



كلية الطب
والصيدلة - مراكش
FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2024

Thèse N° 049

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

THESE

PRESENTÉE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 05/02/2024

PAR

M. Mohamed Amine LOUMAME

Né le 18 Mars 1999 à Marrakech

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES

Masses pulmonaires centrales – Biopsies thoraciques transpariétales – Scanno-guidées – écho-guidées – Atélectasie

JURY

M.	EL M. ATMANE Professeur de Radiologie	PRESIDENT
M.	S. BELLASRI Professeur de Radiologie	RAPPORTEUR
M.	A. BENJELLOUN HARZIMI Professeur de Pneumo-phtisiologie	} JUGES
M.	A. ARSALANE Professeur de Chirurgie thoracique	
M.	H. JANAHA Professeur de Pneumo-phtisiologie	

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ

الْحَكِيمُ ٣٢

صَدَقَ اللَّهُ الْعُظْمَى

(سورة البقرة)

Serment d'Hippocrate



Au moment d'être admis à devenir membre de la profession médicale, je m'engage solennellement à consacrer ma vie au service de l'humanité.

Je traiterai mes maîtres avec le respect et la reconnaissance qui leur sont dus. Je pratiquerai ma profession avec conscience et dignité.

La santé de mes malades sera mon premier but.

Je ne trahirai pas les secrets qui me seront confiés.

Je maintiendrai par tous les moyens en mon pouvoir l'honneur et les nobles traditions de la profession médicale.

Les médecins seront mes frères.

Aucune considération de religion, de nationalité, de race, aucune considération politique et sociale, ne s'interposera entre mon devoir et mon patient.

Je maintiendrai strictement le respect de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'userai pas mes connaissances médicales d'une façon contraire aux lois de l'humanité.

Je m'y engage librement et sur mon honneur.

Déclaration Genève, 1948



LISTE DES PROFESSEURS



UNIVERSITE CADI AYYAD
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
MARRAKECH

Doyens Honoraires : Pr. Badie Azzaman MEHADJI

: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

ADMINISTRATION

Doyen : Pr Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la coopération : Pr. Hanane RAISS

Vice doyen aux affaires pédagogiques : Pr. Ghizlane DRAISS

Vice doyen chargé de la Pharmacie : Pr. Said ZOUHAIR

Secrétaire Général : Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

**Liste nominative du personnel enseignants chercheurs
permanant**

N°	Nom et Prénom	Cadre	Spécialité
01	BOUSKRAOUI Mohammed (Doyen)	P.E.S	Pédiatrie
02	CHOULLI Mohamed Khaled	P.E.S	Neuro pharmacologie
03	KHATOURI Ali	P.E.S	Cardiologie
04	NIAMANE Radouane	P.E.S	Rhumatologie
05	AIT BENALI Said	P.E.S	Neurochirurgie
06	KRATI Khadija	P.E.S	Gastro-entérologie
07	SOUMMANI Abderraouf	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
08	RAJI Abdelaziz	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
09	KISSANI Najib	P.E.S	Neurologie
10	SARF Ismail	P.E.S	Urologie
11	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	P.E.S	Ophtalmologie
12	AMAL Said	P.E.S	Dermatologie
13	ESSAADOUNI Lamiaa	P.E.S	Médecine interne
14	MANSOURI Nadia	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale

15	MOUTAJ Redouane	P.E.S	Parasitologie
16	AMMAR Haddou	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
17	ZOUHAIR Said	P.E.S	Microbiologie
18	CHAKOUR Mohammed	P.E.S	Hématologie biologique
19	EL FEZZAZI Redouane	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
20	YOUNOUS Said	P.E.S	Anesthésie-réanimation
21	BENELKHAÏAT BENOMAR Ridouan	P.E.S	Chirurgie générale
22	ASMOUKI Hamid	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
23	BOUMZEBRA Drissi	P.E.S	Chirurgie Cardio-vasculaire
24	CHELLAK Saliha	P.E.S	Biochimie-chimie
25	LOUZI Abdelouahed	P.E.S	Chirurgie-générale
26	AIT-SAB Imane	P.E.S	Pédiatrie
27	GHANNANE Houssine	P.E.S	Neurochirurgie
28	ABOULFALAH Abderrahim	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
29	OULAD SAIAD Mohamed	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
30	DAHAMI Zakaria	P.E.S	Urologie
31	EL HATTAOUI Mustapha	P.E.S	Cardiologie
32	ELFIKRI Abdelghani	P.E.S	Radiologie
33	KAMILI El Ouafi El Aouni	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
34	MAOULAININE Fadl mrabih rabou	P.E.S	Pédiatrie (Néonatalogie)
35	MATRANE Aboubakr	P.E.S	Médecine nucléaire
36	AIT AMEUR Mustapha	P.E.S	Hématologie biologique
37	AMINE Mohamed	P.E.S	Epidémiologie clinique
38	EL ADIB Ahmed Rhassane	P.E.S	Anesthésie-réanimation
39	ADMOU Brahim	P.E.S	Immunologie
40	CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat	P.E.S	Radiologie
41	TASSI Noura	P.E.S	Maladies infectieuses
42	MANOUDI Fatiha	P.E.S	Psychiatrie
43	BOURROUS Monir	P.E.S	Pédiatrie
44	NEJMI Hicham	P.E.S	Anesthésie-réanimation
45	LAOUAD Inass	P.E.S	Néphrologie
46	EL HOUDZI Jamila	P.E.S	Pédiatrie
47	FOURAJI Karima	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
48	ARSALANE Lamiae	P.E.S	Microbiologie-virologie
49	BOUKHIRA Abderrahman	P.E.S	Biochimie-chimie
50	KHALLOUKI Mohammed	P.E.S	Anesthésie-réanimation
51	BSISS Mohammed Aziz	P.E.S	Biophysique

52	EL OMRANI Abdelhamid	P.E.S	Radiothérapie
53	SORAA Nabila	P.E.S	Microbiologie–virologie
54	KHOUCHANI Mouna	P.E.S	Radiothérapie
55	JALAL Hicham	P.E.S	Radiologie
56	OUALI IDRISSE Mariem	P.E.S	Radiologie
57	ZAHLANE Mouna	P.E.S	Médecine interne
58	BENJILALI Laila	P.E.S	Médecine interne
59	NARJIS Youssef	P.E.S	Chirurgie générale
60	RABBANI Khalid	P.E.S	Chirurgie générale
61	HAJJI Ibtissam	P.E.S	Ophtalmologie
62	EL ANSARI Nawal	P.E.S	Endocrinologie et maladies métabolique
63	ABOU EL HASSAN Taoufik	P.E.S	Anesthésie–réanimation
64	SAMLANI Zouhour	P.E.S	Gastro–entérologie
65	LAGHMARI Mehdi	P.E.S	Neurochirurgie
66	ABOUSSAIR Nisrine	P.E.S	Génétique
67	BENCHAMKHA Yassine	P.E.S	Chirurgie réparatrice et plastique
68	CHAFIK Rachid	P.E.S	Traumato–orthopédie
69	MADHAR Si Mohamed	P.E.S	Traumato–orthopédie
70	EL HAOURY Hanane	P.E.S	Traumato–orthopédie
71	ABKARI Imad	P.E.S	Traumato–orthopédie
72	EL BOUIHI Mohamed	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
73	LAKMICHI Mohamed Amine	P.E.S	Urologie
74	AGHOUTANE El Mouhtadi	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
75	HOCAR Ouafa	P.E.S	Dermatologie
76	EL KARIMI Saloua	P.E.S	Cardiologie
77	EL BOUCHTI Imane	P.E.S	Rhumatologie
78	AMRO Lamyae	P.E.S	Pneumo–phtisiologie
79	ZYANI Mohammad	P.E.S	Médecine interne
80	GHOUNDALE Omar	P.E.S	Urologie
81	QACIF Hassan	P.E.S	Médecine interne
82	BEN DRISS Laila	P.E.S	Cardiologie
83	MOUFID Kamal	P.E.S	Urologie
84	QAMOUSS Youssef	P.E.S	Anesthésie réanimation
85	EL BARNI Rachid	P.E.S	Chirurgie générale
86	KRIET Mohamed	P.E.S	Ophtalmologie

87	BOUCHENTOUF Rachid	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
88	ABOUCHADI Abdeljalil	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
89	BASRAOUI Dounia	P.E.S	Radiologie
90	RAIS Hanane	P.E.S	Anatomie Pathologique
91	BELKHOUS Ahlam	P.E.S	Rhumatologie
92	ZAOUI Sanaa	P.E.S	Pharmacologie
93	MSOUGAR Yassine	P.E.S	Chirurgie thoracique
94	EL MGHARI TABIB Ghizlane	P.E.S	Endocrinologie et maladies métaboliques
95	DRAISS Ghizlane	P.E.S	Pédiatrie
96	EL IDRISSE SLITINE Nadia	P.E.S	Pédiatrie
97	RADA Noureddine	P.E.S	Pédiatrie
98	BOURRAHOUEAT Aicha	P.E.S	Pédiatrie
99	MOUAFFAK Youssef	P.E.S	Anesthésie-réanimation
100	ZIADI Amra	P.E.S	Anesthésie-réanimation
101	ANIBA Khalid	P.E.S	Neurochirurgie
102	TAZI Mohamed Illias	P.E.S	Hématologie clinique
103	ROCHDI Youssef	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
104	FADILI Wafaa	P.E.S	Néphrologie
105	ADALI Imane	P.E.S	Psychiatrie
106	ZAHLANE Kawtar	P.E.S	Microbiologie- virologie
107	LOUHAB Nisrine	P.E.S	Neurologie
108	HAROU Karam	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
109	BASSIR Ahlam	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
110	BOUKHANNI Lahcen	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
111	FAKHIR Bouchra	P.E.S	Gynécologie-obstétrique
112	BENHIMA Mohamed Amine	P.E.S	Traumatologie-orthopédie
113	HACHIMI Abdelhamid	P.E.S	Réanimation médicale
114	EL KHAYARI Mina	P.E.S	Réanimation médicale
115	AISSAOUI Younes	P.E.S	Anesthésie-réanimation
116	BAIZRI Hicham	P.E.S	Endocrinologie et maladies métaboliques
117	ATMANE El Mehdi	P.E.S	Radiologie
118	EL AMRANI Moulay Driss	P.E.S	Anatomie
119	BELBARAKA Rhizlane	P.E.S	Oncologie médicale
120	ALJ Soumaya	P.E.S	Radiologie

121	OUBAHA Sofia	P.E.S	Physiologie
122	EL HAOUATI Rachid	P.E.S	Chirurgie Cardio-vasculaire
123	BENALI Abdeslam	P.E.S	Psychiatrie
124	MLIHA TOUATI Mohammed	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
125	MARGAD Omar	P.E.S	Traumatologie-orthopédie
126	KADDOURI Said	P.E.S	Médecine interne
127	ZEMRAOUI Nadir	P.E.S	Néphrologie
128	EL KHADER Ahmed	P.E.S	Chirurgie générale
129	LAKOUICHMI Mohammed	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
130	DAROUASSI Youssef	P.E.S	Oto-rhino-laryngologie
131	BENJELLOUN HARZIMI Amine	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
132	FAKHRI Anass	P.E.S	Histologie-embryologie cytogénétique
133	SALAMA Tarik	P.E.S	Chirurgie pédiatrique
134	CHRAA Mohamed	P.E.S	Physiologie
135	ZARROUKI Youssef	P.E.S	Anesthésie-réanimation
136	AIT BATAHAR Salma	P.E.S	Pneumo-phtisiologie
137	ADARMOUCH Latifa	P.E.S	Médecine communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)
138	BELBACHIR Anass	P.E.S	Anatomie pathologique
139	HAZMIRI Fatima Ezzahra	P.E.S	Histologie-embryologie cytogénétique
140	EL KAMOUNI Youssef	P.E.S	Microbiologie-virologie
141	SERGHINI Issam	P.E.S	Anesthésie-réanimation
142	EL MEZOUARI El Mostafa	P.E.S	Parasitologie mycologie
143	ABIR Badreddine	P.E.S	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
144	GHAZI Mirieme	P.E.S	Rhumatologie
145	ZIDANE Moulay Abdelfettah	P.E.S	Chirurgie thoracique
146	LAHKIM Mohammed	P.E.S	Chirurgie générale
147	MOUHSINE Abdelilah	P.E.S	Radiologie
148	TOURABI Khalid	P.E.S	Chirurgie réparatrice et plastique
149	BELHADJ Ayoub	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
150	BOUZERDA Abdelmajid	Pr Ag	Cardiologie

151	ARABI Hafid	Pr Ag	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle
152	ARSALANE Adil	Pr Ag	Chirurgie thoracique
153	NADER Youssef	Pr Ag	Traumatologie-orthopédie
154	SEDDIKI Rachid	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
155	ABDELFETTAH Youness	Pr Ag	Rééducation et réhabilitation fonctionnelle
156	REBAHI Houssam	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
157	BENNAOUI Fatiha	Pr Ag	Pédiatrie
158	ZOUIZRA Zahira	Pr Ag	Chirurgie Cardio-vasculaire
159	SEBBANI Majda	Pr Ag	Médecine Communautaire (Médecine préventive, santé publique et hygiène)
160	ABDOU Abdessamad	Pr Ag	Chirurgie Cardio-vasculaire
161	HAMMOUNE Nabil	Pr Ag	Radiologie
162	ESSADI Ismail	Pr Ag	Oncologie médicale
163	MESSAOUDI Redouane	Pr Ag	Ophtalmologie
164	ALJALIL Abdelfattah	Pr Ag	Oto-rhino-laryngologie
165	LAFFINTI Mahmoud Amine	Pr Ag	Psychiatrie
166	RHARRASSI Issam	Pr Ag	Anatomie-pathologique
167	ASSERRAJI Mohammed	Pr Ag	Néphrologie
168	JANAH Hicham	Pr Ag	Pneumo-phtisiologie
169	NASSIM SABAH Taoufik	Pr Ag	Chirurgie réparatrice et plastique E]
170	ELBAZ Meriem	Pr Ag	Pédiatrie
171	BELGHMAIDI Sarah	Pr Ag	Ophtalmologie
172	FENANE Hicham	Pr Ag	Chirurgie thoracique
173	GEBRATI Lhoucine	Pr Hab	Chimie
174E]	FDIL Naima	Pr Hab	Chimie de coordination bio-organique
175	LOQMAN Souad	Pr Hab	Microbiologie et toxicologie environnementale
176	BAALLAL Hassan	Pr Ag	Neurochirurgie
177	BELFQUIH Hatim	Pr Ag	Neurochirurgie
178	MILOUDI Mouhcine	Pr Ag	Microbiologie-virologie
179	AKKA Rachid	Pr Ag	Gastro-entérologie
180	BABA Hicham	Pr Ag	Chirurgie générale
181	MAOUJOUD Omar	Pr Ag	Néphrologie

182	SIRBOU Rachid	Pr Ag	Médecine d'urgence et de catastrophe
183	EL FILALI Oualid	Pr Ag	Chirurgie Vasculaire périphérique
184	EL- AKHIRI Mohammed	Pr Ag	Oto-rhino-laryngologie
185	HAJJI Fouad	Pr Ag	Urologie
186	OUMERZOUK Jawad	Pr Ag	Neurologie
187	JALLAL Hamid	Pr Ag	Cardiologie
188	ZBITOU Mohamed Anas	Pr Ag	Cardiologie
189	RAISSI Abderrahim	Pr Ag	Hématologie clinique
190	BELLASRI Salah	Pr Ag	Radiologie
191	DAMI Abdallah	Pr Ag	Médecine Légale
192	AZIZ Zakaria	Pr Ag	Stomatologie et chirurgie maxillo faciale
193	ELOUARDI Youssef	Pr Ag	Anesthésie-réanimation
194	LAHLIMI Fatima Ezzahra	Pr Ag	Hématologie clinique
195	EL FAKIRI Karima	Pr Ag	Pédiatrie
196	NASSIH Houda	Pr Ag	Pédiatrie
197	LAHMINI Widad	Pr Ag	Pédiatrie
198	BENANTAR Lamia	Pr Ag	Neurochirurgie
199	EL FADLI Mohammed	Pr Ag	Oncologie médicale
200	AIT ERRAMI Adil	Pr Ag	Gastro-entérologie
201	CHETTATI Mariam	Pr Ag	Néphrologie
202	SAYAGH Sanae	Pr Ag	Hématologie
203	BOUTAKIOUTE Badr	Pr Ag	Radiologie
204	CHAHBI Zakaria	Pr Ass	Maladies infectieuses
205	ACHKOUN Abdessalam	Pr Ass	Anatomie
206	DARFAOUI Mouna	Pr Ass	Radiothérapie
207	EL-QADIRY Raby	Pr Ass	Pédiatrie
208	ELJAMILI Mohammed	Pr Ass	Cardiologie
209	HAMRI Asma	Pr Ass	Chirurgie Générale
210	EL HAKKOUNI Awatif	Pr Ass	Parasitologie mycologie
211	ELATIQUI Oumkeltoum	Pr Ass	Chirurgie réparatrice et plastique
212	BENZALIM Meriam	Pr Ass	Radiologie
213	ABOULMAKARIM Siham	Pr Ass	Biochimie
214	LAMRANI HANCI Asmae	Pr Ass	Microbiologie-virologie
215	HAJHOUI Farouk	Pr Ass	Neurochirurgie
216	EL KHASSOUI Amine	Pr Ass	Chirurgie pédiatrique

217	MEFTAH Azzelarab	Pr Ass	Endocrinologie et maladies métaboliques
218	DOUIREK Fouzia	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
219	BELARBI Marouane	Pr Ass	Néphrologie
220	AMINE Abdellah	Pr Ass	Cardiologie
221	CHETOUI Abdelkhalek	Pr Ass	Cardiologie
222	WARDA Karima	Pr Ass	Microbiologie
223	EL AMIRI My Ahmed	Pr Ass	Chimie de Coordination bio-organique
224	ROUKHSI Redouane	Pr Ass	Radiologie
225	EL GAMRANI Younes	Pr Ass	Gastro-entérologie
226	ARROB Adil	Pr Ass	Chirurgie réparatrice et plastique
227	SALLAHI Hicham	Pr Ass	Traumatologie-orthopédie
228	SBAAI Mohammed	Pr Ass	Parasitologie-mycologie
229	FASSI FIHRI Mohamed jawad	Pr Ass	Chirurgie générale
230	BENCHAFAI Ilias	Pr Ass	Oto-rhino-laryngologie
231	EL JADI Hamza	Pr Ass	Endocrinologie et maladies métaboliques
232	SLIOUI Badr	Pr Ass	Radiologie
233	AZAMI Mohamed Amine	Pr Ass	Anatomie pathologique
234	YAHYAOUI Hicham	Pr Ass	Hématologie
235	ABALLA Najoua	Pr Ass	Chirurgie pédiatrique
236	MOUGUI Ahmed	Pr Ass	Rhumatologie
237	SAHRAOUI Houssam Eddine	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
238	AABBASSI Bouchra	Pr Ass	Pédopsychiatrie
239	SBAI Asma	Pr Ass	Informatique
240	HAZIME Raja	Pr Ass	Immunologie
241	CHEGGOUR Mouna	Pr Ass	Biochimie
242	RHEZALI Manal	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
243	ZOUITA Btissam	Pr Ass	Radiologie
244	MOULINE Souhail	Pr Ass	Microbiologie-virologie
245	AZIZI Mounia	Pr Ass	Néphrologie
246	BENYASS Youssef	Pr Ass	Traumato-orthopédie
247	BOUHAMIDI Ahmed	Pr Ass	Dermatologie
248	YANISSE Siham	Pr Ass	Pharmacie galénique
249	DOULHOUSNE Hassan	Pr Ass	Radiologie
250	KHALLIKANE Said	Pr Ass	Anesthésie-réanimation

251	BENAMEUR Yassir	Pr Ass	Médecine nucléaire
252	ZIRAOUI Oualid	Pr Ass	Chimie thérapeutique
253	IDALENE Malika	Pr Ass	Maladies infectieuses
254	LACHHAB Zineb	Pr Ass	Pharmacognosie
255	ABOUDOURIB Maryem	Pr Ass	Dermatologie
256	AHBALA Tariq	Pr Ass	Chirurgie générale
257	LALAOUI Abdessamad	Pr Ass	Pédiatrie
258	ESSAFTI Meryem	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
259	RACHIDI Hind	Pr Ass	Anatomie pathologique
260	FIKRI Oussama	Pr Ass	Pneumo-phtisiologie
261	EL HAMDAOUI Omar	Pr Ass	Toxicologie
262	EL HAJJAMI Ayoub	Pr Ass	Radiologie
263	BOUMEDIANE El Mehdi	Pr Ass	Traumato-orthopédie
264	RAFI Sana	Pr Ass	Endocrinologie et maladies métaboliques
265	JEBRANE Ilham	Pr Ass	Pharmacologie
266	LAKHDAR Youssef	Pr Ass	Oto-rhino-laryngologie
267	LGHABI Majida	Pr Ass	Médecine du Travail
268	AIT LHAJ El Houssaine	Pr Ass	Ophtalmologie
269	RAMRAOUI Mohammed-Es-said	Pr Ass	Chirurgie générale
270	EL MOUHAFID Faisal	Pr Ass	Chirurgie générale
271	AHMANNA Hussein-choukri	Pr Ass	Radiologie
272	AIT M'BAREK Yassine	Pr Ass	Neurochirurgie
273	ELMASRIOUI Joumana	Pr Ass	Physiologie
274	FOURA Salma	Pr Ass	Chirurgie pédiatrique
275	LASRI Najat	Pr Ass	Hématologie clinique
276	BOUKTIB Youssef	Pr Ass	Radiologie
277	MOUROUTH Hanane	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
278	BOUZID Fatima zahrae	Pr Ass	Génétique
279	MRHAR Soumia	Pr Ass	Pédiatrie
280	QUIDDI Wafa	Pr Ass	Hématologie
281	BEN HOUMICH Taoufik	Pr Ass	Microbiologie-virologie
282	FETOUI Imane	Pr Ass	Pédiatrie
283	FATH EL KHIR Yassine	Pr Ass	Traumato-orthopédie
284	NASSIRI Mohamed	Pr Ass	Traumato-orthopédie
285	AIT-DRISS Wiam	Pr Ass	Maladies infectieuses
286	AIT YAHYA Abdelkarim	Pr Ass	Cardiologie

287	DIANI Abdelwahed	Pr Ass	Radiologie
288	AIT BELAID Wafae	Pr Ass	Chirurgie générale
289	ZTATI Mohamed	Pr Ass	Cardiologie
290	HAMOUCHE Nabil	Pr Ass	Néphrologie
291	ELMARDOULI Mouhcine	Pr Ass	Chirurgie Cardio-vasculaire
292	BENNIS Lamiae	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
293	BENDAOUD Layla	Pr Ass	Dermatologie
294	HABBAB Adil	Pr Ass	Chirurgie générale
295	CHATAR Achraf	Pr Ass	Urologie
296	OUMGHAR Nezha	Pr Ass	Biophysique
297	HOUMAID Hanane	Pr Ass	Gynécologie-obstétrique
298	YOUSFI Jaouad	Pr Ass	Gériatrie
299	NACIR Oussama	Pr Ass	Gastro-entérologie
300	BABACHEIKH Safia	Pr Ass	Gynécologie-obstétrique
301	ABDOURAFIQ Hasna	Pr Ass	Anatomie
302	TAMOUR Hicham	Pr Ass	Anatomie
303	IRAQI HOUSSAINI Kawtar	Pr Ass	Gynécologie-obstétrique
304	EL FAHIRI Fatima Zahrae	Pr Ass	Psychiatrie
305	BOUKIND Samira	Pr Ass	Anatomie
306	LOUKHNATI Mehdi	Pr Ass	Hématologie clinique
307	ZAHROU Farid	Pr Ass	Neurochirurgie
308	MAAROUFI Fathillah Elkarim	Pr Ass	Chirurgie générale
309	EL MOUSSAOUI Soufiane	Pr Ass	Pédiatrie
310	BARKICHE Samir	Pr Ass	Radiothérapie
311	ABI EL AALA Khalid	Pr Ass	Pédiatrie
312	AFANI Leila	Pr Ass	Oncologie médicale
313	EL MOULOUA Ahmed	Pr Ass	Chirurgie pédiatrique
314	LAGRINE Mariam	Pr Ass	Pédiatrie
315	OULGHOUL Omar	Pr Ass	Oto-rhino-laryngologie
316	AMOCH Abdelaziz	Pr Ass	Urologie
317	ZAHLAN Safaa	Pr Ass	Neurologie
318	EL MAHFOUDI Aziz	Pr Ass	Gynécologie-obstétrique
319	CHEHBOUNI Mohamed	Pr Ass	Oto-rhino-laryngologie
320	LAIRANI Fatima ezzahra	Pr Ass	Gastro-entérologie
321	SAADI Khadija	Pr Ass	Pédiatrie
322	DAFIR Kenza	Pr Ass	Génétique
323	CHERKAOUI RHAZOUANI Oussama	Pr Ass	Neurologie

