnaissant.

À Quentin, merci pour ton aide, le prêt plus ou moins consenti de tes vêtements et ta maxime : « Si tu réfléchis trop tu ne vis pas ! ».

À Félana, pour ta présence, ton aide et tes week-ends d'astreinte Cambouis. Je pourrai enfin porter le titre de Dr Jacky !

À Emma, merci pour tout, pour ton amour, ta patience, tes encouragements, tes tiramisus, ton obsession pour notre chat... T'avoir à mes côtés est certainement la plus belle chose qui me soit arrivée, en espérant pouvoir être encore longtemps avec toi.

Aux familles Simonneau et Toucanne, pour leur amour et leur disponibilité.

À mes grands-parents, merci.

À toute la famille Hérault, Evelyne, Roland, Simone, Amélie, Manu et Juliette pour votre aide et votre présence.

Aux chefs,

Thomas pour ton énergie inépuisable dans le service, ton aide inestimable pour ce travail. Tu es un exemple à suivre pour moi.

Aude, j'espère qu'à la Réunion tu n'oublies pas Limoges, merci pour ta gentillesse et ton humour.

Ève, tu m'as appris à aimer la pneumo il y a quelques années, je ne te remercierai jamais assez, j'espère que tu n'es pas déçue de me voir choisir l'oncologie thoracique...

Stéphanie, pour m'avoir appris à poser un drain, ventiler et râler contre tout. C'était un sacré semestre avec toi! Je suis heureux de pouvoir continuer à travailler à tes côtés.

Florent, merci pour ton calme, ta disponibilité et ta bonne humeur. Grâce à toi, je peux dire que les thibériens sont des gens biens.

A Sophie, qui a longuement travaillé sur les stats, je te dois beaucoup de chocolats.

À Estelle qui est toujours disponible pour répondre à mes questions stupides.

À tous les potes, d'enfance et les plus récents, l'amicale RNB (Roussac-Nantiat-Bellac), Nico (le mec le plus obtus du monde), Chloé (la meilleure ennemie), Théo (la vieille branche), Méré

(la merveille), George (Georgus), Dr Noémie, Guigui (le vendeur de pierres à sel), Tof et Evy (les animateurs de soirées tchèques), Pierre « le maillot jaune » Pfennig, Yoyo la tisane...

Au groupe F.B.I., Clément et Camille, pour votre présence durant ces longues années d'internat, pour les soirées de repas gourmets et de débat sur l'algorithme de cuisson des fondants au chocolat, pour les sorties en boîte que j'apprécie particulièrement.

À Yohan l'aveyronnais, mon plus vieux pote de médecine, et Émeline sa future femme, je suis heureux que notre amitié reste intacte malgré la distance.

À Matthieu le splénologue et Julie, plein de bonheur à vous et Samuel

À tous les copains de fac, Xavier, Marie et Alex, Julius, Mario, Pierre et Amandine, Fab et Marion, Alexandra et Simon, Pauline, Leslie, Clémentin, Timothée, Pollen, Maurène, Sam, Julian, Annette... C'est toujours un bonheur de vous revoir.

À tous mes co-internes de pneumo, Laurie, Asmâa, Nellie, Mathieu, Philippe, Thomas, Sophie, Alice et Benoît. J'espère que l'esprit d'équipe et la bonne ambiance continueront entre nous.

Au service d'oncologie de Limoges qui m'a beaucoup apporté, la fine équipe d'internes, Clémentine la pneumologue refoulée, Tiffany l'onco-licorne, Kévin le hipster de l'immuno, Raphaël le beau gosse... et aux chefs, Valérie, Laurence, Julia et Élise, merci pour tout ce que vous m'avez appris autant sur le plan humain que professionnel.

Au service de radiothérapie de Limoges, les internes, Hélène qui excelle aussi bien dans la radiothérapie stéréotaxique que les pilates et papy Dutheil qui apporte sa sagesse et son expérience aux petits jeunes comme moi. Merci pour votre accueil et votre humour. Le Pr Simounou ne vous oubliera pas !

À toutes les équipes paramédicales, sans vous on n'est pas grand-chose.

À toute l'équipe de l'UOTC, pour votre compétence, votre bonne humeur même dans les moments difficiles.

À toute l'équipe de PR2, pour vos compétences tous-terrains, votre humour et votre gentillesse.

À toute l'équipe d'oncologie, pour votre disponibilité et votre bienveillance.

À toute l'équipe des EFR, pour le semestre où je n'ai jamais autant mangé de gâteaux dans un stage.

À tout l'équipe de radiothérapie, pour votre accueil et votre sympathie.

Merci pour votre aide de tous les jours, votre soutien lors des coups de moins bien, et votre bonne humeur!



À Mamie Estelle, Mamie Henriette, Papy Hervé et Pépé Chocolat. Je sais que vous êtes toujours là quelque part.



Droits d'auteurs

Cette création est mise à disposition selon le Contrat :
« **Attribution-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de modification 3.0 France** »
disponible en ligne : <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>



Table des matières

Table des tableaux.....	24
Table des figures	25
Table des annexes.....	27
Table des abréviations	28
Introduction.....	29
I.1. Prise en charge diagnostique d'une lésion thoracique.....	29
I.1.1. Aspects scannographiques et signes de malignité des lésions thoraciques	29
I.1.2. Évaluation clinique du risque de malignité.....	30
I.1.3. Obtention d'un prélèvement histologique.....	31
I.1.3.1 Les techniques de prélèvement histologiques d'une lésion pulmonaire	31
I.1.3.1.1. La biopsie sous scanner	31
I.1.3.1.2. Endoscopie bronchique	32
I.1.3.1.3. Bronchoscopie rigide	34
I.1.3.1.4. Chirurgie : thoracotomie et vidéo thoracoscopie.....	34
I.2. Échographie thoracique.....	35
I.2.1. Généralités	35
I.2.2. Aspects échographiques du thorax sain.....	37
I.2.3. Aspects échographiques du thorax pathologique	38
I.2.3.1 Nodule pulmonaire	38
I.2.3.2 Pleurésie.....	40
I.2.3.3 Pneumothorax.....	41
I.2.4. Les biopsies pleuropulmonaires sous échographie.....	43
II. Matériels et méthode.....	44
II.1. Type d'étude	44
II.2. Centres de l'étude	44
II.3. Population de l'étude	44
II.4. Fiche de recueil	45
II.5. La technique de biopsie pleuropulmonaire sous échographie.....	46
II.5.1. Bilan pré interventionnel.....	46
II.5.1.1 Risque hémorragique	46
II.5.1.2 Imagerie thoracique	47
II.5.1.3 Consentement.....	47
II.5.2. Procédure de biopsies pleuropulmonaires sous échographie	47
II.5.2.1 Installation du patient	48
II.5.2.2 Asepsie.....	49
II.5.2.3 Anesthésie locale	49
II.5.2.4 Aiguilles à biopsie	49
II.5.2.5 Biopsie.....	50
II.5.2.6 Contrôle post procédure.....	51
II.5.3. Échographes	51
II.5.4. Analyse statistique des données	51
II.5.5. Support institutionnel	52
III. Résultats.....	53
III.1. Résultats descriptifs de l'étude	53
III.1.1. Indication des biopsies.....	53
III.1.2. Matériel utilisé.....	54
III.1.2.1 Sondes	54
III.1.2.2 Aiguilles à biopsie	54
III.1.3. Caractéristiques des lésions biopsiées.....	56
III.1.4. Nombres de biopsies réalisées lors de chaque procédure	58
III.1.5. Analyses demandées.....	58
III.1.6. Durée de la procédure	59

III.1.7. Douleur ressentie par le patient.....	60
III.1.8. Expérience des opérateurs	60
III.2. Résultats concernant les objectifs principaux	61
III.2.1. Rentabilité diagnostique des biopsies sous échographie	61
III.2.1.1 Impact des caractéristiques des aiguilles sur l'obtention du diagnostic.....	64
III.2.1.2 Association entre les caractéristiques des lésions et la rentabilité diagnostique	66
III.2.1.3 Association entre la rentabilité diagnostique et le nombre de biopsies réalisées par procédure	67
III.2.1.4 Association entre l'expérience de l'opérateur et la rentabilité diagnostique.....	68
III.2.1.5 Analyse descriptive des résultats non contributifs	69
III.2.1.5.1. Caractéristiques des lésions biopsiées avec résultat non contributif.....	69
III.2.1.5.2. Expérience des opérateurs des biopsies non contributives.....	72
III.2.1.5.3. Nombre de biopsies réalisées dans les procédures non contributives	72
III.2.2. Complications post procédure.....	73
III.2.2.1 Association entre l'apparition d'une complication et le modèle d'aiguille utilisé	74
III.2.2.2 Association entre l'apparition d'une complication et les caractéristiques des lésions biopsiées	76
III.2.2.2.1. Analyse descriptive des caractéristiques des lésions biopsiées par type de complication.....	77
III.2.2.3 Association entre le nombre de biopsies réalisées et la survenue de complications ..	78
III.2.2.4 Association entre l'expérience de l'opérateur et la survenue de complications	79
IV. Discussion	80
IV.1. Principales constatations sur les objectifs principaux	80
IV.1.1. Rentabilité diagnostique	80
IV.1.1.1 Facteurs influençant la rentabilité diagnostique	81
IV.1.1.1.1. Impact de la taille de la lésion.....	81
IV.1.1.1.2. Impact de la longueur du contact pleural sur la rentabilité diagnostique	82
IV.1.1.1.3. Impact des aiguilles sur la rentabilité diagnostique	82
IV.1.1.1.4. Impact de l'expérience de l'opérateur sur la rentabilité diagnostique	83
IV.1.1.1.5. Impact du nombre de biopsies par procédure sur la rentabilité diagnostique	84
IV.1.1.1.6. Procédures non contributives	85
IV.1.1.2 Rentabilité comparée aux biopsies sous scanner	86
IV.1.1.3 Re-biopsies	86
IV.1.2. Complications post procédure.....	87
IV.1.2.1 Rôle des caractéristiques de la lésion sur l'apparition des complications post procédure	87
IV.1.2.2 Pneumothorax	87
IV.1.2.3 Hémoptysie	88
IV.1.2.4 Rôle de l'expérience de l'opérateur sur l'apparition de complications.....	89
IV.1.2.5 Confort du patient	89
IV.1.2.5.1. Douleur.....	89
IV.1.2.5.2. Temps de la procédure	91
Conclusion	92
Références bibliographiques	94
Serment d'Hippocrate.....	109

Table des tableaux

Tableau 1 : Étiologies des lésions pulmonaires, d'après Montet et al.	30
Tableau 2 : Indications de la réalisation de biopsies.....	53
Tableau 3 : Distribution des types de sondes échographiques utilisées	54
Tableau 4 : Distribution des aiguilles à biopsie utilisées	55
Tableau 5 : Distribution des aiguilles à biopsie utilisées par taille.....	55
Tableau 6 : Distribution des caractéristiques des nodules biopsiés	57
Tableau 7 : Distribution du type de vascularisation des lésions biopsiées.....	58
Tableau 8 : Distribution des examens de laboratoire demandés lors des biopsies	59
Tableau 9 : Description des biopsies contributives	63
Tableau 10 : Rentabilité diagnostique en fonction du type d'aiguille utilisée (n = 62).....	64
Tableau 11 : Association des caractéristiques échographiques des lésions biopsiées avec la rentabilité diagnostique (n = 53)	66
Tableau 12 : Comparaison entre le nombre de biopsies réalisées et la rentabilité diagnostique.....	67
Tableau 13 : Comparaison entre l'expérience de l'opérateur et la rentabilité diagnostique en nombre de procédures	68
Tableau 14 : Démarche diagnostique des échantillons non contributifs lors de la biopsie sous échographie.....	70
Tableau 15 : Caractéristiques échographiques des nodules non contributifs (n = 9)	71
Tableau 16 : Description des complications recensées	74
Tableau 17 : Comparaison des caractéristiques des aiguilles avec les complications post procédure.....	75
Tableau 18 : Comparaison de la taille des aiguilles avec les complications.....	76
Tableau 19 : Comparaison des caractéristiques du nodule avec les complications	77
Tableau 20 : Comparaison entre le nombre de biopsies réalisées et les complications.....	78
Tableau 21 : Validité intrinsèque et précision diagnostique des biopsies pleuropulmonaires sous échographie dans la littérature, d'après DiBardino [47]	80
Tableau 22 : Part des hémoptysies compliquant les biopsies sous échographie dans la bibliographie.....	88

Table des figures

Figure 1 : Images d'un nodule périphérique sur TDM et écho-endoscopie bronchique radiale	33
Figure 2 : Exemple d'un bronchogramme aérien ou « signe de la bronche »	34
Figure 3 : Principaux types de sondes avec images obtenues en mode B	36
Figure 4 : Artéfacts en échographie du poumon normal	37
Figure 5 : Principaux aspects échographiques d'un nodule pulmonaire.....	39
Figure 6 : Images échographiques de vascularisation d'un nodule en mode Doppler.....	40
Figure 7 : Mise en évidence d'un pneumothorax par échographie.....	42
Figure 8 : Images échographiques en mode B avec sonde convexe d'un nodule pleuropulmonaire	48
Figure 9 : Image échographique d'une aiguille de biopsie	50
Figure 10 : Distribution du nombre de biopsies réalisées lors des procédures.....	58
Figure 11 : Distribution du temps du geste par tranches de 5 minutes.....	59
Figure 12 : Distribution de la douleur ressentie (EVA) par les patients	60
Figure 13 : Distribution de l'expérience des opérateurs	61
Figure 14 : Rentabilité diagnostique de l'étude	61
Figure 15 : Taux de diagnostic contributif ou non selon le type d'aiguille.....	65
Figure 16 : Rentabilité diagnostique en fonction de la taille d'aiguille utilisée (n = 62)	65
Figure 17 : Distribution des diagnostics contributifs et non contributifs en fonction du nombre de biopsies par procédure	67
Figure 18 : Association entre le nombre de biopsies réalisées et la rentabilité diagnostique	68
Figure 19 : Rentabilité diagnostique en fonction de l'expérience de l'opérateur.....	69
Figure 20 : Expérience de l'opérateur lors des biopsies non contributives.....	72
Figure 21 : Nombre de biopsies réalisées lors des procédures non contributives.....	73
Figure 22 : Distribution des examens avec et sans complication post procédure	73
Figure 23 : Distribution des complications selon le modèle d'aiguille.....	75
Figure 24 : Distribution des procédures compliquées ou non selon le nombre de biopsies réalisées.....	79
Figure 25 : Relation entre expérience de l'opérateur et l'apparition de complications post procédure.....	79
Figure 26 : Rentabilité diagnostique selon le nombre de biopsies réalisées par procédure, d'après Meena et al.....	84
Figure 27 : Coupes scannographiques (A et C) et coupes de TEP scanner (B et D) de 2 patients dont les résultats sont en faveur de nécrose	85

Figure 28 : Douleur ressentie pendant la biopsie thoracique sous scanner puis à 1 semaine, d'après Winn et al.90

Figure 29 : Arbre décisionnel pour de la prise en charge diagnostique d'une lésion avec contact pariétal.....93



Table des annexes

Annexe 1 : Proposition d'algorithme de prise en charge et de suivi des nodules pulmonaires selon les Référentiels Auvergne-Rhône-Alpes en oncologie thoracique, mise à jour 2017 ...	99
Annexe 2 : Fiche de recueil de l'étude.....	100
Annexe 3 : Consentement à la procédure délivré au CHU de Limoges	101
Annexe 4 : Fiches résumant les différentes étapes d'une biopsie thoracique écho-guidée.	103
Annexe 5 : Présentation des différents types d'aiguilles à biopsie.....	104
Annexe 6 : Diagramme présentant le principe de la biopsie par aiguille de type « core biopsy » d'après Liao et al.....	105
Annexe 7 : Techniques de biopsie selon le positionnement de l'aiguille	106
Annexe 8 : Exemple de prélèvements dans le formol obtenus après 4 biopsies avec une aiguille Cook QuickCore 18G	107
Annexe 9 : Résultats de biologie moléculaire d'une re-biopsie réalisée sous guidage échographique	108



Table des abréviations

BK : Bacille de Koch (tuberculose)

CH : Centre hospitalier

CHU : Centre Hospitalier Universitaire

EBUS : Endobronchial ultrasound bronchoscopy ou écho-endoscopie bronchique

EGFR : Epidermal growth factor receptor

EVA : Échelle visuelle analogique

G : Gauge

GECHO : Groupe d'échographie thoracique pour le pneumologue

Hz : Hertz

INR : International normalized ratio

Mode B : Brillance

Mode TM : Temps-mouvement

PCR : Polymerase chain reaction

PDL-1 : Protein death ligand 1

RCP : Réunion de concertation pluridisciplinaire

ROSE : Rapid on-site evaluation

SPLF: Société de pneumologie en langue française

TCA : Temps de céphaline activée

TDM : Tomodensitométrie

TEP-TDM : Tomographie par émission de positrons

TP : Taux de prothrombine



Introduction

La conduite à tenir lors de la découverte d'une lésion pulmonaire, que ce soit de façon fortuite ou non, est une question posée quotidiennement au pneumologue.

Avec l'accès de plus en plus facile au scanner et l'incidence croissante du cancer pulmonaire (30000 nouveaux cas par an chez l'homme et 15000 nouveaux cas par an chez la femme [1] en France), cette problématique devient de plus en plus criante.

Le développement de la radiologie interventionnelle, l'amélioration de la précision des résultats d'imagerie et les progrès de l'endoscopie interventionnelle permettant d'accéder à des lésions périphériques jusqu'alors inaccessibles par voie endobronchique et facilitent l'obtention d'une preuve histologique.

Cependant l'échographie, qui a des bénéfices déjà largement utilisés pour d'autres organes (système digestif, prostate...) tels qu'une plus grande disponibilité, une facilité d'emploi, redevient un instrument de choix pour le pneumologue.

L'échographie thoracique permet une évaluation précise des masses pulmonaires, parfois supérieure à celle délivrée par le scanner.

Actuellement, l'obtention d'un échantillon histologique est le pivot de la prise en charge d'un nodule afin de déterminer la nature et les caractéristiques du tissu (recherche de mutations activatrices, de l'expression PDL-1 (Protein Death Ligand 1), séquençage moléculaire...) et par conséquent pour la décision de traitement.

C'est donc en toute logique que le pneumologue s'intéresse à la possibilité de réaliser des biopsies sous contrôle de l'échographie pour se réapproprié aisément et rapidement le diagnostic histologique d'une lésion périphérique sans faire appel au radiologue interventionnel, à l'endoscopiste ou au chirurgien.

1.1. Prise en charge diagnostique d'une lésion thoracique

Avant de nous intéresser aux caractéristiques échographiques des lésions pulmonaires, nous définirons leurs différents aspects sur l'examen de référence qu'est le scanner thoracique. Notre étude ne concernant que les lésions thoraciques condensées, nous n'aborderons pas les lésions en « verre dépoli ».

1.1.1. Aspects scannographiques et signes de malignité des lésions thoraciques

Selon le référentiel de la Fleischner Society [2], on définit plusieurs types de lésions condensées en fonction de la taille du plus grand diamètre :

- Micronodule : opacité ayant un diamètre inférieur à 3mm.
- Nodule : opacité ayant un diamètre compris entre 3mm et 3cm.
- Masse : opacité ayant un diamètre supérieur à 3cm.



Pour la suite de l'étude, nous nous concentrerons sur les nodules et les masses thoraciques.

L'augmentation du nombre de scanners thoraciques et de tomographies à émission de positrons permet la découverte parfois fortuite de multiples lésions pulmonaires, avec une prévalence estimée dans certaines revues de 50% pour les nodules pulmonaires [3].

La mise en évidence d'une lésion pulmonaire (masse ou nodule) doit faire évoquer une origine maligne en premier lieu, toutefois les étiologies des lésions pulmonaires sont nombreuses.

Les principales étiologies des lésions pulmonaires sont synthétisées dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Étiologies des lésions pulmonaires, d'après Montet et al.

Tumeurs malignes	Adénocarcinomes Carcinomes épidermoïdes Carcinomes à petites cellules Lymphomes Métastases
Tumeurs bénignes	Hamartochondrome Lipome
Inflammation ou infection	Maladie granulomateuse (Wegener, polyarthrite rhumatoïde...) Infection opportuniste Pneumopathie Abscess Fibrose focale
Étiologies vasculaires	Malformation artério-veineuse Anévrysme
Étiologies congénitales	Séquestration Kystes bronchogéniques
Autres	Ganglions intra-pulmonaires Atélectasie ronde Impaction mucoïde

1.1.2. Évaluation clinique du risque de malignité

Avant d'étudier les caractéristiques scannographiques d'une lésion, il est nécessaire de rechercher des facteurs de risque cliniques de malignité.

Tout patient adressé pour bilan d'un nodule pulmonaire doit être examiné à la recherche de facteurs de risque de lésion maligne qui aidera le médecin pour la suite de la prise en charge. Ces données cliniques sont reprises par les modèles de prédiction de malignité des nodules thoraciques, notamment celui de la Brocke University (Brocke University Cancer Prediction Equation) [4].

Les signes cliniques d'alerte sont :

- L'âge : le risque de lésion maligne augmente avec l'âge du patient
- Le sexe masculin
- Les antécédents oncologiques familiaux
- Les antécédents oncologiques personnels

Ce modèle n'est validé que pour les fumeurs de plus de 30 paquets/année (PA) âgés de 55 à 74 ans.

Ainsi, dans les recommandations françaises actuelles [5] de prise en charge d'un nodule thoracique, un patient à haut risque est défini comme ayant eu un antécédent de tabagisme supérieur à 30 PA actif ou sevré depuis moins de 15 ans ou une exposition à un autre facteur de risque (amiante...). À l'inverse, un patient à faible risque est défini comme ayant eu un tabagisme minime ou non-fumeur, sans exposition notable à un autre facteur de risque.

L'algorithme de prise en charge d'un nodule thoracique isolé (en l'absence d'autres anomalies intra ou extra thoraciques) est présenté en Annexe 1.

Selon ces recommandations, tout nodule solide de plus de 10mm (ou volume supérieur à 300mm³) ou défini comme ayant un caractère évolutif doit faire l'objet d'investigations complémentaires, notamment un prélèvement histologique.

I.1.3. Obtention d'un prélèvement histologique

I.1.3.1 Les techniques de prélèvement histologiques d'une lésion pulmonaire

I.1.3.1.1. La biopsie sous scanner

La biopsie thoracique sous contrôle scannographique est la technique la plus utilisée pour acquérir l'anatomo-pathologie d'une lésion pulmonaire.

Cette méthode réalisée par un radiologue interventionnel est fiable et sûre avec peu de complications [6].

Pendant la procédure le patient est en décubitus dorsal, ventral ou latéral selon la localisation de la lésion. La réalisation de plusieurs séries d'images scannographiques permet à l'opérateur de repérer la position de la lésion puis de suivre, image par image, la progression de l'aiguille jusqu'à la lésion ciblée.

Cette technique n'est cependant pas adaptée pour tous les nodules, notamment ceux de petite taille du fait du manque de suivi en temps réel et on s'expose alors à des complications plus importantes [7].



Il a donc été développé la technique de biopsies sous scanner assistées par fluoroscopie. Elle permet un suivi presque en temps réel et donc une plus grande précision du passage de l'aiguille. Malheureusement, en employant cette méthode on expose le patient à une dose plus forte d'irradiation [8].

I.1.3.1.2. Endoscopie bronchique

L'endoscopie bronchique est bien sûr une technique de référence pour biopsier une lésion. Seulement, il est nécessaire qu'elle soit accessible par voie endobronchique et on ne peut pas accéder aux lésions plus distales que les bronches segmentaires.

La bronchoscopie souple classique a un rendement diagnostique faible pour les lésions périphériques, particulièrement pour les lésions de moins de 2cm et localisées dans le tiers externe du thorax (14% [9]).

La technique de biopsies pour les lésions périphériques possédant la meilleure rentabilité semble être le brossage (sensibilité de 25,6% [10]) par rapport aux biopsies à la pince.

Les biopsies transbronchiques (BTB) représentent la technique qui permet d'accéder aux bronches sous segmentaires en bronchoscopie souple. Celle-ci consiste à repérer au bronchoscope souple le segment à biopsier, pousser la pince à biopsie en position fermée jusqu'à perception d'une résistance, retirer la pince de 1 à 2cm, ouvrir la pince, la repousser jusqu'à perception d'une résistance de nouveau, refermer la pince puis la retirer avec le fragment biopsié. Le rendement pour les nodules pulmonaires de 2 à 4cm [11] est de 40 à 50%, mais est de moins de 10% pour les lésions inférieures à 2cm [12].

Globalement, comme pour la bronchoscopie souple conventionnelle, plus les lésions sont situées en périphérie, moins la rentabilité est bonne.

Néanmoins, cette technique n'est cependant pas sans risque : on retrouve dans la littérature une fréquence significative de pneumothorax dont près de la moitié nécessitait la mise en place d'un drain [11]. Il est donc recommandé de réaliser une radiographie thoracique après la réalisation de BTB. Aussi, la fréquence des hémorragies importantes (> 50cm³) est estimée entre 1 et 4% et celle de la mortalité après geste est estimée à 0,1 à 0,2% [13].

L'écho-endoscopie bronchique (EBUS) est une technique pour laquelle une sonde d'échographie est placée au contact de l'extrémité d'un endoscope souple, ce qui permet la visualisation des structures adjacentes à travers la paroi bronchique. Cette procédure est notamment indiquée pour la réalisation de biopsies d'adénopathies lors du staging médiastinal d'une néoplasie [14] (bilan d'extension ganglionnaire d'une néoplasie). Elle est principalement indiquée pour la réalisation de prélèvements sur les lésions proximales dans l'arbre bronchique.

De nos jours, de nouvelles techniques endoscopiques sont apparues.



L'écho-endoscopie bronchique radiale par mini sonde reprend les grands principes de l'écho-endoscopie bronchique. La mini-sonde d'échographie mesure 1,4mm de diamètre et est insérée par le canal opérateur du bronchoscope souple pour aller explorer les bronches sous segmentaires et ainsi repérer la lésion. Les images obtenues par la mini-sonde sont présentées dans la Figure 1.

Cela permet ensuite de guider les biopsies transbronchiques ou bien la mise en place d'un fil guide pour aider aux prélèvements. La rentabilité diagnostique des biopsies avec mini sondes des nodules périphériques est estimée à 70% dans la littérature [15] pour les nodules de toute taille, et de 58% pour les nodules de taille inférieure à 2cm. Le taux de pneumothorax est plus faible (environ 2,4%) que lors des BTB simples.