324	ABAINOU Lahoussaine	Pr Ass	Endocrinologie et maladies métaboliques
325	BENCHANNA Rachid	Pr Ass	Pneumo-phtisiologie
326	TITOU Hicham	Pr Ass	Dermatologie
327	EL GHOUL Naoufal	Pr Ass	Traumato-orthopédie
328	BAHI Mohammed	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
329	RAITEB Mohammed	Pr Ass	Maladies infectieuses
330	DREF Maria	Pr Ass	Anatomie pathologique
331	ENNACIRI Zainab	Pr Ass	Psychiatrie
332	BOUSSAIDANE Mohammed	Pr Ass	Traumato-orthopédie
333	JENDOUI Omar	Pr Ass	Urologie
334	MANSOURI Maria	Pr Ass	Génétique
335	ERRIFAIY Hayate	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
336	BOUKOUB Naila	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
337	OUACHAOU Jamal	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
338	EL FARGANI Rania	Pr Ass	Maladies infectieuses
339	IJIM Mohamed	Pr Ass	Pneumo-phtisiologie
340	AKANOUR Adil	Pr Ass	Psychiatrie
341	ELHANAFI Fatima Ezzohra	Pr Ass	Pédiatrie
342	MERBOUH Manal	Pr Ass	Anesthésie-réanimation
343	BOUROUMANE Mohamed Rida	Pr Ass	Anatomie
344	IJDDA Sara	Pr Ass	Endocrinologie et maladies métaboliques

LISTE ARRETEE LE 09/01/2024



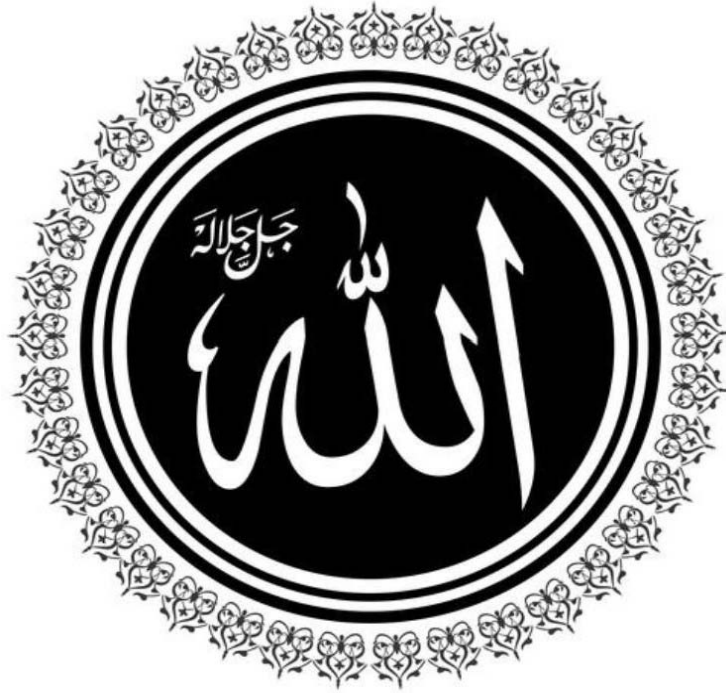
DEDICACES



*Je me dois d'avouer pleinement ma reconnaissance à toutes les personnes
qui m'ont soutenue durant mon parcours, qui ont su me hisser vers le
haut pour atteindre mon objectif. C'est avec amour, respect et gratitude
que*



Je dédie cette thèse...



*Louage à ALLAH tout puissant, qui m'a permis de voir ce
jour tant attendu.*

*Sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti.
Soumission, louanges et remerciements, pour votre clémence
et miséricorde.*

A la mémoire de ma grand-mère MI-ZAHRA

Ton souvenir demeure une lumière éternelle dans mon cœur.

Malgré les épreuves difficiles de la maladie que tu as courageusement affrontées, tu as toujours arboré un sourire qui illuminait nos jours les plus sombres. Ta patience infinie était une leçon vivante, un exemple de résilience face à l'adversité, de foi et de sérénité.

Tu as été bien plus qu'une grand-mère, tu as été une source incommensurable d'espoir et d'amour inconditionnel.

Chaque souvenir de toi est un rappel poignant de la force tranquille qui réside dans la gentillesse.

À travers tes moments difficiles, tu as enseigné que la grâce et la persévérance peuvent coexister. Ton amour était une constante inaltérable, une force qui transcende le temps.

Puisses-tu reposer en paix, sachant que ton sourire reste vivant dans nos cœurs.

Avec tout mon amour.

A la mémoire de ma grand-mère paternelle MI-AICHA

Tu as toujours attendu le jour de me voir ton petit-fils médecin pour soigner sa grand-mère. Malheureusement, tu nous as quittés avant que ce rêve ne devienne réalité. Ton sourire radieux, ton esprit vif, tes conseils avisés et ta sagesse, tes histoires, résonnent dans ma vie et me guide avec bienveillance éternelle. Ta présence est profondément ressentie. À travers nos réussites et nos épreuves, nous pouvons sentir ton soutien silencieux, ton amour indéfectible. Ton héritage perdure dans nos cœurs, et chaque pas que nous faisons est imprégné de l'amour que tu nous as si généreusement donné.

Avec tout mon amour.

A la mémoire de mon grand-père paternel Ba-Lahcen
C'est toujours réconfortant de se rappeler de ton regard
bienveillant, ton sourire chaleureux. Ta vie fut un récit de
force et de persévérance, un exemple vivant de dignité et de
générosité. Chaque moment passé à tes côtés était une leçon, un
héritage précieux que je chéris aujourd'hui.

A la mémoire de Amti-Khadouj

A la femme exemple d'altruisme, de bonté, et de générosité.
J'étais chanceux de t'avoir accompagné pendant les premières
années de ma vie. A travers toi j'ai appris la valeur du soutien
inconditionnel et d'empathie aux premières années de ma vie.
Je dédie ces mots empreints de gratitude et de reconnaissance.

A la mémoire de Amti-Zahra, Amí Mohamed.

A ma chère douce maman Meriem EL FATINE.

*Mes mots ne sauront jamais exprimer mes sentiments d'amour
et de reconnaissance. Ce jour n'est que le résultat d'un rêve que
tu as nourri avec amour et sacrifice. Tant de nuits blanches, de
sacrifices, de batailles discrètes, de dévouement et de patience,
que tu as menée avec amour inégal pour que ce rêve devienne
réalité. A la meilleure maman qui peut exister, et la femme la
plus incroyable à mes yeux, à toi la femme exceptionnelle,
combattante, d'une générosité et tendresse infinie et au sourire
contagieux. Je dédie ce parcours, avec gratitude et amour.
Que ces mots soient un modeste hommage à l'extraordinaire
femme que tu es. Que ton amour et ta détermination
continuent de guider mes pas, tout comme ils l'ont fait jusqu'à
présent.*

Je t'aime Maman.

A mon cher Papa et Guide de vie Khalid LOUMAME.

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi.

Tu m'as toujours imprégné de tendresse, de bienveillance, d'amour, d'assurance, de réconfort et de soutien infini.

Avec toi j'ai appris le sens de responsabilité, du sérieux, d'honnêteté, de discipline de détermination et de résilience.

A ta compagnie j'ai appris les plus nobles des valeurs humaines.

Tu es mon idole et ma boussole dans la vie, le pilier de ma philosophie de vie, et chaque étape de ce parcours porte l'empreinte de l'homme merveilleux que tu es, aussi tendre et fort.

Au meilleur enseignant, et exemple de conscience vis-à-vis de ces étudiants, te voir travailler avec dévouement ne peut que m'encourager à avancer plus loin.

Que ces mots expriment ma profonde gratitude envers toi, papa.

Ton influence sur ma vie est infinie, et chaque réussite que je célèbre est un hommage silencieux à l'homme extraordinaire qui m'a guidé sur le chemin de la vie.

Je t'aime Papa

A ma jolie sœur Salma

A ma sœur au plus beau caractère, rayonnante, radieuse, qui illumine ma vie en lumière douce, Tu m'as fait sourire dans les moments difficiles, apportant une lueur d'optimisme même dans l'obscurité. Ta présence a été une source inépuisable de réconfort et de soutien. Tu m'as toujours comblé d'affection d'amour et de tendresse Il n'y a pas de trésor plus précieux que l'amour et l'affection d'une sœur, et tu es la mienne parfaite. Tu m'as fait sourire dans les moments difficiles, apportant une lueur d'optimisme même dans l'obscurité. A tous les moments de joie et de rire que nous partageons ensemble.

Je t'aime

A ma petite chère sœur Hiba

Au petit trésor qui apporte joie infinie, une lueur d'espoir qui éclaire mes jours avec tendresse.

A ma petite sœur, brillante, ingénieuse et assidue mais aussi adorable et charmante. Je serai toujours fier de toi.

Au sein de notre famille, tu es la douceur incarnée. Ton amour et ta gentillesse créent chaleur et réconfort.

Je t'aime

A mon cousin et petit frère Saad LOUMAME

Quoi de mieux d'avoir un meilleur ami au sein de la famille. Nous partageons beaucoup d'aventures de voyages de moments heureux de joie ensemble.

Ta joie illumine famille et amis.

Petit médecin de la famille je te souhaite tout le bonheur et la réussite.

A ma tante Jamila LOUMAME

À ma chère tante, une âme bienveillante, altruiste et attentionnée. En tant que seconde grand-mère, tu as consacré amour et altruisme au bien de toute la famille. Tu nous as enseigné le vrai sens du sacrifice et de l'amour. Ma gratitude envers toi est immense pour tout ce que tu fais pour nous. Avec tout mon amour et ma reconnaissance infinie.

A mon grand-père Ahmed EL FATINE

À mon cher grand-père, un homme de foi inébranlable et d'une honnêteté sans faille. Ton exemple illumine notre famille, et ta sagesse continue de guider nos vies.

A toute la Famille LOUMAME : mes chères tantes Aïcha LOUMAME, Jamila LOUMAME, Malika LOUMAME, Khadija LOUMAME, Latifa LOUMAME,

A mes chers oncles : Hassan LOUMAME, Youssef LOUMAME et Samir LOUMAME,

A tous mes cousines et cousins.

En ces mots, je veux exprimer la richesse inestimable que chaque membre apporte à notre grande famille. Chacun de vous est une pièce précieuse du puzzle familial, créant une toile vivante de souvenirs, de rires et d'amour partagé.

A ma chère tante Amina AIT ADDI « AWINTI », ton dua illumine ma vie, et à toute la famille EL FATINE : Mon grand-père Ahmed EL FATINE, ma tante Bouchra EL FATINE, Mes oncles Abdessamad EL FATINE, Mohamed EL Fatine et Abdelmonime EL FATINE, et tous mes cousins.

Votre présence et vos prières m'ont toujours été d'un soutien remarquable. Je vous dédie ce travail en espérant que dieu le tout puissant vous procure santé et longévité.

A Zahra Hamad, Rachida HAMAD, Naïma HAMAD, Loubna MOUHIBALLAH et la petite Hfissa.

En témoignage de mon immense respect, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

A moi-même

*« Diamonds don't shatter beautiful and battered »
Après de longues années d'études, de patience, de persévérance
et de résilience, je tiens à prendre un moment pour te
remercier, toi-même, d'avoir maintenu le cap jusqu'au bout.
Les défis étaient nombreux, les moments difficiles inévitables,
mais tu as su faire preuve d'une détermination sans faille.
Tu as relevé chaque obstacle avec une résilience remarquable
et tu as persévéré même lorsque le chemin semblait ardu.
Merci de ne pas avoir abandonné, de t'être accroché à tes rêves
et d'avoir poursuivi tes aspirations avec une telle force
intérieure. Ces années d'efforts et de dévouement ont façonné
la personne que tu es aujourd'hui, et je suis reconnaissant de
t'avoir accompagné dans ce voyage.*

Louange à Allah, le Tout Miséricordieux

*A mes chers amis, qui sans eux ce parcours ne pouvait être
aussi fascinant*

Au meilleur ami DAHBI Yassir

*Au compagnon de route, avec qui j'ai partagé les petites joies
de l'enfance, les défis de la vie adulte.*

*Que cette dédicace symbolise l'importance éternelle de notre
amitié, et que les prochaines étapes de nos vies soient aussi
enrichissantes que les précédentes.*

Avec une amitié sincère.

Au meilleur ami Dr Nasim AYOUB

Aux longues journées et nuits blanches de prépa, aux moments difficiles où tout semblait sombre.

Mais aussi, aux moments de joie et aux rires enthousiastes. Notre amitié a toujours été un refuge, nous offrant réconfort et soutien, et transformant ces instants pénibles en souvenirs indélébiles.

Aux prochaines aventures qui s'annoncent aussi passionnantes que les précédentes

Au grand frère Adam KASBAOUI

Tu as toujours occupé la place irremplaçable du grand frère. Puissent les prochains chapitres de nos vies continuer à être tissés de souvenirs partagés, de rires complices, et d'une amitié qui transcende toutes les distances.

Au Bînome et frère Dr Salim BOUTADGHART .

En peu de temps, nous avons créé une toile d'amitié tissée de secrets partagés et de rires spontanés. Ta présence est devenue une partie précieuse de mon quotidien, et nos conversations ont créé des souvenirs qui resteront gravés dans ma mémoire.

Merci d'avoir partagé avec moi les joies, les peines, et tous ces petits moments qui rendent l'amitié si spéciale.

A ma troisième sœur Dr Majid KHALOULA

A la meilleure OB-GYN.

Nous avons partagé des moments sombres, des épreuves insurmontables, mais aussi des instants de joie immense qui resteront gravés dans nos mémoires.

Notre amitié, forgée au fil des années, a créé un lien indissoluble qui va bien au-delà des simples mots. Cette dédicace est l'expression de gratitude envers ton amitié, qui a pu me relever dans les moments les plus pénibles et sombres.

A ma chère amie Dr Nassira NAJIMI

Ton soutien et ta présence ont transformé des moments difficiles en moments moins pénibles.

Ta détermination a été une source constante d'inspiration.

Je te souhaite beaucoup de bonheur.

Aux amis d'enfances qui sont devenus compagnons aux fils des années, Dream-team, Mon frère Dr EL BOUHALI ANAS, Dr Mohamed Amine BENERRAHILYA « MAB », je reconnais l'aide et le soutien pour la réalisation de ce travail, Oussama ABOURIAL « ouss » AI DOC, Mon ami depuis la maternelle EL HAKIOUI Amine, Brahim ZOULOUI, Mehdi BOULAAARAB, Tarik AIT OUAKRIM, Achraf AIT OUNEJJAR, Nasser Fatine et Shadi AIT HADDANE.

Quoi de mieux qu'une amitié qui résiste à l'épreuve du temps, et bien que différents chacun de vous a été une pièce précieuse du puzzle donnant diversité au groupe.

Grandir ne nous a pas empêchés de profiter des matchs de foot, de longues conversations amusantes, de tout et de rien de jeux.

Je souhaite longévité et bonheur au groupe.

*A ma chère amie Dr MANSOURI Hind, la meilleure
Cardiologue.*

*Que la douceur de l'amitié soit faite de rires et de plaisirs
partagés.*

*Ta capacité à rester forte face aux épreuves a été une source
d'inspiration constante pour nous tous.*

Je te souhaite joie et bonheur.

Aussi à Hajar MANSOURI et toute la famille MANSOURI.

A ma chère amie Dr Hasna ACHBANI

*Ton habilité à écouter avec empathie a été une bénédiction
précieuse. Je te souhaite longévité et bonheur.*

*A mon cher ami et frère Dr Mohamed ACHRAF LAMMAT,
Que la joie des rires que nous avons partagés soit le prélude à
une longue et heureuse vie pour toi. Souhaitons-nous encore de
nombreuses expériences partagées dans les années à venir.*

A mon professeur, pédiatre Abdessamad EL ALAOUI.

Vos conseils et guides m'ont été d'une valeur inestimable.

*A mes frères et compagnons Dr BOUZIDI Abdelmohcine et Dr
ESSABIRI Zakaria*

Je souhaite longue vie à notre amitié

*Au frère et meilleur pharmacien Amine AGUINANE,
En témoignage de l'amitié qui nous unit et des souvenirs de
tous les moments que nous avons passés ensemble, je vous
souhaite beaucoup de bonheur,*

*Aussi à Hannah YAACOUBI et toutes les merveilleuses
personnes que j'ai connu à Ouazzan 2023.*

Aux amis avec qui ces longues années d'études ont été un véritable plaisir,

*Dr Mehdi MEGDICHE , Dr BAALI Hajar, , Dr Imane FIERI,
Dr Alia TAFALI, Dr Med Hamza EL MANSOURI, Dr Mouad
AKHOUD, Dr Oumaima GHEZZAR, Dr BOUNID Achraf,
Dr Taha EL AZHAR, Dr AIT JAJA Sara, Dr Salma CHABLI,
Dr Majda LAGHOUIOUI, Dr BOUHSINI Imane, Dr JAAJAR
Safa, Dr Mohamed EL GHASSOULI, Dr Safa DEBBAGH, Dr
Sami BOUTTI, Dr MANSAR Fatimaezzahra et Oumaima
CHOUIRF, Dr DOUMALI Zakaria, Dr Aya ZEROUAL,
A Nour El Houda HABACHI, Khalil NASSIH*

A Dr Salma AIT SEDDIK

*Ton amitié a été d'un soutien inestimable tout au long de ce
parcours Je te souhaite bonheur et longévité*

A Adnane OUNAS

*Que de nombreux voyages et aventures excitantes nous
attendent à l'avenir*

A Dr Nour Imane EL GHRABALI

Je te souhaite réussite et bonheur

A Mohamed BOUDALI

Je te souhaite réussite et bonheur

A Dr Ilham LAARIF,

*Ta précieuse amitié et ton soutien ont été d'une valeur
inestimable pour moi*

*A Dr Chaïmaa FAHRI
Je te souhaite réussite et bonheur*

Au Coach Smaïl et tous les athlètes du club Gymaholic

*Au Professeur CARBOGNAGNI du service de Chirurgie
thoracique de l'hôpital de Parme,
A tout le personnel du service, DR Giovanni, Dr Nicole, Dr
Musini et au CP Alice Pelanda*

*Mon passage en Mai 2023 a été marquant.
Je vous remercie pour l'accueil chaleureux, votre bienveillance
et les beaux souvenirs.*

*Au meilleur Leo Zakaria RHAZRI, à AEM Marrakech et
IFMSA Morocco.*

*Aux belles rencontres de Dar Saïda et à si Ahmed,
Nous exprimons notre reconnaissance pour ta bienveillance,
ton soutien et les sacrifices.*

*A Professeur Wydad LAHMINI et Professeur BOURROUS
Monir*

*Mon expérience au sein du service d'urgences pédiatriques a
été profondément marquante. Je souhaite exprimer ma
gratitude pour votre bienveillance, vos conseils et la
philosophie de vie vous vous efforcez de transmettre aux
étudiants.*

*A tous mes enseignantes de la maternelle, de l'école primaire
Al Yasmine, de l'école primaire TARIK NAJAH
Et mes enseignants du collège lycée Jousour AL MAARIFA, et
à mes chers enseignants et professeurs de la faculté de
médecine et de pharmacie de Marrakech
Chaque étape de notre éducation a été marquée par votre
influence bienveillante.
Puissiez-vous recevoir cette dédicace comme un témoignage de
notre reconnaissance éternelle pour le rôle exceptionnel que
vous avez joué dans notre développement académique et
personnel.*



REMERCIEMENTS



*À notre Maître et Président du jury de thèse
Professeur Atmane EL MEHDI,
Professeur et chef de service de Radiologie l'hôpital militaire
Avicenne.*

*Nous avons l'immense honneur de compter sur votre
présence en tant que président du jury de notre
thèse. Votre expertise professionnelle indéniable,
conjugée à vos qualités humaines exemplaires,
suscitent l'admiration et le respect unanimes.
Vous représentez pour nous l'exemple de rigueur et
d'intégrité dans l'exercice de la profession.
Veuillez, cher Maître, de trouver dans ce modeste
travail l'expression de notre plus haute
considération, de notre reconnaissance sincère et de
notre profond respect.*

*À notre Maître et Rapporteur de thèse
Professeur BELLASRI Salah,
Professeur de Radiologie à l'hôpital Militaire Avicenne.
Nous vous exprimons notre profonde gratitude pour
avoir accepté de diriger ce travail.
Vos efforts incommensurables, vos précieuses
informations fournies gracieusement, vos
encouragements constants, vos conseils avisés et vos
remarques exceptionnelles sont infiniment appréciés.
J'espère avoir été à la hauteur de votre confiance et de
vos attentes.
Veuillez trouver ici, cher maître, le témoignage de ma
gratitude, de mes sentiments les plus distingués et de
ma plus haute considération.*

*À notre Maître et Juge de thèse
Professeur Benjelloun HARZIMI AMINE,
Professeur de Pneumologie à l'hôpital militaire Avicenne.
Nous vous remercions sincèrement de l'honneur que
vous nous faites en acceptant de siéger dans notre
jury. Votre expertise, votre rigueur et vos qualités
humaines exemplaires ont constamment suscité
notre admiration. Nous tenons à exprimer notre
gratitude pour l'accueil chaleureux que vous nous
avez réservé. Veuillez croire, cher maître, en
l'expression de notre grande admiration et de notre
profond respect.*

*À notre Maître et Juge de thèse
Professeur ARSALANE Adil,
Professeur de Chirurgie thoracique à l'hôpital militaire
Avicenne.
Nous vous remercions sincèrement de l'honneur que
vous nous faites en siégeant dans notre jury. Nous
sommes très reconnaissants de la spontanéité avec
laquelle vous avez accepté de juger notre travail.
Veuillez croire, cher Maître, à l'expression de notre
profond respect et de notre haute considération.*

*À notre Maître et Juge de thèse
Professeur Janah HICHAM,
Professeur de Pneumologie à l'hôpital militaire Avicenne.
Vous nous avez honoré d'accepter avec grande
sympathie de siéger parmi notre jury de thèse. Nous
vous sommes infiniment reconnaissants.
Veuillez trouver ici l'expression de notre
respectueuse considération et notre profonde
admiration pour toutes vos qualités scientifiques et
humaines. Ce travail est pour nous l'occasion de vous
témoigner de notre profonde gratitude.*



ILLUSTRATIONS



Liste des tableaux

- Tableau I** : Profondeur de la lésion par rapport à la plèvre en cm (moyenne \pm écart type).
- Tableau II** : Nombre de spécimens obtenus par BTP (moyenne \pm écart type).
- Tableau III** : Taux de complications mineurs, comparaison entre des séries de la littérature.
- Tableau IV** : Comparaison de la taille d'échantillon entre notre série et d'autres études de littérature.
- Tableau V** : Comparaison du ratio BTP écho-guidées et scanno-guidées entre notre série et d'autres études de la littérature.
- Tableau VI** : Moyenne d'âge et population cible : comparaison avec d'autres séries de la littérature.
- Tableau VII** : Prédominance de sexe : comparaison entre notre série et d'autres études de la littérature.
- Tableau VIII** : Volume tumoral (moyenne) : comparaison entre notre série et d'autres études de la littérature.
- Tableau IX** : Résultats histologiques finaux de BTP, comparaison entre notre série et d'autres études de la littérature.
- Tableau X** : Rendement diagnostique et précision globale de BTP scanno-guidées, comparaison entre notre série et d'autres études de la littérature.
- Tableau XI** : Précision globale, spécificité, sensibilité, VPP et VPN de BTP écho-guidées, Comparaison entre notre série et d'autres études de la littérature.
- Tableau XII** : Efficacité diagnostique, Précision globale, sensibilité et spécificité : comparaison entre BTP écho-guidées et scanno-guidées, pour notre série et d'autres études comparatives.
- Tableau XIII** : Variation de la taille lésionnelle lors de BTP scanno-guidées en fonction du nombre de diagnostics indéterminés dans la série de Jarmakani et al.
- Tableau XIV** : Taux de pneumothorax et de mise en place de drain thoracique, comparaison entre notre série et d'autres études de la littérature.
- Tableau XV** : Variation des taux de pneumothorax en fonction de l'aération du poumon traversé.
- Tableau XVI** : Taux d'hémorragie minime (%), comparaison entre notre série, deux méta-analyses et une autre étude.