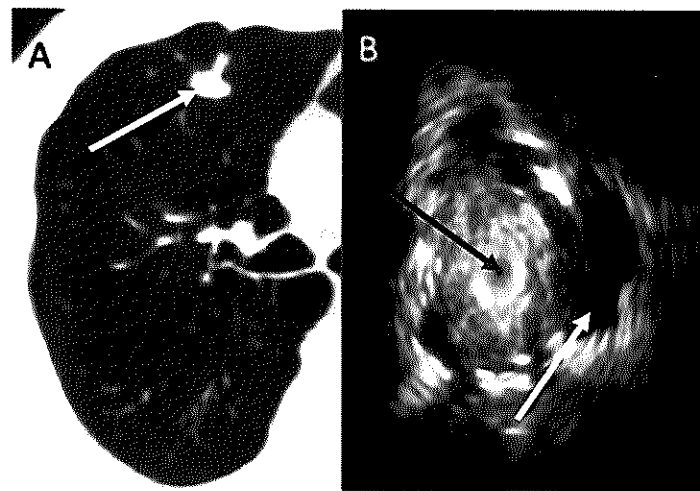


Figure 1 : Images d'un nodule périphérique sur TDM et écho-endoscopie bronchique radiale

A : image scannographique d'un nodule périphérique

B : image échographique du même nodule (flèche blanche) en écho-endoscopie bronchique radiale par mini sonde (flèche rouge : sonde échographique)

D'après Skouras et al. [12]

La navigation électromagnétique permet de guider les prélèvements vers des localisations présélectionnées de l'arbre bronchique. Le principe est simple : un logiciel de reconstruction permet d'obtenir des images multiplanares et ainsi de réaliser une « bronchoscopie virtuelle ». Ce support va permettre de guider l'opérateur en temps réel pour aller placer un capteur au contact de la lésion et ensuite réaliser les prélèvements. La rentabilité diagnostique est de 64,9% dans les revues de littérature [16], le taux de pneumothorax est estimé à 3,1% avec mise en place d'un drain dans 1,6% des cas. De nombreux facteurs font varier la rentabilité des biopsies sous navigation électromagnétique, en particulier la présence d'un bronchogramme (ou « signe de la bronche ») qui ferait varier les résultats du simple au double [17] en augmentant l'accessibilité de la lésion. Un exemple du « signe de la bronche » est présenté dans la Figure 2.



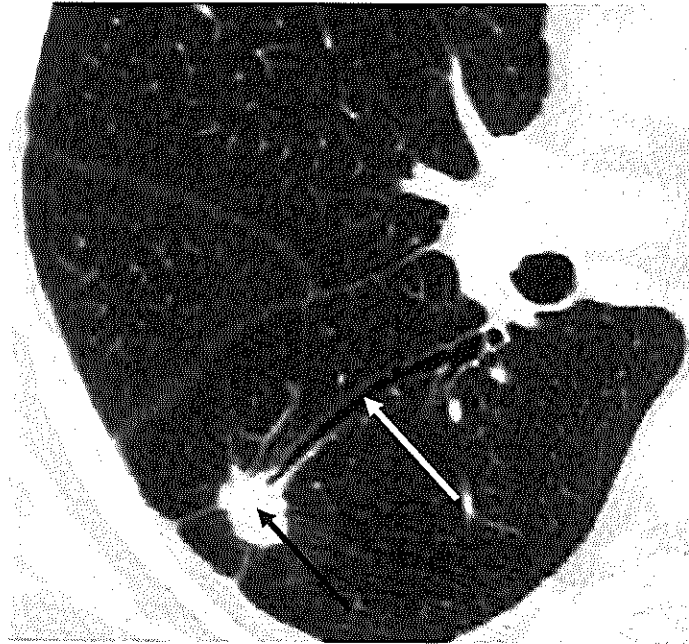


Figure 2 : Exemple d'un bronchogramme aérien ou « signe de la bronche »
La bronche (flèche blanche) permet un accès facile au nodule (flèche rouge) en navigation électromagnétique. Image scannographique.

A ce jour, aucune étude n'a évalué l'efficacité de la mini sonde ou de la navigation électromagnétique pour les lésions périphériques avec contact pariétal.

I.1.3.1.3. Bronchoscopie rigide

La bronchoscopie rigide est une excellente technique d'endoscopie interventionnelle permettant des gestes tels que la désobstruction mécanique, le laser ou la mise en place de prothèse endobronchique. Mais, à cause du diamètre du bronchoscope, ce procédé n'explore que les grands axes de l'arbre trachéo-bronchique (trachée, carène, bronches souches, bronches lobaires). Elle n'est donc pas la technique indiquée pour le diagnostic de lésions périphériques qui sont alors inaccessibles en bronchoscopie rigide conventionnelle.

De plus, cette méthode invasive nécessite un bloc opératoire et une anesthésie générale limitant l'accessibilité et les indications.

I.1.3.1.4. Chirurgie : thoracotomie et vidéo thoracoscopie

Ce sont les techniques apportant le meilleur rendement diagnostique (proche de 100%) [18], même pour des lésions isolées et de petite taille [19]. Cependant, ces méthodes invasives nécessitent un patient avec une bonne fonction ventilatoire, une anesthésie générale et la mobilisation d'un bloc opératoire.



I.2. Échographie thoracique

I.2.1. Généralités

Techniquement, l'émission des ultrasons se fait à une fréquence de plus de 2000Hz.

Les images sont obtenues grâce à la différence d'impédance acoustique entre 2 milieux. Celle-ci permet la transmission des ultrasons par réflexion, réfraction, absorption, dispersion ou atténuation. L'image est ainsi produite avec la profondeur de l'interface calculée selon le temps mis par l'écho pour atteindre le détecteur, et l'importance de l'interface calculée selon la différence d'impédance entre des milieux adjacents.

Il faut remarquer qu'à ce jour aucun effet indésirable clinique et biologique imputable aux ultrasons n'a été mis en évidence chez l'humain.

Les modes de lecture d'acquisition se composent du mode B (Brillance) où la brillance de chaque point sur l'écran est modulée par l'amplitude de l'écho avec l'obtention d'une image bidimensionnelle. Le mode TM (Temps-Mouvement) représente une seule ligne d'information en profondeur où on suit le déplacement des échos ce qui permet de visualiser un mouvement sur une image fixe.

Le mode doppler, lui, repose sur le principe physique de l'effet Doppler qui indique que lorsqu'un faisceau ultrasonore émis par une source fixe touche une structure mobile, il existe une différence de fréquence (ΔF) entre la fréquence de réception (F_r) et la fréquence émise (F_o) :

$$F_r = F_o + \Delta F$$

ΔF correspond à la fréquence à l'origine de l'effet Doppler. Elle est positive si la cible se rapproche de la sonde, négative si elle s'en éloigne et nulle si l'angle entre la sonde et la cible est de 90° .

Le doppler couleur est défini comme un mode Brillance associé à des informations sur le sens du flux : image rouge si le flux vient vers la sonde, et bleue s'il s'éloigne. Il permet de différencier 2 vaisseaux.

En pneumologie, le mode doppler permet de repérer les vaisseaux intercostaux, la position de l'artère mammaire interne, de vérifier le caractère vasculaire d'une structure ou de différencier pachypleurite et pleurésie.

La fréquence des ultrasons est inversement proportionnelle à la profondeur d'exploration désirée. Ainsi, une fréquence basse ($< 5\text{MHz}$) explore les structures profondes (foie, cœur, pleurésie) et une fréquence haute ($> 7\text{MHz}$) explore les structures superficielles (tissu sous cutané, os, adénopathie).

Les sondes d'échographie sont de 3 types :

- Convexe : émettant des échos divergents et donc une image plus large. Lorsque cette sonde est couplée à une faible fréquence on visualise idéalement les structures profondes.



- Linéaire : elle émet des échos parallèles. La largeur de l'image est donc celle de la sonde. Lorsque cette sonde est couplée à une haute fréquence les images obtenues sont plus précises sur les plans superficiels.
- Séquentielle : elle rend une image large avec des échos divergents à partir d'une sonde de petite taille, idéale pour les explorations cardiaques intercostales.

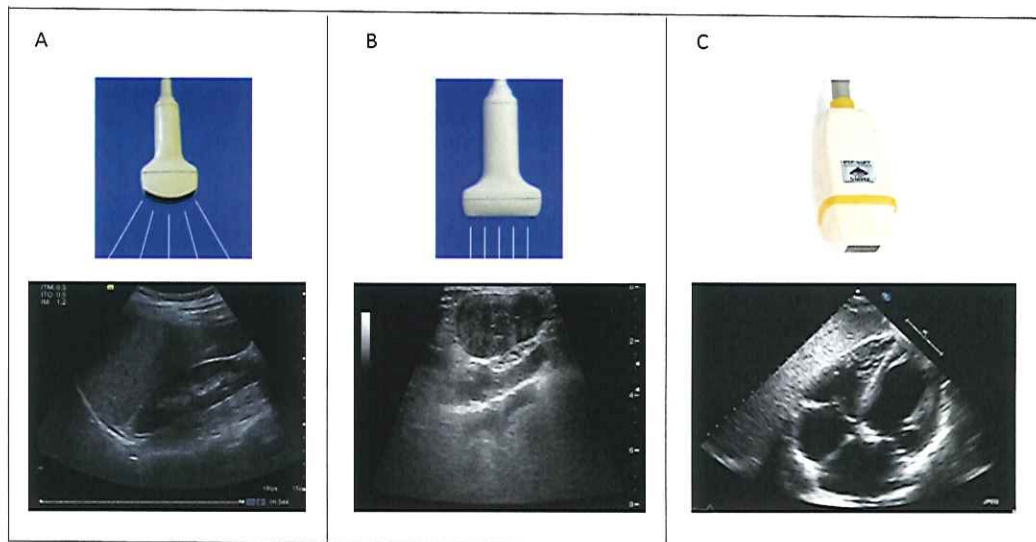


Figure 3 : Principaux types de sondes avec images obtenues en mode B

A : sonde convexe avec image hépatique.

B : sonde linéaire avec image d'adénopathie.

C : sonde séquentielle avec image cardiaque "4 cavités".

Pour étudier le tissu pulmonaire en échographie, il est important de savoir reconnaître l'aspect des écho-structures élémentaires :

- Os : apparait comme une image hyperéchogène avec en postérieur un cône d'ombre pur, expliqué par l'absorption totale des ultrasons par le tissu osseux.
- Liquide : apparait anéchogène avec un aspect de renforcement postérieur par transmission des ultrasons dans le liquide.
- Air : apparait avec une interface hyperéchogène et un cône d'ombre impur par réflexion et dispersion, car 99% des ultrasons ne sont pas transmis par l'air.



1.2.2. Aspects échographiques du thorax sain

Nous débuterons par une exploration du thorax de la superficie vers la profondeur.

La paroi thoracique normale en échographie apparaît comme une alternance de lignes hypo- et hyperéchogènes représentant les muscles et les fascias, fixes lors de la respiration.

Les côtes sont représentées comme une surface curviligne hyperéchogène suivie d'un cône d'ombre pur.

L'espace intercosto-aérique (ou costo-intercostal) correspond à l'épaisseur de la côte et est normal lorsqu'il est inférieur à 10mm.

Le liseré graisseux sous pleural mesure 1 à 2mm d'épaisseur, il est immobile lors de la respiration.

Le poumon sain n'est pas visualisé en tant que tel (les alvéoles aérées ne transmettent pas les ultrasons) mais est repéré par un ensemble d'artefacts :

- La ligne pleuropulmonaire aérée est hyperéchogène, régulière et continue. Elle peut comporter des interruptions normalement de moins de 1mm et moins de 3 par champ. Elle est suivie d'un cône d'ombre impur.
- Les lignes A, artefact de réverbération, représentent la réverbération de l'air. Elles varient avec l'âge, elles sont présentes chez 96% des personnes de moins de 55 ans mais chez seulement 6% de plus de 65 ans [20].
- Les lignes B (ou « queues de comète »), artefacts du poumon, représentent les irrégularités des septas. Elles naissent de la ligne pleurale et descendent perpendiculairement sans épuisement en effaçant les lignes A [21]. Elles sont normalement moins de 3 par champ. Elles varient aussi avec l'âge. Elles sont présentes chez moins de 4% des patients de moins de 55 ans et chez 37% des plus de 65 ans [20].
-

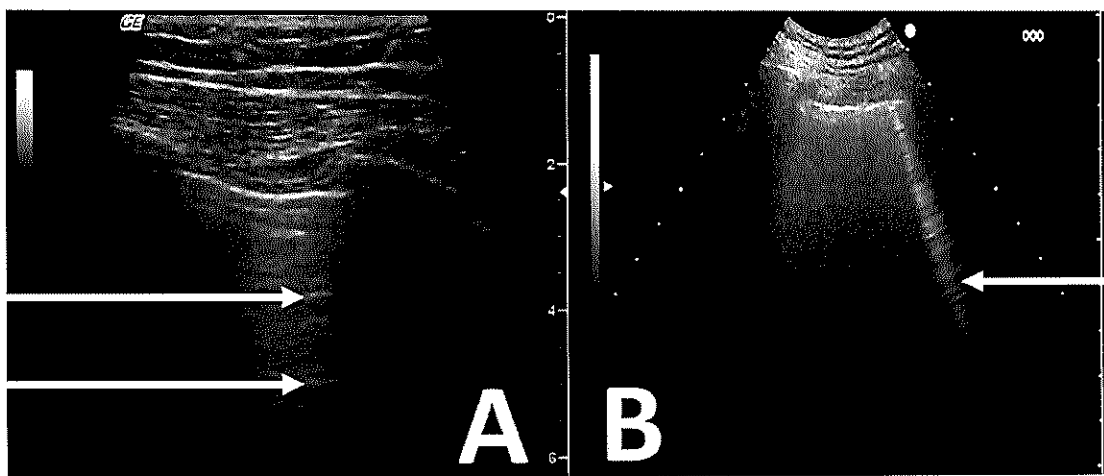


Figure 4 : Artéfacts en échographie du poumon normal

Images échographiques en mode B, sonde linéaire (image A) et sonde convexe (image B)

A : lignes A (flèches) : réverbérations de l'air.

B : lignes B (flèche) : artéfacts du poumon.

Les mouvements normaux du poumon sont visibles :

- En mode B (Brillance), on remarque le « signe du glissement » avec les mouvements de la ligne pulmonaire hyperéchogène sous le liseré graisseux.
- En mode TM (Temps-Mouvement), le mouvement pulmonaire sous pleural normal apparaît avec le « signe du rivage » avec la succession de la surface vers la profondeur des lignes parallèles de la paroi, de la ligne pleuropulmonaire aérée hyperéchogène et enfin d'un nuage de points (aspect granulé) du cône d'ombre impur. On peut aussi voir le signe du « pouls pulmonaire » représentant la transmission des mouvements cardiaques à la périphérie du poumon.

Au niveau des bases pulmonaires, on apprécie en échographie les zones de transition où le poumon aéré vient masquer à chaque inspiration, par le cône d'ombre impur, les organes sous phréniques (foie et rein droit à droite, rate et rein gauche à gauche), c'est le « signe de la jonction thoraco-abdominale ».

L'exploration du diaphragme est réalisable par un accès sous costal au travers du foie et de la rate. Il apparaît comme une ligne hyperéchogène, convexe vers le haut et mobile à la respiration. On peut alors mesurer l'amplitude diaphragmatique soit par le mode TM soit par le mode B. La course normale est de 31 +/- 13mm en position assise et de 47 +/- 15mm en position couchée [20].

I.2.3. Aspects échographiques du thorax pathologique

I.2.3.1 Nodule pulmonaire

Un nodule pulmonaire n'est visible en échographie que lorsqu'il est en contact avec la paroi, et cela quelle que soit la taille du nodule. Il n'est alors observé qu'au travers de la fenêtre représentée par ce contact pariétal. En dehors de celle-ci il est masqué par le poumon aéré.

En dessous de la surface de contact pariétal, le nodule apparaît comme une structure hypoéchogène homogène. La ligne pleurale au niveau du contact pariétal est peu ou pas visible. Le raccordement du nodule à la ligne pulmonaire se fait en angle droit ou aigu. Le nodule est délimité par un mur postérieur net et régulier puis se termine par une « trop belle image postérieure » avec souvent de nombreuses lignes B.

On peut aussi apprécier les signes échographiques dynamiques, qui évoquent un envahissement pariétal. Ces signes sont la disparition du signe du glissement en regard du nodule et la disparition du liseré graisseux [23].

Les nodules les plus invasifs peuvent aussi présenter une protrusion au-delà de la ligne pleuropulmonaire.



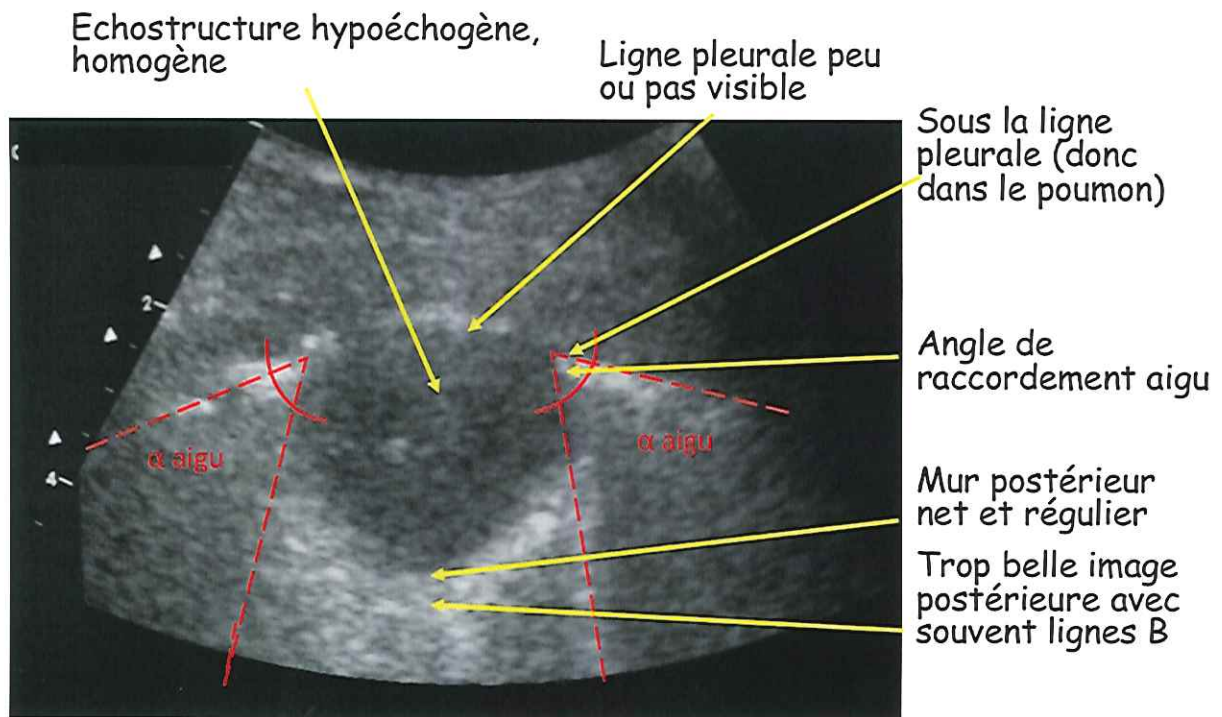


Figure 5 : Principaux aspects échographiques d'un nodule pulmonaire

Image échographique, sonde convexe, mode B. L'angle de raccordement aigu signe l'absence d'envahissement de paroi

Collection du Dr Richard.

Le mode doppler permet d'apprécier la vascularisation du nodule qui peut être classée en 4 types [24] : centrale, périphérique, anarchique ou non vascularisée.

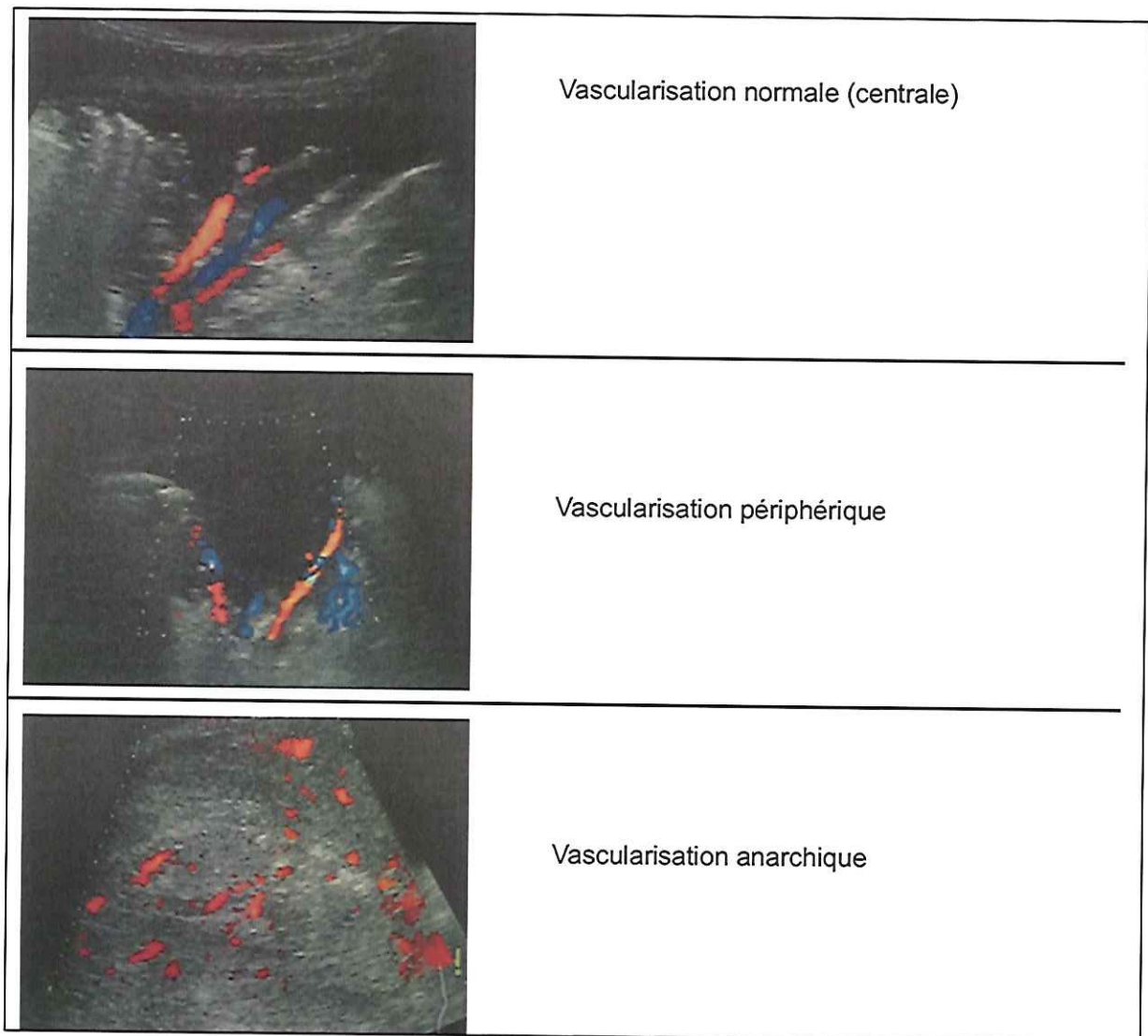


Figure 6 : Images échographiques de vascularisation d'un nodule en mode Doppler
 Classification des 3 stades de vascularisation d'un nodule selon Rednic et al. [23]

I.2.3.2 Pleurésie

L'échographie est un examen de référence dans l'évaluation de la pleurésie, c'est même celui à réaliser en première intention avant tout geste invasif pleural (ponction, mise en place d'un drain...) selon les recommandations de la British Thoracic Society de 2010 [25].

Classiquement, l'exploration d'une pleurésie se fait avec une sonde de basse fréquence, en mode B. La plupart du temps, la pleurésie se présente comme une image anéchogène avec un renforcement postérieur. Cependant le liquide peut apparaître échogène (pleurésie néoplasique, hémothorax...) voire cloisonnée avec un liquide anéchogène séparé par des cloisons fibrineuses (pleurésie infectieuse).

Un liquide anéchogène mobile peut laisser apparaître pendant la respiration ou suite aux mouvements cardiaques des particules échogènes, ce qui est appelé le « signe du plancton » ou « swirling sign » [26]. La présence de ce signe serait en rapport avec le caractère néoplasique de la pleurésie.

Lorsque la pleurésie est repérée, on peut aussi quantifier son épaisseur, son étendue (nombre d'espaces intercostaux concernés), sa distance à la peau...

De la même manière, on peut apprécier en temps réel la mobilité et l'aspect des structures adjacentes à la pleurésie.

Le poumon adjacent peut être normalement aéré avec un aspect de poumon sain (ligne pleuropulmonaire hyperéchogène avec cône d'ombre impur), ou bien le siège d'une atélectasie (passive ou inflammatoire). Dans ces conditions d'atélectasie pulmonaire, une masse sans contact pleural peut alors être visible au travers de l'atélectasie et du poumon « tassé ».

Le diaphragme est évalué avec sa courbure convexe vers le haut en situation normale ou si présence d'une pleurésie de faible abondance. Au contraire, la courbure peut s'inverser et devenir concave vers le haut en cas de pleurésie de grande abondance, ce qui est un signe de compression. La mobilité du diaphragme est observée en temps réel par le mode B ou bien par le mode TM. Le muscle diaphragmatique peut alors présenter :

- Une mobilité normale : ascension expiratoire et descente inspiratoire.
- Une immobilité.
- Une mobilité inversée (mouvement paradoxal): descente expiratoire et ascension inspiratoire.

La présence d'un mouvement paradoxal ou d'une courbure inversée du diaphragme doit faire réaliser une évacuation (ponction pleurale ou drainage) en urgence.

Avec ces informations, on comprend aisément que l'échographie pleurale permet de réaliser les gestes pleuraux en sécurité en repérant la position et la fluidité du liquide et en situant les structures adjacentes pour ne pas les léser pendant la procédure.

1.2.3.3 Pneumothorax

La difficulté échographique est de faire la différence entre l'air du poumon normal et l'air du pneumothorax.

Les signes non spécifiques de présence d'un pneumothorax sont la disparition des signes de mouvements pulmonaires (pas de signe du glissement, pas de pouls pulmonaire, pas de « signe du rivage » qui est alors remplacé par le « signe du code barre ») et l'absence des artefacts du poumon (pas de ligne B).

Le signe spécifique du pneumothorax est le signe de l'accolement (ou lung point) [27], qui s'explique par l'alternance en mode TM de signes du poumon normal (« signe du rivage ») et de disparition de mouvement (« signe du code barre ») sur la même fenêtre acoustique.



Même si l'échographie affirme la présence d'un pneumothorax, elle ne peut quantifier son épaisseur contrairement à la pleurésie. L'étendue du pneumothorax se détermine grâce à la présence du point d'accolement : on peut alors différencier un pneumothorax complet ou partiel [28].

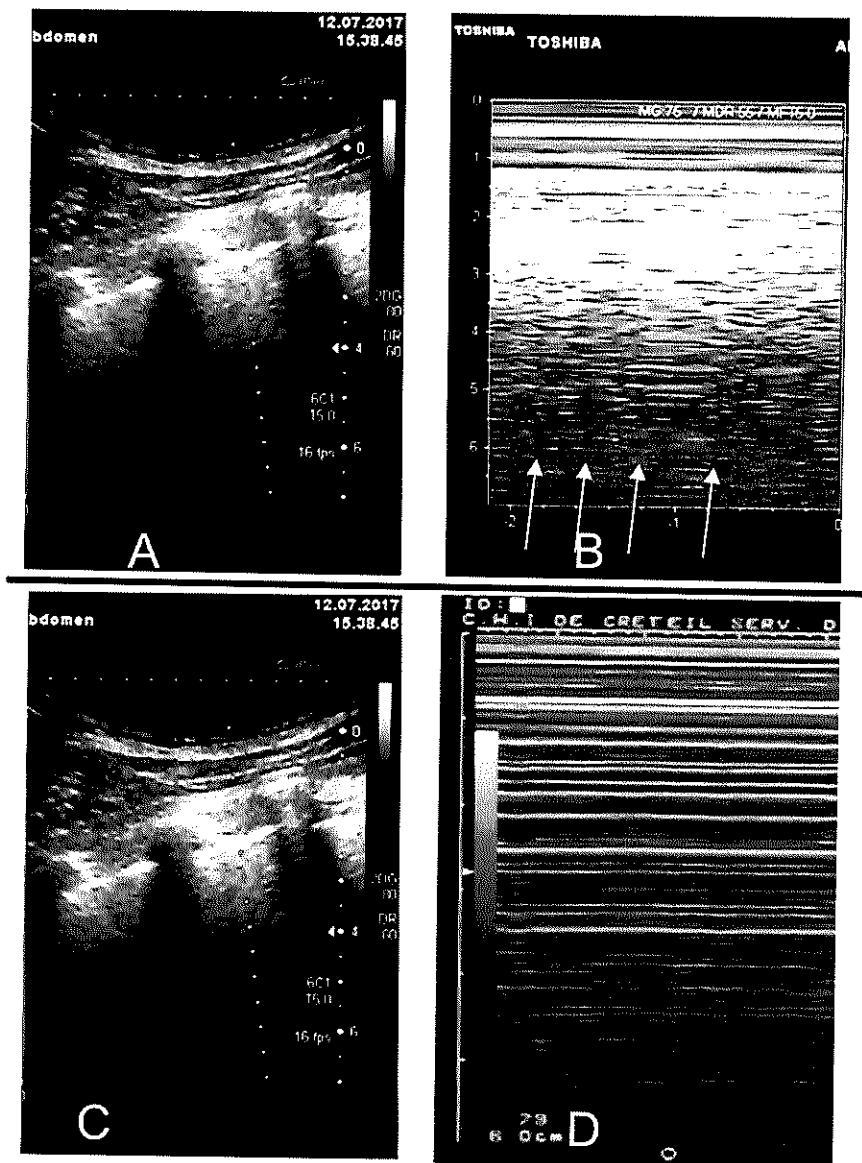


Figure 7 : Mise en évidence d'un pneumothorax par échographie

Sonde convexe, Mode TM

Images A et B : poumon normal

- A : présence d'un signe du glissement pleural en mode dynamique
- B : « signe du rivage », présence du pouls pulmonaire

Images C et D : pneumothorax

- C : absence du signe du glissement pleural en mode dynamique
- D : « signe du code barre », absence du pouls pulmonaire

Collection du G-ECHO

1.2.4. Les biopsies pleuropulmonaires sous échographie

Les premières publications portant sur l'intérêt des biopsies pulmonaires percutanées sous échographie apparaissent dans les années 1980 [29][30][31][32] puis se développent les biopsies médiastinales [33]. Cette technique était déjà utilisée pour atteindre les masses périphériques non accessibles par voie endo-bronchique. Elle est aussi utilisée pour les lésions pleurales pures comme le mésothéliome pleural malin [34].

Dans les années 1990, avec le développement de la radiologie interventionnelle et des biopsies sous scanner, cette technique a été quelque peu oubliée.

Les biopsies thoraciques percutanées sous imagerie représentent aujourd'hui une technique fiable et sûre pour de nombreuses lésions, en particulier les lésions malignes mais aussi pour le diagnostic de lésions infectieuses ou inflammatoires [35].

Dans le cas des lésions néoplasiques, cette méthode montre aussi une bonne rentabilité diagnostique dans la recherche de mutations activatrices, translocations...[36].

La biopsie thoracique sous scanner est la technique la plus courante aujourd'hui pour le diagnostic d'une lésion thoracique. En effet c'est une approche comportant peu de risques avec une bonne rentabilité [37][38]. Cependant, même depuis la généralisation de la fluoroscopie, le scanner a comme inconvénient une irradiation importante et l'absence de suivi de l'aiguille à biopsie en temps réel.

Comme vu précédemment, l'échographie thoracique est un excellent examen pour évaluer les nodules pulmonaires périphériques ou pleuropulmonaires lorsqu'il n'y a pas de poumon aéré entre la sonde et la lésion d'intérêt. Cette technique a montré de bon résultats en terme de rentabilité diagnostique qu'elle soit réalisée par les radiologues interventionnels [31] ou par les pneumologues [39]. Peu d'études ont comparé les biopsies thoraciques sous échographie au gold standard des biopsies sous scanner [40] [41] [42] mais les résultats en terme de rendement diagnostique paraissent équivalents, avec légèrement moins de complications (pneumothorax et hémorragies) en faveur du guidage par échographie.

A ce jour, nous n'avons pas retrouvé d'étude prospective multicentrique portant sur les biopsies thoraciques écho-guidées par le pneumologue en France. Devant le développement exponentiel de l'utilisation de l'échographie dans les services de pneumologie, il est nécessaire de réaliser une mise au point sur cette technique de prélèvement simple.

Nos objectifs principaux sont de démontrer la rentabilité diagnostique de cet examen ainsi que d'évaluer le taux de complications (pneumothorax, hémorragie...).

Nos objectifs secondaires sont de recenser le matériel utilisé dans les différents centres, de rechercher les caractéristiques échographiques des nodules analysés, d'étudier le confort du patient et enfin de rechercher l'impact de l'expérience de l'opérateur sur la rentabilité diagnostique et les complications de la procédure.



II. Matériels et méthode

II.1. Type d'étude

Notre protocole était une étude observationnelle multicentrique prospective afin de répondre aux objectifs primaires et secondaires.

Elle consistait en la création d'une fiche de recueil portant sur les principales caractéristiques du patient, du matériel utilisé, de l'examen échographique du nodule, des éventuelles complications du geste, du confort du patient à l'aide de l'Échelle Visuelle Analogique (EVA), de la durée du geste, des résultats et enfin de l'expérience de l'opérateur.

II.2. Centres de l'étude

L'ensemble des centres participant à notre étude font partie du groupe d'échographie thoracique du pneumologue (G-ECHO), groupe sous l'égide de la Société de Pneumologie en Langue Française (SPLF) présidé par le Dr MANGIAPAN. Les centres participants ont été sélectionnés en fonction de l'intérêt des opérateurs porté à cette technique de biopsie.

Les centres participants et les responsables de chaque centre étaient :

- Pour le Centre Hospitalier Intercommunal de Créteil : Dr Gilles MANGIAPAN
- Pour le Centre Hospitalier de Saint Omer : Dr Philippe RICHARD
- Pour le Centre Hospitalier Universitaire de l'Hôpital Nord de Marseille : Dr Sophie LAROUMAGNE
- Pour le Centre Hospitalier Universitaire de Poitiers : Dr Julien DUTHIL
- Pour le Centre Hospitalier Universitaire de Nancy : Dr Ahmed BOUBAYA
- Pour le Centre Hospitalier Universitaire de Strasbourg : Dr César MATAU
- Pour le Centre Hospitalier Universitaire de Limoges : Dr Julia BALLOUHEY

II.3. Population de l'étude

Notre étude incluait tout patient ayant bénéficié d'une biopsie pleuropulmonaire sous échographie par un pneumologue, en l'absence de contre-indications au geste comme citées plus bas.

Les critères d'exclusion étaient un bilan d'hémostase incompatible avec la procédure et le refus du patient après une information éclairée.



II.4. Fiche de recueil

La fiche de recueil est présentée en Annexe 2.

Les critères retenus étaient le fruit d'une concertation lors de la conception de l'étude avec les médecins de chaque centre dans le groupe G-ECHO.

Elle est divisée en plusieurs parties :

- Informations sur le patient : âge, initiales, indication de l'examen.
- Informations sur le matériel utilisé : échographe (marque, année de mise en service), type de sonde utilisée pour le geste (HF ou BF), type d'aiguille à biopsie employée (marque et taille).
- Informations sur le nodule :
 - Sa position (droite ou gauche, supérieure ou inférieure, antérieure, axillaire ou postérieure).
 - Les signes d'envahissement locaux (signe du glissement conservé ou non, envahissement local de l'os, peau, muscle, péricardite...), association avec un épanchement thoracique et présence ou non du « signe du plancton ».
 - La taille du nodule en échographie > ou < à 3cm et la constatation d'un contact pleural > ou < à 3cm qui sont les paramètres utilisés dans la littérature [43]. Nous avons repris ces critères pratiques qui font la différence entre un nodule et une masse.
 - La vascularisation du nodule : définie grâce au mode Doppler selon les critères de référence de Rednic [24] : centrale, périphérique, mixte, ou aucune vascularisation.
- Le déroulement de l'examen avec le nombre de biopsies réalisées et les analyses demandées (histologie, bactériologie, mycologie ou autre).
- Les complications potentielles post procédure étaient recensées :
 - Présence d'un pneumothorax avec nécessité d'une prise en charge (exsufflation ou drainage) ou non.
 - Présence d'un hématome pariétal ou non.
 - Présence d'une hémoptysie, auquel cas, évaluation de nécessité d'une prise en charge par radio-embolisation ou par terlipressine ou non.
- Le confort du patient était évalué avec :
 - Le temps du geste : durée en minutes entre la désinfection et le pansement et le temps entrée-sortie de la salle.
 - L'évaluation de la douleur par EVA demandée à la fin de la procédure.



- Les résultats des biopsies étaient demandés :
 - Néoplasique avec type histologique.
 - Infectieux.
 - Bénin.
 - Non contributif (nécrose, échantillon insuffisant...).
- Enfin, les caractéristiques de l'opérateur étaient recherchées :
 - Identité.
 - Expérience avec 3 seuils empiriques : moins de 10 biopsies, entre 10 et 20 et plus de 20 biopsies pratiquées.

II.5. La technique de biopsie pleuropulmonaire sous échographie

II.5.1. Bilan pré interventionnel

II.5.1.1 Risque hémorragique

Pour anticiper le risque de saignement de la procédure, les recommandations de prise en charge du risque hémostatique en radiologie interventionnelle étaient appliquées [44].

Les biopsies thoraciques sont classées à risque hémorragique intermédiaire. Par conséquent, un bilan d'hémostase était impératif avant la procédure comportant :

- TP (Taux de prothrombine) ou INR (International Normalized Ratio)
- TCA (Temps de Céphaline Activée) si traitement par héparine non fractionnée en intra veineux
- Le taux de plaquettes et l'hématocrite ne sont pas obligatoires

Une correction était effectuée selon des valeurs seuil :

- Si INR (ou TP) > 1,5N
- Pas de consensus sur la valeur seuil du TCA
- Si plaquettes < 50 000/UL

Si le patient recevait un traitement par héparine, la dernière dose avant l'intervention devait être supprimée.



Si le patient recevait un traitement par antiagrégant plaquettaire (AAP), les recommandations de bonnes pratiques de l'HAS 2013 [45] étaient appliquées :

- Si traitement par Aspirine® : poursuite
- Si traitement par clopidogrel : arrêt 5 jours avant intervention et relai par Aspirine®
- Si traitement par Aspirine® + clopidogrel : arrêt clopidogrel 5 jours avant intervention
- Si traitement par Aspirine® + prasugrel : arrêt prasugrel 7 jours avant intervention
- Si traitement par Aspirine® + ticagrelor : arrêt ticagrelor 5 jours avant intervention

La reprise de l'antiagrégant arrêté doit être aussi précoce que possible, au mieux le jour même du geste selon le risque hémorragique post intervention.

Si le patient recevait un traitement par nouvel anticoagulant oral (NACO), dabigatran (PRADAXA®), rivaroxaban (XARELTO®), apixaban (ELIQUIS®), les règles éditées par les annales d'anesthésie et de réanimation [46] étaient appliquées. Le risque était évalué selon la possibilité de contrôle mécanique d'une hémorragie, comme les biopsies pleuropulmonaires font partie du risque intermédiaire à élevé, le traitement par NACO était stoppé 5 jours avant l'intervention (un relai par HNF ou HBPM était effectué selon l'indication initiale de l'anticoagulant).

II.5.1.2 Imagerie thoracique

Avant l'intervention, le patient avait une imagerie thoracique disponible avec un scanner thoracique ou PET scanner permettant l'évaluation de la faisabilité à priori du geste par l'opérateur.

II.5.1.3 Consentement

Chaque patient recevait une lettre d'information avec les modalités pratiques et les indications de l'examen, les risques encourus, la possibilité de refus et laissait une place à d'éventuelles questions. Un exemplaire type de cette lettre d'information est disponible dans l'Annexe 3.

Cette étude a été soumise et approuvée par le Conseil d'Éthique du CHRU de Limoges.

II.5.2. Procédure de biopsies pleuropulmonaires sous échographie

Les grandes étapes de la procédure sont résumées dans l'Annexe 4.



II.5.2.1 Installation du patient

Lors de la procédure, le patient était installé selon la localisation de la lésion et l'abord échographique, mais aussi en tenant compte de son confort et de sa tolérance particulièrement sur le plan respiratoire.

Une fois la lésion repérée en échographie, le patient était installé et devait garder la même position pendant la procédure.

La saturation en oxygène est surveillée par un capteur transcutané pendant toute la durée de l'examen.

Une voie veineuse périphérique est mise en place par mesure de sécurité.

Le repérage de la lésion permet de prendre différentes mesures pour effectuer le geste dans les meilleures conditions :

- L'épaisseur du tissu sous cutané.
- La taille de la lésion et celle du contact pariétal (voir Figure 8).
- La distance peau-nodule, la profondeur du nodule, sa mobilité, l'évaluation du glissement pleural (voir Figure 8).
- La vascularisation du nodule, en effet la présence de vaisseaux peut influencer sur le positionnement de l'aiguille pour assurer la sécurité du geste (artère mammaire interne, vaisseaux intercostaux...).
- L'envahissement des structures voisines (muscle, peau...), la présence d'une pleurésie.

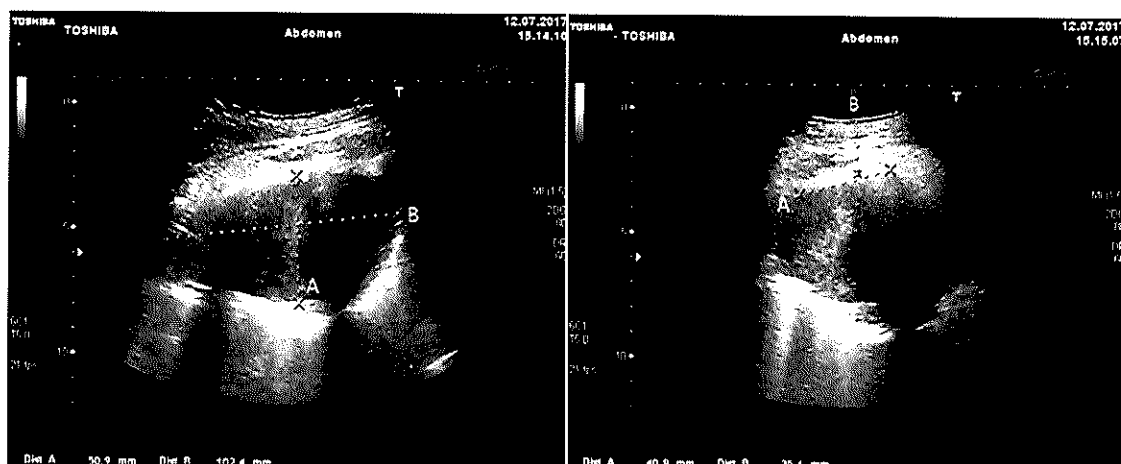


Figure 8 : Images échographiques en mode B avec sonde convexe d'un nodule pleuropulmonaire

Distances à mesurer avant la biopsie :

- Image de gauche : distance A = profondeur du nodule, distance B : hauteur du nodule.
- Image de droite : distance A = longueur du contact pleural, distance B : distance entre la surface de la peau et le nodule



II.5.2.2 Asepsie

Après une asepsie locorégionale rigoureuse en suivant un protocole type Bétadine® en 3 temps, était mis en place un champ stérile autour de la zone d'intérêt.

L'opérateur était habillé avec charlotte, masque chirurgical, casaque et gants stériles. La sonde d'échographie utilisée pendant l'intervention était recouverte d'une capote stérile, le gel d'échographie était également stérile et à usage unique.

II.5.2.3 Anesthésie locale

L'anesthésie locale était réalisée avec la lidocaïne 1% et était répartie en 2 temps.

Dans un premier temps l'opérateur fait une anesthésie superficielle sous cutanée grâce à une aiguille sous cutanée, et enfin une anesthésie plus profonde avec une aiguille type intramusculaire plan par plan d'abord le tissu sous cutané, puis les muscles intercostaux, l'espace pleural et enfin la zone de contact pariétal du nodule. L'anesthésie était ainsi guidée en direct par l'échographie, la dose injectée est adaptée à la douleur ressentie par le patient.

II.5.2.4 Aiguilles à biopsie

Les aiguilles utilisées sont de 3 catégories :

- Les aiguilles fines de biopsies par aspiration (Fine Needle Aspiration Biopsy ou FNAB), de petit diamètre (inférieur à 20G), par exemple les aiguilles de Menghini modifiées. Reliées à une seringue, elles permettent une aspiration des cellules tissulaires.

Exemple : Techna-Cut (Argon Medical®)

- Les aiguilles de biopsies par « guillotine » permettent l'obtention d'une carotte tissulaire (Core Needle Biopsy ou CNB). Elles sont de plus gros diamètre (supérieur à 20G). Elles sont de 3 types :

- Manuelles : elles sont composées d'une chemise externe à l'intérieur de laquelle l'opérateur fait coulisser un trocart tranchant dont le retrait avec un mouvement de coulisse à l'intérieur du trocart externe va permettre de sectionner un fragment de pèvre.

Exemple : aiguille de Castelain

- Automatiques : après actionnement, l'aiguille déclenche automatiquement une poussée en avant du trocart intérieur puis quasi instantanément active la canule coupante pour obtenir la carotte par une encoche latérale.

Exemples : aiguille Monopty (Bard®) ...

- Semi-automatiques : elles nécessitent l'avancée manuelle du trocart intérieur par l'opérateur pour exposer l'encoche latérale puis après une pression sur le piston, l'aiguille déclenche l'avancée de la canule coupante.

Exemples : Quick-Core (Cook Medical®), aiguille Temno Biopsy System (Temno®), SuperCore (Argon Medical®) ...

Les photographies des différents modèles sont présentées en Annexe 5.

Le diagramme de fonctionnement des aiguilles de type « core biopsy » est résumé dans l'Annexe 6.

II.5.2.5 Biopsie

Après l'anesthésie, une fine incision au bistouri était réalisée pour permettre l'insertion de l'aiguille à biopsie.

L'opérateur insère l'aiguille tout en suivant la progression sur l'échographe en plaçant la sonde soit dans le plan de celle-ci (voir Figure 9) soit de façon perpendiculaire. Le prélèvement est ensuite réalisé.

Les 2 techniques de suivi de l'aiguille avec la sonde d'échographie sont résumées dans l'Annexe 7.

Les échantillons obtenus sont disposés dans du formol (Annexe 8), dans un flacon d'hémoculture ou autre selon les examens demandés (anatomopathologie, bactériologie, mycologie, BK...).

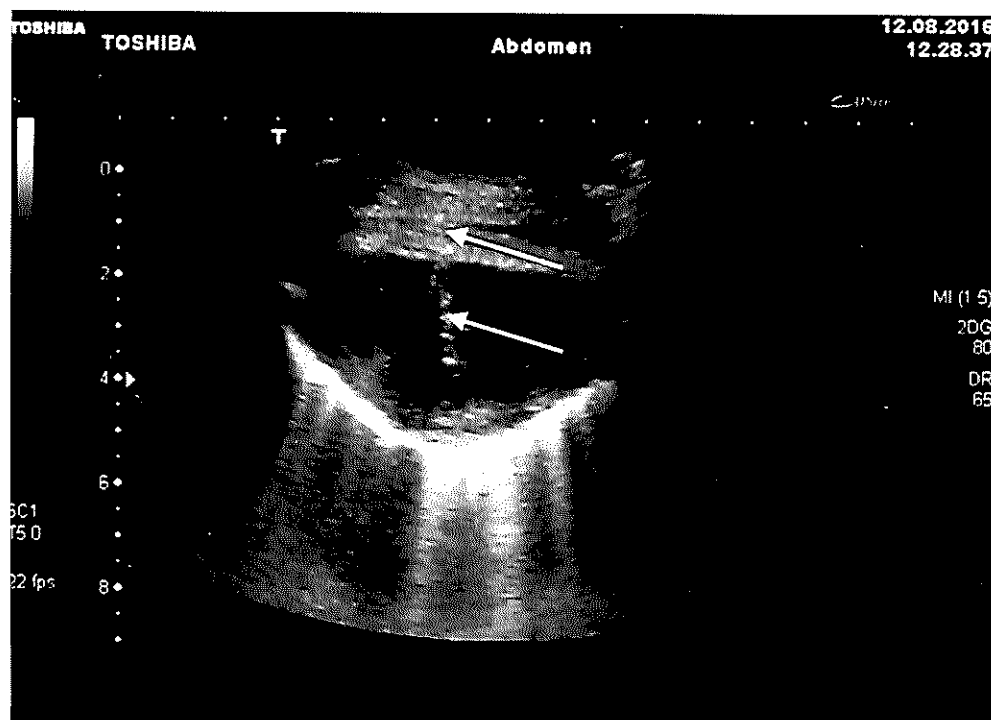


Figure 9 : Image échographique d'une aiguille de biopsie

En mode B, sonde convexe. Les flèches désignent l'aiguille de biopsie qui passe d'abord la paroi puis se prolonge dans le nodule.

II.5.2.6 Contrôle post procédure

Grâce à l'échographe, l'opérateur peut rechercher en direct :

- Une complication hémorragique : recherche d'un hématome pariétal par le mode doppler.
- Un pneumothorax : recherche du signe du glissement en mode B et du signe du rivage en mode TM et recherche du point poumon.
- Confort du patient : contrôle de la douleur par l'EVA, échelle validée pour l'auto-évaluation d'une douleur aiguë ou chronique, cotée entre 0 (absence de douleur) et 10 (douleur maximale imaginable).

II.5.3. Échographes

Les modèles des échographes utilisés pour les biopsies sont :

- Centre Hospitalier Intercommunal de Créteil :
 - Vivid 7 (General Electrics®) mis en service en 2005
 - Logic 5 (General Electrics®) mis en service en 2000
- Centre Hospitalier de Saint Omer : M-Turbo (SonoSite®) mis en service en 2008.
- Centre Hospitalier Universitaire de Marseille (Hôpital Nord) : Spark (Phillips®) mis en service en 2017.
- Centre Hospitalier Universitaire de Limoges : Xario 100 (Toshiba®) mis en service en 2017.
- Centre Hospitalier Universitaire de Nancy : Xario 100 (Toshiba®) mis en service en 2017.
- Centre Hospitalier Universitaire de Strasbourg : M-Turbo (SonoSite®) mis en service en 2012.

II.5.4. Analyse statistique des données

L'ensemble des données recueillies a été saisi dans un tableur Excel et analysé grâce au logiciel d'analyses statistiques Statview (SAS Institute V5.0). Concernant la description des variables, les variables quantitatives sont exprimées en nombre, médiane, minimum et maximum. Les variables qualitatives sont exprimées en nombre et pourcentage.

Pour l'étude des relations entre les différentes variables, les tests suivants ont été utilisés : tests de Mann-Whitney pour la comparaison des variables continues et tests du Chi² pour les variables qualitatives.

II.5.5. Support institutionnel

Le promoteur de cette étude est le CHRU de Limoges. Elle remplit les critères du formulaire MR003 de la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés.



III. Résultats

62 patients ont été inclus entre juillet 2017 et février 2018 :

- 15 (24,2%) au CHU de Limoges
- 24 (38,7%) au CHI de Créteil
- 5 (8,1%) au CHU de Nancy
- 2 (3,2%) au CH de Saint Omer
- 6 (9,7%) au CHU de Poitiers
- 5 (8,1%) au CHU de Marseille
- 5 (8,1%) au CHU de Strasbourg

III.1. Résultats descriptifs de l'étude

III.1.1. Indication des biopsies

La majorité des examens était demandée dans l'objectif d'un bilan de masse thoracique (92%), puis dans l'intention de réaliser de nouvelles biopsies (re-biopsies) chez des patients en cours de traitement d'un cancer pulmonaire (5%). Les biopsies pour bilan de pachypleurite étaient plus rares (3%).

Les indications des biopsies sont réparties dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Indications de la réalisation de biopsies

Indication	Fréquence (%)
Bilan de masse	57 (92%)
Bilan pachypleurite	2 (3%)
Re-biopsies (recherche marqueurs ou autre)	3 (5%)



III.1.2. Matériel utilisé

III.1.2.1 Sondes

La plupart des biopsies étaient réalisées à l'aide d'une sonde basse fréquence seule (61%) alors que les sondes hautes fréquences seules n'étaient employées que dans 36% des examens. L'association des 2 types de sonde lors d'une même procédure était moins utilisée (3%).

Les résultats sont présentés dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Distribution des types de sondes échographiques utilisées

Type de sonde	Fréquence (%)
Basse fréquence seule	38 (61%)
Haute fréquence seule	22 (36%)
Basse et Haute fréquence	2 (3%)

III.1.2.2 Aiguilles à biopsie

Les aiguilles les plus utilisées étaient les semi-automatiques type « core biopsy », en particulier les aiguilles Temno® (53%), puis les Cook® QuickCore (26%). Les aiguilles semi-automatiques Argon® SuperCore et les coaxiales Temno® Evolution étaient utilisées chacune dans 8% des cas. Les aiguilles fines avec système d'aspiration étaient rarement employées (3%), ainsi que les aiguilles de Castelain (2%).

Il n'a pas été utilisé d'aiguille automatique dans les centres de notre étude.

La distribution par type d'aiguille manié est présentée dans le Tableau 4.



Tableau 4 : Distribution des aiguilles à biopsie utilisées

Type d'aiguille	Fréquence (%)
<u>Par aspiration (FNAB) :</u>	
Techna-Cut	2 (3,2%)
<u>Par quillotine (core-biopsy) :</u>	
○ Semi-automatique :	
Cook® QuickCore	17 (27,4%)
Temno®	33 (53,2%)
Argon® SuperCore	5 (8,1%)
○ Manuelle :	
Castelain	1 (1,6%)
<u>Système Coaxial :</u>	
Temno® Evolution	5 (8,1%)

La taille d'aiguille la plus couramment utilisée était de 18 Gauge (G) (56,5%), suivie par les aiguilles de 16G (33,9%). Les aiguilles de plus gros calibre étaient plus rares, la taille de 14G était utilisée dans 8,1% des procédures, et 12G seulement dans 1,6%.

La répartition des aiguilles à biopsie par taille est affichée dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Distribution des aiguilles à biopsie utilisées par taille

Taille en G	Fréquence (%)
12	1 (1,6%)
14	5 (8,1%)
16	21 (33,9%)
18	35 (56,5%)



III.1.3. Caractéristiques des lésions biopsiées

Les lésions d'intérêt étaient réparties de façon équitable entre pleuropulmonaires et pulmonaires exclusives (50% dans les 2 cas). Elles étaient préférentiellement localisées à droite (54,8%), postérieures (41,9%) et situées dans le thorax supérieur (67,7%).

Les lésions étaient de grande taille (79% étaient supérieures à 3cm) avec un contact pariétal étendu (77,6% des nodules avaient un contact pleural supérieur à 3cm).