- Tableau XVII** : Relation entre calibre de l'aiguille et survenue de complications telles rapportées dans des études de la littérature
- Tableau XVIII** : Taux de Pneumothorax et de mise en place de drainage thoracique, comparaison entre utilisation d'aiguille 18G et 19G avec système co-axial (Série de Joshua D Kuban et al.).
- Tableau XIX** : Corrélation entre la survenue de Pneumothorax et la taille de la lésion, (p=0.12), selon Khan et al.
- Tableau XX** : Corrélation entre la survenue d'hémorragie et la taille de la lésion. (p=0.006) selon Khan et al.
- Tableau XXI** : Relation entre l'occurrence de pneumothorax et la profondeur de la lésion en mm, et taille de la lésion, série de Christoph M. Heyer et al.
- Tableau XXII** : Corrélation entre la survenue de Pneumothorax et la longueur du trajet en intra-pulmonaire. (P<0.0001), dans la série de Khan et al.
- Tableau XXIII** : Analyse univariée de la distance par rapport à la plèvre en cm, comme facteur de risque de survenue de pneumothorax lors de BTP scanno-guidées, dans une série de Sang Min Lee et al.
- Tableau XXIV** : Analyse univariée de la distance par rapport à la plèvre en cm, comme facteur de risque d'hémoptysie lors de BTP scanno-guidée, série de Sang Min Lee et al.
- Tableau XXV** : Incidence de signes hémorragique et signes tomodensitométriques d'emphysème, série de M. Heyer et al.
- Tableau XXVI** : Incidence de survenue de pneumothorax et signes tomodensitométriques d'emphysème M. Heyer et al.
- Tableau XXVII** : Risques de présenter des complications par rapport à la présence préalable d'emphysème en utilisant la biopsie par trocart (CNB), série de Sangha et al.
- Tableau XXVIII** : Comparaison des taux de complications entre ultrasons et tomodensitométrie.
- Tableau XXIX** : Taux de complications, comparaison entre BTP écho-guidées et scanno-guidées. Série de Jaramakani et al.
- Tableau XXX** : Taux de complications, comparaison entre BTP écho-guidées et BTP scanno-guidées pour des masses pulmonaires périphériques Lee et al.

Liste des Figures

- Figure 1** : Précision globale, sensibilité, spécificité, VPP et VPN de BTP scannoguidée.
- Figure 2** : Précision globale, sensibilité, spécificité, VPP et VPN de BTP échoguidées.
- Figure 3** : Image tomodensitométrique en coupe axiale de patiente ayant un complexe ganglio-tumoral hilo-médiastinal gauche avec atélectasie d'aval lobaire supérieur.
- Figure 4** : Masse centrale lobaire moyenne avec biopsie première scannoguidée avec un résultat initial négatif ; Une deuxième biopsie scannoguidée est revenue positif.
- Figure 5** : Patient ayant une lésion centrale avec atélectasie et condensation d'aval, en post biopsie il développe un abcès pariétal dont le liquide de drainage radiologique révèle un résultat final d'actinomyose.
- Figure 6** : Biopsie d'une lésion centrale avec atélectasie, sous guidage échographique ; On voit bien les limites de la lésion tumorale en rapport avec un adénocarcinome pulmonaire (têtes de flèches noires).
- Figure 7** : Coupe tomodensitométrique passant par la trachée (T).
- Figure 8** : Coupe tomodensitométrique passant par les bronches souches droite (BS d) et gauche (BS g).
- Figure 9** : Coupe TDM passant par la région hilare : les scissures apparaissent presque rectilignes (têtes de flèches).
- Figure 10** : A gauche : Reconstruction frontale passant par le tiers moyen du thorax.
: A droite : Reconstruction sagittale passant par l'hémithorax droit.
- Figure 11** : Vue antérolatérale du médiastin.
- Figure 12** : Forme et dimensions du médiastin.
- Figure 13** : Schémas sur des images TDM montrant les différents compartiments.
- Figure 14** : Image normale, coupe longitudinale thoracique postérieure, sonde 7.5 MHz.
- Figure 15** : Image normale. Coupe intercostale ou oblique.

- Figure 16** : Photographie prise lors de la biopsie d'une femme de 68 ans présentant une masse dans le lobe inférieur du poumon.
- Figure 17** : Image représentative de réalisation de cryobiopsie.
- Figure 18** : Image représentative de réalisation d'EBUS.
- Figure 19** : Schéma du mécanisme d'action d'un trocart de micro-biopsie.
- Figure 20** : Profil épidémiologique des études incluses dans une méta-analyse menée par Lee et al.
- Figure 21** : Coupes tomodensitométriques du cas d'embolie gazeuse rapporté par David Lang et al.
- Figure 22** : Coupes longitudinales d'un nodule pulmonaire périphérique du lobe inférieur droit (flèches longues) chez un homme de 63 ans atteint d'un cancer du pancréas.

liste des graphiques

- Graphique 1** : Histogramme comparatif de la taille des sous-groupes de l'échantillon (n=65).
- Graphique 2** : Graphique en secteurs du genre de patients dans notre série.
- Graphique 3** : Répartition des cas en fonction de la position de l'aiguille.
- Graphique 4** : Graphique comparatif des marges de visibilité entre les deux sous-groupes.
- Graphique 5** : Résultats de profils tumoraux malins dans notre série.
- Graphique 6** : Résultats de profils tumoraux bénins dans notre série.
- Graphique 7** : Répartition de diagnostics indéterminés dans notre série.
- Graphique 8** : Rendement diagnostique global.
- Graphique 9** : Comparaison des taux de complications.
- Graphique 10** : Précision globale, comparaison entre BTP scanno-guidées et écho-guidées.
- Graphique 11** : Histogramme comparatif de l'ensemble de variables d'efficacité diagnostique avec comparaison entre tomodensitométrie et ultrasons.
- Graphique 12** : Histogramme comparatif de la visibilité des marges entre BTP scanno-guidée et BTP écho-guidée.
- Graphique 13** : Graphique comparatif en secteurs de taux de pneumothorax entre BTP scanno-guidée et BTP écho-guidée.
- Graphique 14** : Histogramme comparatif des taux de pneumothorax entre BTP scanno-guidée et BTP écho-guidée.
- Graphique 15** : Comparaison des pourcentages de sous-groupes de BTP écho-guidées entre notre série et d'autres études comparatives de la littérature.
- Graphique 16** : Histogramme comparatif de moyenne d'âge (années) entre notre série et d'autres études de la littérature.
- Graphique 17** : Moyenne d'échantillons obtenus pour les BTP écho-guidées.
- Graphique 18** : Position de l'aiguille : Comparaison entre notre série et l'étude de Isnin Anang et al.
- Graphique 19** : Comparaison de résultats diagnostique finaux entre notre séries et d'autres études de la littérature
- Graphique 20** : Comparaison de taux de diagnostics indéterminés entre notre série et d'autres études de la littérature.
- Graphique 21** : Histogramme comparatif des taux de précision globale de BTP écho-

- guidées entre notre série et d'autres études de la littérature.
- Graphique 22** : Comparaison des taux de sensibilité de BTP écho-guidées entre notre série et d'autres études la littérature.
- Graphique 23** : Comparaison des taux de spécificité de BTP écho-guidées entre notre série et d'autres études la littérature.
- Graphique 24** : Comparaison des variables de réussite diagnostique dans notre série entre BTP écho-guidées et scanno-guidées.
- Graphique 25** : Résultats de réussite diagnostique dans la série de Di Bardino et al.
- Graphiques 26** : Graphiques comparatifs d'efficacité diagnostique entre BTP écho-guidées et scanno-guidées. Séries de Ali et al., Yamamoto et al., Sconfienza et al., et Jarmakani et al.
- Graphique 27** : Courbe d'échec diagnostique (%) en fonction de la distance par rapport à la plèvre (cm), $P = 0.569$, calculée avec Pearson χ^2 test, selon Sang Min Lee et al.
- Graphique 28** : Courbes des taux de pneumothorax et de saignement en fonction de la taille de la lésion en cm, selon les résultats de la série de Khan et al.
- Graphique 29** : Taux de Pneumothorax en fonction de la longueur traversée de l'aiguille en mm, selon la série de Yoshiharu Ohno et al.
- Graphique 30** : Relation de la profondeur de lésion (moyenne en mm) et l'occurrence de Pneumothorax. Série de Saji et al.
- Graphique 31** : Courbes d'occurrence d'hémoptysie (%) et de Pneumothorax (%) en fonction de la distance par rapport à la plèvre (cm).
- Graphique 32** : Présence ou absence de signes tomodensitométriques dans les cas de survenue de Pneumothorax ($p=0,921$) et d'hémorragie (0,04), selon la série de M. Heyer et al.
- Graphique 33** : Comparaison du taux de pneumothorax avec d'autres séries de biopsies thoraciques guidées par échographie.
- Graphique 34** : Taux de Pneumothorax pour notre série en comparaison avec d'autres séries de la littérature.
- Graphique 35** : Comparaison de la dose moyenne d'exposition aux rayonnements ionisants (mGy-cm) entre BTP écho-guidées et scanno-guidée.
- Graphique 36** : Comparaison de coûts globaux entre les procédures tomodensitométrique et échographique pour les lésions pulmonaires périphériques et pleurales en dollar américain tels rapportés par Sconfienza et al.
- Graphique 37** : Temps procédural en minutes (moyenne) : comparaison entre BTP écho-guidées et scanno-guidées.

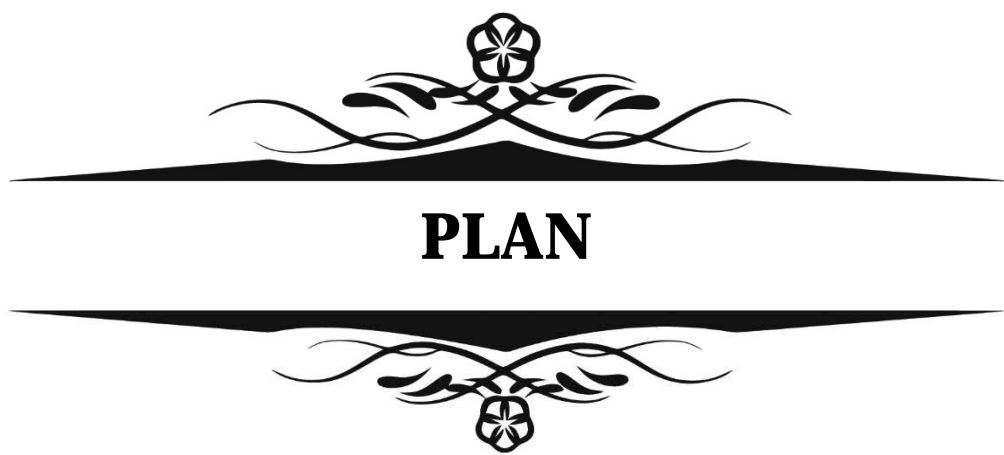


ABBREVIATIONS



Liste d'abréviations

ACR	«AmericanCollegeofRadology »	: Société Américaine deradiologie.
AT		: Temps d'arrivée du produit decontraste.
BTS	«BritishThoracicSociety»	: Société de britannique de chirurgie thoracique
CEUS	«Contrast-enhancedultrasound»	: Echographie decontraste.
CNB	« CoreNeedle Biopsy »	: Biopsie au trocart
CVF		: Capacitévitalefonctionnelle.
FNAB	« Fine Needle aspiration Biopsy »	: Biopsie à l'aiguille fine
OLB	«Openlungbiopsy»	: Biopsie ouverte ouchirurgicale.
PRISMA	« PreferredReporting Itemsfor SystematicReviews andMeta-Analyses»	: Normes de réalisation derevue systématique de lalittérature
ROSE	«Rapidon-siteevaluation»	: Technique d'analyse sursite
TBLB	«Transbronchiallungbiopsy »	: Biopsietransbronchique
VEMS		: Volume expiratoire maximalepar seconde.



INTRODUCTION	01
MATÉRIELS & MÉTHODES	04
I. Matériel d'étude	05
1. Type d'étude	05
2. Objectif de l'étude	05
3. Population d'étude	05
1.1. Critères d'inclusion	05
1.2. Critères d'exclusion	06
4. Préparation et déroulement du geste	06
II. Méthodes d'études	07
1. Recueil des données	07
2. Analyse statistique	07
3. Considérations éthiques	08
RÉSULTATS	09
I. Données épidémiologiques	10
1. Echantillon	10
2. Répartition des patients selon l'Age	11
3. Répartition des patients selon le sexe	11
II. Résultats en rapport avec la biopsie	12
1. Volume lésionnel	12
2. La position	12
3. Visibilité des marges	13
4. Nombre d'échantillons obtenus par lésion	13
5. Profondeur de la lésion pulmonaire par rapport à la plèvre	13
III. Diagnostics finaux	14
IV. Efficacité diagnostique	17
1. Rendement diagnostique total	17
2. Efficacité diagnostique pour les BTP scanno-guidées	18
3. Efficacité diagnostique pour les BTP écho-guidées	19
V. Complications	20
VI. Comparaison de résultats	21
1. Précision globale	21
2. Résultats statistiques	22

3. Visibilité des marges	23
4. Profondeur de la lésion par rapport à la plèvre	23
5. Nombre de spécimens obtenus par biopsie	24
6. Complications	24
VII. Illustrations	26
DISCUSSION	28
I. Rappel Radio anatomique	29
1. Imagerie scanographique normale du thorax	29
1.1. Poumon normal	29
1.2. Médiastin normal	33
2. Sémiologie échographique normale	36
2.1. Coupe sagittale ou cranio-caudale	36
2.2. Coupe oblique ou intercostale	38
2.3. Sonde haute fréquence et temps réel	39
II. Bases sémiologiques du guidage des BTP	40
1. A l'échographie	40
2. Au scanner	40
III. Techniques de la ponction biopsie transthoracique	41
1. Choix de la voie d'abord	41
2. Choix de matériel	43
2.1. Pour la ponction biopsie	43
2.2. Autres techniques : aspiration pour cytologie	44
IV. Lignes directrices pour la biopsie pulmonaire guidée par imagerie	45
1. Types de biopsies pulmonaires	45
1.1. BTP	45
1.2. Biopsie sous bronchoscopie	46
1.3. Biopsie à ciel ouvert	46
1.4. Thoracoscopie assistée par vidéo	46
1.5. Cryobiopsy	46
1.6. Avancées récentes	47
2. Microbiopsies au trocart vs ponction aspiration à l'aiguille fine (FNAB)	48
2.1. Technique de biopsie à l'aiguille fine (FNAB)	48
2.2. Technique de biopsie au trocart CNB	49

2.3. Discussion	50
3. Indications	52
3.1. Nodule solitaire ou masse nouvelle ou augmentant de volume	52
3.2. Nodules multiples chez un patient non connu porteur de malignité ou qui a eu une rémission prolongée	53
3.3. Infiltrats persistants	53
3.4. Masse hilare après bronchoscopie négative.	53
3.5. Au total	54
4. Contre-indications	55
V. Discussion de résultats	56
1. Données épidémiologiques	57
1.1. Taille de l'échantillon	57
1.2. Ratio	59
1.3. Age	60
1.4. Sexe	62
2. Résultats en rapport avec la biopsie	63
2.1. Volume tumoral	63
2.2. Nombre d'échantillon obtenu par lésion	64
2.3. Position	66
3. Diagnostics finaux	67
4. Résultats statistiques	70
4.1. Rendement diagnostique global	70
4.2. BTP scanno-guidées	70
4.3. BTP écho-guidées	71
4.4. Echographie vs TDM	75
4.5. Variables influençant la précision globale	80
5. Complications	83
5.1 Généralités	83
5.2 Complications spécifiques	84
5.3 Facteurs influençant le taux de complications	91
5.4 Taux de complications pour les biopsies écho-guidées	106
6. Avantages additionnels de l'échographie	110
6.1. Innocuité	111
6.2. Visualisation en temps réel et adaptation aux mouvements	112

respiratoires	
6.3.Coût	114
6.4.Economie de temps	115
6.5.Possibilité de faire des gestes au lit du patient	116
6.6.Meilleur contraste avec l'atélectasie	117
VI. Limite de l'étude	118
RECOMMANDATIONS	119
CONCLUSION	121
RESUME	123
BIBLIOGRAPHIE	130



INTRODUCTION



Les opacités et masses intrathoraciques correspondent à des images radiographiques de densité plus élevée que le tissu qui les entoure, et de taille généralement suffisante pour être visibles sur un cliché radiographique standard. Ces opacités peuvent être pulmonaires, médiastinales, pleurales ou pariétales, et sont en rapport avec des pathologies malignes, infectieuses ou inflammatoires (1,2).

Depuis le début du XXI^e siècle, le cancer du poumon a été identifié comme l'une des causes de décès les plus fréquentes, (3). L'organisation mondiale de la santé a déclaré le cancer du poumon comme la première cause de décès chez les hommes et la deuxième chez les femmes parmi tous les types de cancers (4).

En vue d'une investigation diagnostique adéquate, la bronchoscopie avec lavage broncho alvéolaire, la biopsie transbronchique, la biopsie pulmonaire à ciel ouvert et la biopsie percutanée guidée par imagerie sont couramment réalisées pour obtenir des échantillons anatomopathologiques (5, 6).

La ponction-aspiration à l'aiguille fine « Fine needle aspiration biopsy » était reconnue comme un outil de diagnostic initial pour toutes les lésions corporelles, qu'elles soient suspectées d'être bénignes ou malignes. Dans certains cas, des limitations et des lacunes surviennent lorsque l'échantillon cytologique n'est pas suffisant pour déterminer le diagnostic d'une tumeur pulmonaire. La biopsie au trocart « Core needle biopsy » a montré de meilleurs résultats en terme de résultat histologique et de qualité d'échantillon (7). L'objectif principal lors de l'exécution d'une biopsie thoracique percutanée est d'obtenir un échantillon de tissu suffisant dans le but d'établir un diagnostic (8).

La tomodensitométrie est reconnue comme méthode de choix pour le guidage de biopsies transthoraciques avec des taux de précision globales dépassant 90% [9, 10]. Tandis que l'échographie se présente comme une alternative émergente qui offrent des avantages additionnels en terme de coût, d'innocuité, de visualisation en temps réel et de sécurité (11-13).

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomодensitométrie.

Le taux de complications associées aux biopsies transthoraciques dirigées par tomодensitométrie est généralement bas (5–15%) et dominé par les cas de pneumothorax ne nécessitant pas la mise en place de drainage thoracique (14). Les autres complications sont l'occurrence de saignements minimes, l'embolie gazeuse et le décès.

À notre connaissance, les études antérieures sur les biopsies guidées par imagerie des lésions pulmonaires centrales avec atélectasie n'ont pas évalué le rendement diagnostique et les résultats des procédures guidées par échographie par rapport à la tomодensitométrie.

Nous avons formulé l'hypothèse que les biopsies écho-guidées auraient un rendement diagnostique plus élevé que les biopsies pulmonaires guidée par tomодensitométrie chez cette population de patients en raison d'un contraste plus élevé observé en échographie entre le tissu lésionnel et l'atélectasie.

L'objectif de cette étude est donc d'évaluer l'efficacité diagnostique et la sécurité de l'échographie en tant que modalité de guidage des biopsies transthoraciques, tout en les comparants aux résultats obtenus grâce au guidage par tomодensitométrie.



MATÉRIELS & MÉTHODES



I. Matériel d'étude :

1. Type d'étude :

Notre étude est rétrospective, monocentrique, et comparative concernant les patients ayant bénéficiés d'une biopsie pulmonaire centrale (biopsie trans-pariétale pulmonaire BTP) guidée par imagerie (guidage tomodensitométrique versus écho-guidage) sur une période allant du mai 2014 au janvier 2022.

2. Objectif de l'étude :

- ✓ Évaluer l'efficacité diagnostique des procédures de biopsie percutanée.
- ✓ Comparer les taux de réussite des procédures guidées par TDM et par échographie.
- ✓ Étudier les complications associées à chaque technique de biopsie.

3. Population d'étude :

3.1 Critères d'inclusion :

Nous avons inclus la totalité des patients ayant bénéficié d'un BTP :

- ✓ Âge et sexe confondus
- ✓ Les patients présentant des masses pulmonaires centrales avec une importante atélectasie (atélectasie arrivant à la plèvre avec possibilité de fenêtre acoustique à la sonde échographique).
- ✓ Les résultats de biopsie négative sous bronchoscopie.
- ✓ Les patients n'ayant pas supporté une bronchoscopie ou n'ayant pas la possibilité de la faire.
- ✓ TDM thoracique sans et avec injection récente préalable pour planification.
- ✓ Les patients n'ayant pas de contre-indication à la BTP.

3.2 Critères d'exclusion :

Les patients ayant subi un deuxième BTP pour des résultats initiaux de BTP non concluants.

Les patients avec dossiers incomplets et manquants.

Au total, 65 patients ont été inclus et 142 biopsies ont été exclues.

4. Préparation et déroulement du geste

- ✓ **Exigence administrative** : L'hospitalisation en hôpital du jour n'était pas obligatoire pour tous les patients. La réalisation en ambulatoire était préférée offrant plus de facilité aux patients.
- ✓ **Choix de la technique de guidage** : choix aléatoire, à la discrétion de l'opérateur.
- ✓ **Matériels de biopsie** : Trocart de biopsie 18G avec longueur 15 à 20cm en fonction de la profondeur, associé à une aiguille co-axial 17G avec une longueur adaptée.
- ✓ **Asepsie rigoureuse et anesthésie locale** par infiltration de Xylocaïne « Lidocaine1 ou 2% ».
- ✓ **Prélèvements de carottes** et mise dans le formol +/- dans le sérum salé (si origine infectieuse spécifique est suspectée).

II. Méthodes d'études :

1. Recueil des données :

Pour la réalisation de ce travail, nous avons consulté la console et la base de données des comptes rendus du service de radiologie de l'hôpital militaire d'Avicenne de Marrakech.

Le suivi des patients a été réalisé à l'aide d'une fiche de recueil des données préétablie.

- ✓ Les données démographiques incluaient l'âge, sexe.
- ✓ Les variables liées à la biopsie incluaient : le volume tumoral (jugé par le diamètre le plus long de la masse), la position de la masse, la présence d'emphysème juxta lésionnel, le nombre d'échantillon obtenu par lésion, la profondeur de la lésion pulmonaire par rapport à la plèvre, et finalement visibilité des limites de la lésion.
- ✓ Les variables diagnostic englobaient la nature de la masse (tumeur maligne, tumeur bénigne, infections). Un résultat était considéré comme non diagnostique s'il fournissait un parenchyme normal ou remanié non spécifique à l'étude anatomo-pathologique.
- ✓ les complications étaient réparties en complications majeurs et mineurs selon la classification de la société de radiologie interventionnelle (The Society of Interventional Radiology « SIR ») (15).

2. Analyse statistique :

Les caractéristiques cliniques et les résultats de la biopsie ont été comparés en utilisant le test t de Student pour les variables continues et un test du chi-2 ou le test exact de Fisher pour les variables catégoriques.