Fréquemment, le signe du glissement était absent (67,7%), et il n'était pas retrouvé d'envahissement des structures avoisinantes (58,1%).

Les pleurésies associées aux nodules étaient rares (21%), le signe du plancton n'était vu que dans 1,6% des cas.

Les nodules étaient le plus souvent non vascularisés (58,1%).

La fréquence des différentes caractéristiques des lésions d'intérêt est présentée dans le Tableau 6 et la fréquence de chaque type de vascularisation est représentée dans le Tableau 7.



Tableau 6 : Distribution des caractéristiques des nodules biopsiés

Caractéristiques	N (%)
○ <u>Localisation :</u>	
Pulmonaire exclusivement	31 (50%)
Pleuro-pariétale	31 (50%)
Droite	34 (54,8%)
Gauche	28 (45,2%)
Antérieure	23 (37,1%)
Postérieure	26 (41,9%)
Axillaire	13 (21%)
Supérieure	42 (67,7%)
Inférieure	20 (32,3%)
○ <u>Taille :</u>	
> 3cm	49 (79%)
< 3cm	13 (21%)
○ <u>Contact pariétal :</u>	
> 3cm	49 (79%)
< 3cm	13 (21%)
○ <u>Signe du glissement :</u>	
Présent	20 (32,3%)
Absent	42 (67,7%)
○ <u>Envahissement des structures voisines :</u>	
Présent	26 (41,9%)
Absent	36 (58,1%)
○ <u>Pleurésie associée :</u>	
Présente	13 (21%)
Absente	49 (79%)
Signe du plancton présent	1 (1,6%)



Tableau 7 : Distribution du type de vascularisation des lésions biopsiées.

Type de vascularisation	N (%)
Centrale	5 (8,1%)
Mixte	6 (9,5%)
Périphérique	15 (24,2%)
Aucune	36 (58,1%)

III.1.4. Nombres de biopsies réalisées lors de chaque procédure

Dans la majorité des procédures il était réalisé 3 biopsies (37,1% des procédures).

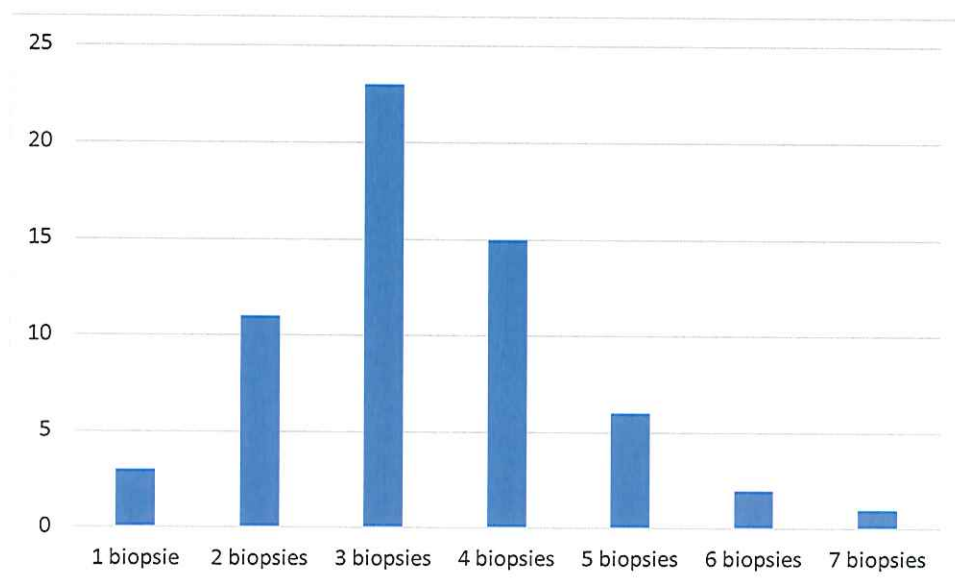


Figure 10 : Distribution du nombre de biopsies réalisées lors des procédures

En abscisse le nombre de biopsies réalisées lors de chaque procédure et en ordonnée le nombre de procédures

III.1.5. Analyses demandées

Toutes les procédures ont fait l'objet d'une analyse anatomopathologique (100%). Les examens de bactériologie standard et de mycobactériologie étaient plus exceptionnels (respectivement 4,8% et 6,5%).



Tableau 8 : Distribution des examens de laboratoire demandés lors des biopsies

Analyse demandée	N (%)
Histologie	62 (100%)
Mycobactérie (BK)	3 (4,8%)
Bactériologie standard	4 (6,5%)
Autre	0 (0%)

III.1.6. Durée de la procédure

Le temps du geste a été mesuré entre la désinfection et le pansement en fin de procédure.

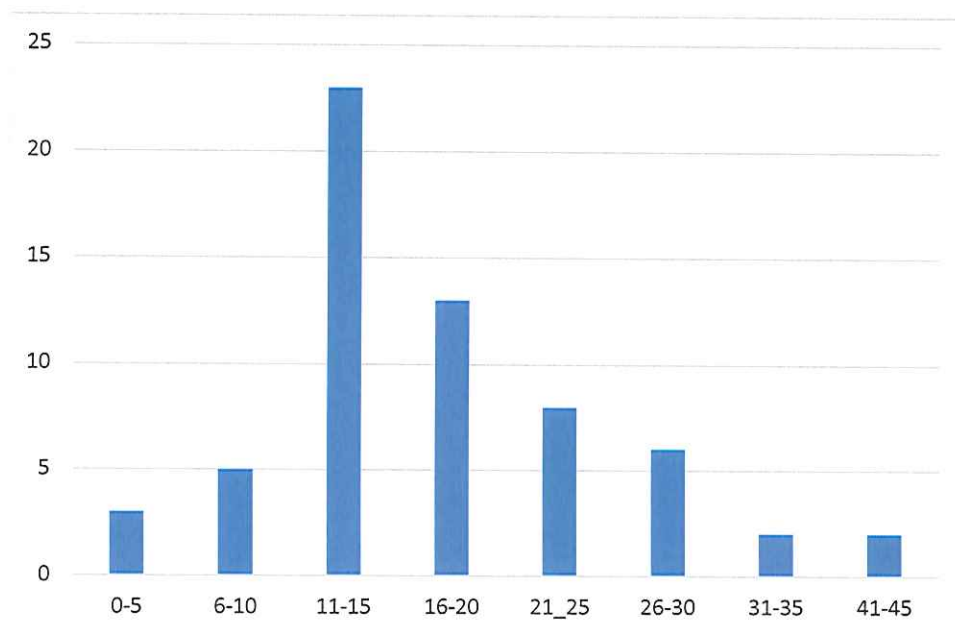


Figure 11 : Distribution du temps du geste par tranches de 5 minutes

En abscisse le temps de l'examen (en tranches de 5 minutes) et en ordonnée le nombre de procédures.

La durée moyenne du geste était de 18,7 minutes (IC +/- 8,5 minutes).

III.1.7. Douleur ressentie par le patient

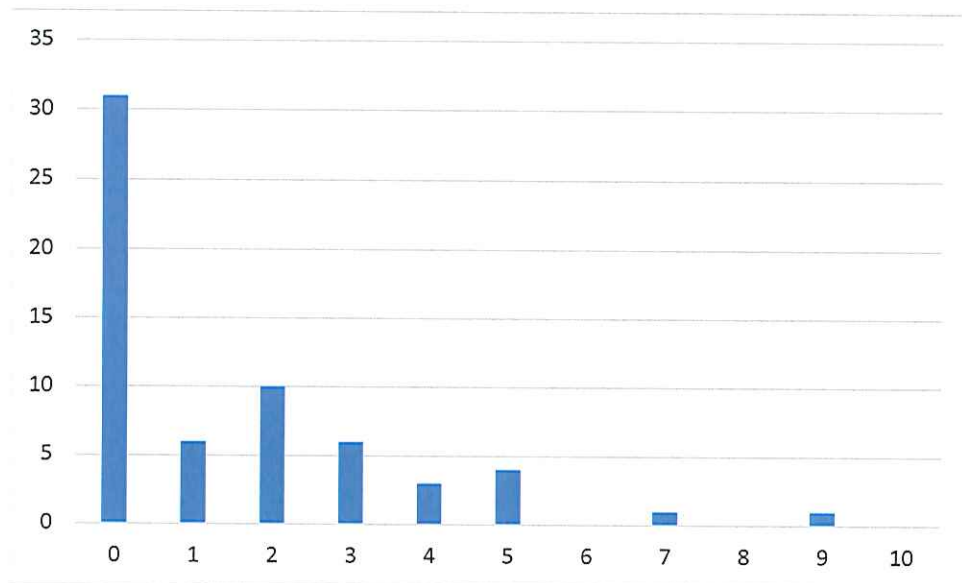


Figure 12 : Distribution de la douleur ressentie (EVA) par les patients

En abscisse les valeurs de l'EVA entre 0 et 10 et en ordonnée le nombre de procédures

L'EVA moyenne ressentie pendant la procédure était de 1,5/10, soit une faible douleur.

III.1.8. Expérience des opérateurs

Elle était classée en 3 catégories : moins de 10 biopsies pratiquées, entre 10 et 20 et plus de 20 biopsies réalisées.



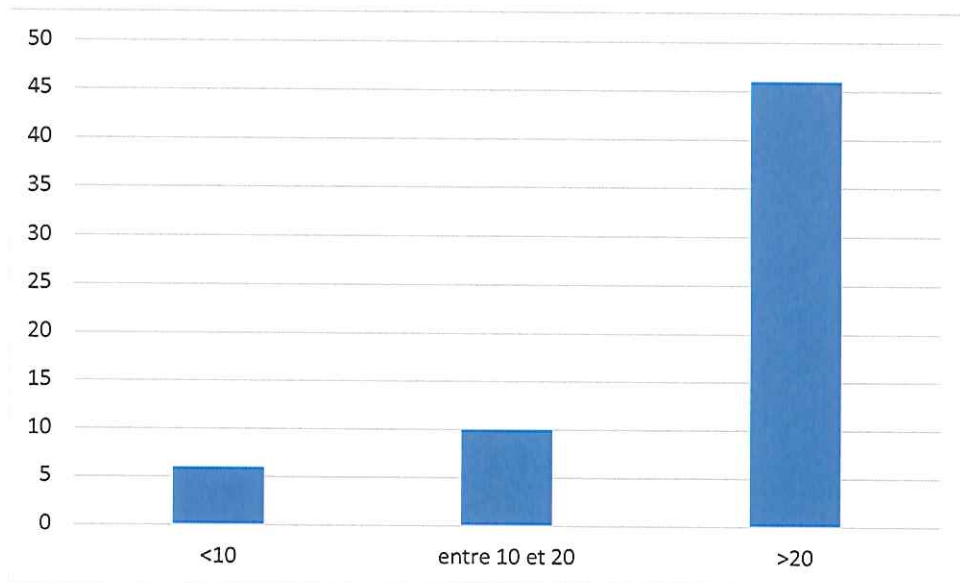


Figure 13 : Distribution de l'expérience des opérateurs

En abscisse l'expérience de l'opérateur en nombre de biopsies pratiquées, en ordonnée le nombre de procédures

46 procédures (74,2%) ont été réalisées par des opérateurs très expérimentés (plus de 20 biopsies sous échographie à leur actif).

III.2. Résultats concernant les objectifs principaux

III.2.1. Rentabilité diagnostique des biopsies sous échographie

Sur les 62 procédures au total, 53 ont permis l'obtention d'un diagnostic (85,5%), 9 n'ont pas permis d'obtenir un diagnostic contributif (14,5%) (Figure 14).

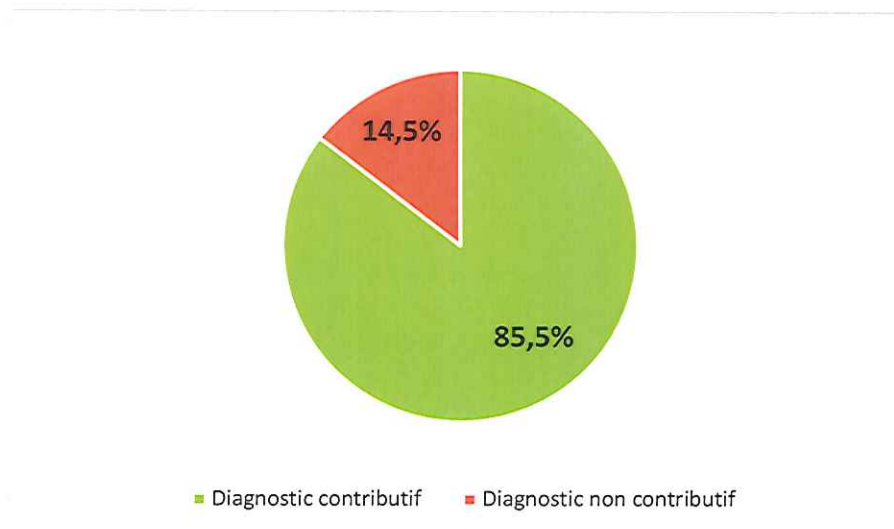


Figure 14 : Rentabilité diagnostique de l'étude

La majorité des résultats était une néoplasie (82,3%). Parmi les cancers mis en évidence, la plupart étaient d'origine pulmonaire et particulièrement en faveur d'adénocarcinomes pulmonaires (37,3%) et de carcinomes épidermoïdes pulmonaires (21,6%). Le mésothéliome pleural épithélioïde représentait 7,8% des diagnostics.

On constatait aussi la présence de métastases pulmonaires, notamment d'adénocarcinomes rénaux (3,9%) et de cancers hématologiques avec 2 diagnostics de lymphome B (3,9%).

Bien qu'en partie nécrosés, 2 prélèvements (3,9%) étaient en faveur d'un tissu tumoral.

2 lésions bénignes (3,9%) ont aussi été mises en évidence, avec un cas de fibrome pleural et un autre d'hématome ancien.

Il n'a pas été retrouvé d'étiologie infectieuse.

Le Tableau 9 reprend les différents diagnostics obtenus par l'ensemble des procédures.



Tableau 9 : Description des biopsies contributives

Résultats obtenus	N (%)
○ Néoplasiques	51 (82,3%)
▪ Primitifs pulmonaires	
Adénocarcinome pulmonaire	19 (37,3%)
Carcinome épidermoïde pulmonaire	11 (21,6%)
Carcinome neuroendocrine à petites cellules	3 (5,9%)
Mésothéliome pleural malin	4 (7,8%)
Carcinome à grandes cellules	1 (2%)
Carcinome indifférencié	3 (5,9%)
Carcinome non à petites cellule	1 (2%)
▪ Primitifs extra pulmonaires (métastases)	
Adénocarcinome rénal	2 (3,9%)
Carcinome excréto-urinaire	1 (2%)
Carcinome mammaire	1 (2%)
Carcinome hépatocellulaire	1 (2%)
▪ Néoplasies hématologiques	
Lymphome B	2 (3,9%)
▪ Nécrose tumorale	2 (3,9%)
○ Lésions bénignes	
Hématome ancien	1 (2%)
Fibrome pleural	1 (2%)



III.2.1.1 Impact des caractéristiques des aiguilles sur l'obtention du diagnostic

Les aiguilles ayant permis le plus de diagnostics étaient les Temno® semi-automatiques avec 30 prélèvements contributifs (soit 48,4% de l'ensemble des procédures). Celles ayant obtenu le plus d'échecs diagnostiques étaient les Cook® QuickCore avec 7 prélèvements non contributifs (représentant 11,3% de l'ensemble des procédures).

La rentabilité diagnostique des différentes aiguilles est présentée dans le Tableau 10 et dans la Figure 15.

Tableau 10 : Rentabilité diagnostique en fonction du type d'aiguille utilisée (n = 62)

Type d'aiguille	Diagnostic obtenu n (%)	Diagnostic non obtenu n (%)	Rentabilité
Temno® semi-automatique	30 (48,4%)	3 (4,8%)	90,9%
Cook® QuickCore	11 (17,7%)	6 (11,3%)	64,7%
Argon® SuperCore	5 (8,1%)	0	100%
Temno® coaxiale	5 (8,1%)	0	100%
Techna-Cut®	2 (3,2%)	0	100%
Castelain	1 (1,6%)	0	100%

Le type d'aiguille le plus utilisé était l'aiguille Temno® semi-automatique qui a permis l'obtention de 48,4% des diagnostics, et un diagnostic non obtenu lors de seulement 3 procédures (4,8%).

Le second type d'aiguille par ordre de fréquence d'utilisation était l'aiguille Cook® QuickCore® avec 11 diagnostics obtenus (17,7%) et 6 échecs (11,3%).



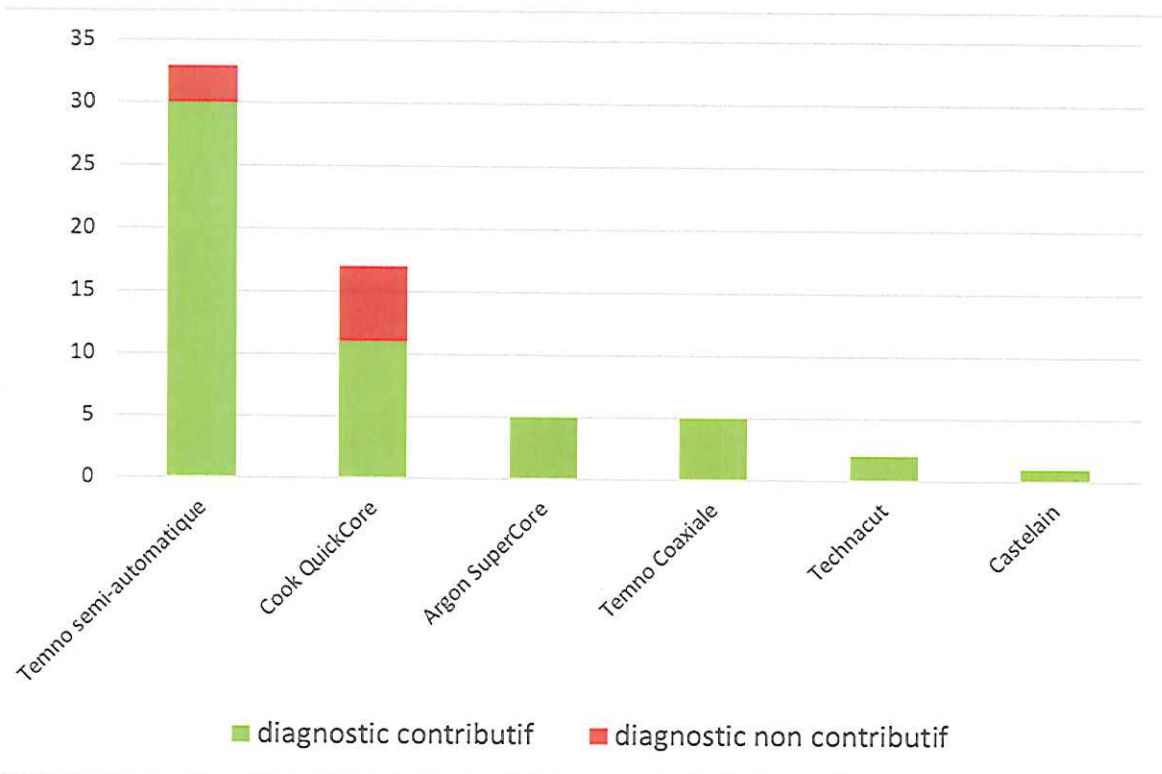


Figure 15 : Taux de diagnostic contributif ou non selon le type d'aiguille
 En abscisse le type d'aiguille et en ordonnée le nombre de procédures

La taille d'aiguille la plus fréquemment utilisée était 18G, avec un diagnostic obtenu dans 77,8% des procédures où elle était utilisée (28 procédures sur 36) et un échec diagnostique dans 22,2% (8 procédures sur 36) (Figure 16).

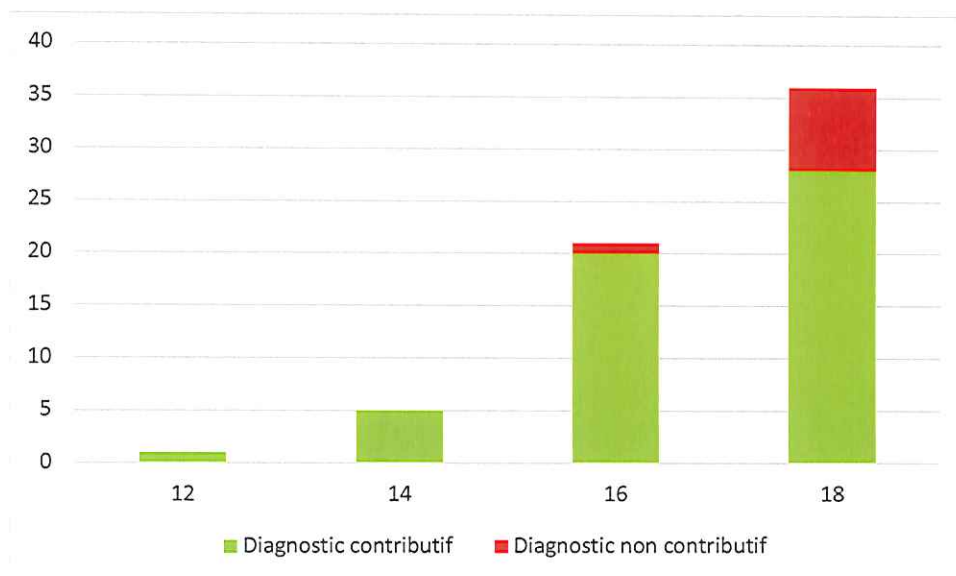


Figure 16 : Rentabilité diagnostique en fonction de la taille d'aiguille utilisée (n = 62)
 En abscisse les tailles des aiguilles en Gauges, en ordonnée le nombre de procédures



III.2.1.2 Association entre les caractéristiques des lésions et la rentabilité diagnostique

Parmi les différentes caractéristiques échographiques des nodules biopsiés avec un diagnostic obtenu, seule la présence d'un envahissement des structures voisines était associée ($p = 0,035$) avec l'obtention d'un diagnostic contributif.

Le Tableau 11 résume l'association entre les caractéristiques des lésions prélevées et l'obtention d'un diagnostic contributif.

Tableau 11 : Association des caractéristiques échographiques des lésions biopsiées avec la rentabilité diagnostique (n = 53)

Caractéristique de la lésion	Diagnostic contributif n(%)	p-value
Pulmonaire exclusivement	25 (47,1%)	0,7
Pleuro-pariétale	28 (52,9%)	0,7
Droit	29 (54,7%)	> 0,99
Gauche	24 (45,3%)	> 0,99
Antérieur	20 (37,7%)	0,45
Postérieur	22 (41,5%)	> 0,99
Axillaire	11 (21,8%)	> 0,99
Supérieur	35 (66%)	0,85
Inférieur	18 (34%)	> 0,99
Taille		
> 3cm	14 (26,4%)	0,66
< 3 cm	39 (73,6%)	
Contact pariétal		
> 3cm	12 (22,6%)	> 0,99
< 3cm	41 (77,4%)	
Signe du glissement		
Présent	27 (50,1%)	0,70
Absent	26 (49,9%)	
Envahissement des structures de voisinage		
Présent	17 (32,1%)	0,01
Absent	36 (67,9%)	
Pleurésie associée		
Présente	13 (24,5%)	> 0,99
Absente	40 (75,5%)	

III.2.1.3 Association entre la rentabilité diagnostique et le nombre de biopsies réalisées par procédure

La médiane de biopsies réalisées était de 3 (Tableau 12) tant pour les procédures ayant amené à un diagnostic contributif que pour celles dont le résultat était non contributif.

Nous n'avons pas retrouvé d'association significative entre le nombre de biopsies réalisées par procédure et l'obtention d'un diagnostic contributif ($p = 0,78$).

Tableau 12 : Comparaison entre le nombre de biopsies réalisées et la rentabilité diagnostique.

Diagnostic	Nombre de biopsies réalisées	p-value
	Médiane (min-max)	
Contributif	3 (1-7)	>0,999
Non contributif	3 (2-6)	

Dans la majorité des procédures amenant à un diagnostic contributif, il était réalisé 3 biopsies (37,1%) (Figure 17).

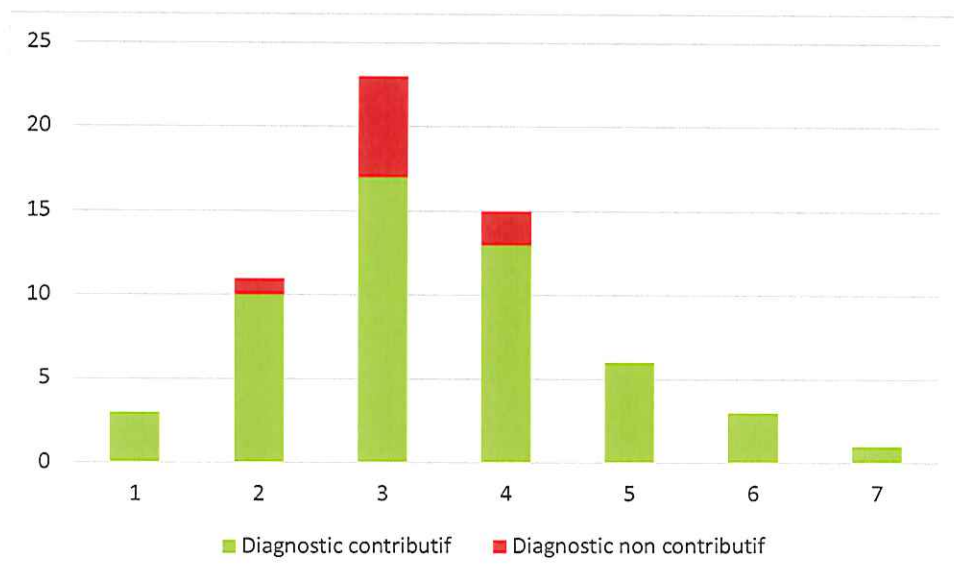


Figure 17 : Distribution des diagnostics contributifs et non contributifs en fonction du nombre de biopsies par procédure

En abscisse le nombre de biopsies réalisées, en ordonnée le nombre de procédures

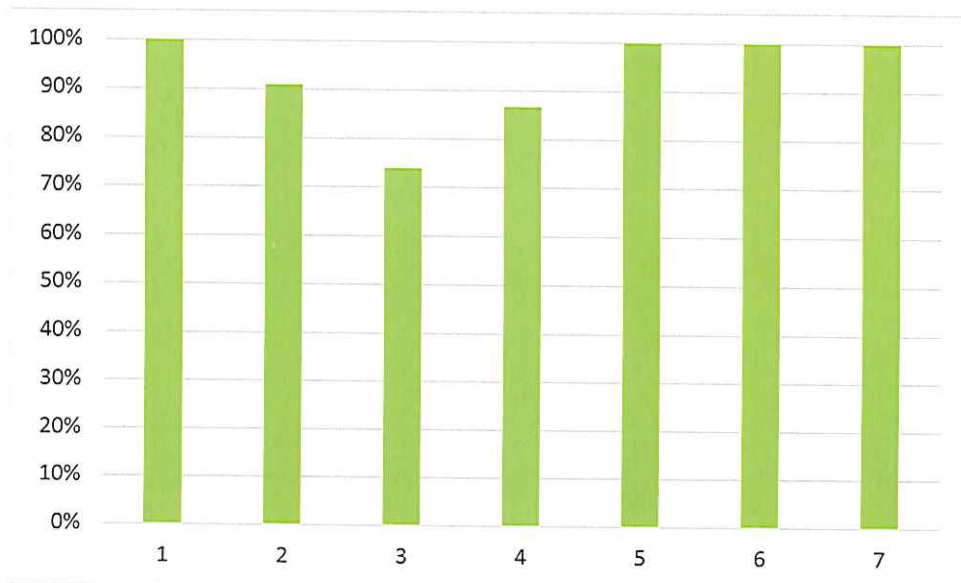


Figure 18 : Association entre le nombre de biopsies réalisées et la rentabilité diagnostique
 En abscisse le nombre de biopsies et en ordonnée la rentabilité diagnostique en pourcentage

III.2.1.4 Association entre l'expérience de l'opérateur et la rentabilité diagnostique

Les opérateurs peu expérimentés (< 10 biopsies pratiquées) ont présenté une rentabilité de 66%, les moyennement expérimentés (entre 10 et 20 biopsies) de 80% et enfin les très expérimentés (>20 biopsies) ont obtenu 89,1% de diagnostics contributifs.

Ces résultats ne sont pas statistiquement significatifs ($p = 0,29$), ils sont présentés dans le Tableau 13 et la Figure 19.

Tableau 13 : Comparaison entre l'expérience de l'opérateur et la rentabilité diagnostique en nombre de procédures

Expérience (nb de biopsies réalisées)	Diagnostic contributif	Diagnostic Non contributif
<10	4	2
Entre 10 et 20	8	2
>20	41	5



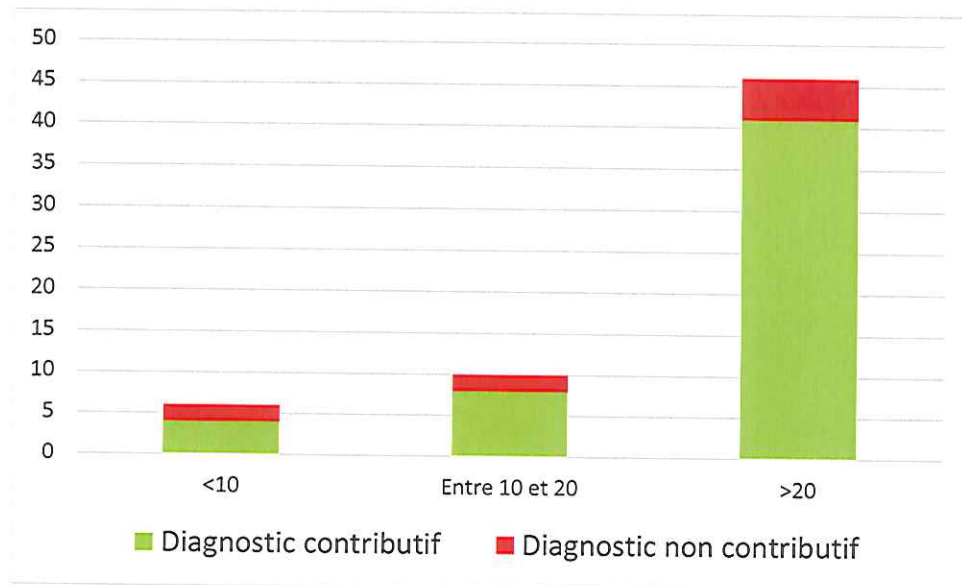


Figure 19 : Rentabilité diagnostique en fonction de l'expérience de l'opérateur

En abscisse l'expérience de l'opérateur avec le nombre de biopsies à son actif, et en ordonnée le nombre de procédures

III.2.1.5 Analyse descriptive des résultats non contributifs

Notre étude a reporté 9 procédures (14,5%) dont l'analyse n'a pas permis de conclure sur la nature de la lésion et ont mené à la réalisation d'autres examens.

III.2.1.5.1. Caractéristiques des lésions biopsiées avec résultat non contributif

Les caractéristiques les plus fréquentes étaient : une situation pulmonaire exclusive (64%), au pôle supérieur du thorax (72,7%), une taille supérieure à 3cm (90,9%), un contact pariétal supérieur à 3cm (81,8%), et une absence de glissement pleural (64%).

Lorsqu'on s'intéresse à la suite de la démarche diagnostique concernant les résultats non contributifs, 30% ont fait l'objet d'une biopsie scanno-guidée, 20% d'une lobectomie, et enfin pour 20% le diagnostic a finalement été obtenu par endoscopie.

La démarche diagnostique de ces lésions n'ayant pas obtenues de diagnostic contributif après biopsie sous échographie sont présentées dans le Tableau 14.

Tableau 14 : Démarche diagnostique des échantillons non contributifs lors de la biopsie sous échographie.

Patient	Réponse anatomopathologique Biopsie sous écho.	2 ^e examen	Réponse finale anatomopathologique
Patient 1	Nécrose	Refus poursuite	
Patient 2	Nécrose	Lobectomie	Adénocarcinome pulmonaire
Patient 3	Tissus pulmonaire normal + infiltration lymphocytaire	Lobectomie	Remaniements fibroinflammatoires à prédominance lymphocytaire
Patient 4	Tissus fibromusculaires	Biopsie sous TDM	Remaniements fibroinflammatoires
Patient 5	Infiltrat inflammatoire non spécifique, bactériologie et mycologie négatives	Décès : nocardiose et aspergillose	
Patient 6	Tissus fibrohyalin pulmonaire	Endoscopie bronchique souple	Adénocarcinome lépidique
Patient 7	Tissus cellulo-adipeux	Biopsie métastase cérébrale	Adénocarcinome peu différencié, pas de primitif retrouvé
Patient 8	Re-biopsie : nécrose	Endoscopie bronchique souple	Adénocarcinome pulmonaire
Patient 9	Re-biopsie : tissus fibreux	Biopsie sous TDM	Carcinome épidermoïde

Lorsqu'on analyse les caractéristiques échographiques des lésions dont la biopsie sous échographie n'a pas permis d'obtenir un diagnostic contributif, on observe que la plupart de ces lésions étaient exclusivement pulmonaires (66,7%), en position antérieure (55,6%), de taille supérieure à 3cm (88,9%), avec un contact pariétal supérieur à 3cm (77,8%) et une absence de glissement pleural (55,6%).

Les caractéristiques des nodules non contributifs sont regroupées dans le Tableau 15.

Tableau 15 : Caractéristiques échographiques des nodules non contributifs (n = 9)

Caractéristiques échographiques	n(%)
Pleuro-pariétale	3 (33,3%)
Pulmonaire uniquement	6 (66,7%)
Droit	4 (44,4%)
Gauche	5 (55,6%)
Antérieur	5 (55,6%)
Postérieur	3 (33,3%)
Axillaire	1 (11,1%)
Supérieur	7 (77,8%)
Inférieur	2 (22,2%)
Taille	
> 3cm	8 (88,9%)
< 3cm	1 (11,1%)
Contact pariétal	
> 3cm	7 (77,8%)
< 3 cm	1 (11,1%)
Glissement pleural	
Présent	4 (45,4%)
Absent	5 (55,6%)

III.2.1.5.2. Expérience des opérateurs des biopsies non contributives

Les procédures ayant mené à un diagnostic non contributif ont été réalisées par un opérateur expérimenté (> 20 biopsies) dans 66,6% des cas, par un opérateur moyennement expérimenté dans 22,2% et dans 11,1% des cas par un opérateur peu expérimenté (Figure 20).

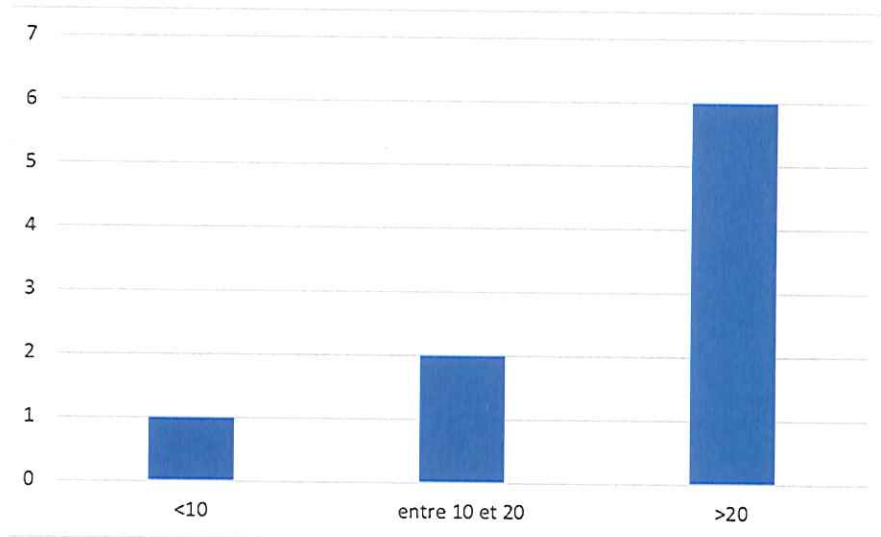


Figure 20 : Expérience de l'opérateur lors des biopsies non contributives

En abscisse l'expérience de l'opérateur en nombre de biopsies pratiquées, et en ordonnée le nombre de diagnostics non contributifs obtenus

III.2.1.5.3. Nombre de biopsies réalisées dans les procédures non contributives

Lors des procédures non contributives, il a été réalisé 3 biopsies dans 66,7% des cas et 2, 4 ou 6 biopsies dans 11,1% des cas chacun (Figure 21).

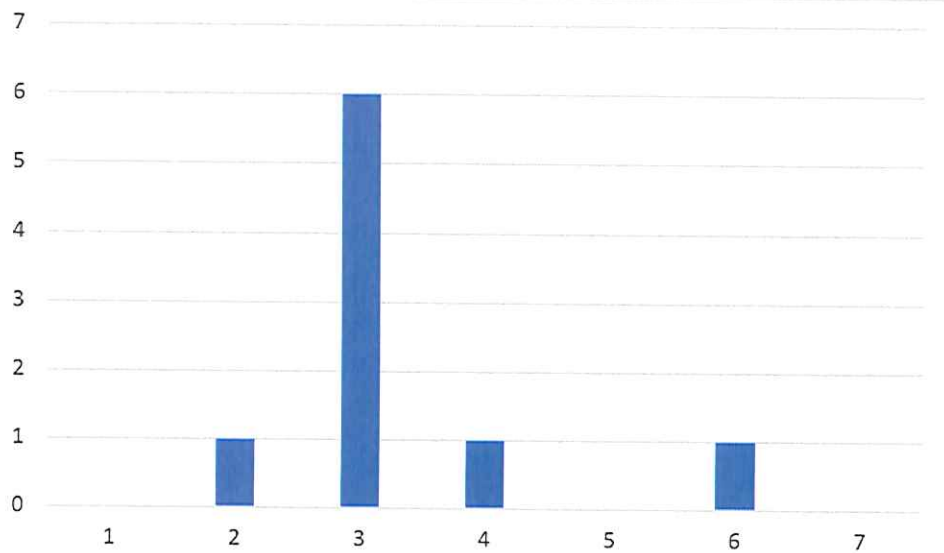


Figure 21 : Nombre de biopsies réalisées lors des procédures non contributives

En abscisse le nombre de biopsies lors de chaque procédure, en ordonnée le nombre de procédures non contributives

III.2.2. Complications post procédure

Sur les 62 procédures, 9 (15%) ont entraîné une complication et 53 (85%) se sont déroulées sans aucune complication notable (Figure 22).

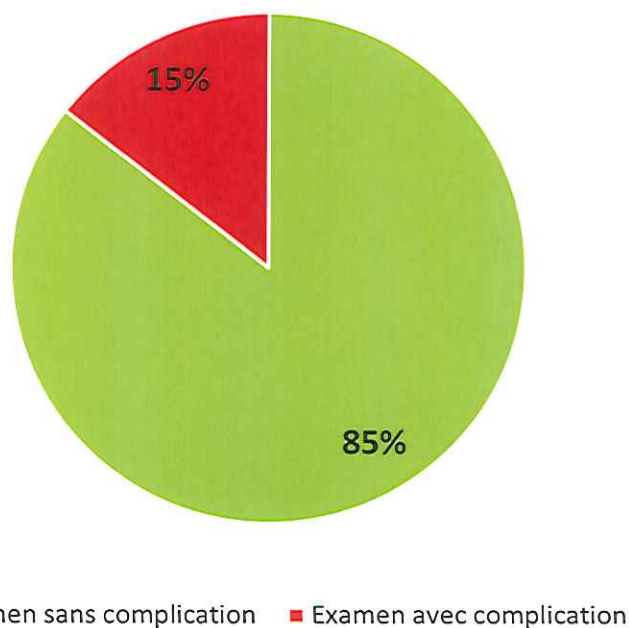


Figure 22 : Distribution des examens avec et sans complication post procédure

La plus fréquente était les hémoptysies (4,8%). Elles étaient de faible abondance, aucune n'a entraîné de prise en charge particulière (radio-embolisation ou traitement par terlipressine).

On retrouvait ensuite des pneumothorax (3,2%), aucun n'a nécessité d'exsufflation ou de drainage.

Enfin, quelques procédures ont entraîné des malaises vagues (3,2%) sans interruption de l'examen nécessaire et un hématome pariétal de faible abondance (3,2%) pris en charge par simple surveillance.

Le Tableau 16 recense les différentes complications avec les prises en charge.

Tableau 16 : Description des complications recensées

Type de complication	N (%)
<u>Pneumothorax</u>	2 (3,2%)
• Drainage ou exsufflation nécessaire	0 (0%)
<u>Hématome pariétal</u>	2 (3,2%)
<u>Hémoptysie</u>	3 (4,8%)
• Terlipressine nécessaire	0 (0%)
• Radio-embolisation nécessaire	0 (0%)
<u>Malaise vagal</u> : surveillance simple, poursuite examen	2 (3,2%)

III.2.2.1 Association entre l'apparition d'une complication et le modèle d'aiguille utilisé

Le type d'aiguille ayant présenté le plus de complications était les aiguilles Temno® semi automatiques avec 4 complications (2 pneumothorax, 1 hématome pariétal et 1 hémoptysie) soit 12,1% de l'ensemble des procédures réalisées avec ce modèle.

Le Tableau 17 et la Figure 23 reprennent le nombre de complications obtenues selon chaque modèle d'aiguille utilisé.

Tableau 17 : Comparaison des caractéristiques des aiguilles avec les complications post procédure

Type d'aiguille utilisé	Complications	p-value
Argon® SuperCore	1	0,924
Technacut®	0	
Temno® Coaxiale	0	
Temno® semi-automatique	4	
Cook® QuickCore	2	

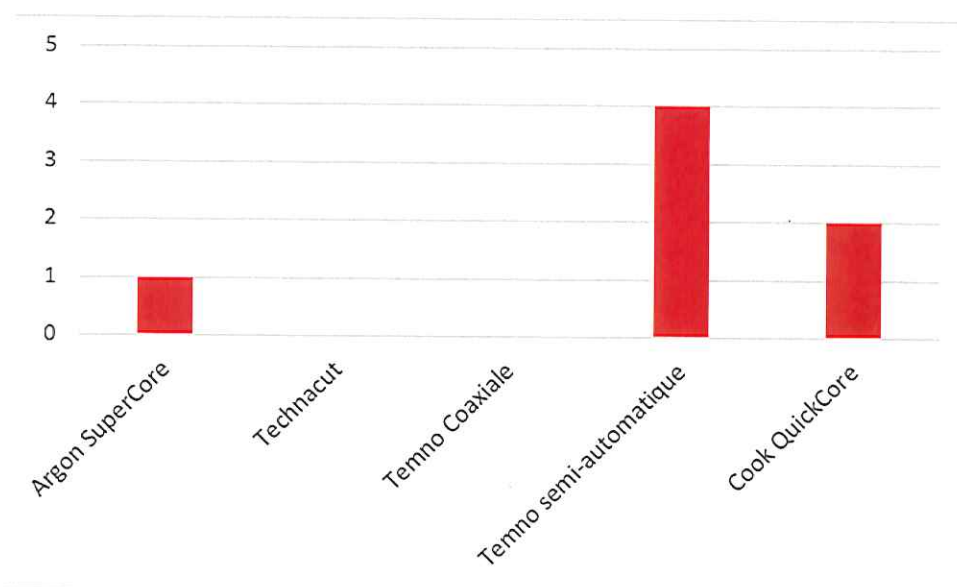


Figure 23 : Distribution des complications selon le modèle d'aiguille

En abscisse le modèle d'aiguille et en ordonnée le nombre de complications (n = 9)

Dans la majorité des complications recensées (71,4%), l'aiguille utilisée était d'une taille de 18G (Tableau 18).

Tableau 18 : Comparaison de la taille des aiguilles avec les complications

Taille aiguille en G	Complications (n)	p-value
12	0	0,634
14	1	
16	1	
18	5	

III.2.2.2 Association entre l'apparition d'une complication et les caractéristiques des lésions biopsiées

De façon générale, il a été constaté que les complications hors malaises vagues survenaient plus fréquemment lors de biopsies de lésions situées à droite (71,4%), supérieure (85,7%), de taille inférieure à 3cm (71,4%), avec un contact pariétal inférieur à 3cm (57%), sans signe du glissement (57%) et sans envahissement des structures voisines (71,4%).

Enfin, la majorité des lésions ne présentait aucune vascularisation (71,4%).

Les caractéristiques des lésions biopsiées ayant entraîné une complication sont reprises dans le Tableau 19.



Tableau 19 : Comparaison des caractéristiques du nodule avec les complications

Caractéristiques de la lésion	Complications (N)	p-value
Pulmonaire exclusivement	4	>0,999
Pleuro-pariétale	3	>0,999
Droit	5	0,442
Gauche	2	0,455
Antérieur	3	>0,999
Postérieur	3	>0,999
Axillaire	1	>0,999
Supérieur	6	0,550
Inférieur	1	0,412
Taille		
> 3cm	2	
< 3 cm	5	0,650
Contact pariétal		
> 3cm	3	
< 3cm	4	0,030
Signe du glissement		
Présent	3	
Absent	4	0,671
Envahissement des structures de voisinage		
Présent	2	
Absent	5	0,688
Pleurésie associée		
Présente	2	
Absente	5	0,630
Type de vascularisation		
Aucune	5	
Centrale	0	
Mixte	0	0,635
Périphérique	2	

III.2.2.2.1. Analyse descriptive des caractéristiques des lésions biopsiées par type de complication

Les 2 pneumothorax constatés concernaient 2 lésions exclusivement pulmonaires et postérieures. L'une était en position supérieure et l'autre inférieure. Elles avaient toutes les deux un contact pariétal inférieur à 3cm, une seule présentait un signe de glissement. Pour aucune de ces lésions il n'était retrouvé d'envahissement des structures voisines.

Les 3 hémoptysies ont été constatées lors de 3 lésions dont 2 étaient exclusivement pulmonaires. Ces 3 lésions avaient toutes une taille supérieure à 3cm, et un contact pariétal supérieur à 3cm pour 2 d'entre elles. Aussi, 2 lésions étaient antérieures et toutes étaient en position supérieure. Une seule présentait une vascularisation de type périphérique, les 2 autres n'étaient pas vascularisées.

Enfin, les 2 hématomes post procédures concernaient 2 lésions pleuro-pariétales, antérieures, supérieures, avec une pleurésie associée. Une seule avait une vascularisation périphérique, l'autre n'était pas vascularisée.

III.2.2.3 Association entre le nombre de biopsies réalisées et la survenue de complications

La médiane du nombre de biopsies réalisées lors des procédures suivies de complications était de 2 biopsies, alors qu'il était de 3 biopsies dans le groupe sans complication post procédure (Tableau 20).

Tableau 20 : Comparaison entre le nombre de biopsies réalisées et les complications

Complications tous types	Nombre de biopsies réalisées	
	Médiane (min-max)	p-value
oui	2 (1-4)	0,066
non	3 (1-7)	

Lorsqu'on analyse la survenue de complications en fonction du nombre de biopsies réalisées lors de chaque procédure (Figure 24), on note que lorsqu'une seule biopsie a été réalisée, elle s'est compliquée dans 66% des cas.

Lorsque 3 biopsies ont été réalisées, la procédure s'est compliquée dans 4,3% des cas. Il n'a pas été constaté de complication lorsqu'il a été réalisé 5 biopsies ou plus.

Il n'existe pas d'association significative entre le nombre de biopsies réalisées et l'apparition de complications ($p = 0,066$).



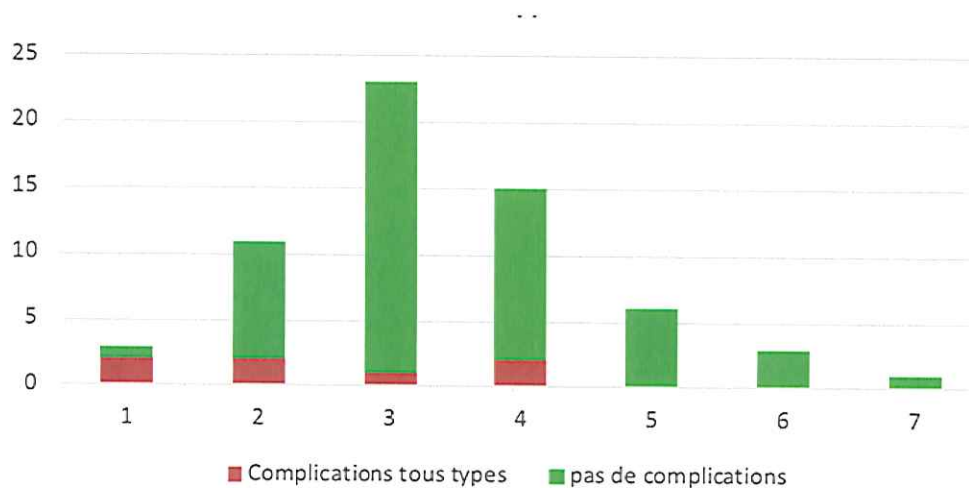


Figure 24 : Distribution des procédures compliquées ou non selon le nombre de biopsies réalisées
 En abscisse le nombre de biopsies, en ordonnée le nombre de procédures

III.2.2.4 Association entre l'expérience de l'opérateur et la survenue de complications

Il n'existe pas dans notre étude d'association statistiquement significative entre l'expérience de l'opérateur et l'apparition de complications ($p = 0,905$).

Cependant, on observe que 5 complications (71,4%) sont apparues lors de biopsies réalisées par un opérateur moyennement expérimenté (entre 10 et 20 biopsies à son actif) (Figure 25).

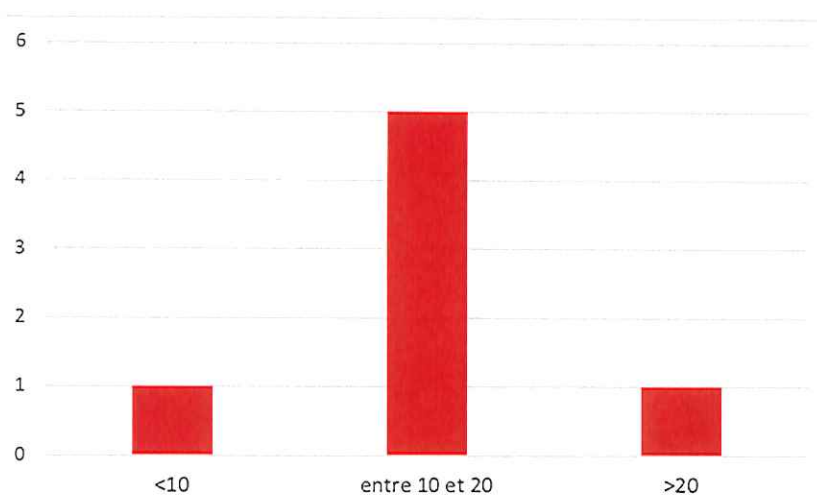


Figure 25 : Relation entre expérience de l'opérateur et l'apparition de complications post procédure
 En abscisse l'expérience de l'opérateur en nombre de biopsies pratiquées et en ordonnée le nombre de complications.

IV. Discussion

IV.1. Principales constatations sur les objectifs principaux

IV.1.1. Rentabilité diagnostique

La rentabilité diagnostique des biopsies sous échographie de notre étude était de 85,5%.

Notre étude rapporte donc une très bonne rentabilité diagnostique des biopsies pleuropulmonaires sous échographie. Ce constat est aussi fait dans la littérature notamment dans la méta-analyse de DiBardino [47], avec sur 10 études analysées, une rentabilité poolée de 88,7%.

Tableau 21 : Validité intrinsèque et précision diagnostique des biopsies pleuropulmonaires sous échographie dans la littérature, d'après DiBardino [47]

Study	Year	No.	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Diagnostic accuracy (%)	Pleural based lesion	Other	PTX (%)
Knudsen (80)	1996	134	100 [‡] (15)	94 [‡] (15)	98 [‡] (15)	Y		3.7
Targhetta (81)	1993	64	91	100	86	Y		3.1
Yuan (82)	1992	30	92	100	90	Y	Lesions <3 cm	3.3
Yang (83)	1985	25	100	100	84	Y		8
Chen (84)	1995	40	97	100	88	Y		5
Chen (85)	1996	34*	96	100	88	Y	≤3 cm	2.5
Dallari (86)	1999	45	92	100	80	Y		0
Khosla (87)	2009	21	90	100	95	Y		0
Hsu (88)	1993	16	94	100	94	Y	Apical lesions	0
Meena (89)	2015	109	80	90	83	Y	6.4% hemoptysis	8.3
Pooled analysis			91.5		88.7			4.4

* , subset of a larger population with adequate follow up; ‡, excludes nondiagnostic biopsies (number of biopsies excluded).
US, ultrasound; TTNA, transthoracic needle aspiration; TTCNB, transthoracic core needle biopsy; Y, yes; N, no; PTX, pneumothorax.

Ces résultats sont aussi confirmés dans l'étude récente de Sconfienza [40] comparant les biopsies pulmonaires scanno-guidées et écho-guidées avec des effectifs plus importants que notre étude : 103 biopsies sous échographie avec un résultat obtenu pour 100 patients soit une rentabilité de 97,1%.

Il est intéressant de noter que dans la littérature les procédures (y compris l'échographie) étaient majoritairement réalisées par des radiologues interventionnels.

Enfin, en France, 2 études rétrospectives de grande envergure obtiennent des résultats superposables : l'étude de Mangiapan [48] retrouve une rentabilité diagnostique de 90,1% sur 209 procédures et l'étude de Chhorn [49] confirme un diagnostic dans 73% sur 59 biopsies écho-guidées.

Nous avons déjà réalisé une étude similaire dans notre CHU de Limoges en 2016 [50] sur 20 patients et avons montré une rentabilité de 80%.

D'autres études étrangères s'intéressent aux biopsies réalisées par des pneumologues [51][52] et concluent aussi à une excellente rentabilité diagnostique supérieure à 80%.

Il faut remarquer la forte proportion de résultats en faveur d'une néoplasie (82,3% des diagnostics contributifs), qui peut être expliqué par la présélection effectuée par les opérateurs.