Une valeur de $p < 0,05$ a été considérée comme statistiquement significative. Les diagnostics finaux ont été déterminés lors de l'histopathologie des biopsies ainsi qu'au cours des suivis cliniques et d'imagerie.

3. Considérations éthiques :

Cette étude a respecté les impératifs éthiques du Comité d'éthique institutionnel, respectant l'anonymat de l'analyse et les 3 principes fondamentaux :

- **Respect de la personne humaine :** Information juste, complète et accessible au sujet quant aux finalités et aux modalités de l'étude, ainsi qu'aux risques auxquels le sujet pourrait être exposé.
- **Principe d'utilité :** Respect du principe bienfaisance et non-malfaisance. La balance bénéfice-risque doit être en faveur du bénéfice pour le patient. Les indications et les risques de la biopsie, en particulier la possibilité d'hémorragie et de pneumothorax, ont été expliqués en détail avant la procédure.
- **Principe de justice :** Les sujets, égaux en dignité et en droits, ont été traité de façon équitable.



RÉSULTATS



I. Données épidémiologiques :

1. Echantillon :

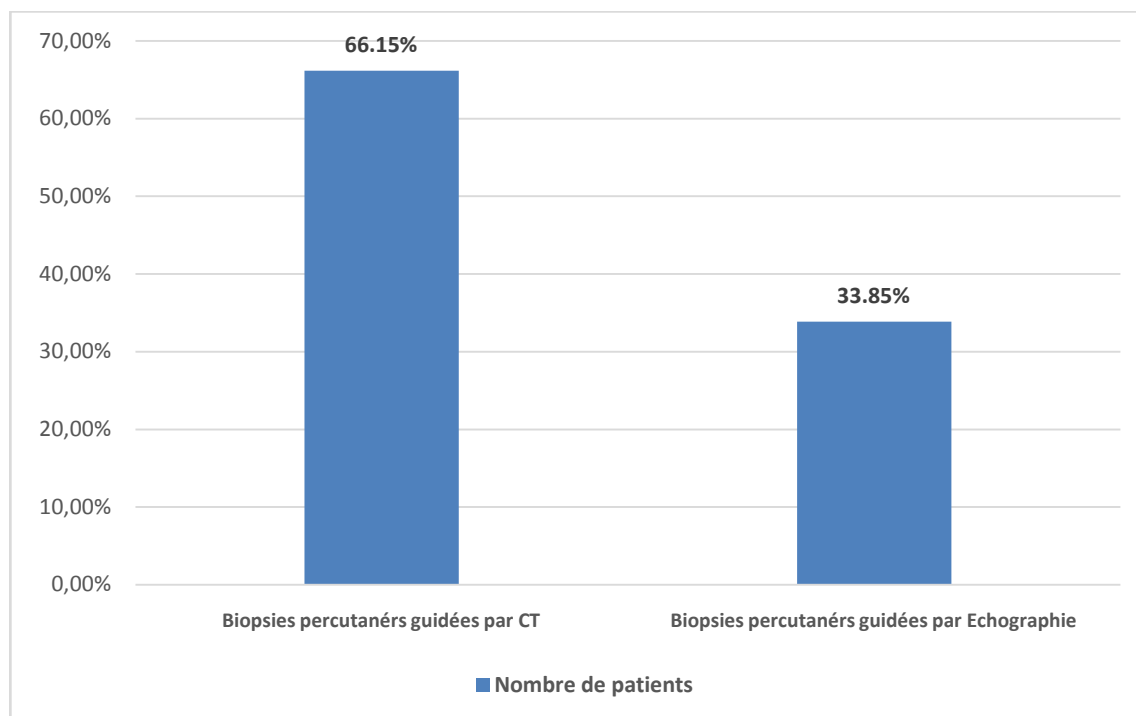
Entre mai 2014 au janvier 2022, 65 patients ont été sélectionnés et répartis en deux groupes :

Groupe 1 (Graphique 1) :

- ✓ 43 patients ont bénéficié de biopsies percutanées guidées par TDM.

Groupe 2 :

- ✓ 22 patients ont bénéficié de biopsies guidées par échographie.



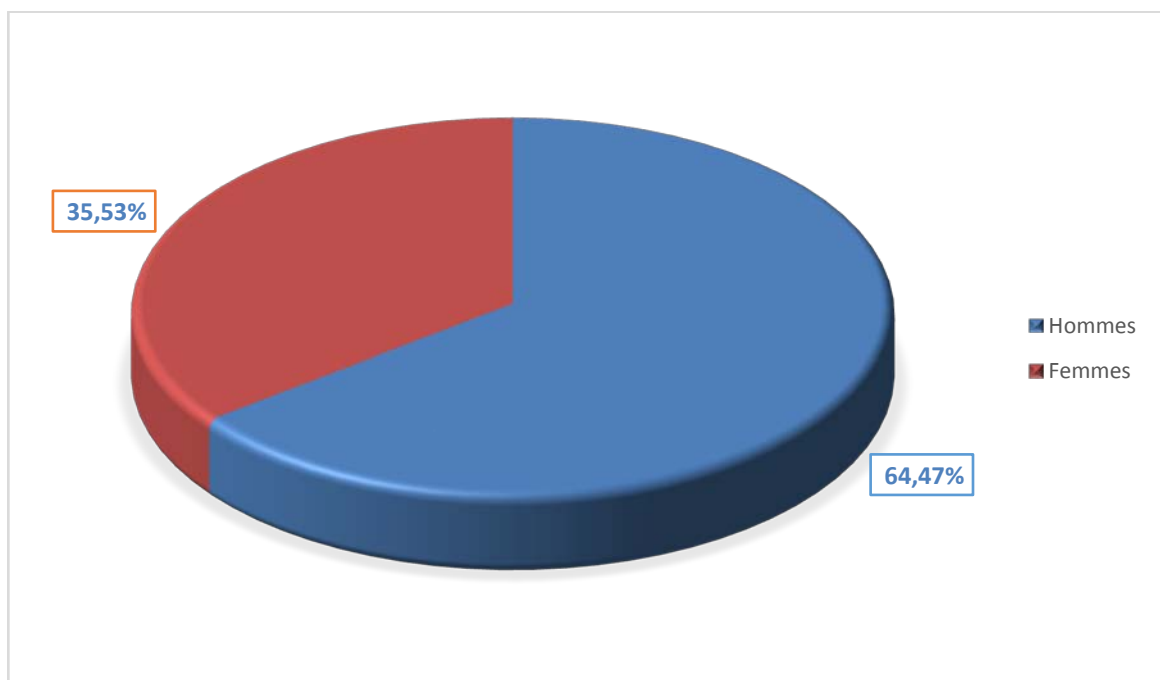
Graphique 1 : Histogramme comparatif de la taille des sous-groupes de l'échantillon (n=65).

2. **Répartition des patients selon l'Age :**

L'Age moyen était de 53.6 ans avec une plage entre 25 à 74 ans.

3. **Répartition des patients selon le sexe :**

Il y avait 42 hommes et 23 femmes, soit respectivement des pourcentages de 64,47% et 35,53%. Sexe ratio= 1.8 (Graphique 2).



Graphique 2 : Graphique en secteurs du genre de patients dans notre série.

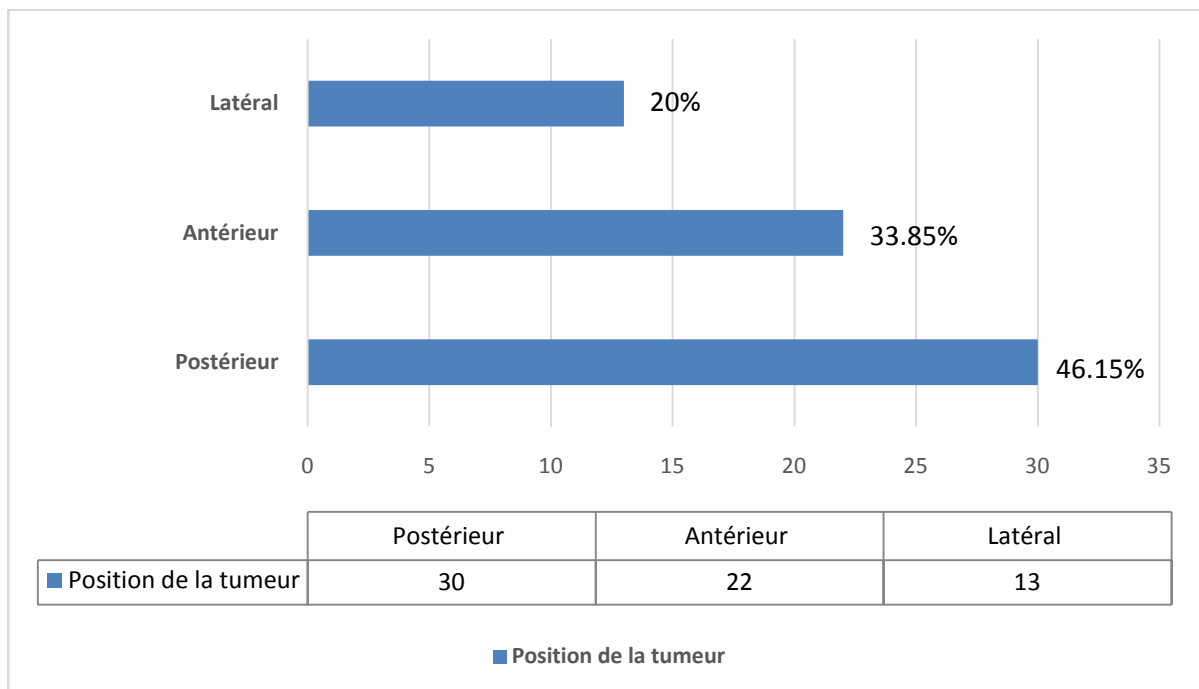
II. Résultats en rapport avec la biopsie :

1. Volume lésionnel :

La taille de la lésion, évaluée par son diamètre le plus long, et variait de 3 à 9 cm avec une moyenne de 5 cm.

2. La position :

La position de l'aiguille a été répartie en postérieur, antérieur, latéral, avec respectivement 30/22/13 ce qui correspond aux pourcentages 46.15%, 33.85%, 20% (Graphique 3).

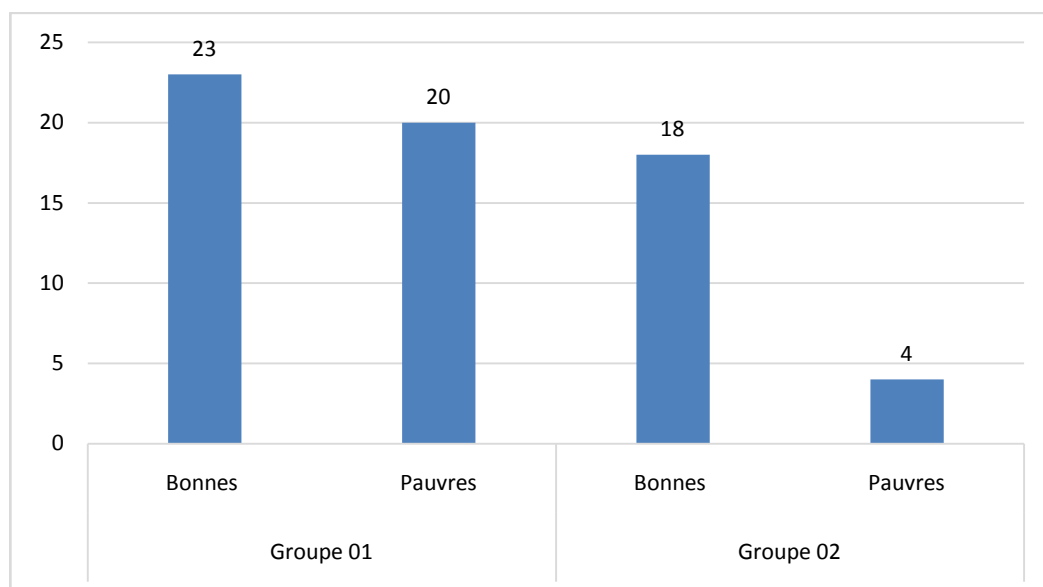


Graphique 3 : Répartition des cas en fonction de la position de l'aiguille.

3. Visibilité des marges :

Les marges ont été évaluées comme étant « bien circonscrites » chez 23 patients du groupe 01, tandis que seuls 04 patients du groupe 02 ont présenté des marges jugées « mal circonscrites », avec une valeur de p inférieure à 0,001 (Graphique 4).

Il y avait une différence statistiquement significative entre les taux de bonne visibilité des marges en faveur de la technique guidée par échographie.



Graphique 4 : Graphique comparatif des marges de visibilité entre les deux sous-groupes.

4. Nombre d'échantillons obtenus par lésion :

Le nombre d'échantillon obtenus par lésion était d'une moyenne de 2.7 avec un écart type égal à 1.0.

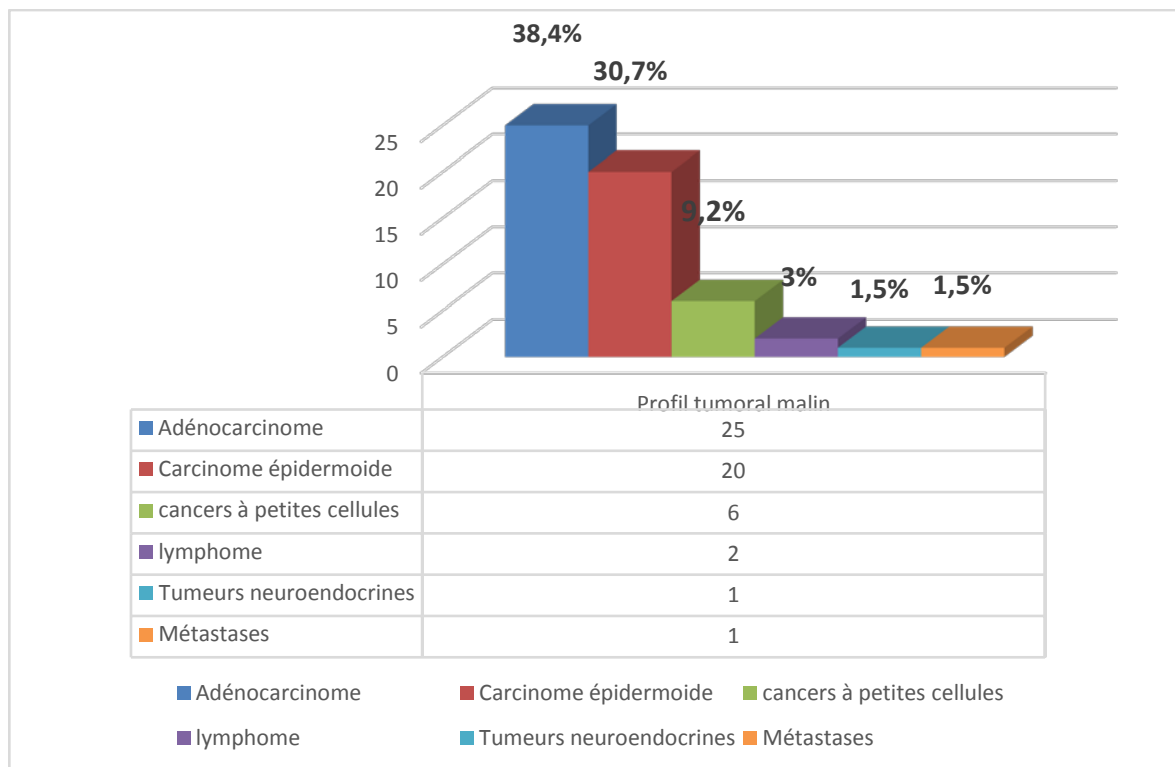
5. Profondeur de la lésion pulmonaire par rapport à la plèvre :

La profondeur de la lésion pulmonaire par rapport à la plèvre était de 3.5cm avec un écart type de 1.6.

III. Diagnostics finaux :

Sur les 65 patients inclus dans notre étude :

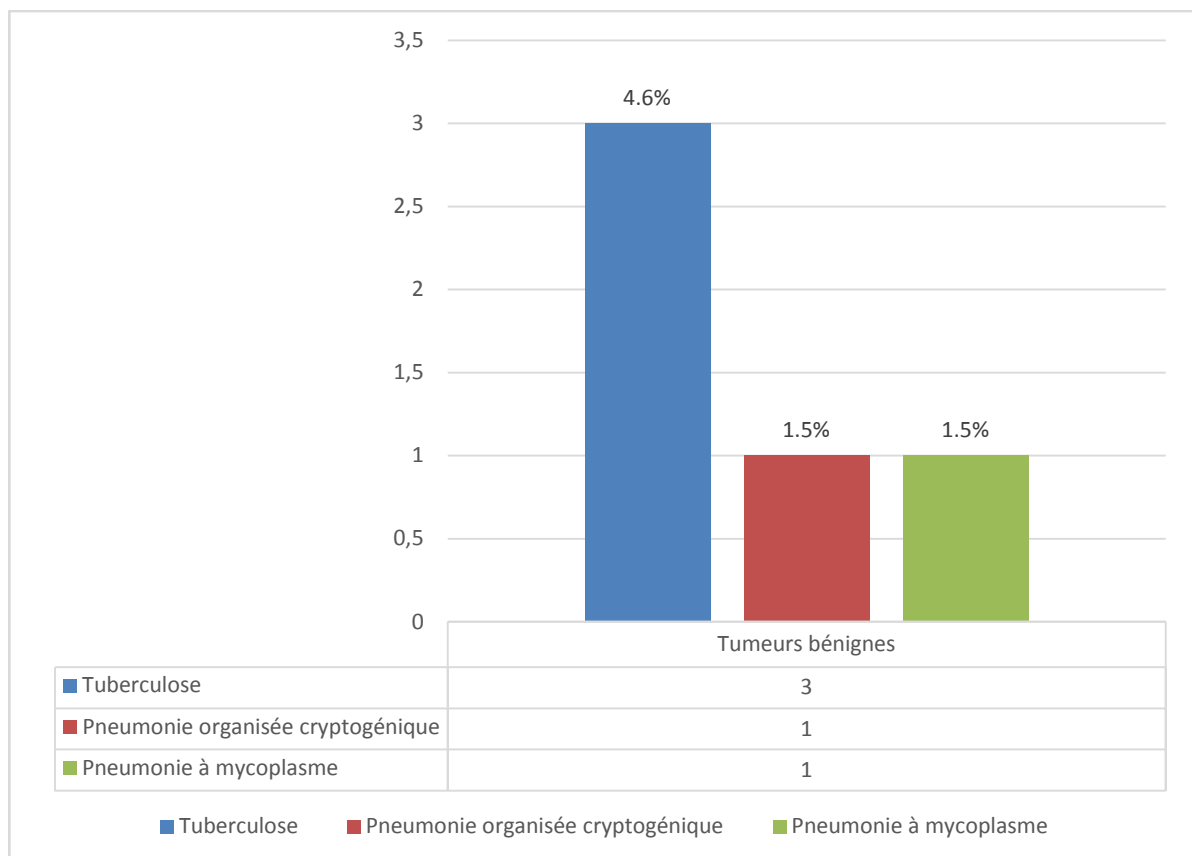
- 55 de nos patients avait un diagnostic équivalent à un profil tumoral malin ce qui est équivalent à un pourcentage de 84.6% avec (Graphique5) :
 - ✓ 25 cas d'adénocarcinome, équivalent à un pourcentage de 38.4%.
 - ✓ 20 cas de carcinome épidermoïde, équivalent à un pourcentage de 30.7%.
 - ✓ 6 cas de cancer à petites cellules équivalent à un pourcentage de 9.2%.
 - ✓ 2 cas de lymphome, équivalent à un pourcentage de 3%.
 - ✓ 1 cas de tumeur neuroendocrine équivalent à un pourcentage de 1.5%
 - ✓ 1 cas de métastase, équivalent à un pourcentage de 1.5%.



Graphique 5 : Résultats de profils tumoraux malins dans notre série.

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

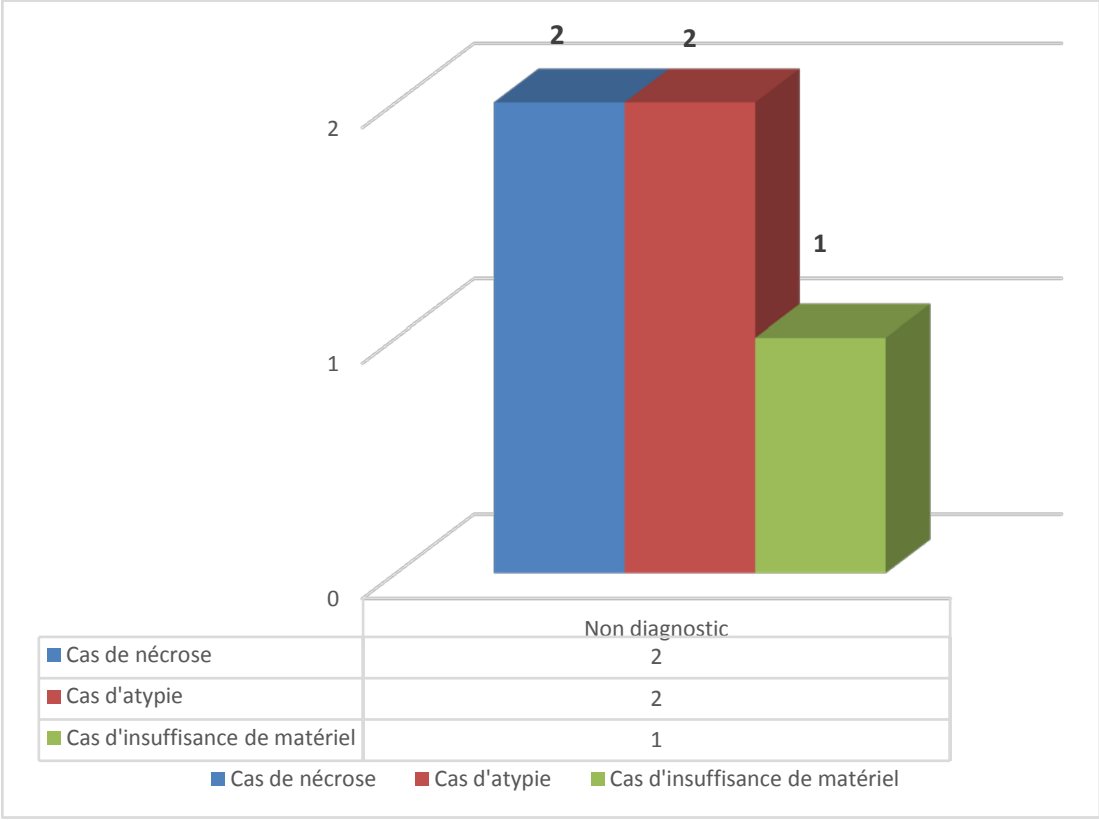
- 5 cas de lésions bénignes, ce qui est équivalent à un pourcentage de 7.7% (Graphique 6) :
 - ✓ 3 cas de tuberculose ce qui est équivalent à un pourcentage de 4.6%
 - ✓ 1 cas de pneumonie organisée cryptogénique ce qui est équivalent à un pourcentage de 1.5%
 - ✓ 1 cas de pneumonie à mycoplasmes ce qui est équivalent à un pourcentage de 1.5%



Graphique 6 : Résultats de profils tumoraux bénins dans notre série.

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

- 5 cas de non diagnostic avec 2 cas de nécrose, 2 cas d'atypies, 1 cas d'insuffisance de matériel (Graphique7).



Graphique 7 : Répartition de diagnostics indéterminés dans notre série.

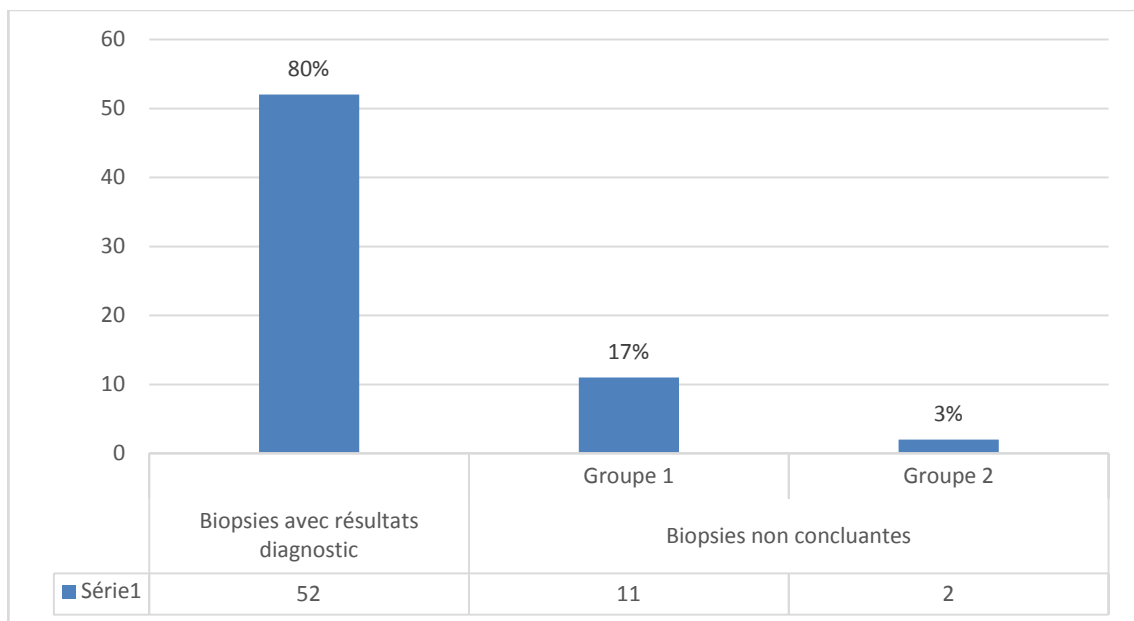
IV. Efficacité diagnostique :

1. Rendement diagnostic total :

Pour le groupe 1 : Des diagnostics ont été vrai positif dans seulement 32 cas.

Pour le groupe 2 : 20 biopsies guidés par échographie ont fourni un diagnostic et seulement 2 biopsies n'étaient pas concluantes.

Le rendement diagnostique total de la biopsie percutanée était de 80% (52/65) (Graphique 8).



Graphique 8 : Rendement diagnostique global.

2. Efficacité diagnostic pour les BTP scanno-guidées : (Figure 1) :

La sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive positive (VPP) et la valeur prédictive négative (VPN) étaient respectivement de 86.4%, 85.7%, 96,96 et 54.5%.

La précision globale était de 88.37%.

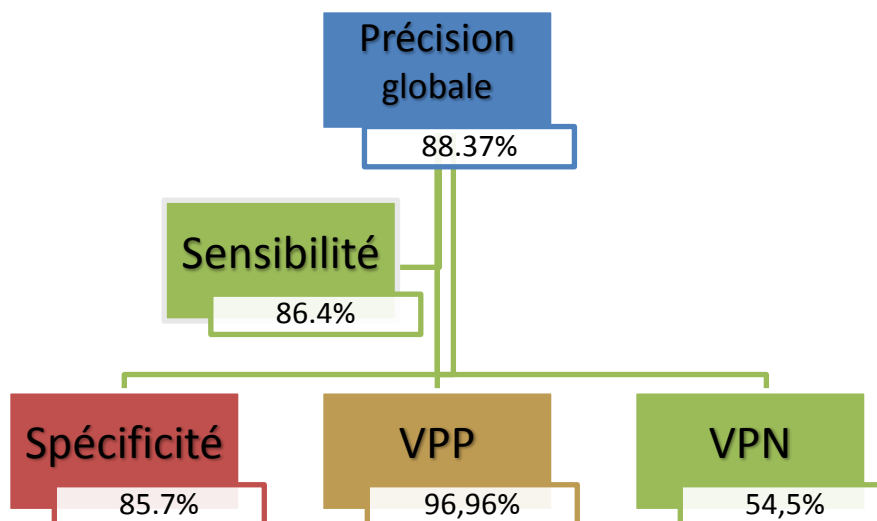


Figure 1 : Précision globale, sensibilité, spécificité, VPP et VPN de BTP scanno-guidées.

3. Efficacité diagnostic pour les BTP écho-guidées : (Figure 2).

La sensibilité a été de 94,4%, la spécificité de 75%, la valeur prédictive positive (VPP) de 94,4%, la valeur prédictive négative (VPN) de 75%.

La précision globale a été de 90,9%.

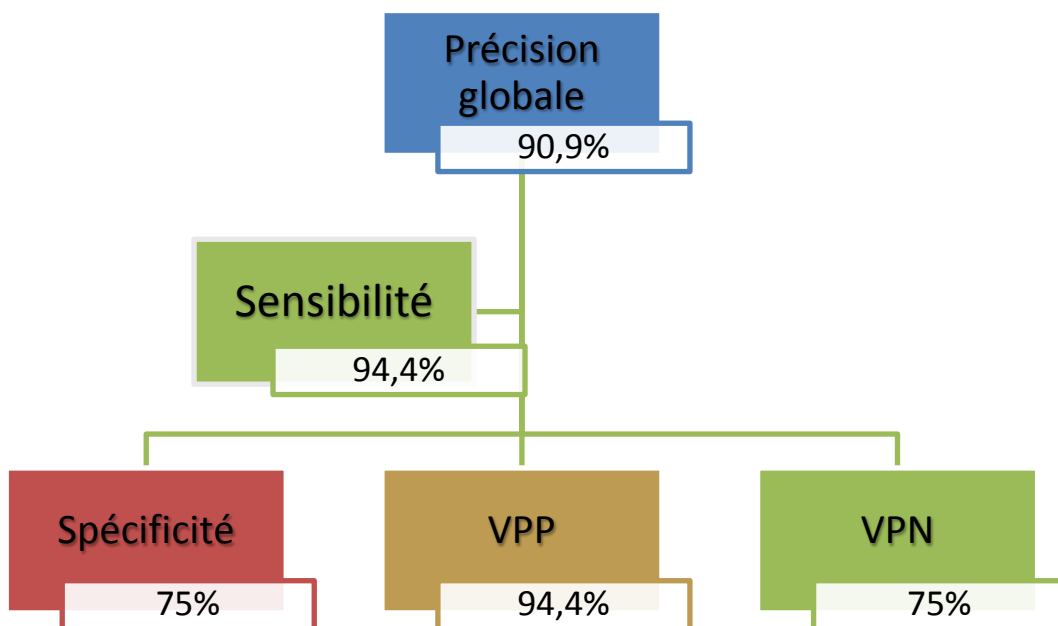
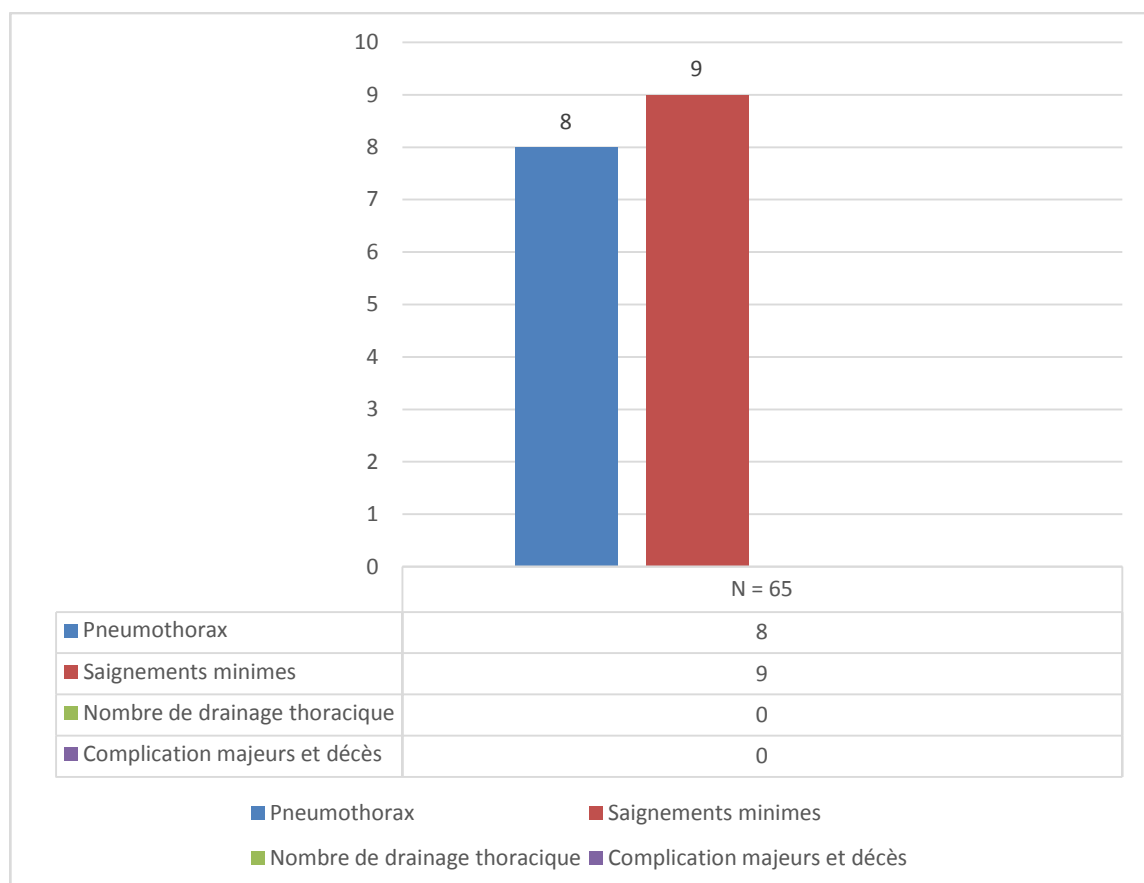


Figure 2 : Précision globale, sensibilité, spécificité, VPP et VPN de BTP écho-guidées.

V. Complications :

Des complications sont survenues dans 12 biopsies (18,4%) sur les 65 patients, comprenant 8 cas de pneumothorax mineur et 9 cas de saignements mineurs (hémoptysie et hémothorax) (complications combinées chez 5 patients), sans aucun événement majeur ni décès. (Graphique 9).

Les patients présentant un pneumothorax mineur ou des saignements sont restés asymptomatiques, et aucune mise en place de tube thoracique, transfusion sanguine ou gestion supplémentaire n'a été nécessaire. Aucune différence statistiquement significative n'a été observée dans les taux de complications entre les groupes de biopsies scanno-guidées et échoguidées (Graphique 9).



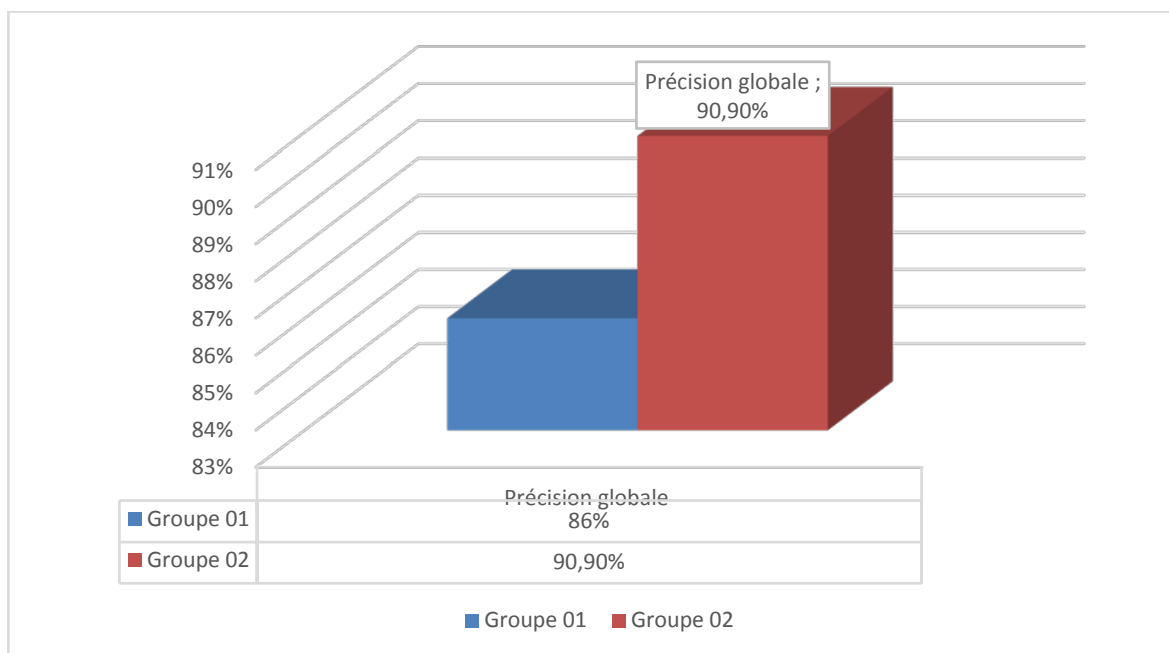
Graphique 9 : Comparaison des taux de complications.

VI. Comparaison de résultats :

1. Précision globale :

La précision globale au groupe 02 est supérieure avec un taux de 90,9%, (Graphique 10).

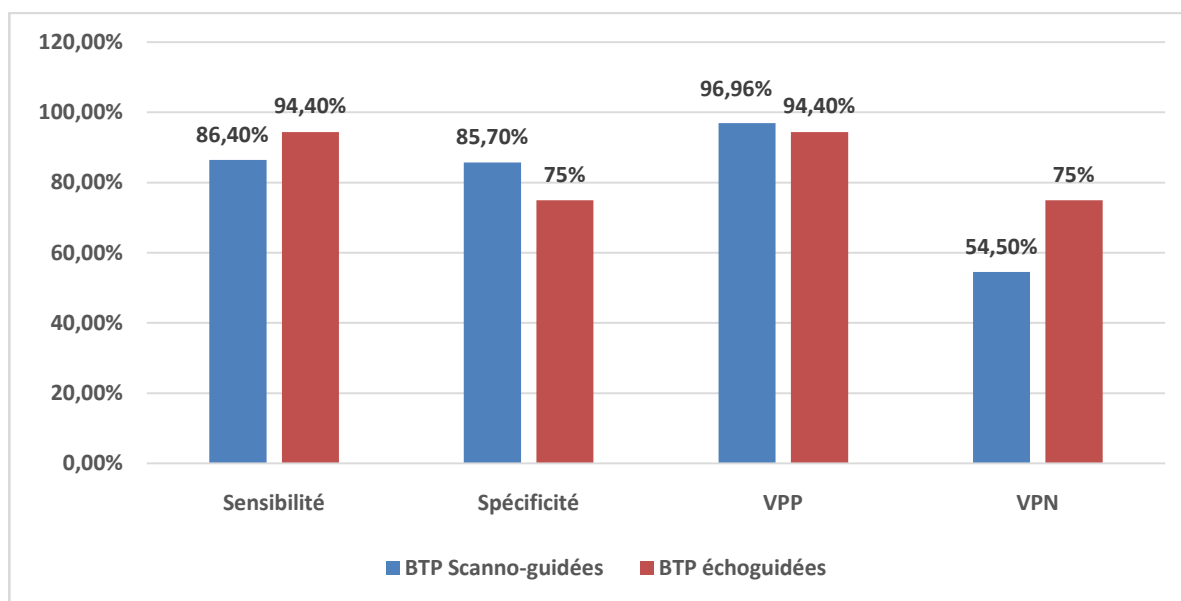
A noter que, la « P value » était égale à 0.012 ce qui est statistiquement significatif.



Graphique 10 : Précision globale, comparaison entre BTP scanno-guidées et écho-guidées.

2. Résultats statistiques :

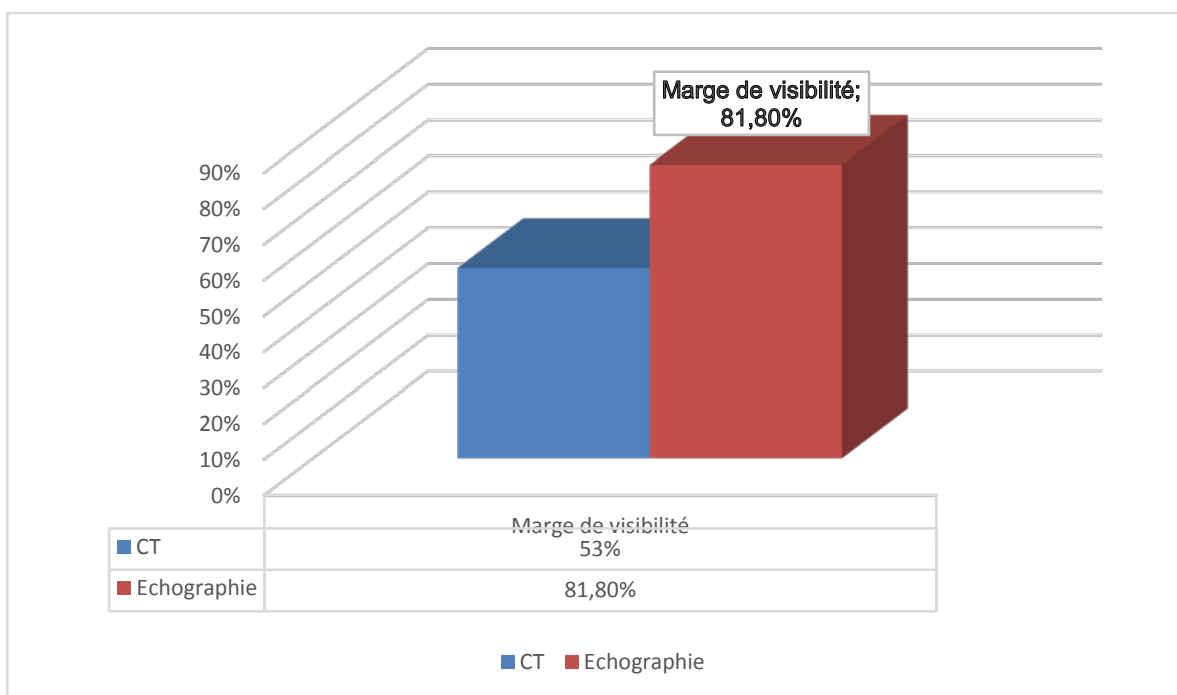
La sensibilité s'est révélée plus élevée dans le groupe 02, affichant un taux de 94,4%, par rapport au groupe 01 où la sensibilité demeure à 86,4%. Cette disparité est statistiquement significative, avec une valeur de p égale à 0,018 (Graphique 11).



Graphique 11 : Histogramme comparatif de l'ensemble de variables d'efficacité diagnostique avec comparaison entre tomodensitométrie et ultrasons.

3. Visibilité des marges :

Les marges de visibilité de la lésion étaient bonnes à 53,5% dans le groupe 01 et à 81,8% dans le groupe 02 (Graphique 12). Ces résultats mettent en évidence une meilleure identification des lésions sous guidage échographique.



Graphique 12 : Histogramme comparatif de la visibilité des marges entre BTP scanno-guidée et BTP écho-guidée.

4. Profondeur de la lésion par rapport à la plèvre :

Tableau I : Profondeur de la lésion par rapport à la plèvre en cm (moyenne ± écart type).

	Groupe 01	Groupe 02	P Value
Profondeur de la lésion par rapport à la plèvre (moyenne)	3.5 ±1,6	3.2 ±1,8	0,614

Aucune différence significative n'a été observée en ce qui concerne la profondeur de la lésion par rapport à la plèvre, avec une valeur de p équivalente à 0,614 (Tableau I).

5. Nombre de spécimens obtenus par biopsie :

Tableau II : Nombre de spécimens obtenus par BTP (moyenne \pm écart type).

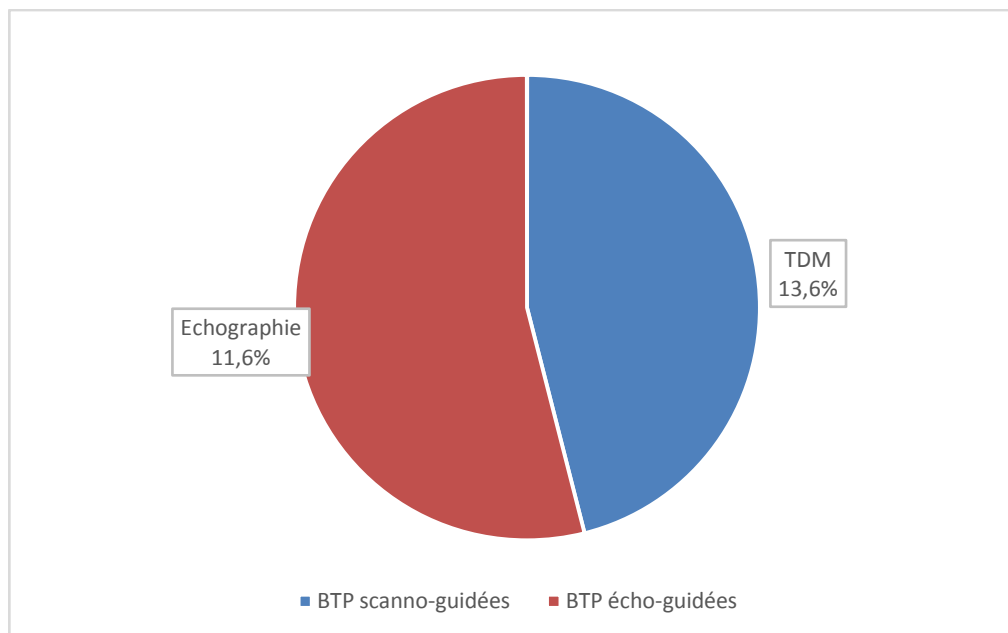
	Groupe 01	Groupe 02	P Value
Nombre de spécimens obtenus par lésion (moyenne)	2,7 \pm 1,0	2,6 \pm 1,1	0,771

Aucune différence significative n'a été observée en ce qui concerne le nombre de spécimen obtenu par lésion, avec une valeur de p équivalente à 0,771 (Tableau II).

6. Complications :

6.1. Nombre de pneumothorax :

Aucune différence significative n'a été observée en ce qui concerne le nombre survenu de pneumothorax, avec une valeur de p équivalente à 0,716 (Graphique 13).



Graphique 13 : Graphique comparatif en secteurs de taux de pneumothorax entre BTP scanno-guidée et BTP écho-guidée.

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

6.2. Nombre de drains thoraciques mis en place en cas de pneumothorax :

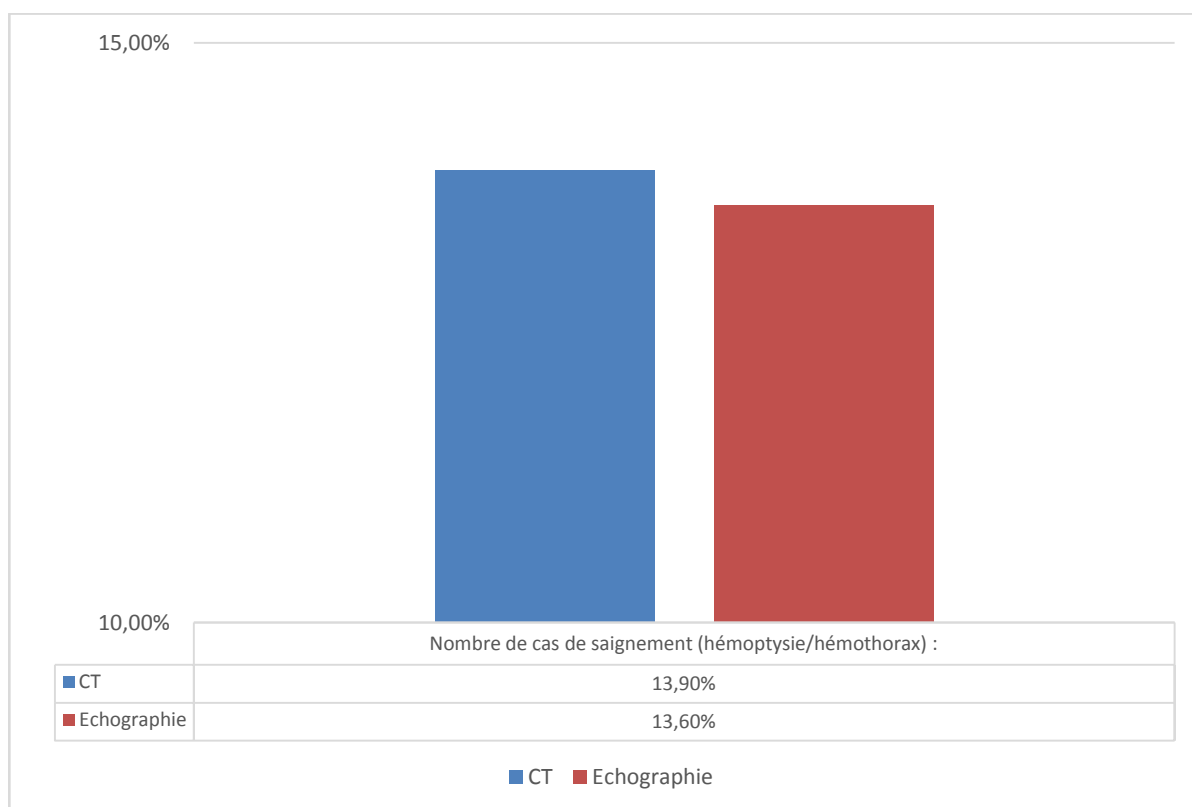
Aucune nécessité d'instaurer un drainage thoracique n'a été constatée.