En effet, il existe une forte suspicion de cancer lorsque l'indication de la biopsie échoguidée est posée et ces mêmes opérateurs demandent uniquement une analyse anatomopathologique. Il est pourtant important lors de certains cas de figure d'éliminer une étiologie infectieuse par exemple en cas de nodules multiples dans les lobes supérieurs qui peuvent faire penser à une tuberculose. D'autant plus que les biopsies sous échographie montrent de très bons résultats dans la recherche de tuberculose [53] et d'une pneumopathie bactérienne [54] [55] .

IV.1.1.1 Facteurs influençant la rentabilité diagnostique

Dans notre étude, les seuls facteurs influençant significativement la rentabilité diagnostique sont la présence d'un envahissement des structures de voisinage (peau, muscle, os) ($p = 0,035$).

Il est constaté dans certaines recherches une forte association entre la présence d'un « signe du plancton » et l'origine maligne d'une pleurésie [56]. La survenue de ce signe n'a été constatée que dans 1 seul cas, effectivement associé à une lésion néoplasique.

IV.1.1.1.1. Impact de la taille de la lésion

Yuan [57] en 1992 retrouvait déjà de très bons résultats avec un diagnostic obtenu dans 90% des procédures concernant des nodules < 30mm. Liao [58] démontrait en 2000 un taux de diagnostic contributif de 98% sur un effectif de 50 procédures concernant des nodules < 30mm.

Cependant, il n'est pas démontré d'impact significatif entre la taille de la lésion biopsiée et l'obtention d'un diagnostic histologique.

Jeon [43] et son équipe n'avaient pas retenu d'impact significatif de la taille de la lésion sur la rentabilité diagnostique. Celle-ci était de 88% pour une taille ≤ 30 mm et de 93,1% pour une taille > à 30mm ($p = 0,42$). Les effectifs n'étaient pas comparables ($n = 25$ pour une taille ≤ 30 mm et $n = 75$ pour une taille > 30mm).

Dans notre étude, nous retrouvons les mêmes résultats concernant l'influence de la taille de la lésion sur l'obtention d'un diagnostic avec une différence d'effectif dans les 2 groupes ($n = 49$ dans le groupe « taille > 30mm » et $n = 13$ dans le groupe « taille < 30mm ») et une rentabilité de 79% dans le groupe « taille > 30mm » et de 100% dans le groupe « taille < 30mm » ($p > 0,99$).



Il est logique de penser que les lésions les plus grandes peuvent présenter une nécrose centrale étendue qui peut engendrer un prélèvement non contributif. Ceci est observé pour les biopsies scanno-guidées avec un pourcentage de nécrose centrale augmentant avec la taille de la lésion [59].

Dans notre étude, 3 procédures ont conclu à un résultat non contributif avec une nécrose tumorale pour des lésions > 3cm.

On assiste depuis peu au développement de l'échographie de contraste (ou « contrast enhanced sonography ») qui consiste à injecter lors de l'examen échographique un liquide de contraste (type SonoVue®) par voie veineuse périphérique. Puis avec un échographe spécifique on peut apprécier le rehaussement des zones « tissulaires » et l'absence de rehaussement des zones nécrotiques entraînant une meilleure rentabilité des biopsies [60]. Cependant, cette technique est peu développée et le matériel nécessaire reste onéreux.

C'est sur cette problématique que l'examen par PET scanner peut montrer tout son intérêt et permettre d'évaluer la partie « active » de la lésion pour guider le clinicien lors de la procédure en allant biopsier la zone jugée la plus rentable.

IV.1.1.1.2. Impact de la longueur du contact pleural sur la rentabilité diagnostique

Dans un article de 2013 [43], Jeon et al. montre l'impact de la taille du contact pleural sur l'obtention d'un résultat contributif lors d'une biopsie écho-guidée. Il est ainsi démontré qu'une longueur de contact pleural de la lésion > 30mm influence positivement la rentabilité diagnostique, avec des résultats de 85,4% de précision diagnostique dans le groupe des lésions avec un contact pleural \leq 30mm, et de 97% avec un contact pleural > 30mm ($p = 0,03$). Ces 2 groupes étaient comparables en taille (48 dans le groupe \leq 30mm et 49 dans le groupe > 30mm) et c'est probablement pour cette raison que nous n'avons pas obtenu la même constatation avec un groupe de lésions ayant un contact pleural > 30mm ($n = 49$) plus grand que celui des lésions < 30mm ($n = 13$).

IV.1.1.1.3. Impact des aiguilles sur la rentabilité diagnostique

Dans notre étude, nous constatons une prédominance d'utilisation des aiguilles semi automatiques de type Cook QuickCore® et Temno®. Les effectifs étant disparates, il n'est pas possible de conclure à une éventuelle supériorité diagnostique d'un modèle ou d'une taille d'aiguille.

Les premières études concernant les biopsies pulmonaires sous échographie montraient une excellente rentabilité des biopsies par aspiration au travers d'une aiguille fine (« Fine Needle Aspiration Biopsie » ou FNAB) de type aiguille de Menghini modifiée. Toutefois, lors de ces procédures par FNAB, un anatomo-pathologiste était présent sur place et réalisait un examen microscopique rapide (ou ROSE : Rapid On Site Evaluation) [61]. Cela permettait de guider le clinicien sur la présence de cellules exploitables et ainsi le nombre de biopsies à réaliser.



De nos jours, il est difficile d'imaginer la présence d'un pathologiste lors de toutes les procédures, c'est pour cela que les aiguilles de prélèvement histologique (par guillotine ou « core-biopsy ») sont de plus en plus utilisées.

Dans l'étude de Tombesi [62], comparant directement les aiguilles FNAB de type Menghini modifiées et les aiguilles TruCut® (type core biopsy) lors de biopsies écho-guidées avec de larges effectifs (155 patients dans le groupe Menghini et 155 patients dans le groupe TruCut®), il était conclu une supériorité diagnostique des aiguilles TruCut® avec un diagnostic obtenu dans respectivement 94,7% et 85,8% des cas ($p = 0,0041$).

Dans l'étude de Diacon [63], il était comparé, sur les mêmes lésions, les résultats obtenus avec une aiguille fine d'aspiration de 22G et une aiguille « core-biopsy ». Il est conclu que les aiguilles fines d'aspiration avaient une meilleure rentabilité diagnostique pour les lésions malignes (95 contre 81%) mais que les aiguilles « core-biopsy » étaient supérieures dans le diagnostic des lésions non carcinomateuses et des lésions bénignes.

Enfin, dans la littérature concernant les biopsies pulmonaires scanno-guidées, la supériorité diagnostique des aiguilles « core-biopsy » est clairement démontrée [64] [65] face aux aiguilles fines, notamment dans les lésions de petite taille (< 2cm) [66].

En conclusion, notre étude démontre bien une hétérogénéité des pratiques en ce qui concerne les aiguilles utilisées. En l'absence de littérature claire comparant chaque type d'aiguille pendant les biopsies écho-guidées, nous recommandons aux opérateurs d'utiliser le matériel qu'ils maîtrisent le mieux.

IV.1.1.1.4. Impact de l'expérience de l'opérateur sur la rentabilité diagnostique

Notre étude ne permet pas de conclure s'il existe un effet de l'expérience de l'opérateur sur la précision diagnostique. Il existe un biais de sélection évident avec 74,2% des biopsies réalisées par des opérateurs très expérimentés (plus de 20 biopsies à leur actif). Néanmoins, il est intéressant de constater que les opérateurs ayant moins de 20 biopsies d'expérience présentent un taux de rentabilité de 75% et les opérateurs ayant déjà pratiqués plus de 20 biopsies ont une rentabilité diagnostique de 86,9%. Il pourrait donc exister une courbe de progression avec un plateau aux alentours de 20 biopsies pratiquées, mais d'autres études sont nécessaires.

D'autres travaux ont été réalisés pour étudier le rôle de l'expérience sur la rentabilité diagnostique notamment dans l'écho-endoscopie [67] ou dans les biopsies mammaires écho-guidées [68]. Ils devraient inspirer de futures études concernant les biopsies écho-guidées.

Certains pays prennent de l'avance sur l'apprentissage des pneumologues aux procédures thoraciques sous échographie. Au Royaume-Uni par exemple, il existe depuis plusieurs années un programme de formation à l'échographie thoracique par le Royal College of Radiology [69] en 3 niveaux de compétences. En France, le groupe G-ECHO de la SPLF organise des formations pour acquérir les compétences fondamentales de l'échographie pleuropulmonaire.



Une formation complémentaire sera mise en place dans l'avenir pour les procédures thoraciques écho-guidées, y compris les biopsies sous échographie. Il sera alors intéressant de faire une étude pour obtenir les courbes d'apprentissage dans ces techniques.

IV.1.1.1.5. Impact du nombre de biopsies par procédure sur la rentabilité diagnostique

Dans la littérature, Meena et al. [52] concluait en une association positive entre le nombre de biopsies réalisées et l'obtention d'un diagnostic contributif. Le plateau était obtenu après 4 biopsies.

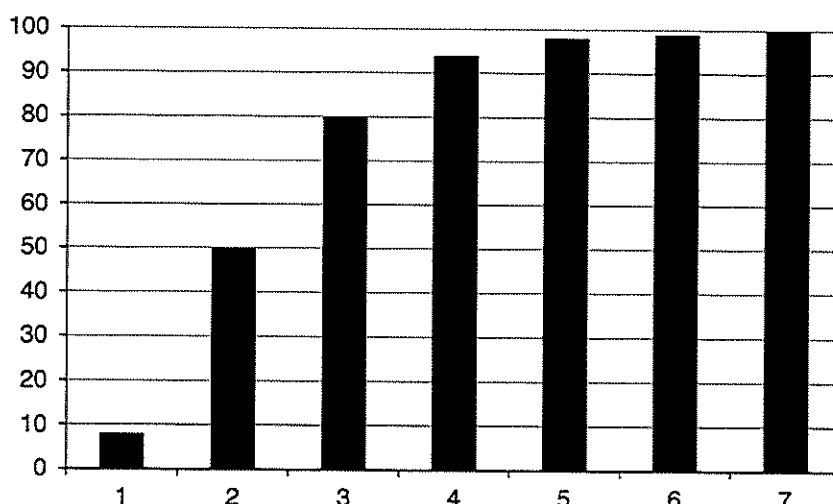


Figure 26 : Rentabilité diagnostique selon le nombre de biopsies réalisées par procédure, d'après Meena et al.

En abscisse le nombre de biopsies et en ordonnée le pourcentage de diagnostics obtenus.

Nous ne pouvons conclure à une augmentation aussi claire de la rentabilité avec le nombre de passages réalisés, probablement à cause de notre effectif moindre par rapport à cette étude qui comptait 111 procédures. Une nouvelle fois, cette étude spécifiait qu'un anatomopathologiste était présent pour analyser chaque biopsie une à une jusqu'à ce que l'échantillon soit exploitable pour donner un diagnostic.

Dans notre étude, on note une tendance à l'augmentation du nombre de diagnostics obtenus avec l'augmentation du nombre de biopsies, mais ceci de façon non significative.

La bonne pratique serait de pratiquer 2 à 4 prélèvements par procédure.



IV.1.1.1.6. Procédures non contributives

En analysant les 9 examens non contributifs, on note qu'ils concernaient des nodules préférentiellement pulmonaires uniquement (64%), de localisation supérieure (72,7%) et antérieure (45,5%). Le contact pariétal était en majorité supérieur à 3cm (81,8%) et la taille était supérieure à 3cm (90,9%).

Il est intéressant de noter une nouvelle fois que les prélèvements non contributifs concluant à une nécrose concernaient des lésions de grande taille (> 3cm) confirmant l'association entre la taille des lésions et l'étendue de la nécrose centrale.

Il est remarquable aussi que sur 2 biopsies qualifiées de non contributives, car concluant à un tissu fibro-musculaire pour l'un et fibro-inflammatoire à prédominance lymphocytaire pour l'autre, les résultats anatomopathologiques étaient les mêmes après respectivement lobectomie et biopsie scanno-guidée. Nous avons probablement classé ces résultats dans la catégorie non contributive trop rapidement.

Deux procédures non contributives, dont une ramenant un résultat de nécrose, ont été poursuivies avec l'obtention du diagnostic par endoscopie bronchique sur la même lésion prélevée initialement. Il a été remarqué que pour ces 2 lésions, le TEP scanner montrait une très faible fixation, donc probablement une large partie nécrotique.

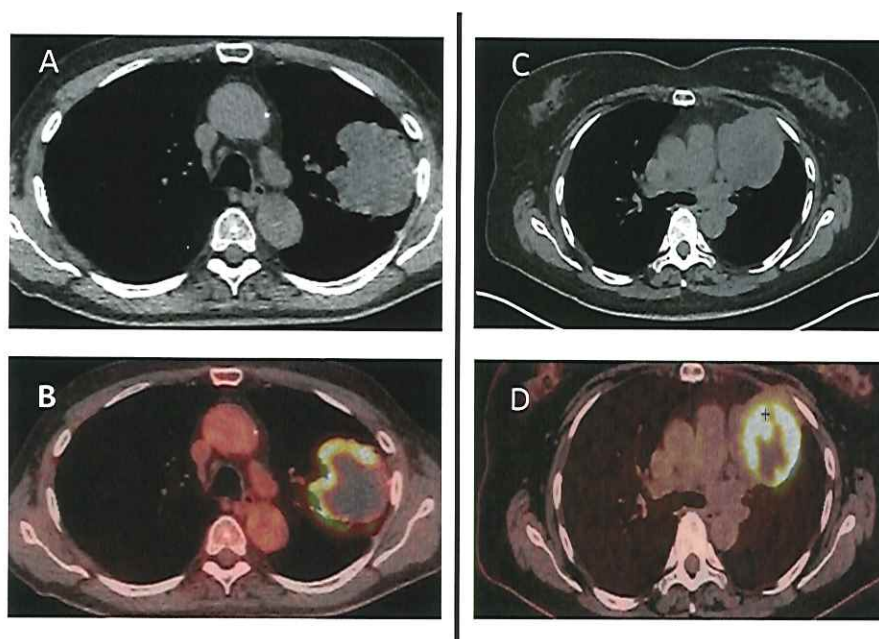


Figure 27 : Coupes scannographiques (A et C) et coupes de TEP scanner (B et D) de 2 patients dont les résultats sont en faveur de nécrose

On distingue facilement une partie centrale non hypermétabolique au TEP probablement en rapport avec de la nécrose

Collection du Dr Mangiapan

Il en est de même pour les résultats non contributifs concluant à un tissu nécrotique, tumoral ou non, tous en rapport avec des lésions de grande taille et un contact pleural étendu.

En cas de résultat non contributif sur une lésion de grande taille facilement accessible sous échographie, il apparaît important qu'avant de réaliser un nouvel examen diagnostique (nouvelle biopsie sous échographie ou autre) il faille réaliser un TEP scanner pour cibler directement les zones les plus actives de la lésion [70].

À ce jour, il n'est pas systématiquement recommandé de réaliser un TEP scanner avant une biopsie scanno-guidée de lésion thoracique. L'étude de Griffiths et al. [71] ne retrouve pas de différence en termes de performance diagnostique entre un groupe de patients ayant réalisé un TEP scanner avant la biopsie thoracique sous scanner et le groupe sans TEP scanner.

L'obtention d'un TEP scanner ne doit donc pas repousser la réalisation de la biopsie mais il doit être rediscuté dans un second temps si on soupçonne un résultat faussement négatif.

IV.1.1.2 Rentabilité comparée aux biopsies sous scanner

Dans la littérature, seulement 3 études ont comparé directement la rentabilité des biopsies sous échographie et sous scanner pour des nodules périphériques.

En 1999 Sheth et al. [72] concluait qu'il devait « probablement » exister une supériorité diagnostique en faveur des biopsies écho-guidées, cependant leur étude concernait un échantillon limité de patients et la plupart des biopsies scanno-guidées étaient réalisées sur des nodules sans contact pleural, donc non accessibles en échographie.

En 2013, Sconfienza et al [40] a montré une équivalence diagnostique entre les biopsies écho et scanno-guidées concernant des lésions périphériques avec contact pariétal.

Plus récemment en 2016, Jarmakani et al. [41] a démontré pour la première fois la supériorité des biopsies sous échographie, en particulier concernant les lésions de petite taille (< 1,5cm). Cette étude prenait aussi en compte les patients qui n'arrivaient pas à limiter leurs mouvements respiratoires.

IV.1.1.3 Re-biopsies

Dans notre étude, sur les 3 re-biopsies tentées, 1 seule a obtenu un diagnostic.

Elle concernait un adénocarcinome pulmonaire. Les prélèvements obtenus ont pu être analysés en biologie moléculaire. L'analyse est présentée en Annexe 9.

La quantité et la qualité du tissu obtenu étaient suffisantes pour une analyse PCR (Polymerase Chain Reaction) et ont permis la mise en évidence d'une mutation pL861Q du gène EGFR (Epidermal Growth Factor Receptor).



Les biopsies sous échographie peuvent être une méthode valable dans le cadre des re-biopsies. D'autres études seraient nécessaires dans cette indication spécifique.

IV.1.2. Complications post procédure

Le taux de complications comprenant pneumothorax, hémoptysie et hématome de parois était de 7 sur les 62 procédures (11,3%). On retrouvait 2 pneumothorax (3,2%) tous traités par surveillance simple, 2 hématomes (3,2%) sans prise en charge particulière, et 3 hémoptysies (4,8%) de faible abondance sans nécessité de radio embolisation ou utilisation de traitement vasopresseur.

IV.1.2.1 Rôle des caractéristiques de la lésion sur l'apparition des complications post procédure

Lors de l'analyse de l'implication des caractéristiques échographiques des lésions sur l'apparition de complications (toutes confondues) nous avons retrouvé l'implication de la longueur du contact pleural.

En effet, un contact pleural de la lésion < 3cm est associé à un risque de complication de façon significative ($p = 0,03$).

Dans la littérature, l'influence de la taille du contact pleural sur les complications lors de biopsies écho-guidées n'a pas été démontrée, mais elle est connue dans le cadre des biopsies scanno-guidées [73] notamment comme facteur diminuant le risque de pneumothorax.

On peut expliquer cette constatation par le fait que plus la lésion est en contact avec la plèvre, plus la fenêtre d'accès à la lésion est large et donc moins le risque de traverser du poumon normal est important.

IV.1.2.2 Pneumothorax

Le taux de pneumothorax est comparable à la littérature [47]. L'incidence poolée des pneumothorax post biopsies est de 4,4% et les complications étaient la plupart du temps traitées par surveillance simple, avec peu de drainages et d'exsufflations nécessaires.

Il serait logique de penser que le faible taux de pneumothorax comparé à la technique de biopsie sous scanner (dans la littérature entre 8 et 61% [74]) soit directement lié à la position des lésions biopsiées, qui sont plus périphériques dans les biopsies sous échographie que sous scanner.

Cette idée est démentie par l'étude de Sconfienza [40]. Elle incluait des patients présentant exclusivement des lésions périphériques avec contact pleural. La technique de biopsie était randomisée entre biopsie scanno-guidée ou écho-guidée. Le taux de pneumothorax était significativement plus élevé dans le groupe des biopsies scanno-guidées (14,7% contre 5,8%).



La présence de glissement pleural serait un facteur favorisant de pneumothorax post biopsie sous échographie [52]. Nous n'avons pas confirmé cette association dans notre étude à cause du faible nombre de pneumothorax.

Dans le cadre des biopsies scanno-guidées, il a été montré [55] que les aiguilles de type core-biopsy entraînaient un sur-risque de pneumothorax en comparaison avec les aiguilles fines de biopsie par aspiration (31,5% contre 9,7%). Dans notre étude, nous n'avons pas trouvé d'association statistiquement significative entre le type d'aiguille et les pneumothorax, même si les 2 pneumothorax ont été retrouvés lors de biopsies avec des aiguilles de type « core-biopsy ».

Les aiguilles coaxiales sont largement utilisées par les radiologues interventionnels lors des biopsies sous scanner avec d'excellents résultats diagnostiques. Elles permettent de ne réaliser qu'un seul passage de la plèvre, et de réaliser plusieurs biopsies avec un trocart en place pendant la procédure au contact de la lésion d'intérêt. Ces aiguilles sont toutefois associées à un risque important de pneumothorax (jusqu'à 54% des procédures [75]) et un risque non négligeable d'embolies gazeuses (jusqu'à 3,8% [76]).

Bien que moins largement utilisées pour les biopsies sous guidage échographique, les aiguilles coaxiales ont une bonne efficacité diagnostique et un risque de pneumothorax légèrement supérieur à la moyenne (6,4 à 8,3% [52] [77]).

Peu utilisées dans notre étude, les aiguilles coaxiales ont présenté une rentabilité diagnostique de 100% sans complication post procédure, mais elles n'étaient utilisées que dans un centre, par un opérateur habitué et sur de volumineuses lésions (moins de risque de mouvement).

IV.1.2.3 Hémoptysie

Le taux d'hémoptysies dans notre étude était de 4,8%. Ce résultat est plus élevé que dans la moyenne de la littérature (Tableau 22).

Tableau 22 : Part des hémoptysies compliquant les biopsies sous échographie dans la bibliographie

Étude	N	% hémoptysie
Targhetta et al. (1993)	64	0%
Sheth et al. (1999)	34	0%
Sconfienza et al. (2013)	103	1%
Meena et al. (2015)	111	6,4%
Mangiapan et al. (2016)	183	1,4% (1 radio embolisation)

Dans notre étude il ne semble pas exister d'association entre la vascularisation de la lésion et la survenue d'une hémoptysie. La majorité des lésions n'avait aucune vascularisation et les effectifs sont trop restreints pour être significatifs.

Dans la littérature, il n'est pas retrouvé de facteur favorisant les hémoptysies dans les biopsies sous échographie. Dans le cas des biopsies pulmonaire scanno-guidées, les facteurs de risque de saignement identifiés sont la taille de la lésion $\leq 2\text{cm}$ [78], la profondeur de la lésion $> 2\text{cm}$ et l'absence de pleurésie associée.

Il est à noter que dans notre étude toutes les complications hémorragiques ont été de faible abondance et traitées par surveillance simple.

IV.1.2.4 Rôle de l'expérience de l'opérateur sur l'apparition de complications

Dans notre étude, il est notable de préciser que la majeure partie (71,4%) des complications constatées faisaient suite à une procédure réalisée par un opérateur moyennement expérimenté (entre 10 et 20 biopsies pratiquées).

Intuitivement, on peut penser que l'opérateur moyennement expérimenté n'est plus sous la surveillance d'un médecin aguerri et qu'il a malheureusement tendance à prendre plus de risques.

Aucune étude n'explore à ce jour le rôle de l'expérience de l'opérateur dans les biopsies pleuropulmonaires sous échographie. Pour en revenir aux biopsies thoraciques scanno-guidées, une large étude mono centrique [78] considérait un radiologue peu expérimenté comme un facteur de risque de pneumothorax. Cette observation est remise en cause par une large méta-analyse récente [79] qui ne retrouve aucune association entre l'expérience de l'opérateur et l'apparition de complications.

Cette observation mérite d'autres analyses, en miroir avec une étude de l'apprentissage de la procédure.

IV.1.2.5 Confort du patient

IV.1.2.5.1. Douleur

Que ce soit dans le cadre des biopsies thoraciques sous scanner ou sous échographie, peu d'études examinent la question du ressenti douloureux par le patient, ce qui devrait apparaître comme fondamental dans le choix d'une procédure invasive.

Une étude s'intéresse à la douleur attestée par les patients lors des biopsies sous scanner.

Dans cette étude anglaise de 2014 portant sur 49 patients, Winn et al. [80] a reporté la douleur ressentie immédiatement après la biopsie thoracique sous scanner puis 1 semaine après la procédure.

Les résultats sont présentés sur la Figure 28.



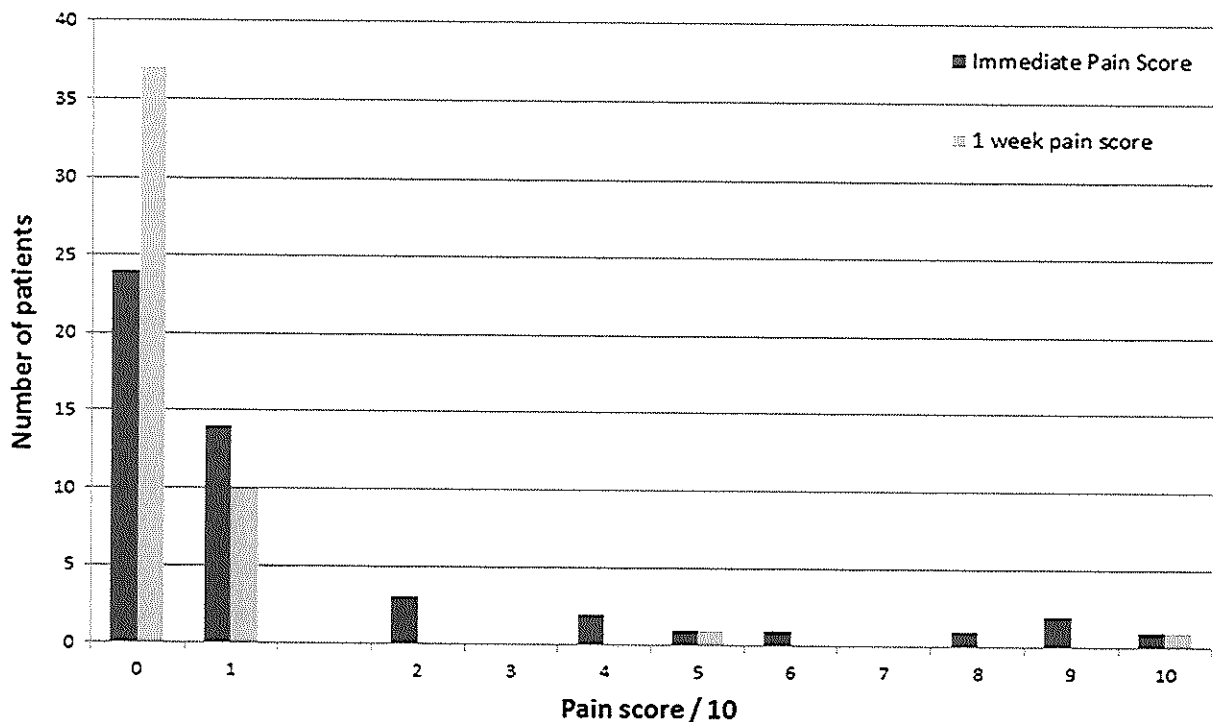


Figure 28 : Douleur ressentie pendant la biopsie thoracique sous scanner puis à 1 semaine, d'après Winn et al.

En abscisse le score EVA et en ordonnée le nombre de patients

Immédiatement après biopsie sous scanner, 10 patients (20%) ont ressenti une douleur avec EVA $\geq 1/10$ et la majorité de ces patients avait une douleur peu importante (EVA à 1-2).

Dans notre étude, les résultats sont moins favorables (Figure 12). 31 patients (49%) n'ont ressenti aucune douleur lors du geste, alors que 32 patients (51%) en ont ressenti une, mais la plupart décrivent une sensation douloureuse peu importante. 22 patients (35%) rapportent une EVA ≤ 3 .

Dans nos résultats, nous observons aussi une différence inter centres à propos des algies rapportées par les patients. Il existe peut-être des habitudes d'anesthésie différentes (temps laissé pour faire effet, doses administrées...) pouvant expliquer ces variations.

Il serait donc intéressant de rechercher les protocoles d'anesthésie de tous les centres pour rechercher celui qui semble être le plus efficace.

Nous n'avons pas tenu compte des douleurs à posteriori pouvant apparaître plusieurs jours après la procédure, à l'instar de celles qui peuvent être observées plusieurs jours après une biopsie scanno-guidée.

IV.1.2.5.2. Temps de la procédure

Le temps moyen des biopsies sous échographie dans notre étude était de 18,7 minutes entre l'installation du patient et la réalisation de pansement.

Les études observant le temps de l'intervention sont peu fréquentes dans la bibliographie. Jarmakani et al. [41] décrit un temps de 40 minutes environ entre la réalisation de la première échographie de localisation et la dernière échographie post procédure. Sconfienza et al. [40] donne pour sa part un temps médian de procédure de 6,8 minutes mais les intervalles n'étaient pas précisés.

Il serait intéressant de développer une évaluation de la satisfaction des patients concernant cette procédure, en tenant compte du confort (douleur, position, respiration...) et du temps de la procédure afin de rendre nos pratiques les plus confortables possibles par les patients.



Conclusion

Notre étude est la première étude française prospective multicentrique portant sur les biopsies pleuropulmonaires écho-guidées réalisées par le pneumologue. Elle démontre, tout comme dans la littérature, une excellente rentabilité diagnostique tout en restant une procédure sûre avec peu de complications. Ceci est valable également sur de petites lésions, et par des opérateurs peu expérimentés.

L'envahissement des structures adjacentes semble être un facteur renforçant la rentabilité de la procédure. De la même façon, un contact pariétal de la lésion inférieur à 3cm paraît être un facteur de risque de complication.

Nous montrons aussi que cet examen est bien toléré par le patient en étant rapide et peu douloureux. Nous mettons également en évidence une homogénéité des pratiques concernant le type d'aiguille à biopsie utilisé qui est en majorité de semi-automatique. Le type d'aiguille utilisé ne semble pas influencer la rentabilité diagnostique et l'apparition de complications.

D'autres études seront nécessaires, notamment à propos du matériel, du rôle de l'expérience de l'opérateur et du ressenti du patient sur cet examen pour obtenir un protocole de référence.

En même temps que se développe la pratique de l'échographie thoracique par les pneumologues en France, la biopsie sous échographie est devenue une technique de référence non irradiante que le clinicien devra systématiquement évoquer devant une lésion périphérique à contact pleural. En conclusion, nous proposons un arbre décisionnel pour aider la prise en charge de ces lésions (Figure 29).

Enfin, il apparaît indispensable dans le contexte actuel de mesurer l'aspect économique de cette procédure réalisée de manière ambulatoire avec un matériel simple et peu de personnel nécessaire. Dans la littérature, de nombreuses publications sur ce sujet ont été réalisées dans des pays en voie de développement, ce qui prouve que cette technique nécessite peu de moyens.



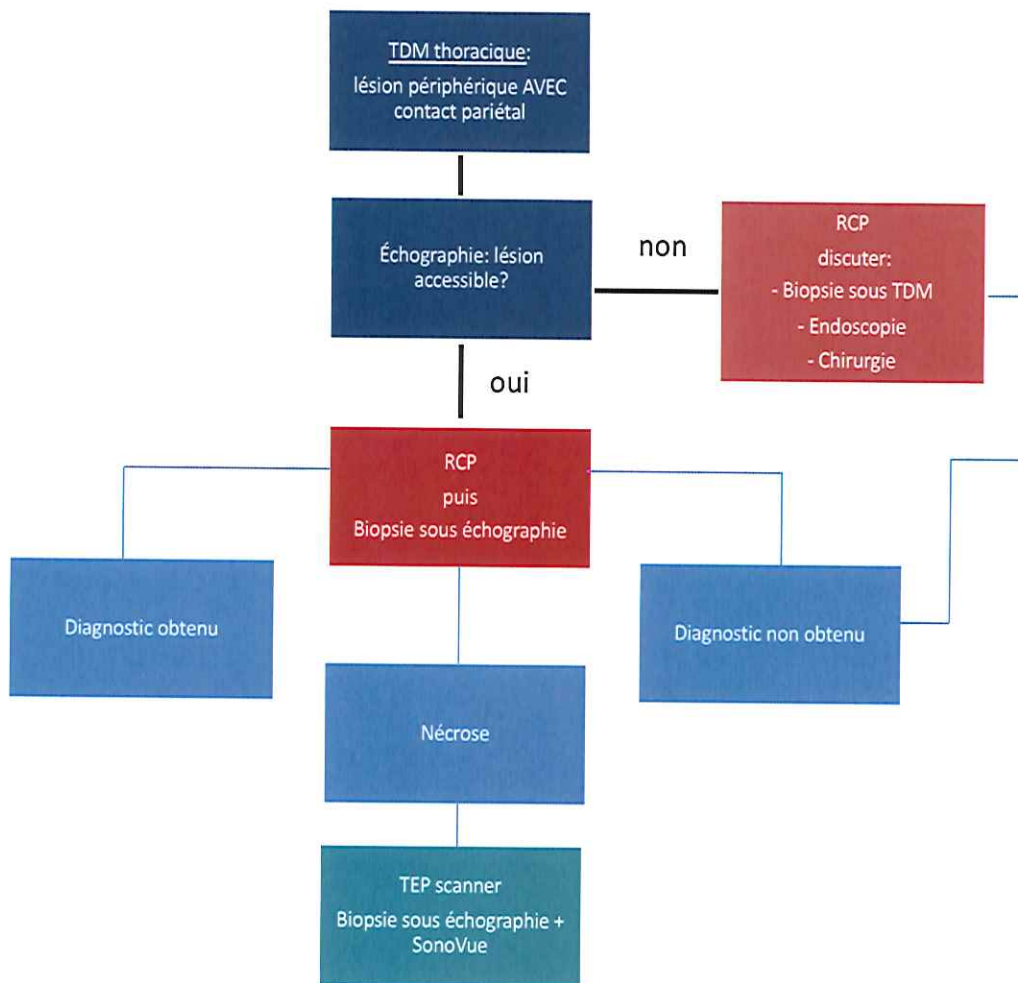


Figure 29 : Arbre décisionnel pour de la prise en charge diagnostique d'une lésion avec contact pariétal

Références bibliographiques

- [1] N. Leone *et al.*, « Projection de l'incidence et de la mortalité par cancer en France métropolitaine en 2015 », 2015.
- [2] D. M. Hansell, A. A. Bankier, H. MacMahon, T. C. McLoud, N. L. Müller, et J. Remy, « Fleischner Society: Glossary of Terms for Thoracic Imaging », *Radiology*, vol. 246, n° 3, p. 697-722, mars 2008.
- [3] Vishal K. Patel, « A Practical Algorithmic Approach to the Diagnosis and Management of Solitary Pulmonary Nodules Part 1: Radiologic Characteristics and Imaging Modalities », *CHEST*, vol. 143, n° 3, p. 825-839, mars 2013.
- [4] A. McWilliams *et al.*, « Probability of Cancer in Pulmonary Nodules Detected on First Screening CT », *New England Journal of Medicine*, vol. 369, n° 10, p. 910-919, sept. 2013.
- [5] P. G. Ferretti, S. Couraud, et le comité de rédaction des référentiels Auvergne Rhône-Alpes en oncologie thoracique, « Nodules thoraciques : actualisation 2017 », *ARISTOT*, 2017.
- [6] S. Gupta et D. C. Madoff, « Image-Guided Percutaneous Needle Biopsy in Cancer Diagnosis and Staging », *Techniques in Vascular and Interventional Radiology*, vol. 10, n° 2, p. 88-101, juin 2007.
- [7] B. Daly, « Real-time CT-fluoroscopy: Evolution of an Interventional Tool », *Radiology*, vol. 211, p. 309-315, 1999.
- [8] G. R. Kim *et al.*, « CT fluoroscopy-guided lung biopsy versus conventional CT-guided lung biopsy: a prospective controlled study to assess radiation doses and diagnostic performance », *European Radiology*, vol. 21, n° 2, p. 232-239, févr. 2011.
- [9] W. A. Baaklini, M. A. Reinoso, A. B. Gorin, A. Sharafkaneh, et P. Manian, « Diagnostic yield of fiberoptic bronchoscopy in evaluating solitary pulmonary nodules », *Chest*, vol. 117, n° 4, p. 1049-1054, avr. 2000.
- [10] C. Labbé *et al.*, « Diagnostic yield of non-guided flexible bronchoscopy for peripheral pulmonary neoplasia », *Thorac Cancer*, vol. 6, n° 4, p. 517-523, juill. 2015.
- [11] G. DESLÉE, A. BRICHET, P. RAMON, et C. H. MARQUETTE, « Les biopsies transbronchiques », *Revue des Maladies Respiratoires*, vol. 18, n° 4, p. 3, 2001.
- [12] V. Skouras, N. Tanner, et G. Silvestri, « Diagnostic Approach to the Solitary Pulmonary Nodule », *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*, vol. 34, n° 06, p. 762-769, nov. 2013.
- [13] D. L. Stahl, K. M. Richard, et T. J. Papadimos, « Complications of bronchoscopy: A concise synopsis », *Int J Crit Illn Inj Sci*, vol. 5, n° 3, p. 189-195, 2015.
- [14] M. M. Wahidi *et al.*, « Technical Aspects of Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Needle Aspiration », *Chest*, vol. 149, n° 3, p. 816-835, mars 2016.
- [15] A. Chen, P. Chenna, A. Loiseau, J. Massoni, M. Mayse, et D. Misselhorn, « Radial Probe Endobronchial Ultrasound for Peripheral Pulmonary Lesions. A 5-Year Institutional Experience », *Annals ATS*, vol. 11, n° 4, p. 578-582, mars 2014.
- [16] G. Gex, J. A. Pralong, C. Combescure, L. Seijo, T. Roachat, et P. M. Socal, « Diagnostic Yield and Safety of Electromagnetic Navigation Bronchoscopy for Lung Nodules: A Systematic Review and Meta-Analysis », *Respiration*, vol. 87, n° 2, p. 165-176, 2014.
- [17] L. M. Seijo *et al.*, « Diagnostic yield of electromagnetic navigation bronchoscopy is highly dependent on the presence of a Bronchus sign on CT imaging: results from a prospective study », *Chest*, vol. 138, n° 6, p. 1316-1321, 2010.
- [18] M. M. DeCamp, M. T. Jaklitsch, S. J. Mentzer, D. H. Harpole, et D. J. Sugarbaker, « The safety and versatility of video-thoracoscopy: A prospective analysis of 895 consecutive cases », *Journal of the American College of Surgeons.*, vol. 181, n° 2, p. 113-120, 1995.

- [19] A. M. Al-Ayoubi et R. M. Flores, « Management of CT screen-detected lung nodule: the thoracic surgeon perspective », *Ann Transl Med*, vol. 4, n° 8, avr. 2016.
- [20] A. M. Chiesa *et al.*, « Sonography of the normal lung: Comparison between young and elderly subjects: Sonography of the Normal Lung », *Journal of Clinical Ultrasound*, vol. 43, n° 4, p. 230-234, mai 2015.
- [21] International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for the International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS) *et al.*, « International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound », *Intensive Care Medicine*, vol. 38, n° 4, p. 577-591, avr. 2012.
- [22] E. O. Gerscovich, M. Cronan, J. P. McGahan, K. Jain, C. D. Jones, et C. McDonald, « Ultrasonographic evaluation of diaphragmatic motion. », *Journal of Ultrasound in Medicine*, vol. 20, n° 6, p. 597-604, juin 2001.
- [23] R. Chira, A. Chira, et P. A. Mircea, « Intrathoracic tumors in contact with the chest wall-ultrasonographic and computed tomography comparative evaluation », *Medical ultrasonography*, vol. 14, n° 2, p. 115, 2012.
- [24] N. Rednic et O. Orășan, « Subpleural lung tumors ultrasonography », *Medical ultrasonography*, vol. 12, n° 1, p. 81-87, 2010.
- [25] T. Havelock, R. Teoh, D. Laws, F. Gleeson, et on behalf of the BTS Pleural Disease Guideline Group, « Pleural procedures and thoracic ultrasound: British Thoracic Society pleural disease guideline 2010 », *Thorax*, vol. 65, n° Suppl 2, p. i61-i76, août 2010.
- [26] M. Sperandeo *et al.*, « Role of thoracic ultrasound in the assessment of pleural and pulmonary diseases », *J Ultrasound*, vol. 11, n° 2, p. 39-46, mars 2008.
- [27] S. Sartori, P. Tombesi, L. Trevisani, I. Nielsen, D. Tassinari, et V. Abbasciano, « Accuracy of Transthoracic Sonography in Detection of Pneumothorax After Sonographically Guided Lung Biopsy: Prospective Comparison with Chest Radiography », *American Journal of Roentgenology*, vol. 188, n° 1, p. 37-41, janv. 2007.
- [28] K. Alrajhi, M. Y. Woo, et C. Vaillancourt, « Test Characteristics of Ultrasonography for the Detection of Pneumothorax: A Systematic Review and Meta-analysis », *Chest*, vol. 141, n° 3, p. 703-708, mars 2012.
- [29] J. A. Pang, V. Tsang, B. L. Hom, et C. Metreweli, « Ultrasound-guided tissue-core biopsy of thoracic lesions with Trucut and Surecut needles », *Chest*, vol. 91, n° 6, p. 823-828, 1987.
- [30] D. Cinti et H. B. Hawkins, « Aspiration biopsy of peripheral pulmonary masses using real-time sonographic guidance », *American Journal of Roentgenology*, vol. 142, n° 6, p. 1115-1116, 1984.
- [31] J. Ikezoe, S. Morimoto, J. Arisawa, S. Takashima, T. Kozuka, et K. Nakahara, « Percutaneous biopsy of thoracic lesions: value of sonography for needle guidance. », *AJR. American journal of roentgenology*, vol. 154, n° 6, p. 1181-1185, 1990.
- [32] P.C. Yang, K T Luh, « Peripheral pulmonary lesions: ultrasonography and ultrasonically guided aspiration biopsy. *Radiology*, 1985
- [33] O. M. Pedersen, T. B. Aasen, et A. Gulsvik, « Fine Needle Aspiration Biopsy of Mediastinal and Peripheral Pulmonary Masses Guided by Real-time Sonography », *CHEST*, vol. 89, n° 4, p. 504-508, avr. 1986.
- [34] F. Herth, « Diagnosis and staging of mesothelioma transthoracic ultrasound », *Lung Cancer*, vol. 45, p. S63-S67, août 2004.
- [35] G. Carrafiello *et al.*, « Utility of computed tomography (CT) and of fine needle aspiration biopsy (FNAB) in early diagnosis of fungal pulmonary infections. Study of infections from filamentous fungi in haematologically immunodeficient patients », *La radiologia medica*, vol. 111, n° 1, p. 33-41, févr. 2006.



- [36] S. B. Solomon *et al.*, « Core Needle Lung Biopsy Specimens: Adequacy for EGFR and KRAS Mutational Analysis », *American Journal of Roentgenology*, vol. 194, n° 1, p. 266-269, janv. 2010.
- [37] I.-C. Tsai *et al.*, « CT-Guided Core Biopsy of Lung Lesions: A Primer », *American Journal of Roentgenology*, vol. 193, n° 5, p. 1228-1235, nov. 2009.
- [38] U. G. Rossi, S. Seitun, et C. Ferro, « MDCT-Guided Transthoracic Needle Aspiration Biopsy of the Lung Using the Transscapular Approach », *Cardiovasc Intervent Radiol*, vol. 34, n° 1, p. 184-187, févr. 2011.
- [39] A. Diacon, M. Schuurmans, J. Theron, P. Schubert, C. Wright, et C. T. Bolliger, « Safety and Yield of Ultrasound-Assisted Transthoracic Biopsy Performed by Pulmonologists », *Respiration; international review of thoracic diseases*, vol. 71, p. 519-22, oct. 2004.
- [40] L. M. Sconfienza *et al.*, « Pleural and Peripheral Lung Lesions: Comparison of US- and CT-guided Biopsy », *Radiology*, vol. 266, n° 3, p. 930-935, mars 2013.
- [41] M. Jarmakani, S. Duguay, K. Rust, K. Conner, et J. M. Wagner, « Ultrasound Versus Computed Tomographic Guidance for Percutaneous Biopsy of Chest Lesions », *Journal of Ultrasound in Medicine*, vol. 35, n° 9, p. 1865-1872, sept. 2016.
- [42] S. Kalhan, S. Sharma, T. Ramakrishnan, P. Sharma, S. Dudani, et A. Chowdhry, « Evaluation of precision of guidance techniques in image guided fine needle aspiration cytology of thoracic mass lesions », *Journal of Cytology*, vol. 29, n° 1, p. 6, 2012.
- [43] K.-N. Jeon *et al.*, « US-guided transthoracic biopsy of peripheral lung lesions: Pleural contact length influences diagnostic yield », *Acta radiologica (Stockholm, Sweden : 1987)*, vol. 55, août 2013.
- [44] J. Potet *et al.*, « Prise en charge du risque hémostatique au cours des actes de radiologie interventionnelle », *Journal de radiologie - Vol. 92 - N° 7-8 - p. 659-670*, août 2011.
- [45] Haute Autorité de santé, « Antiagrégants plaquettaires : prise en compte des risques thrombotique et hémorragique pour les gestes percutanés chez le coronarien », *Revue de médecine périnatale*, vol. 4, n° 2, p. 92-95, juin 2012.
- [46] P. Sié, C. M. Samama, A. Godier, N. Rosencher, A. Steib, et J. V. Llau, « Chirurgies et actes invasifs chez les patients traités au long cours par un anticoagulant oral anti-IIa ou anti-Xa direct. Actualisation 2012 », vol. 24, n° 6, p. 10, 2012.
- [47] D. M. DiBardino, L. B. Yarmus, et R. W. Semaan, « Transthoracic needle biopsy of the lung », *J Thorac Dis*, vol. 7, n° Suppl 4, p. S304-S316, déc. 2015.
- [48] G. Mangiapan *et al.*, « Biopsie échoguidée en pneumologie », *Revue des Maladies Respiratoires*, vol. 33, p. A7, janv. 2016.
- [49] S. CHHORN et H. AKS, « La ponction biopsie transthoracique échoguidée pour le diagnostic des masses pulmonaires », p. 10.
- [50] J. Ballouhey, Y. Simonneau, et B. Melloni, « Biopsies thoraciques écho-guidées : le nouvel outil du pneumologue », *Revue des Maladies Respiratoires*, vol. 34, p. A90, janv. 2017.
- [51] R. Targhetta *et al.*, « Peripheral pulmonary lesions: ultrasonic features and ultrasonically guided fine needle aspiration biopsy », *Journal of Ultrasound in Medicine*, vol. 12, n° 7, p. 369-374, juill. 1993.
- [52] N. Meena et T. Bartter, « Ultrasound-guided percutaneous needle aspiration by pulmonologists: a study of factors with impact on procedural yield and complications », *Journal of bronchology & interventional pulmonology*, vol. 22, n° 3, p. 204-208, 2015.
- [53] R. J. Hallifax *et al.*, « Physician-Based Ultrasound-Guided Biopsy for Diagnosing Pleural Disease », *Chest*, vol. 146, n° 4, p. 1001-1006, oct. 2014.
- [54] E. Vuori-Holopainen et H. Peltola, « Reappraisal of Lung Tap: Review of an Old



Method for Better Etiologic Diagnosis of Childhood Pneumonia », *Clinical Infectious Diseases*, vol. 32, n° 5, p. 715-726, mars 2001.

[55] T. Ishida *et al.*, « Efficacy of Transthoracic Needle Aspiration in Community-acquired Pneumonia. », *Internal Medicine*, vol. 40, n° 9, p. 873-877, 2001.

[56] C.-F. Chian, W.-L. Su, L.-H. Soh, H.-C. Yan, W.-C. Perng, et C.-P. Wu, « Echogenic swirling pattern as a predictor of malignant pleural effusions in patients with malignancies », *Chest*, vol. 126, n° 1, p. 129-134, 2004.

[57] A. Yuan *et al.*, « Ultrasound-guided Aspiration Biopsy of Small Peripheral Pulmonary Nodules », *CHEST*, vol. 101, n° 4, p. 926-930, avr. 1992.

[58] W.-Y. Liao *et al.*, « US-guided transthoracic cutting biopsy for peripheral thoracic lesions less than 3 cm in diameter », *Radiology*, vol. 217, n° 3, p. 685-691, 2000.

[59] K.-M. Yeow, P.-K. Tsay, Y.-C. Cheung, K.-W. Lui, K.-T. Pan, et A. S.-B. Chou, « Factors Affecting Diagnostic Accuracy of CT-guided Coaxial Cutting Needle Lung Biopsy: Retrospective Analysis of 631 Procedures », *Journal of Vascular and Interventional Radiology*, vol. 14, n° 5, p. 581-588, mai 2003.

[60] Y. Dong, F. Mao, W.-P. Wang, Z.-B. Ji, et P.-L. Fan, « Value of Contrast-Enhanced Ultrasound in Guidance of Percutaneous Biopsy in Peripheral Pulmonary Lesions », *BioMed Research International*, 2015.

[61] J. H. Austin et M. B. Cohen, « Value of having a cytopathologist present during percutaneous fine-needle aspiration biopsy of lung: report of 55 cancer patients and metaanalysis of the literature. », *AJR. American journal of roentgenology*, vol. 160, n° 1, p. 175-177, 1993.

[62] P. Tombesi, I. Nielsen, D. Tassinari, L. Trevisani, V. Abbasciano, et S. Sartori, « Transthoracic Ultrasonography-Guided Core Needle Biopsy of Pleural-Based Lung Lesions: Prospective Randomized Comparison Between a Tru-Cut-Type Needle And a Modified Menghini-Type Needle », *Ultraschall in der Medizin - European Journal of Ultrasound*, vol. 30, n° 04, p. 390-395, juin 2009.

[63] A. H. Diacon *et al.*, « Ultrasound-assisted transthoracic biopsy: fine-needle aspiration or cutting-needle biopsy? », *European Respiratory Journal*, vol. 29, n° 2, p. 357-362, févr. 2007.

[64] H. Tsukada, T. Satou, A. Iwashima, et T. Souma, « Diagnostic Accuracy of CT-Guided Automated Needle Biopsy of Lung Nodules », *American Journal of Roentgenology*, vol. 175, n° 1, p. 239-243, juill. 2000.

[65] B. S. Sangha, C. J. Hague, J. Jessup, R. O'Connor, et J. R. Mayo, « Transthoracic Computed Tomography-Guided Lung Nodule Biopsy: Comparison of Core Needle and Fine Needle Aspiration Techniques », *Canadian Association of Radiologists Journal*, vol. 67, n° 3, p. 284-289, août 2016.

[66] Y. Li, Y. Du, H. F. Yang, J. H. Yu, et X. X. Xu, « CT-guided percutaneous core needle biopsy for small (≤ 20 mm) pulmonary lesions », *Clinical Radiology*, vol. 68, n° 1, p. e43-e48, janv. 2013.

[67] A. Fernández-Villar, V. Leiro-Fernández, M. Botana-Rial, C. Represas-Represas, et M. Núñez-Delgado, « The Endobronchial Ultrasound-Guided Transbronchial Needle Biopsy Learning Curve for Mediastinal and Hilar Lymph Node Diagnosis », *CHEST*, vol. 141, n° 1, p. 278-279, janv. 2012.

[68] L. Liberman, C. L. Benton, D. D. Dershaw, A. F. Abramson, L. R. LaTrenta, et E. A. Morris, « Learning curve for stereotactic breast biopsy: how many cases are enough? », *American Journal of Roentgenology*, vol. 176, n° 3, p. 721-727, 2001.

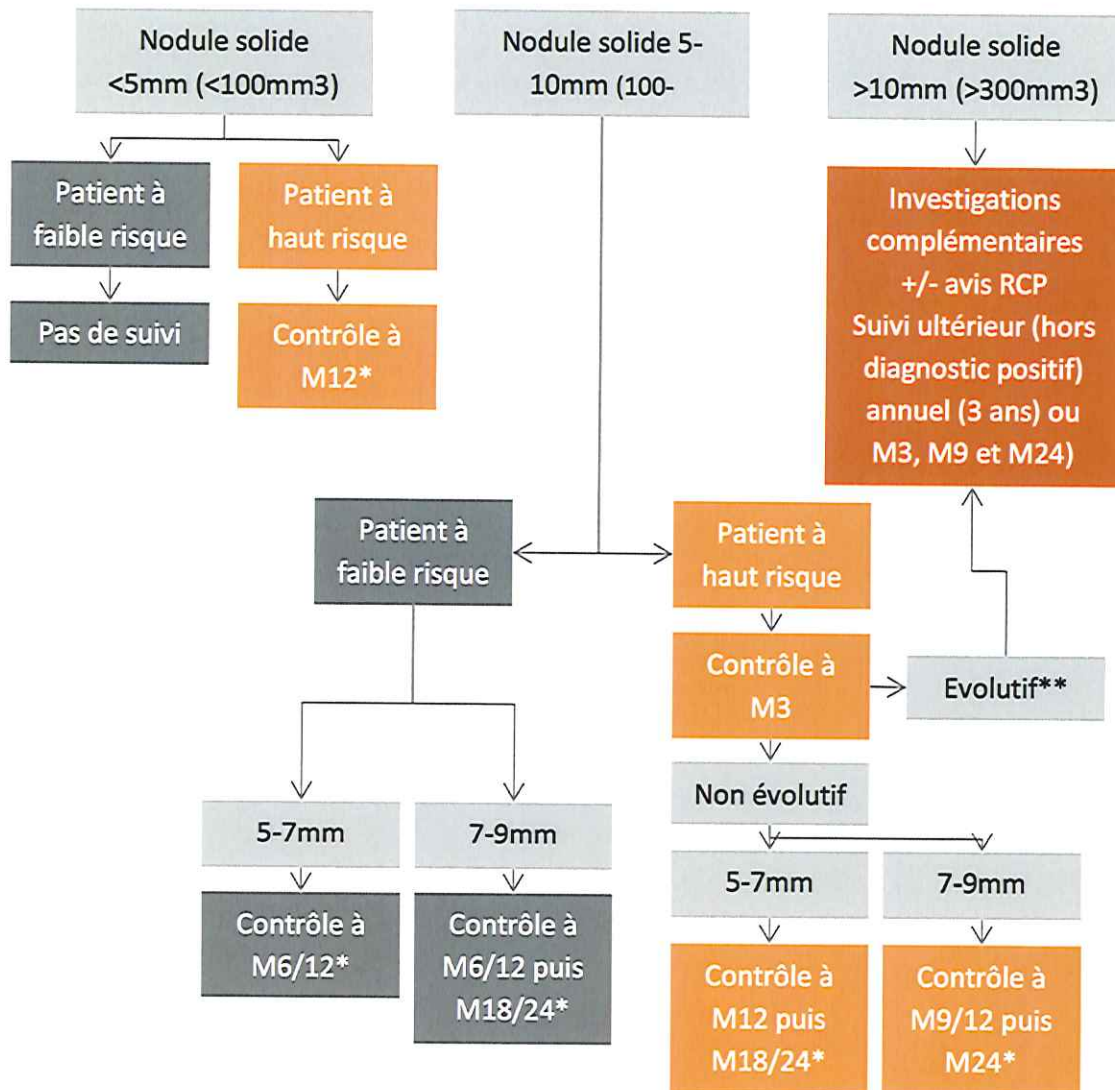
[69] « Ultrasound training recommendations for medical and surgical specialties, Third edition | The Royal College of Radiologists ».