6.3. Nombre de cas de saignement (hémoptysie/hémothorax) :

Aucune différence significative n'a été observée en ce qui concerne le nombre survenu de pneumothorax, avec une valeur de p équivalente à 0,716 (Graphique 14).

6.4. Au total :

L'incidence des complications s'est révélée similaire entre les deux groupes, à savoir celui des patients ayant bénéficié de biopsies guidées par échographie et celui ayant eu recours à la tomodensitométrie comme moyen de guidage



Graphique 14 : Histogramme comparatif des taux de pneumothorax entre BTP scanno-guidée et BTP écho-guidée.

VII. Illustrations :



« A » Image axial TDM avec injection de produit de contraste objectivant une limite lésionnelle mal circonscrit.

« B » images échographique de BTP écho-guidée

« C » montrent bien les limites de la lésion, du fait d'une hépatisation du poumon secondaire au collapsus.

Figure 3 : Patiente ayant un complexe ganglio-tumoral hilo-médiastinal gauche avec atélectasie d'aval lobaire supérieur.



Figure 4 : Masse centrale lobaire moyenne avec biopsie première scannoguidée avec un résultat initial négatif ; Une deuxième biopsie scannoguidée est revenue positif.

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.



Figure 5 : Patient ayant une lésion centrale avec atélectasie et condensation d'aval, en post biopsie il développe un abcès pariétal dont le liquide de drainage radiologique révèle un résultat final d'actinomycose



Figure 6 : Biopsie d'une lésion centrale avec atélectasie, sous guidage échographique ; On voit bien les limites de la lésion tumorale en rapport avec un adénocarcinome pulmonaire (têtes des flèches noires). Aucune complication post biopsique.



DISCUSSION



I. Rappel Radio anatomique :

1. Imagerie scanographique normale du thorax :

1.1. Poumon normal : (16)

C'est aujourd'hui la technique de choix pour l'exploration du poumon. Elle permet de reconnaître les différentes structures anatomiques visibles formant l'image du poumon en TDM, c'est-à-dire les structures vasculaires, les bronches, les scissures. La connaissance de ces différentes structures permet l'étude de la segmentation bronchique normale et identifie avec certitude les différents lobes pulmonaires.

a. Trachée et bronches :

- **Trachée thoracique :**

Elle se présente sous forme d'un conduit cylindrique aérique semi-rigide. Elle débute à hauteur du bord supérieur du manubrium sternal en avant, et de la deuxième vertèbre dorsale en arrière pour descendre dans le médiastin obliquement avec une inclinaison d'avant en arrière de 10 à 20 (Figure 7).

- **Bronches souches :**

Elles s'étendent de la bifurcation trachéale au hile pulmonaire selon un trajet oblique en bas et en dehors. L'angle de la bronche souche droite avec la verticale est de 20 à 35 alors que cet angle est de 40 à 55 pour la bronche souche gauche (figure 8).

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.



Figure 7 : Coupe tomodensitométrique passant par la trachée (T) (16).

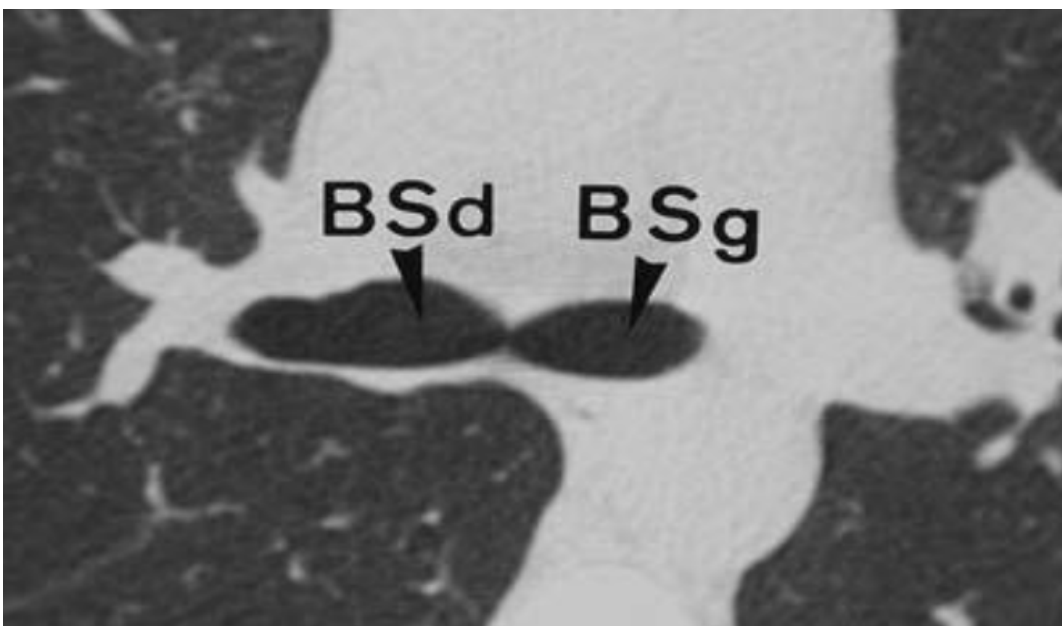


Figure 8 : Coupe tomodensitométrique passant par les bronches souches droite (BS d) et gauche (BS g) (16).

b. Lobes et secteurs de ventilation :

Les différents repères anatomiques permettant d'identifier lobes et segments sont représentés par l'identification des scissures et la reconnaissance des différents bronches lobaires et segmentaires. Chaque segment dénommé S s'accompagne du chiffre correspondant à sa bronche de ventilation.

L'aspect des scissures dépend des conditions de la réalisation technique de l'examen : bandes avasculaires sur des coupes épaisses ou opacités linéaires à haute résolution.

- **Grande scissure droite : (Figure 9).**

Elle sépare les lobes supérieur et moyen du lobe inférieur. Sa forme hélicoïdale explique que son aspect varie en fonction de la hauteur d'exploration

- **Grande scissure gauche : (Figure 9).**

Elle sépare les lobes supérieur et inférieur et son aspect est également variable en fonction de son orientation.

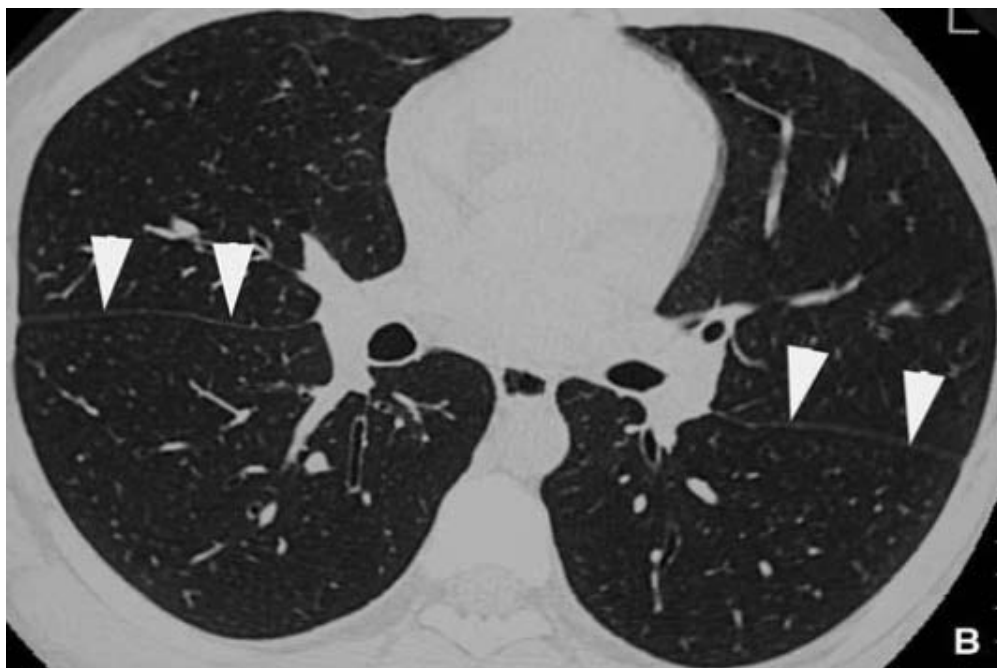


Figure 9 : Coupe TDM passant par la région hilare : les scissures apparaissent presque rectilignes (têtes de flèches) (16).

- **Petite scissure : (Figure 10)**

Plusieurs aspects peuvent être rencontrés en fonction de sa forme son aspect et son orientation

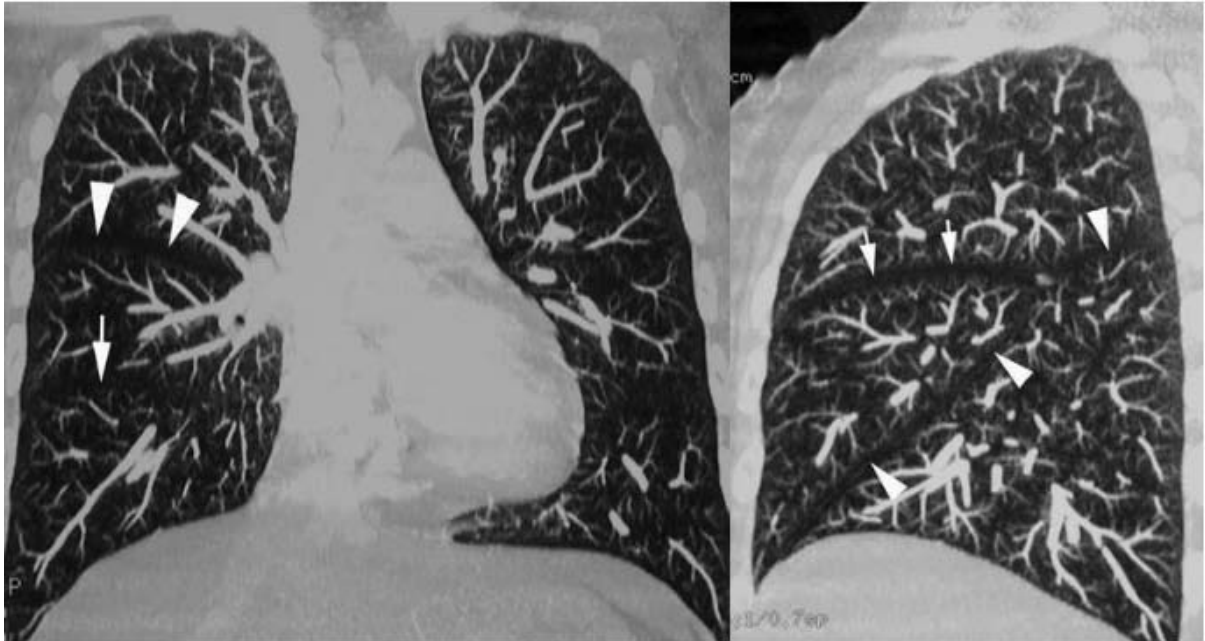


Figure 10 : A gauche : Reconstruction frontale passant par le tiers moyen du thorax.

La grande scissure droite (double tête de flèches) et la petite (flèche unique) sont bien identifiées sous forme de bandes hypodenses.

A droite : Reconstruction sagittale passant par l'hémithorax droit. La grande scissure (tête de flèches) sont identifiées sous forme d'une hypodensité en bande (16).

- **Petite scissure plate et horizontale :**

Elle est entièrement contenue dans le plan de coupe et apparait sous forme d'une vaste zone triangulaire hypovasculaire dont le bord postérieur est la grande scissure, le bord interne du cœur et le bord antéro-externe de la paroi thoracique.

- **Petite scissure ondulée et horizontale :**

La scissure se présente sous forme de zones avasculaire alternant avec des zones de parenchyme vascularisé.

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

Scissure en bas et en avant :

Elle est visible sur plusieurs coupes comme une bande avasculaire qui s'écarte de la grande scissure et se rapproche de la paroi antérieure du thorax.

- **Scissure convexe :**

Elle apparait sous forme d'une zone avasculaire de forme ronde ou ovale avec parfois une opacité annulaire périphérique visible sur plusieurs niveaux de coupe.

1.2. Médiastin normal :

Le médiastin vient du mot latin « Mediastinum », « qui se tient au milieu ».

a. Situation :

C'est la région de la cage thoracique située entre les deux poumons (Figure 11).

b. Forme :

Le médiastin a la forme d'un tronc de cône à base supérieure (Figure 12).

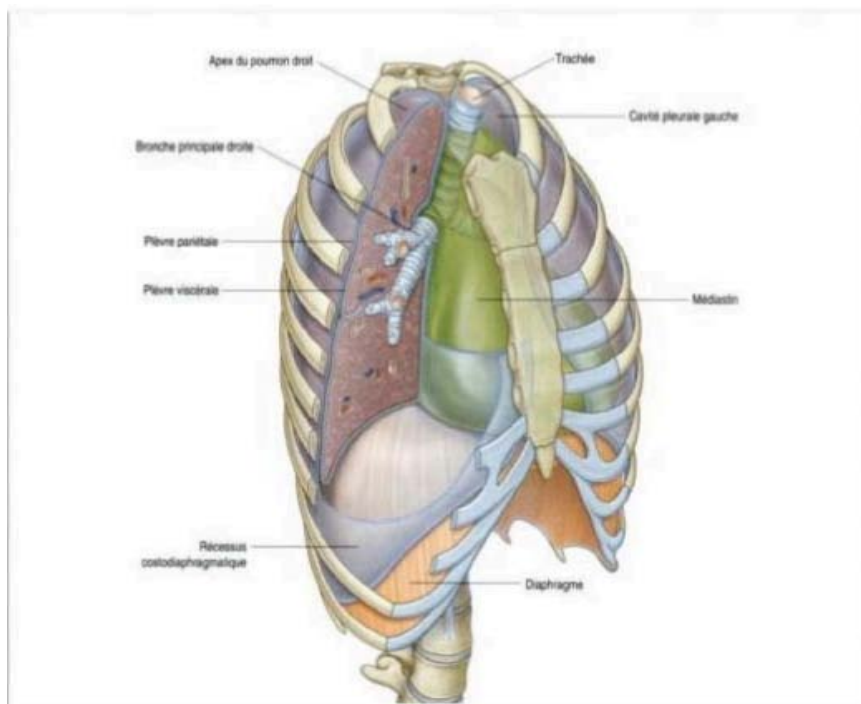


Figure 11 : Vue antérolatérale du médiastin. (17)

c. Contenu :

Sur le plan antéropostérieur, La classification anatomique de FELSON était de loin la plus utilisée. Actuellement on se réfère de plus en plus à la compartimentation selon l'International « Thymic Malignancy Interest Group » — qui peut être traduit par « Groupe d'intérêt international des néoplasies thymiques » — plus couramment désigné par son sigle ITMIG, en 3 compartiments : (Figure 13) (19).

- **Compartiment prévasculaire** : contenant thymus, graisse, lymphatiques et tronc veineux brachio-céphalique gauche.
- **Compartiment viscéral** : Cœur et vaisseaux, trachée-bronches, œsophage et canal thoracique, lymphatique et péricarde
- **Compartiment paravertébral** : correspondant aux gouttières latéro-et costo-vertébrales.

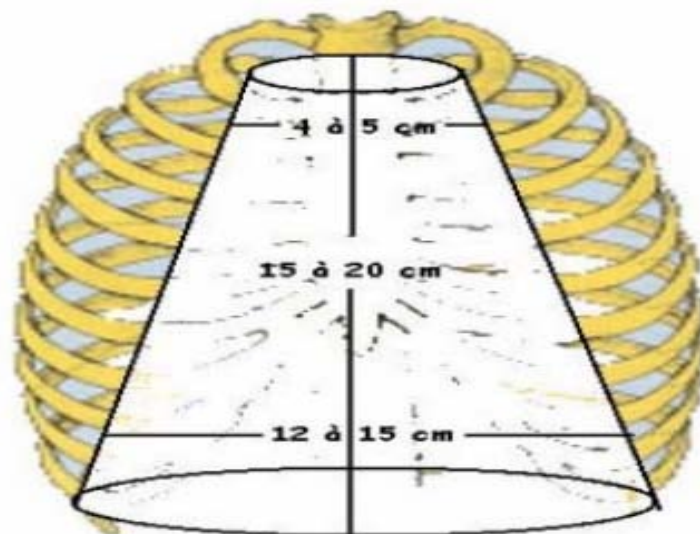


Figure 12 : Forme et dimensions du médiastin. (18)

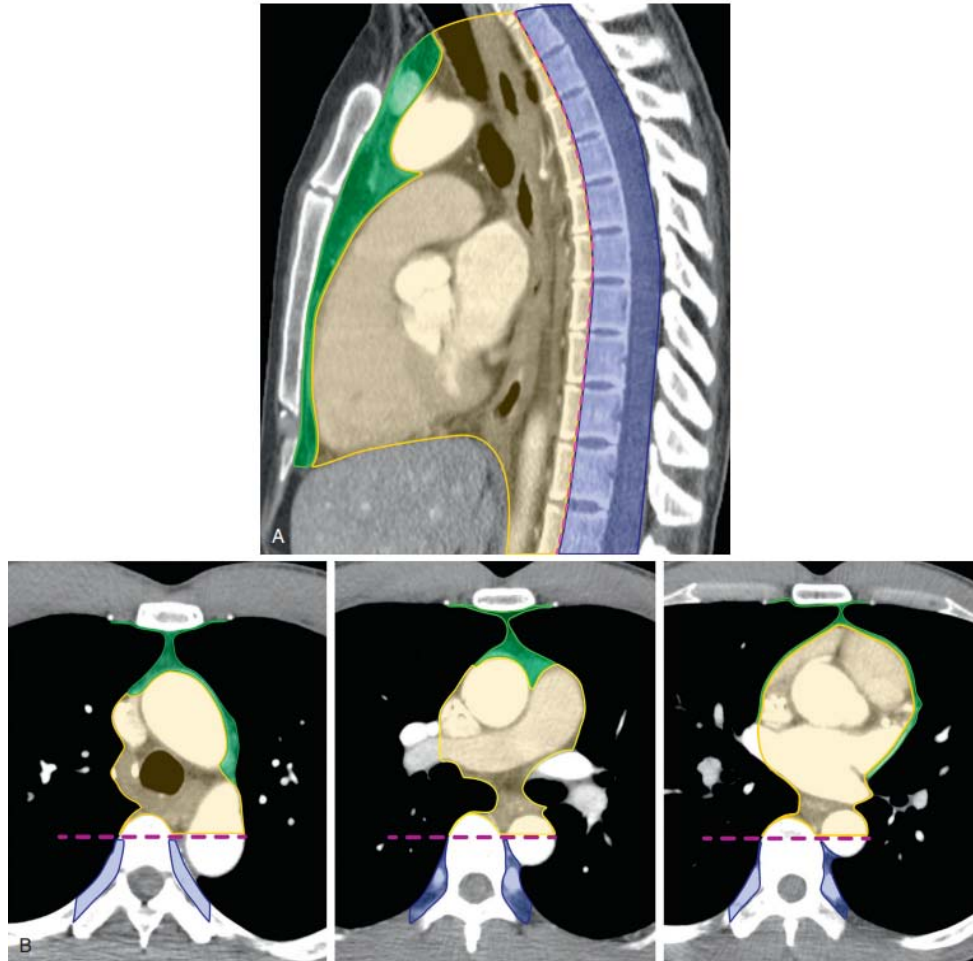


Figure 13 : Schémas sur des images TDM montrant les différents compartiments (19).

2. Sémiologie échographique normale :

L'image échographique analyse de la superficie à la profondeur les éléments suivants (20) :

2.1. Coupe sagittale ou cranio-caudale : (Figure 14) :

a. Tissu sous cutané :

Il apparait sous la forme d'une bande échogène superficielle.

b. Côtes :

Elle forme des arcs hyperéchogènes, à concavité interne, générant des cônes d'ombre pure.

c. Surface pulmonaire :

Elle apparait alors sous la forme d'une ligne hyperéchogène, discontinue car masquée par les cônes d'ombre des côtes, et prolongée en profondeur par des échos retardataires : ceux-ci dessinent un cône d'ombre impure, image d'artefact caractéristique d'une structure aérique.

Cette ligne hyperéchogène correspond à l'interface entre d'une part les tissus mous pariétaux (y compris la plèvre) et d'autre part la surface pulmonaire normalement ventilée. Le tissu pulmonaire n'est donc pas visible à l'état normal.

d. Espaces inter costo-aériques (EICA) :

C'est l'espace situé entre la surface externe des côtes et la ligne dite pleurale, échographiquement confondue avec la surface pulmonaire (figure 15). L'EICA représente l'épaisseur de la paroi musculaire de l'espace intercostal et de la plèvre : il doit être systématiquement mesuré lors de toute échographie thoracique. La valeur maximale de l'EICA normal est chiffrée à 01 cm.

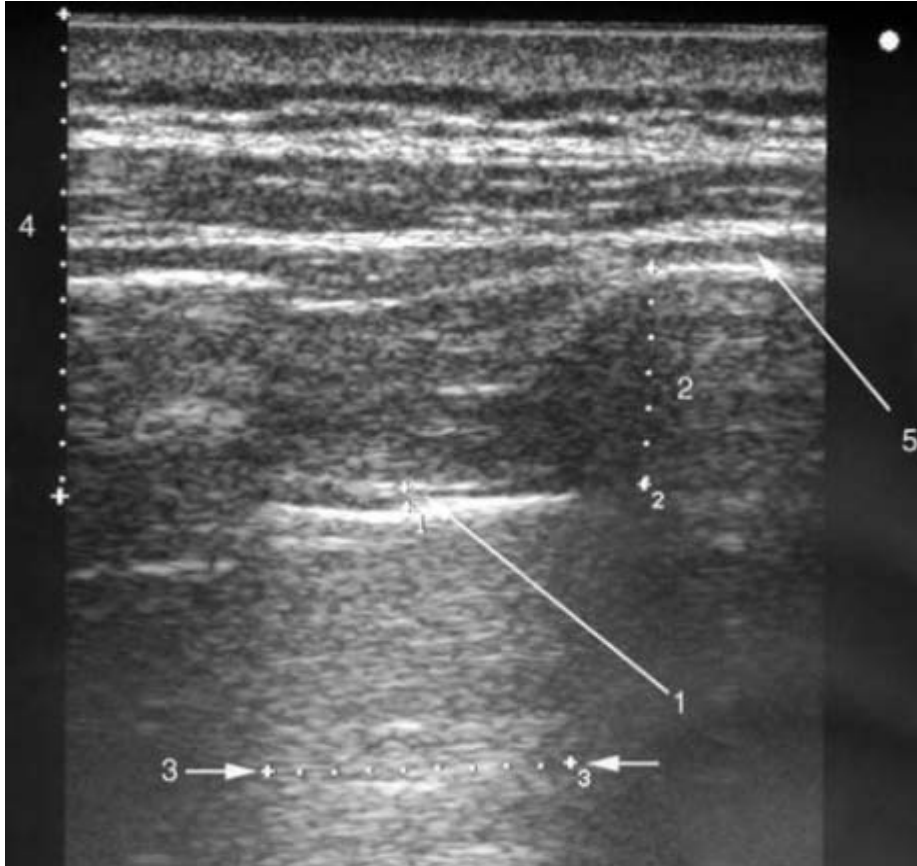


Figure 14 : Image normale, coupe longitudinale thoracique postérieure, sonde 7.5 MHz.

1. Surface pleuro-aérique pulmonaire
2. Espace inter costo-aérique
3. Espace intercostal
4. Epaisseur de la paroi thoracique
5. Surface costale arciforme

2.2. Coupe oblique ou intercostale :

L'image dans l'axe de l'espace intercostal supprime les cônes d'ombre costaux, la surface pulmonaire apparaissant alors comme une ligne hyperéchogène continue soulignée par les échos de réverbération aérique (figure 15).

De la même manière, la sonde peut être installée sur la côte, le long de son axe, imageant une ligne hyperéchogène, plus superficielle, continue générant un cône d'ombre pure géant.

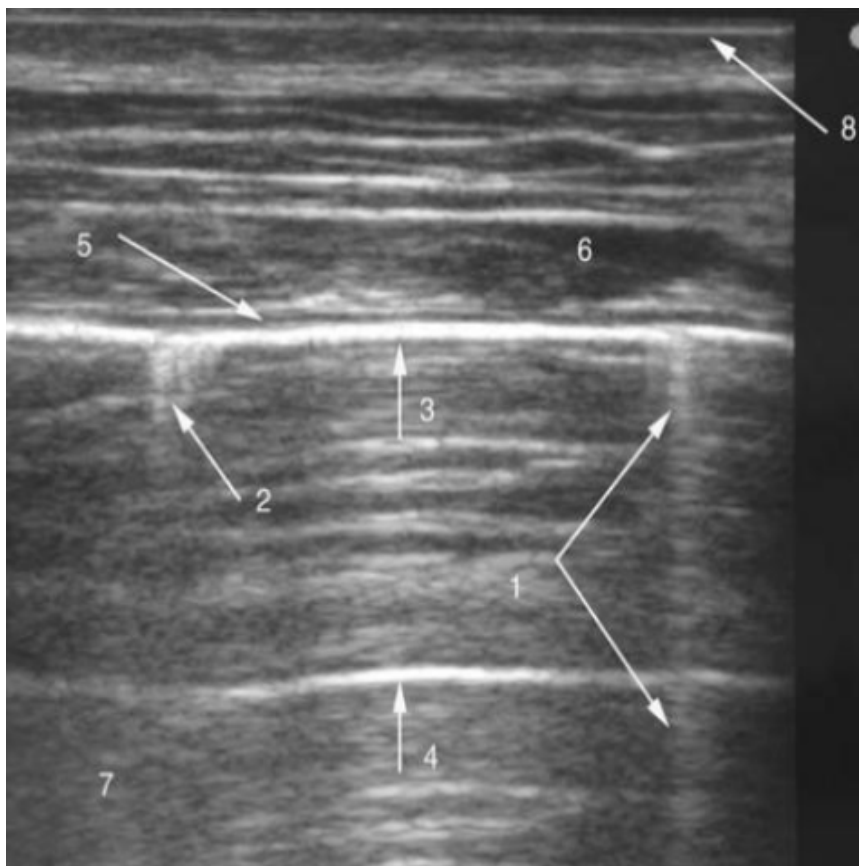


Figure 15 : Image normale. Coupe intercostale ou oblique.

- | | |
|---------------------------------------|---|
| 1. <u>Ring-down</u> | 5. <u>Liseré graisseux</u> |
| 2. <u>Comet-tail artefact</u> | 6. <u>Paroi thoracique</u> |
| 3. <u>Ligne hyperéchogène normale</u> | 7. <u>Echos d'artefact caractéristiques de la réflexion sur une surface aérique</u> |
| 4. <u>Echos de répétition</u> | 8. <u>Surface cutanée</u> |

2.3. Sonde haute fréquence et temps réel :

L'approche détaillée de la paroi et de la surface pulmonaire se fait en haute fréquence. Le liséré graisseux est repéré sur le versant externe de l'interface aérique, sa mesure est de l'ordre de 1 mm (Figure 15).

L'observation de la surface pulmonaire montre des petits mouvements de va-et-vient synchrone de la respiration, d'autant plus amples que l'on se rapproche du diaphragme.

Le signe du glissement doit être analysé. La surface pulmonaire normale (interface pleuro-aérique) est imagée en coupe intercostale comme une ligne hyperéchogène fine, lisse, régulière et continue.

Une observation attentive permet également de décrire quelques minimes interruptions (inférieures à 1 mm) associées à des artefacts en « queue de comète » ou « comet-tail artifacts » générés par la surface pulmonaire. Parfois des ring-down artifacts sont notés, caractérisés par leur mécanisme non épuisable. Il s'agit dans tous les cas d'échos retardataires artificiels probablement induits par quelques septas ou alvéoles superficielles peu ou pas aérées.

II. Bases sémiologiques du guidage des BTP :

1. A l'échographie : (21)

Si l'échographie est un excellent moyen de guidage d'une ponction biopsie en temps réel pour toute lésion ayant un contact pariétal. On peut dire que « toute lésion échovisible est échoponctionnable ».

L'intérêt du temps réel est certain et le guidage ultrasonore est par ailleurs un gain de « temps scanner » (« temps scanner » qu'il vaut mieux réserver aux ponctions plus délicates, intra parenchymateuses). Pour les lésions entourées de la pachypleurite ancienne, on saura par échodoppler rechercher (et éviter) d'éventuels néovaisseaux systémiques volumineux.

2. Au scanner :

L'utilisation du scanner pour guider une biopsie par voie transpariétale a de nombreux avantages. Elle permet de repérer la topographie exacte de la lésion, et surtout d'apprécier ses rapports avec les structures vasculaires, d'éventuelles bulles d'emphysème et les scissures, afin d'éviter les trajets transcissuraux. Elle permet également d'apprécier le caractère homogène ou non de la lésion et la présence d'une éventuelle nécrose centrale. Elle autorise la réalisation de la ponction de lésion de topographie centrale.

La possibilité de disposer de fluoroscopie facilite la réalisation de biopsies de petites lésions infracentimétriques ou de situation défavorable (angles costo-phréniques par exemple) et de réaliser ce geste plus rapidement chez les patients peu coopérants.

III. Techniques de la ponction biopsie transthoracique :

1. Choix de la voie d'abord :

Il dépend de la structure anatomique concernée.

D'une façon générale, il faut privilégier le trajet le plus court évitant les axes vasculaires, les scissures, les lésions d'emphysème.

Les bases pulmonaires sont très mobiles avec la respiration et il est important, en cas de petite cible basale, d'expliquer au patient de bloquer sa respiration toujours de la même façon lors des contrôles.

En cas de lésion nécrotique, il est intéressant de prélever à la fois la périphérie et le centre nécrotique car les cellules tumorales desquament en grand nombre au sein de la nécrose, permettant un diagnostic cytologique facile. (22)

Pour les lésions situées en arrière d'un arc costal lors du repérage et inaccessibles à un trajet vertical strict, on peut incliner le statif afin de libérer une voie d'abord intercostale (Figure 16).

On peut aussi tester différentes profondeurs d'inspiration mais ceci implique que le patient soit capable de contrôler ses apnées et le volume d'air inspiré. Les lésions en situation sous-pleurale immédiate sont parfois plus accessibles via un trajet oblique un peu long.



Figure 16 : (23)

Une approche oblique a été utilisée pour éviter les côtes et la console de tomographie a également été inclinée (la ligne blanche indique le plan d'angulation).

2. Choix de matériel :

La technique de ponction repose soit sur l'aspiration ou ascension par capillarité à l'aiguille fine, permettant seulement une étude cytologique, soit sur la réalisation de microbiopsies, le plus souvent à l'aide de trocars automatiques ou semi automatiques avec systèmes co-axiaux, ou seules, permettant une étude histologique et cytologique du prélèvement.

2.1. Pour la ponction biopsie :

- **La ponction simple :**

C'est la méthode la moins onéreuse cependant elle oblige à piquer le malade plusieurs fois avec tous les risques de complications que cela comporte. Elle consiste en l'abord direct de la lésion sans utiliser d'aiguille co-axiale guide. Il est alors nécessaire de traverser la plèvre et le parenchyme pulmonaire plusieurs fois en cas de prélèvements multiples (matériel insuffisant), ce qui expose à un risque majoré de pneumothorax et d'hémoptysie.

- **L'utilisation d'aiguille co-axiale :**

C'est la technique de choix. Elle consiste à utiliser une aiguille co-axiale munie d'un guide.

L'aiguille co-axiale placée une seule fois au sein de la lésion, permet de prélever plusieurs carottes.

Les avantages de cette technique sont multiples : (24)

- ❖ Les risques de pneumothorax sont les mêmes quel que soit le nombre de passages effectués.
- ❖ Elle annule théoriquement ou diminue fortement le risque d'ensemencement du trajet.
- ❖ Ce type de prélèvement peut être associé si nécessaire à un prélèvement cytologique, en réalisant des empreintes sur lame de la carotte biopsique.

- ❖ Le système co-axial permet d'augmenter la précision diagnostique et la valeur prédictive négative des biopsies (25), y compris pour les lésions bénignes.
- ❖ Cette technique est préconisée en première intention quand un cytologiste ne peut se déplacer sur le site de biopsie (24), et quand un lymphome, un sarcome ou une lésion bénigne sont suspectés.

L'association cytologie et histologie augmente le rendement diagnostique du geste. (26).

2.2. Autres techniques : aspiration pour cytologie :

Elle est préconisée en cas de suspicion d'infection active et pour le diagnostic cytologique des lymphomes. Mais sa précision diagnostique est moins bonne que celle des microbiopsies pour le diagnostic histologique précis des tumeurs bénignes (27,28), et elle est source d'un plus grand nombre de prélèvements indéterminés.

La présence d'un cytopathologiste sur place permet d'optimiser les prélèvements et de réduire le nombre de passages nécessaires au diagnostic, mais cela n'est pas possible dans tous les centres. (29)

Chez les patients particulièrement fragiles présentant un trouble ventilatoire obstructif (TVO) moyen ou sévère, l'aspiration à l'aiguille ultrafine (25G) permet un geste diagnostique sans majoration du risque de pneumothorax. (30)

L'aspiration à l'aiguille ultrafine permet également de passer en trans-scissural en cas de nécessité, sans majoration du risque de pneumothorax. (31).

IV. Lignes directrices pour la biopsie pulmonaire guidée par imagerie :

1. Types de biopsies pulmonaires : (15)

L'établissement d'un diagnostic adéquat des tumeurs pulmonaires constitue un défi pour les cliniciens, en particulier pneumologues, radiologues et anatomopathologistes. Le choix de la technique de biopsie dépendra de plusieurs paramètres tenant compte de l'état de santé du patient, l'efficacité diagnostique et la sûreté de la technique utilisée.

Ainsi, les biopsies pulmonaires peuvent être classées en fonction de la méthode d'accès (percutanée, bronchoscopique, intervention chirurgicale ouverte) ou de la raison de la biopsie (prélèvement de tissu dans le cas de maladies pulmonaires diffuses ou obtention de tissu à partir d'une masse suspectée de malignité).

Parfois, la biopsie percutanée est également définie en fonction du type de tissu obtenu (cytologique ou histologique). Les indications pour chacune seront discutées ultérieurement.

Les modalités de diagnostic des lésions pulmonaires périphériques comprennent des techniques traditionnelles et avancées. Les techniques de diagnostic traditionnelles comprennent la biopsie percutanée avec aspiration à l'aiguille transthoracique (TTNA), également connue sous le nom de biopsie à l'aiguille fine (Fine needle aspiration biopsy FNAB), et la bronchoscopie, tandis que les techniques avancées comprennent l'échographie endobronchique (EBUS) et la bronchoscopie de navigation par électromagnétisme (ENB).

1.1. BTP :

La BTP est réalisée sous assistance par imagerie par un radiologue. Les modalités d'imagerie sont la fluoroscopie, la tomodensitométrie (TDM) et l'échographie.

L'imagerie par résonance magnétique (IRM) a actuellement une utilisation limitée en raison de son coût, de la difficulté d'accéder au patient à l'intérieur de l'aimant, de la visualisation relativement médiocre des lésions pulmonaires et des difficultés avec les instruments ferromagnétiques dans le champ magnétique.

1.2. Biopsie sous bronchoscopie :

La biopsie par bronchoscope est utile pour les lésions endobronchiques proximales mais ne peut pas accéder aux lésions plus périphériques. La biopsie transbronchique de maladies pulmonaires diffuses peut être assistée par un certain guidage d'imagerie. Elle est le plus souvent réalisée par un pneumologue. Étant donné qu'elle ne traverse pas la plèvre, le pneumothorax est beaucoup moins fréquent que dans la biopsie percutanée.

1.3. Biopsie à ciel ouvert :

Bien que ces procédures chirurgicales soient capables de fournir des échantillons de tissus plus importants avec une précision et une spécificité améliorée, la morbidité et la durée du séjour à l'hôpital sont plus importantes qu'avec les deux autres méthodes de biopsie.

1.4. Thoracoscopie assistée par vidéo :

Biopsie pulmonaire sous thoracoscopie aussi appelée VATS (Video-Assisted Thoracoscopic Surgery).

1.5. Cryobiopsy :

Une technique récente, appelée cryobiopsies transbronchiques (Figure 17), est proposée comme alternative à la biopsie chirurgicale aux patients souffrant de PID (Pneumopathie interstitielle diffuse).

Sous anesthésie générale, le pneumologue insère un bronchoscope rigide dans la trachée. Ce tube permet d'une part de ventiler le patient, d'autre part de faire passer les instruments nécessaires aux prélèvements. Une « cryosonde », dont le positionnement est contrôlé par radioscopie, est alors introduite via les voies aériennes à la périphérie du poumon. Cette sonde peut se réfrigérer en quelques secondes et congeler les tissus avoisinants sur plusieurs millimètres. Un morceau de poumon gelé (d'où le nom cryobiopsie) de 5 mm d'arête au moins peut être obtenu. En général et afin d'augmenter les chances d'arriver au diagnostic, 3 à 5 biopsies sont prélevées. Une fois le geste terminé, le patient est hospitalisé en surveillance pour la nuit. L'anesthésie générale aura duré entre 30 et 45 minutes.

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

En l'absence de complication, la sortie est autorisée dès le lendemain. Les complications possibles sont d'une part un saignement pendant le geste (en général contrôlé localement) et d'autre part la survenue d'un pneumothorax (10 à 20% des cas environ). Si la pose d'un drain est nécessaire afin de drainer le pneumothorax, cela peut prolonger le séjour hospitalier.

Cette technique récente, pratiquée régulièrement aux Cliniques universitaires Saint-Luc, permet d'éviter le recours à la chirurgie dans 80% des cas. (32) « Endobronchial Ultrasound biopsy »

1.6. Avancées récentes :

EBUS «Electromagnetic Navigation Bronchoscopy» (Figure 18), «ConeBeam CT», «Robotic Bronchoscopy».

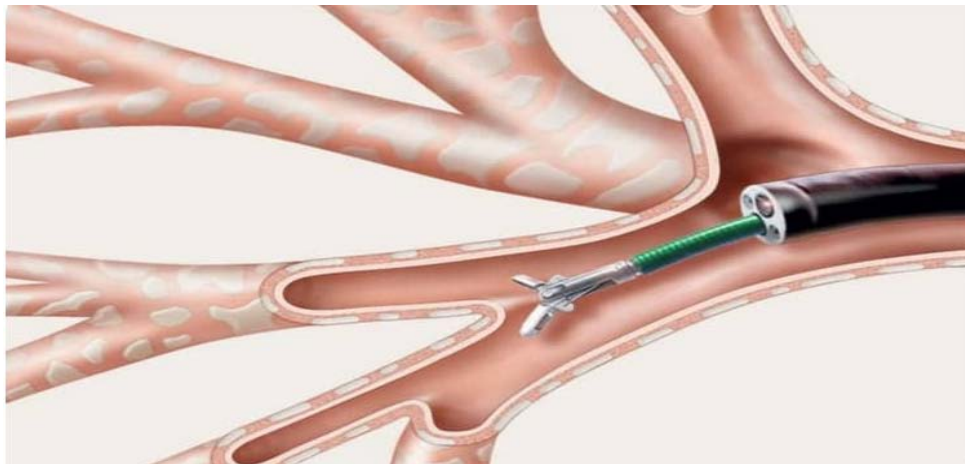


Figure 17 : Image représentative de réalisation de cryobiopsie.

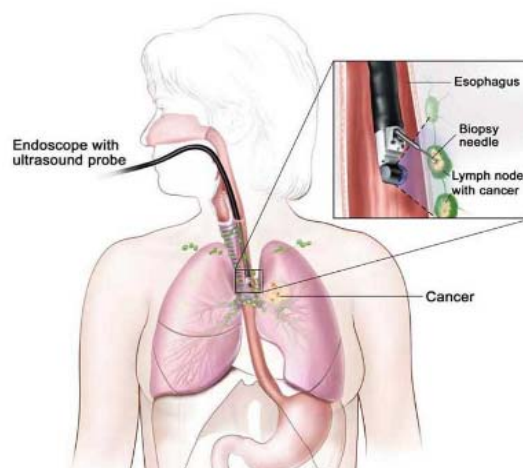


Figure 18 : Image représentative de réalisation d'EBUS.

2. Microbiopsies au trocart vs ponction aspiration à l'aiguille fine (FNAB) :

La biopsie à l'aiguille fine (FNA, FNAB), donne des échantillons cytologiques et, bien que ces aiguilles aient tendance à être de petit calibre, les aiguilles de ponction CNB qui produisent des échantillons histologiques peuvent également avoir un calibre similaire (15).

2.1. Technique de biopsie à l'aiguille fine (FNAB) :

La biopsie par aspiration à l'aiguille fine est une procédure diagnostique sous forme d'une biopsie percutanée de la région thoracique à l'aide d'une aiguille fine de calibre 25.

Selon la SIR seuls les procédures avec un calibre supérieur ou égal à 22 sont considérées comme biopsies à l'aiguille fine. (15).

La technique d'échantillonnage par FNAB consiste à : (7)

- ❖ Placer le patient sur la table d'opération
- ❖ Déterminer le site de la biopsie
- ❖ Désinfecter la peau dans la zone de biopsie avec de la povidone–iode à 10% suivie d'alcool à 70%
- ❖ Installer un drap stérile
- ❖ Réaliser une infiltration de lidocaïne à 2% (1 à 2 cc) au site de la biopsie jusqu'à atteindre la plèvre pariétale
- ❖ Effectuer une ponction verticale à l'aiguille spinale jusqu'à atteindre la lésion.
- ❖ Le stylet est retiré, l'aiguille est connectée à une seringue de 20 cc, l'aspiration est réalisée fermement, l'aiguille est déplacée de haut en bas le long de 0,5 à 1 cm plusieurs fois.
- ❖ L'aspiration est lentement ramenée à sa position d'origine, l'aiguille est retirée.
- ❖ Le matériel de biopsie aspiré est déposé sur une lame, un étalement plat est immédiatement réalisé, fixé, puis séché.

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

Si nécessaire, cette procédure peut être répétée une deuxième ou une troisième fois selon l'évaluation initiale par un pathologiste anatomique pour évaluer l'adéquation de l'échantillon (33,34).

2.2. Technique de biopsie au trocart CNB :

La biopsie à l'aiguille trocart est une procédure diagnostique sous forme d'une biopsie percutanée de la région thoracique à l'aide d'une aiguille trocart de calibre 16–20G, la pointe de l'aiguille servant de dispositif de coupe (Figure 19).

La technique d'échantillonnage par CNB est réalisée en insérant l'aiguille trocart au même endroit que la ponction précédente par FNAB jusqu'à atteindre la lésion en fonction de la profondeur de l'échographie thoracique.

Le matériau de biopsie coupé à travers le trocart est déposé sur une lame, immédiatement un étalement plat est réalisé, fixé, puis séché.

Si nécessaire, cette procédure peut être répétée une deuxième ou une troisième fois selon l'évaluation initiale par le pathologiste anatomique pour évaluer l'adéquation de l'échantillon. Les observations post-biopsie sont effectuées pour les patients hospitalisés dans la chambre. Pour les patients ambulatoires, l'observation est réalisée pendant 2 heures en salle d'opération, et en l'absence de complications, le participant est autorisé à rentrer chez lui avec des conseils pour revenir immédiatement en cas de symptômes de difficultés respiratoires ou d'expectorations de sang (35,36).

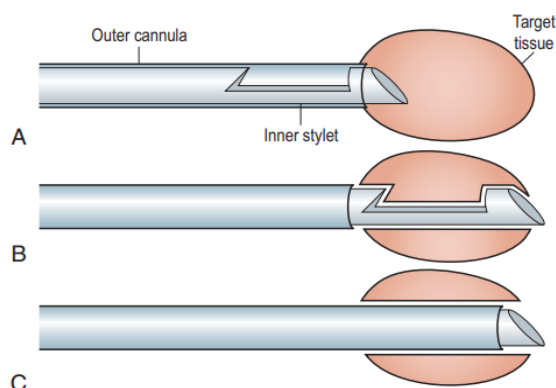


Figure 19 : Schéma du mécanisme d'action d'un trocart de micro-biopsie.

2.3. Discussion :

Dans une étude rétrospective menée par Bippan S et al., 91% des échantillons prélevés par biopsie au trocart CNB ont été utilisés à des fins diagnostiques, contre 80% des échantillons prélevés par cytoponction (écart statistiquement significatif ; $P < 0,05$). Le degré de sensibilité des biopsies au trocart a été établi à 89% (85 sur 95), alors que celui des cytoponctions a été établi à 95% (84 sur 88). Les biopsies au trocart ont affiché une spécificité de 100% (21 sur 21) et les cytoponctions, une spécificité de 81% (2 sur 11) avec deux résultats faussement positifs au sein du groupe (37). En ce qui concerne les taux de complication, les écarts entre les cytoponctions et les biopsies au trocart ne se sont pas avérés significatifs. En conséquent, la transition de la ponction à l'aiguille fine FNAB à la biopsie à l'aiguille trocart CNB dans un établissement de santé a entraîné une diminution significative du taux d'échantillons inadéquats sans augmentation significative des complications liées à la biopsie. (37).

De même, G. Watane et al., à travers sa série de 166 patients affirme la supériorité de la biopsie au trocart, par rapport à la FNAB, pour les patients avec des hémopathies malignes(5). En effet, la réussite diagnostique a atteint 87% pour la CNB (face à 55% pour la FNAB). Malgré que le taux de complications a été supérieur pour la CNB, il n'y avait pas différence statistiquement significative. En conclusion, la biopsie au CNB est sûre et plus efficace que la FNAB. (5).

Quoique, dans la série d'Oliveira et al.,(38) la réussite diagnostique a été similaire entre cytoponction à FNAB et la biopsie au CNB avec respectivement 91,2% et 88,9%, $P=0,66$. Le rendement diagnostique de la FNAB rencontré dans la cohorte actuelle peut être attribué à l'utilisation de la technique d'analyse sur site ROSE (Rapid on-site evaluation) dans tous les cas, une procédure reconnue pour augmenter le succès diagnostique global de la FNA. (29).

Le taux de complications reste un paramètre largement controversé, bien que certains articles font état d'un taux de complications plus élevé pour la biopsie au trocart CNB par rapport à l'aspiration à l'aiguille fine FNA (39,40), d'autres études (5,37,41,42) ne le font pas. Yao et al. (43) ont conclu dans une revue systématique comparant la FNA à la biopsie au CNB qu'il n'existe aucune différence significative dans le taux de complications entre ces techniques.