- [70] M. Govindarajan, K. Nagaraj, K. Kallur, et P. Sridhar, « PET/CT guidance for percutaneous fine needle aspiration cytology/biopsy », *Indian J Radiol Imaging*, vol. 19, n° 3, p. 208-209, août 2009.
- [71] P. Griffiths, J. Heaton, et S. Claxton, « Should CT-guided biopsy for suspected lung cancer be delayed pending PET/CT results? », *European Respiratory Journal*, vol. 48, n° suppl 60, p. PA4673, sept. 2016.
- [72] S. Sheth, U. M. Hamper, D. B. Stanley, J. H. Wheeler, et P. A. Smith, « US guidance for thoracic biopsy: a valuable alternative to CT », *Radiology*, vol. 210, n° 3, p. 721–726, 1999.
- [73] J. F. Cruz, R. Rolo, L. Iglésias, et J. Cunha, « CT-guided transthoracic lung biopsy: Predictive factors of pneumothorax », *Revista Portuguesa de Pneumologia*, vol. 20, n° 3, p. 174-176, mai 2014.
- [74] S. Beslic, F. Zukic, et S. Milisic, « Percutaneous transthoracic CT guided biopsies of lung lesions; fine needle aspiration biopsy versus core biopsy », *Radiol Oncol*, vol. 46, n° 1, p. 19-22, janv. 2012.
- [75] J. S. Klein, G. Salomon, et E. A. Stewart, « Transthoracic needle biopsy with a coaxially placed 20-gauge automated cutting needle: results in 122 patients. », *Radiology*, vol. 198, n° 3, p. 715–720, 1996.
- [76] M. C. Freund, J. Petersen, K. C. Goder, T. Bunse, F. Wiedermann, et B. Glodny, « Systemic air embolism during percutaneous core needle biopsy of the lung: frequency and risk factors », *BMC Pulm Med*, vol. 12, p. 2, févr. 2012.
- [77] M. Marcincinova, R. Slivka, P. Kukol, et P. Janik, « Ultrasound guided transthoracic coaxial needle biopsy in chest lesions », *European Respiratory Journal*, vol. 38, n° Suppl 55, p. p588, sept. 2011.
- [78] K.-M. Yeow *et al.*, « Risk Factors of Pneumothorax and Bleeding », *Chest*, vol. 126, n° 3, p. 748-754, sept. 2004.
- [79] W. J. Heerink, G. H. de Bock, G. J. de Jonge, H. J. M. Groen, R. Vliegthart, et M. Oudkerk, « Complication rates of CT-guided transthoracic lung biopsy: meta-analysis », *Eur Radiol*, vol. 27, n° 1, p. 138-148, 2017.
- [80] N. Winn, J. Spratt, E. Wright, et J. Cox, « Patient reported experiences of CT guided lung biopsy: a prospective cohort study », *Multidiscip Respir Med*, vol. 9, n° 1, oct. 2014.



Annexe 1 : Proposition d'algorithme de prise en charge et de suivi des nodules pulmonaires selon les Référentiels Auvergne-Rhône-Alpes en oncologie thoracique, mise à jour 2017



Haut Risque : ATCD de tabagisme ou d'exposition à un autre facteur de risque selon la *Fleischner Society*. L'essai de dépistage NLST a démontré un bénéfice au dépistage par scanner chez les individus de 55 à 74 ans, fumeurs à 30 PA actifs ou sevrés depuis moins de 15ans.

Faible risque : Tabagisme minime ou non-fumeur ; pas d'exposition notable à d'autres facteurs de risques.

* Puis pas de suivi si pas d'évolution. En cas d'évolution, un suivi rapproché est nécessaire. Le temps de doublement volumique peut être calculé.

**Un temps de doublement court (<400 jours) est un argument pour déclencher des investigations complémentaires.

Annexe 2 : Fiche de recueil de l'étude

Etude Biopsies pleuro-pulmonaires sous échographie

Date :

Centre :

Initiales du patient :

Examineur :

Age :

Indication :

Matériel :

- Echographe :
- Type de sonde (HF ou BF) :
- Modèle d'aiguille : *Marque :* *Taille (G) :*

Nodule :

- Localisation :
 - o pulmonaire exclusivement pleuro-pariétal
 - o droite gauche
 - o antérieur postérieur axillaire
 - o supérieur inférieur
- Taille : > 3cm
 < 3cm
- Contact pariétal : > 3cm
 < 3cm
- signe du glissement : oui non
- envahissement des structures voisines (peau, muscle, os) : oui non
 autre (péricardite...)
- pleurésie associée : oui non -> si oui : signe du plancton ? oui non

Type de vascularisation du nodule ? (Doppler) centrale périphérique mixte
 aucune

Nombre de biopsies réalisées :

Prélèvements demandés : Histologie Bactériologie BK Autre (préciser) :

Examen Extemporane ? oui non

Complications :

Pneumothorax -> si oui drainage ou exsufflation nécessaire ? oui non

Hématome pariétal oui non

Hémoptysie -> si oui : radio-embolisation nécessaire ? oui non

si oui : terlipressine nécessaire ? oui non

Douleur ressentie pendant l'examen :

EVA/10 :

Temps du geste : en minutes :

Entrée salle/ Sortie salle :

Expérience de l'opérateur : (en nombre de biopsies pratiquées)

Moins de 10

Entre 10-20

Plus que 20

Résultats :

-Histologie : Néoplasique : type histologique :

Infectieux

Bénin

Non contributif, échantillon insuffisant



Annexe 3 : Consentement à la procédure délivré au CHU de Limoges



Médecins
Pr Boris Melloni, responsable du service
Dr Julia Ballouhey
Dr Magali Dupuy-Grasset
Dr Bernard Eichler
Dr François Touraine
Pr Alain Vergnenègre
Pr François Vincent

Hôpital de jour - Allergologie
Dr François Touraine

Unité d'endoscopie interventionnelle

Centre de référence mucoviscidose adulte
Dr Magali Dupuy-Grasset

Reseau régional HTAP
Dr François Vincent

Centre de Lutte Anti-Tuberculeuse (CLAT)
Dr Julia Ballouhey
Dr Laurence Sagot

Professeurs attachés
Dr Brigitte Beyrand-Duzou
Dr Jean-Pierre Carbonnière
Dr Bernadette David-Vézilat
Dr Christine Delaveau
Dr Serge Jeandeau

Cadre de santé
Aurelia Ubeda

Accueil -
Rendez-vous consultations
8h30 - 17h30
Tél : 05 55 55 55 55
Fax : 05 55 55 55 55

Consultations
- Pr Melloni - Dr Beyrand-Duzou -
Dr Jeandeau - Pr Vincent
- Dr Touraine - Dr Bellet-Frayssé -
Dr Ballouhey - Pr Vergnenègre
- Dr Dupuy-Grasset - Dr Eichler -
Dr Egenod
Enregistrements sommeil



CONSENTEMENT BIOPSIE SOUS ECHOGRAPHIE

Service de pathologies respiratoires, CHU Dupuytren Limoges
Unité d'endoscopie bronchique 05.55.05.68.94

Madame, Monsieur,

Votre médecin vous propose une biopsie pulmonaire sous échographie.

Cet examen a pour but de connaître la nature exacte de votre lésion pulmonaire, en prélevant un échantillon qui pourra être analysé en laboratoire d'Anatomie Pathologie.

Il n'est pas nécessaire d'être à jeun avant cet examen.

Ce geste nécessite seulement une demi-journée d'hospitalisation dans la plupart des cas.

Avant le geste :

- signalez au médecin si vous prenez un traitement tel que des anti-coagulants, ou des anti-agrégants, ou si vous présentez une maladie sanguine.
- réalisez un bilan sanguin de coagulation dans les 48 h qui précèdent le geste

Pendant le geste, il faut rester calme et détendu, signaler la moindre douleur au médecin qui prendra les précautions nécessaires.

Déroulement de l'examen :

- ▶ l'examen débute par une anesthésie locale
- ▶ puis, on pratique un contrôle par échographie afin de localiser au mieux la lésion à étudier, le poumon, les vaisseaux et nerfs environnants pour les éviter
- ▶ nous introduisons une aiguille sous les côtes pour réaliser la ponction,
- ▶ à la fin de l'examen, un nouveau contrôle échographique est réalisé afin de prévoir toute complication.

Risques éventuels :

- hémoptysies (= crachats de sang par la bouche) : il est possible que l'aiguille de biopsie blesse un vaisseau sanguin et donc provoque un saignement, le plus souvent transitoire
- pneumothorax (= passage d'air entre la paroi thoracique et le poumon) : complication fréquente qui nécessite rarement un drainage et une hospitalisation. La présence d'un pneumothorax est vérifiée de façon systématique après le geste par échographie.
- embolie gazeuse (= passage d'une bulle d'air dans les vaisseaux) avec migration dans le cerveau : complication exceptionnelle. Pour le prévenir, bien

Hôpital Le Cluzeau - 23 avenue Dominique Larrey - 87042 Limoges cedex
Téléphone : 05 55 05 55 55

www.chu-limoges.fr



écouter les consignes du médecin qui vous indiquera le moment précis où il faudra couper votre respiration.

- Complication pouvant conduire au décès : complication très exceptionnelle. Le décès reste une complication très exceptionnelle.

Pourquoi des feuilles d'information ?

Il est indispensable que vous soyez informés de la description, des buts, du déroulement et des complications possibles de cet examen avant de l'accepter ou de le refuser.

Nous vous prions donc de lire attentivement ce document, de noter les éventuelles questions que vous vous poseriez encore après en avoir pris connaissance, questions auxquelles nous répondrons bien volontiers.

Vous nous restituerez s'il vous plaît ce document dûment signé avant l'examen

REFUS DE L'EXAMEN

En cas de refus, la non réalisation de l'intervention peut avoir des conséquences négatives pour votre santé si une autre alternative n'est pas trouvée pour effectuer l'acte diagnostique ou thérapeutique que votre état requiert.

QUESTIONS EVENTUELLES / REPONSES APORTEES

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Suite à l'entretien d'information que j'ai eu, aux réponses qui ont été apportées à mes questions, j'accepte après réflexion la bronchoscopie rigide qui m'est proposée.

J'ai été informé de la nature et du but de l'intervention, de la procédure invasive ou du traitement proposé.

Le médecin m'a aussi informé des bénéfices, risques et possibles complications de même que des possibles alternatives à l'intervention proposée.

NOM :..... **Prénom** :.....

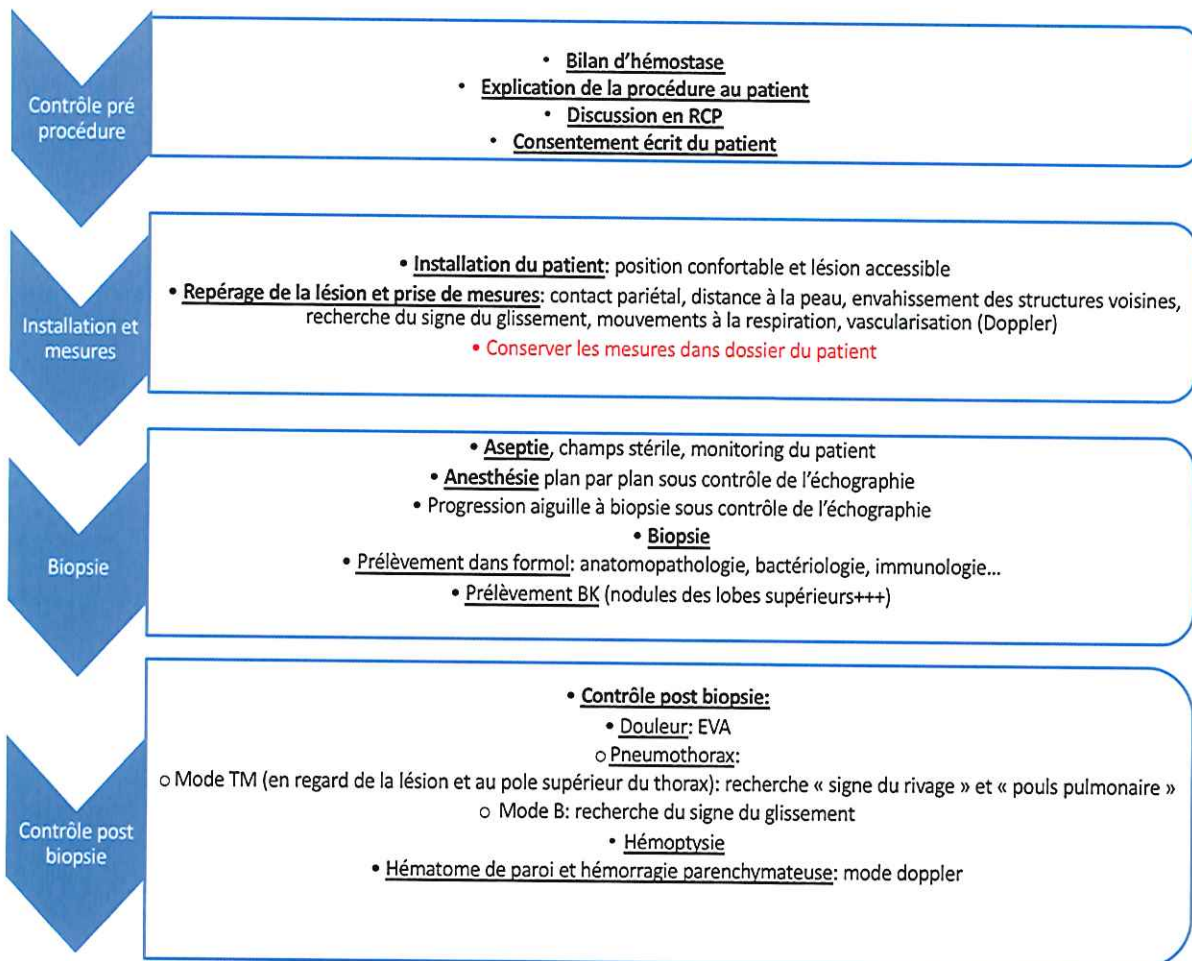
A **Le**.....

Signature du patient

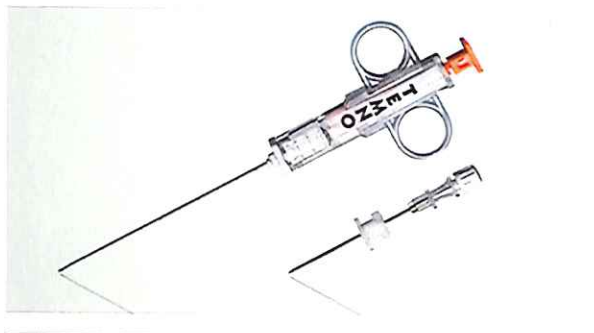
Signature et tampon du médecin



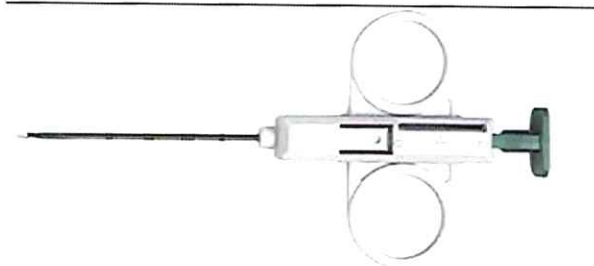
Annexe 4 : Fiches résumant les différentes étapes d'une biopsie thoracique échoguidée



Annexe 5 : Présentation des différents types d'aiguilles à biopsie.



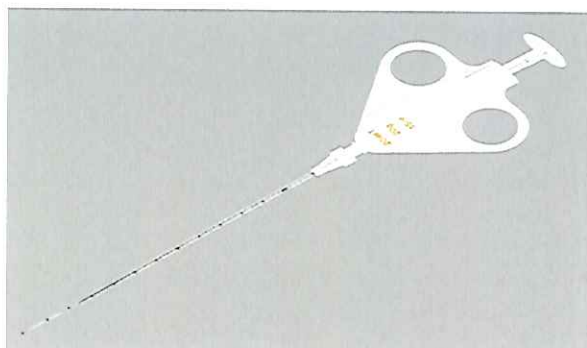
Temno® Coaxial (aiguille coaxiale)



Argon® SuperCore (aiguille semi-automatique)



Argon® Technacut (biopsie par aspiration à l'aiguille fine ou FNAB)

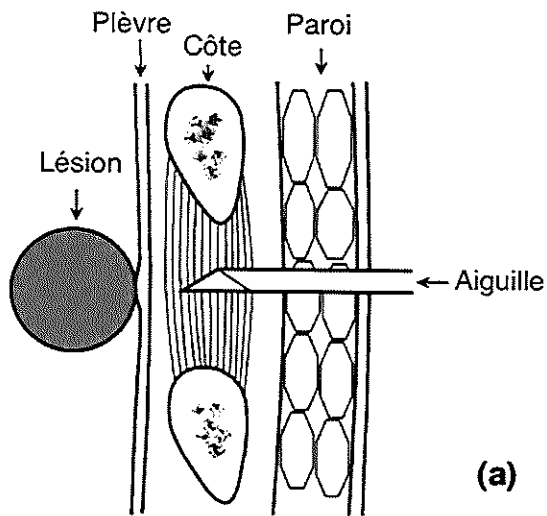


Cook® QuickCore (aiguille semi-automatique)

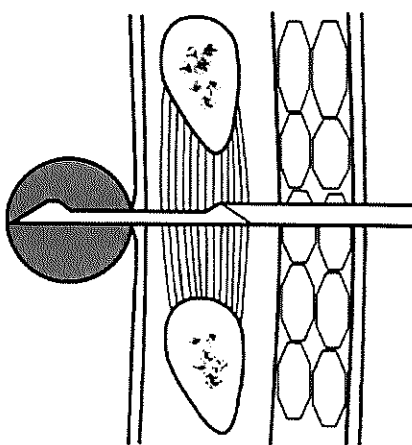


Bard® Monopty (aiguille automatique)

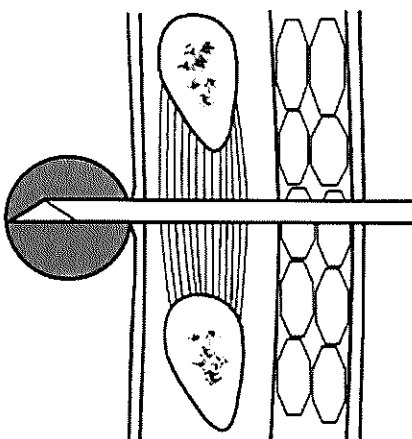
Annexe 6 : Diagramme présentant le principe de la biopsie par aiguille de type « core biopsy » d'après Liao et al.



(a)



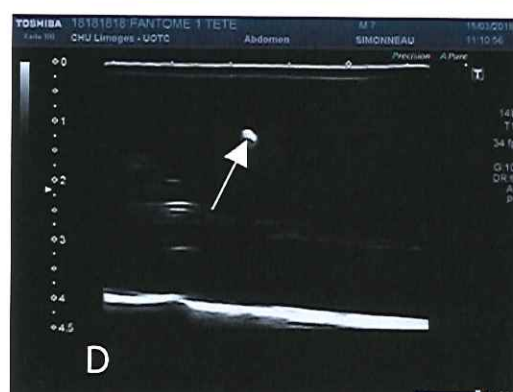
(b)



(c)

- (a) Insertion de l'aiguille jusque dans l'espace intercostal
- (b) Avancée du trocart interne jusqu'à la lésion d'intérêt soit de façon manuelle (aiguilles manuelles ou semi-automatiques) ou de façon automatique (aiguilles automatiques)
- (c) Mouvement de coulisse vers l'avant du trocart interne permettant l'obtention d'une carotte tissulaire

Annexe 7 : Techniques de biopsie selon le positionnement de l'aiguille



Images A et C : positionnement de l'aiguille dans le plan de la sonde, l'aiguille est visible en échographie dans sa longueur (flèches)

Images B et D : positionnement de l'aiguille dans le plan transverse de la sonde, l'aiguille est visible sous forme d'une section en échographie (flèche)



Annexe 8 : Exemple de prélèvements dans le formol obtenus après 4 biopsies avec une aiguille Cook QuickCore 18G



Annexe 9 : Résultats de biologie moléculaire d'une re-biopsie réalisée sous guidage échographique

DEMANDE D'EXAMEN EN ONCOLOGIE MOLECULAIRE

EXAMEN N° : C053555

ANALYSES DEMANDEES :

- Recherche de Mutation du(des) gène(s) : EGFR

CONTEXTE CLINIQUE :

Adénocarcinome pulmonaire muté EGFR à 75 ans Tabagisme : oui

Stade (p)TNM : NP

Motif de la demande : Recherche de mutation de résistance (EGFR p.T790M)

Prescrit par [REDACTED]

MATERIEL TRANSMIS :

Laboratoire d'origine : ref A1800712, date prélèvement 16/01/2018, réception 16/01/2018

Type de prélèvement et organe : biopsie bronchique

Diagnostic histologique : adénocarcinome bronchique

Matériel reçu : 2 Lames HES 3 Lames blanches et Copeaux

Fixation : Formol

Pathologiste responsable du diagnostic : [REDACTED]

ANALYSE PLATEFORME :

Macro dissection nécessaire sur bloc : oui

Complément pré-analytique : -

Dans la zone d'analyse : 50 % de cellules tumorales

Analyse complémentaire prescrite : Entrogen EGFR

Commentaires : -

RESULTATS DES ANALYSES MOLECULAIRES DU PRELEVEMENT TISSULAIRE

Prélèvement(s) analysé(s) : ADN extrait d'un fragment tissulaire tumoral fixé et inclus en paraffine (technique automatisée, Maxwell Promega)

Quantité d'ADN obtenu : 90 ng/µl dans un volume d'élué de 60 µl

Qualité de l'ADN extrait : B (A : Bon, B : Correct, C : Médiocre, D : non exploitable, NE : Non évaluable)

Cp PCR HRM KRAS exon 2 : 30,1

GENE analysé (séquence de référence)	Région ciblée (mutation)	RESULTAT
EGFR (NM_005228.3)	Exon 18	a Pas de mutation détectée
	Exon 19 (del)	a Pas de mutation détectée
	Exon 20 (ins)	a Pas de mutation détectée
	Exon 21 (L858R, L861Q)	a MUTATION codon 861 (c.2582T>A ; p.Leu861Gln)
	Ex20 (T790M)	a Pas de mutation détectée
KRAS (NM_003336.2)	Exon 2 (c.4 à 95)	b Pas de mutation détectée
BRAF (NM_004333.4)	Exon 15 (c.1799 à 1860)	c *
ERBB2 (HER2) (ENST00000269571)	Exon 20 (c.2308 à 2385)	c *

* Analyse non effectuée du fait du caractère généralement mutuellement exclusif des mutations recherchées.

Techniques : LOD : limite de détection allèle muté

a) kit ENTROGEN™ G719X, delEx19, InsEx20, S768I, T790M, L858R, L861Q, LOD 5%

b) criblage PCR HRM, si positif PCR sonde Taqman c.34G>A/C/T, c.35G>A/C/T, c.38G>A, LOD 10% Si discordance

séquençage NGS : panel oncomine solid tumor DNA kit, séquenceur PGM, life technologies

c) séquençage NGS : panel oncomine solid tumor DNA kit, séquenceur PGM, life technologies

CONCLUSION

Interprétation des résultats en l'état actuel des connaissances :

- Présence d'une MUTATION du gène EGFR (p.L861Q), généralement associée à une sensibilité aux TKI ciblant EGFR.
- La mutation EGFR T790M, susceptible de conférer une sensibilité aux TKI anti-EGFR de 3ème génération, n'est pas détectée dans cet ADN.

Prélèvements communiqués :

- Lame HES (contrôle histologique) archivée dans le Département de Pathologie

Codification : PYRPA7A0, PYRPA7A0
INCHJ

Créteil, le 01/02/2018 15:12



Serment d'Hippocrate

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je dispenserai mes soins sans distinction de race, de religion, d'idéologie ou de situation sociale.

Admis à 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 les crimes.

Je serai reconnaissant envers mes maîtres, et solidaire moralement de mes confrères. Conscient de mes responsabilités envers les patients, je continuerai à perfectionner mon savoir.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir de l'estime des hommes et de mes condisciples, si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.



Les biopsies pleuropulmonaires sous échographie par le pneumologue

Résumé

Introduction: La découverte d'un nodule pulmonaire est une situation fréquente. Pour obtenir le diagnostic histologique d'une lésion périphérique avec contact pariétal, la biopsie écho-guidée apparaît comme une technique de choix pour le pneumologue.

Objectif: Déterminer la rentabilité diagnostique et le taux de complications des biopsies pleuropulmonaires sous guidage échographique par le pneumologue.

Méthode: Étude multicentrique prospective sur une période de 8 mois entre juillet 2017 et février 2018 avec recueil des caractéristiques des procédures et des résultats obtenus.

Résultats: 62 procédures ont été recueillies dans 5 centres français. Un diagnostic a été obtenu dans 85,5% des cas; il s'agissait en majorité de néoplasies (82,3%). La présence d'un envahissement des structures voisines était associée avec l'obtention d'un diagnostic contributif ($p = 0,01$). Il a été recensé 9 complications (15% des procédures). Un contact pariétal $< 3\text{cm}$ était un facteur de risque de complication ($p = 0,03$).

Le type d'aiguille le plus utilisé était les aiguilles semi-automatiques (88,7% des biopsies réalisées). L'examen était bien supporté par les patients avec une EVA moyenne de 1,5 et un temps de procédure moyen de 18,7 minutes.

Conclusion: Notre étude confirme que les biopsies écho-guidées de lésions pleuropulmonaires réalisées par le pneumologue est une technique très fiable avec peu de complications tout en assurant le confort du patient. Cette méthode diagnostique mérite d'être généralisée dans les services de pneumologie.

Mots-clés : biopsie, échographie, pulmonaire, pneumologue

Ultrasound-guided lung biopsies performed by pulmonologists

Abstract :

Introduction : Discovery of pulmonary nodule is a frequent situation. In order to obtain the pathological diagnosis of a peripheral lesion with a chest wall contact, ultrasound-guided lung biopsy appears to be a valuable tool for the pulmonologist.

Objectives: Defining yield and complication rates of ultrasound-guided lung biopsies performed by pulmonologists.

Methods: Multi-centric prospective study during a period of 8 months between July 2017 and February 2018 and were compiled to assess procedure characteristics and results.

Results: A total of 62 procedures were collected in 5 French centers. Diagnosis was established in 85,5% of cases which were mostly neoplasia (82,3%). Presence of chest wall structures invasion was associated with a diagnosis obtaining ($p = 0,01$). 9 complications were found (15% of all procedures) without any need of higher level of care. A chest wall contact length $< 3\text{cm}$ was a risk factor of complication ($p = 0,03$).

The most frequently used biopsy needle type was semi-automatical needle (88,7% of all procedures). Examinations were well supported by patients with a pain score level of 1,5/10 and a procedure time of 18,7 minutes.

Conclusion: Our study confirms an excellent diagnostic reliability with a low complication rate of ultrasound-guided lung biopsy performed by pulmonologists while providing patients comfort. This technic deserves a generalization in pulmonology wards.

Keywords : biopsy, ultrasound, pulmonary, pulmonologist