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

L'efficacité diagnostique et le taux de complications fût les deux paramètres de choix de la technique de biopsie. Dans l'objectif d'évaluer le taux de complications, W. J. Heerink et al., (14) ont réalisé une méta-analyse et revue systématique entre janvier 2000 et août 2015 des bases de données PubMed, Embase, Web of Science, et Cochrane Library selon les règles de PRISMA (44). Ils ont inclus 32 articles (8133 gestes au CNB) et 17 articles (4620 gestes FNAB) pour conclure que dans la biopsie pulmonaire guidée par TDM, les complications mineures étaient fréquentes et survenaient plus souvent dans la biopsie au trocart CNB que dans l'aspiration à l'aiguille fine FNA. Le taux de complications majeures était faible et aucune différence n'a été enregistrée entre les deux techniques. Pour la FNA, un plus petit diamètre du nodule, un plus grand diamètre d'aiguille et une augmentation du parenchyme pulmonaire traversé ont été les facteurs de risque de complications (Tableau III).

Une source potentielle de biais intra-étude dans cette même méta-analyse pourrait résider dans la sélection des techniques d'échantillonnage en cas de besoin d'une investigation histologique supplémentaire pour une thérapie ciblée. Dans ces cas, la biopsie au trocart est souvent préférée, et on peut s'attendre à ce que ces patients présentent une comorbidité plus élevée entraînant un taux de complications plus élevé (14).

Tableau III : Taux de complications mineurs, comparaison entre des séries de la littérature.

Un taux plus important de complications avec la CNB	Pas de différence
Beslic et al. (39)	Bippan et al. (37)
Yeow et al. (40)	G Watane et al. (5)
W. J. Heerink et al (méta-analyse). (14) (Aucune différence dans les complications majeurs)	Laurent F et al. (41)
	Tuna T et al. (42)
	Yao et al. (Méta-analyse). (43)

3. Indications :

Les indications de la BTP ont considérablement évolué depuis le développement de la technique, reflétant des changements dans de nombreux domaines, y compris la technologie des aiguilles, les techniques d'imagerie, et l'immunohistochimie et la cytochimie. (45).

La BTP peut être utilisée pour investiguer toute lésion solide ou kystique entre la paroi thoracique et le médiastin qui n'est pas visible lors de la bronchoscopie, à condition qu'elle soit accessible à l'aiguille.

Les indications des BTP rassemblent : (46)

- **Un nouveau nodule solitaire ou une masse** qui s'agrandit sur la radiographie thoracique et qui ne peut pas être diagnostiqué par bronchoscopie, ou lorsque la tomodensitométrie montre qu'il est peu probable d'être accessible par bronchoscopie, et qu'une décision a été prise par l'équipe multidisciplinaire qu'un diagnostic tissulaire devrait être obtenu.
- **Nodules multiples** chez un patient non connu porteur de malignité ou qui a eu une rémission prolongée.
- **Infiltrats persistants**, qu'ils soient uniques ou multiples, pour lesquels aucun diagnostic n'a été établi par crachat, culture sanguine, sérologie ou bronchoscopie.
- **Masse hilare après bronchoscopie négative.**

3.1. Nodule solitaire ou masse nouvelle ou augmentant de volume :

La raison la plus fréquente de recourir à la BTP est d'investiguer le nodule ou la masse parenchymateuse solitaire sur la radiographie thoracique. L'investigation radiologique suivante est la tomodensitométrie pour caractériser la lésion.

3.2. Nodules multiples chez un patient non connu porteur de malignité ou qui a eu une rémission prolongée :

Des nodules multiples sur la radiographie thoracique qui s'agrandissent lentement ou qui sont nouveaux peuvent survenir dans plusieurs conditions bénignes, y compris les nodules rhumatoïdes, les maladies granulomateuses, la granulomatose de Wegener, ou une infection (en particulier fongique) chez le patient immunodéprimé, et peuvent être diagnostiqués par biopsie à l'aiguille centrale.

Des lésions multiples de taille variable sont plus susceptibles d'être malignes. Lorsqu'un diagnostic de tumeur primitive est préalablement fait, la biopsie est peu susceptible de modifier le diagnostic présumé de métastases. En cas de rémission prolongée d'une tumeur suite à un traitement initial ou si le patient a un historique de plus d'une malignité primaire, les oncologues peuvent souhaiter une confirmation de la récurrence pour planifier un traitement ultérieur.

3.3. Infiltrats persistants :

La BTP peut être utilisée pour obtenir des échantillons de tissu pulmonaire lorsque des infiltrats persistent sur la radiographie thoracique et qu'aucun diagnostic n'a été établi par les cultures de crachat, de sang, de lavage broncho-alvéolaire ou par d'autres techniques diagnostiques. Le tissu devrait être passer par une culture car, bien que le rendement soit faible, l'investigation est peu coûteuse et peut augmenter la précision diagnostique ou orienter le traitement (47), en particulier chez les patients immunodéprimés (48).

Une lésion de ce type qui ne se résorbe pas peut être un carcinome broncho-alvéolaire.

3.4. Masse hilare après bronchoscopie négative.

Les masses hilaires peuvent être diagnostiqués par précision avec BTP après échec du diagnostic sous bronchoscopie.

3.5. Au total :

La BTP est indiquée pour évaluer un nodule ou une masse pulmonaire non diagnostiqué en fonction de la probabilité préalable de cancer et de la présence ou de l'absence de métastases. Elle est également utile pour l'évaluation des masses médiastinales, des masses hilaires non diagnostiquées après une bronchoscopie, et également pour le diagnostic des maladies infectieuses se présentant sous forme de nodules ou de consolidation. (49).

La biopsie transbronchique (TBLB) est utile pour les troubles pulmonaires diffus et localisés et est souvent la principale modalité diagnostique pour les lésions centrolobulaires telles que la sarcoïdose, les PID, la pneumopathie d'hypersensibilité, (anciennement appelée « alvéolite allergique extrinsèque (50) la pneumopathie à éosinophile (51) ou des étiologies infectieuses telles que la tuberculose, ou lorsque l'on soupçonne une maladie pulmonaire d'étiologie indéterminée. (52), (53).

La VATS est préférée à la chirurgie traditionnelle en raison de complications moindres et d'une récupération précoce. Elle est indiquée pour la biopsie des ganglions lymphatiques médiastinaux, la biopsie pleurale, la biopsie de tissu pulmonaire/ganglion lymphatique et pour le diagnostic de pneumopathies interstitielles idiopathiques. (54,55)

Traditionnellement, une biopsie ouverte ou chirurgicale (OLB) a été considérée comme la référence pour le diagnostic des lésions du parenchyme pulmonaire. Cependant, un essai d'une méthode moins invasive est généralement préféré sauf en cas de contre-indications majeures, et l'OLB ne doit être envisagée que lorsque l'obtention d'un diagnostic modifierait la prise en charge et que la maladie sous-jacente n'a pas une mortalité élevée. (56)

4. Contre-indications :

Il existe de nombreuses contre-indications relatives à la BTP, telles que décrites dans les directives de la BTS « British Thoracic Society » (46).

- ❖ L'incapacité à obtenir un consentement éclairé est une contre-indication à la procédure selon les directives, et une autre modalité diagnostique doit être envisagée.
- ❖ L'antécédent de pneumonectomie est une contre-indication. Cependant, si la lésion se situe au niveau de la plèvre, la procédure peut être tentée tant que le tissu pulmonaire n'est pas traversé.
- ❖ Si une lésion vasculaire ou une malformation artério-veineuse est suspectée à la tomodensitométrie, la procédure ne doit pas être envisagée, et une réunion d'équipe multidisciplinaire doit être organisée pour décider de la prochaine étape de la prise en charge.
- ❖ Pour les patients sous ventilation mécanique, la biopsie pulmonaire peut ne pas être réalisable en raison d'un accès limité.
- ❖ Il est essentiel que le patient coopère pendant la biopsie pulmonaire percutanée. Un mouvement soudain ou inattendu alors que l'aiguille de biopsie est dans le parenchyme pulmonaire peut entraîner des complications redoutables tel : un saignement intra pulmonaire ou un pneumothorax. Si le patient est effrayé, agité malgré des explications et des assurances attentives, un médicament anxiolytique peut être utile. Si le patient reste récalcitrant après ces mesures, la prise en charge doit être réévaluée.
- ❖ Devant une fonction pulmonaire anormale ou des indices de coagulation anormaux pendant l'évaluation pré-procédurale une étude de dossier en RCP s'avère nécessaire pour discuter la prise en charge en tenant en comptes les principes de la balance bénéfice-risque.

Pour les biopsies transthoraciques, en plus de l'hémorragie, les autres contre-indications comprennent une maladie emphysémateuse sévère, une dystrophie emphysémateuse au trajet de la biopsie, une toux intractable, les patients sous ventilation mécanique et les patients atteints d'hypertension pulmonaire. (49).

Les contre-indications à l'obtention d'échantillons de biopsie par bronchoscopie souple comprennent le manque de consentement éclairé, une diathèse hémorragique sévère non corrigible avant la procédure, une hypoxémie sévère, une urémie, une thrombocytopénie et une hypertension pulmonaire (6,57).

Outre une altération de l'état général, une coagulopathie et un infarctus du myocarde récent, la VATS est contre-indiquée chez les patients incapables de tolérer la ventilation unipulmonaire (58).

V. Discussion de résultats :

Cette étude rétrospective réalisée au sein du service de radiologie de l'hôpital militaire Avicenne a permis de regrouper 65 dossiers de patients qui ont bénéficié de biopsies pulmonaires Transthoraciques pour le diagnostic de masses pulmonaires centrales avec atélectasie.

Notre étude rassemble les dossiers de patients sus cités pour comparer l'efficacité diagnostic et la sécurité de 02 techniques d'assistance par imagerie notamment l'échographie et la tomодensitométrie.

A travers ce chapitre, nous allons analyser les résultats de notre série à la lumière des données de la littérature internationale.

1. Données épidémiologiques :

1.1. Taille de l'échantillon :

Au sein de notre série, nous avons pris en considération un échantillon de 65 patients, ultérieurement réparti en deux groupes, comprenant respectivement 43 et 22 patients. Cette taille d'échantillon est comparable à celle observée dans d'autres séries médicales (Tableau IV).

Une étude menée en Turquie par Ali Fuat Tekin et al, a analysé environ 181 procédures de biopsies pour comparer l'efficacité diagnostique, les risques de complications, les coûts et la durée entre les BTP sous écho-guidage et sous scanno-guidage(59). De même, une autre étude a comparé l'efficacité diagnostique et la sécurité de la biopsie guidée par ultrasons avec le guidage par TDM chez 131 patients(13).

La série de Mirek Mychajlowycz et al, avec un échantillon comprenant 158 biopsies pour les lésions sous-pleurales ou pleurales, a été répartie en deux groupes. Dans le premier groupe, 43 patients ont bénéficié d'un guidage par ultrasons, tandis que dans le deuxième groupe, 115 patients ont été guidés par TDM. (60)

Dans une série menée à l'Université d'Ottawa au Canada en 2020, E. Portela-Oliveira et al. ont étudié le cas de 146 patients ayant bénéficié de ponctions biopsies guidées par ultrasons pour évaluer l'efficacité diagnostique et la sécurité du geste (38). Une autre série a examiné 528 cas de biopsies guidées par ultrasons de 2008 à 2017 dans un objectif similaire. (11).

D'autres études ont comparé l'efficacité diagnostique et la sécurité des biopsies au trocart (CNB) par rapport aux ponctions à l'aiguille fine, Dont l'étude de G. Watane et al., portant sur un échantillon de 166 patients(5), et la série de Sangha et al., avec 251 biopsies transthoraciques à l'aiguille(37). L'étude d'Aykut Recep Aktaş et al. a utilisé un échantillon de 94 patients, dont seulement 7 ont été réalisés à l'aiguille fine (61). Pour les études de biopsies guidées par tomodensitométrie, une revue systématique et méta-analyse a été réalisé à travers les bases de données informatisés Pubmed et Embase, sur 1310 patients. (9), permettant une analyse globale du résultat diagnostique et de la sécurité de la biopsie à l'aiguille guidée par tomodensitométrie pour les masses médiastinales.

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

Tableau IV : Comparaison de la taille d'échantillon entre notre série et d'autres études de

Littérature Légende * : CNB +FNAB and CNB only. ** : FNAB only.

	Série	Taille de l'échantillon	Répartition de sous-groupes	Sous groupe 1	Sous groupe 2
US vs TDM	Notre série	65	Sous groupe 1 = BTP scanno-guidée Sous groupe 2 = BTP écho-guidées	43	22
	Ali Fuat Tekin et al	181		100	81
	Yamamoto et al	131		70	61
	Mirek Mychajlowycz et al	158		115	43
US	E. Portela-Oliveira et al. (38)	146		-	
	Lemieux et al. 2021	528			
TDM	Lee et al (Méta analyse)	1310			
CNB vs FNAB	G. watane	166	Sous groupe 1 = BTP au trocart CNB Sous groupe 2 = BTP à l'aiguille fine	60*	106**
	Sangha et al	251		126	125
	Aktaş et al	94		87	7

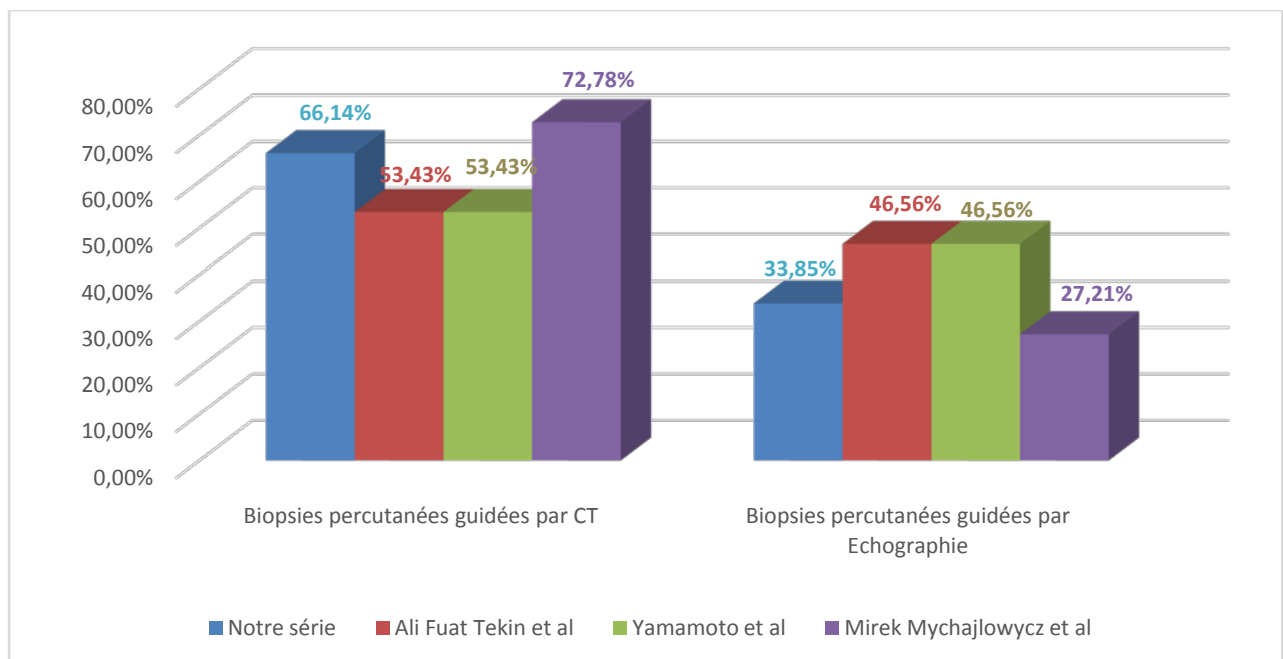
Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

1.2. Ratio :

Le pourcentage de patients ayant bénéficié de BTP écho-guidée dans le cadre de notre série a été enregistré à 33,85%. Ce résultat correspond aux conclusions présentées par Ali Fuat Tekin et al., (59), Yamamoto et al., (13), avec un pourcentage de 46,56% (Graphique 15).

Tableau V : Comparaison du ratio BTP écho-guidées et scanno-guidées entre notre série et d'autres études de la littérature.

	Total du groupe	BTP Scanno-guidées	BTP Echo-guidées	Ratio
Notre série	65	43 (66,14%)	22 (33,85)	1.95 (>1)
Ali Fuat Tekin et al	181	100 (55,25%)	81 (44,75%)	1.23 (>1)
Yamamoto et al	131	70 (53,43%)	61 (46,56%)	1.14 (>1)
Mirek Mychajlowycz et al	158	115 (72,78%)	43 (27,21%)	2.67 (<1)



Graphique 15 : Comparaison des pourcentages de sous-groupes de BTP écho-guidées entre notre série et d'autres études comparatives de la littérature.

1.3. Age :

L'âge moyen observé dans notre série était de 53,6 ans, soit le plus bas par rapport aux autres séries dans le domaine de la littérature. Notamment la série menée par Portela-Oliveira et al.,(38) qui traite l'ensemble de lésions thoracique (poumon, médiastin et paroi thoracique) avec une moyenne d'âge égale à 66 ans, (38), (Graphique 16).

Yoon et al., (62) avec une série qui portait sur 9 823 patients admis dans neuf hôpitaux en Corée du Sud entre 2010 et 2014, ont documenté un âge moyen de 64,7 ans. Il est aussi important de noter que l'étude a exclu 11 patients de moins de 11 ans ayant subi 11 biopsies.

La série de Baratella et al.,(10) comprenant 410 patients suspectés de lésions malignes, a révélé l'âge moyen le plus élevé, soit 72 ans.

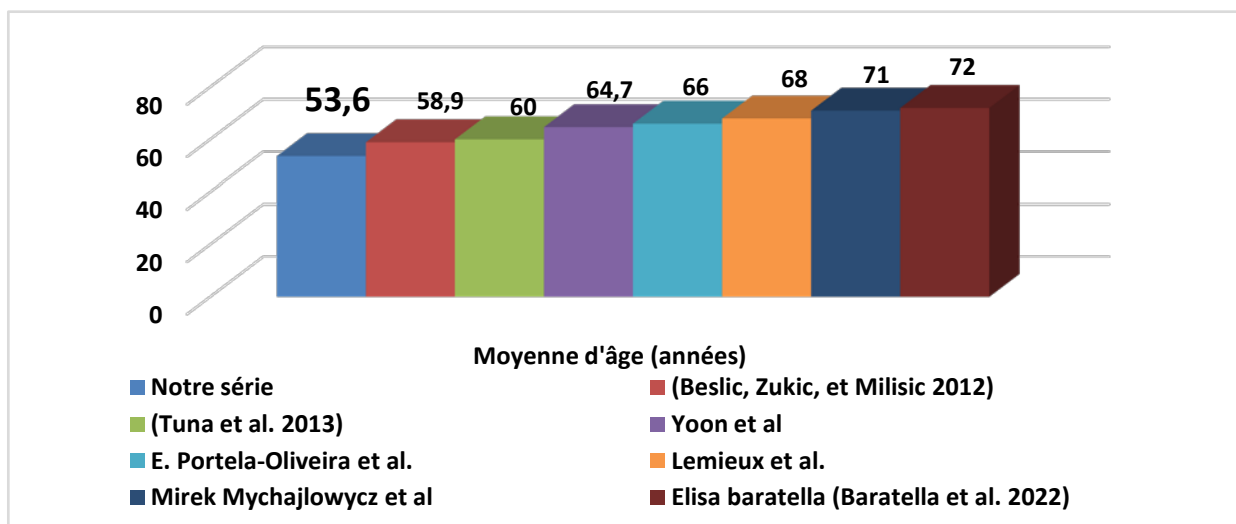
La prédominance d'âge avancé (Tableau VI), dans les études traitant les masses thoraciques et particulièrement pulmonaires peut être attribué à deux facteurs : la prévalence accrue de tumeurs malignes au sein de ces lésions et l'association entre l'incidence du cancer et l'âge.

L'Institut national du cancer de France indique que l'âge médian pour le diagnostic du cancer du poumon est de 68 ans pour les hommes et de 66 ans pour les femmes (63).

Il serait intéressant d'explorer les corrélations diagnostiques entre le taux de diagnostics malins et l'âge des patients.

Tableau VI : Moyenne d'âge et population cible : comparaison avec d'autres séries de la littérature (10,11,38-40,60,62).

Séries	Critère d'inclusion	Taille de l'échantillon	Age (moyenne en années) en ordre croissant
Notre série	Masses pulmonaires centrales avec atélectasie	65	53,6
Beslic et al	Lésions pulmonaires	158	58,9
Yeow et al	Maladies pulmonaires	105	60
Yoon et al korean society of radiology	Lésions thoraciques	9823	64,7 (+ou-11,8)
E. Portela-Oliveira et al.	Lésions thoraciques (poumon, médiastin, paroi thoracique)	146	66 (+ou- 6,5)
Lemieux et al. 2021	Lésions pulmonaires	397	68 (+ou- 11)
Mirek Mychajlowycz et al	Lésions subpleurales et leurales	158	71 ans
Elisa baratella	Lésions pulmnaires suspectes de malignité	410	72



Graphique 16 : Histogramme comparatif de moyenne d'âge (années) entre notre série et d'autres études de la littérature.

1.4. Sexe :

Pour notre série nous avons enregistré un sexe ratio >1 . Ceci concorde avec les données de la littérature (Tableau VII).

Tableau VII : Prédominance de sexe : comparaison entre notre série et d'autres études de la littérature.

	Male	Female	Sexe ratio
Notre série	42	23	1.82
Lemieux et al	286	242	1,81
E. Portela-Oliveira et al.	83	63	1,31
Yamamoto et al	103	28	3,67
Rabbani et al	58	52	1,15
Yoon et al	6085	3738	1,62

Nous observons une prédominance masculine en ce qui concerne généralement les masses thoraciques. (11,13,38,62,64).

Une méta analyse, publié en juillet 2019 par Han na Lee et AL,(9) dans l'objectif d'évaluer la réussite diagnostic et le taux de complications pour les biopsies au trocart « CNB » guidées par tomodensitométrie pour les masses médiastinales. L'étude regroupe 1310 patients de 18 études dans 18 pays différents (dont usa, Italie, Egypt, Iran), sur une période allant de 1994 à 2018. Le sexe ratio a été supérieur à 1 dans la moitié des études, inférieur à 1 dans 02 études, dont la série de J Greif et al, avec 58,6% de femmes pour un échantillon de taille égale à 70 (65), et enfin, égale à 01 dans la série de Yokoyama et al.,(66). La prédominance de sexe n'a pas été mentionnée dans 06 autres études (Figure 20).

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

Table 1 Characteristics of the included studies and patients' demographics

Author	Year	Locale	Study period	No. of total patients	No. of core needle biopsy	Mean age (range)	Male (%)
Bresseler EL et al [4]	1994	USA	1991–1992	36	37	60.4 (33–78)	63.9
Greif J et al [40]	1999	Israel	1988–1996	70	70	55.0 (25–82)	41.4
Hagberg H et al [41]	2000	Sweden	1993.11–1998.7	21	23	NR	NA
Sklair-Levy M et al [43]	2000	Israel	1989.9–1998.8	42	49	29.2 (4–64)	35.7
de Farias AP et al [38]	2003	Brazil	1993.1–1999.12	48	48	NR	NA
Kulkarni S et al [8]	2008	India	2004.2–2006.10	82	83	NR	67.1
Yanagawa M et al [44]	2010	Japan	2000.5–2006.11	20	20	61.0 (35–74)	55.0
Branden E et al [37]	2014	Sweden	2005.1–2010.12	48	48	NR	NA
Yokoyama K et al [45]	2014	Japan	2006.1–2012.6	106	106	56.7 (15–67)	50.0
Azrumelashvili T et al [36]	2015	Georgia	NR	116	125	NR	NA
de Margerie-Mellon et al [2]	2015	France	2006.1–2011.12	285	293	48.6 (13–86)	57.2
Petranovic M et al [7]	2015	USA	2003.1–2012.12	42	42	49.0 (15–82)	61.5
Jiao D et al [42]	2016	China	2010.1–2015.1	100	100	52.0 (24–80)	65.0
Rabbani M et al [6]	2016	Iran	2006–2012	110	110	41.0 (15–78)	52.7
Neyaz Z et al [11]	2016	India	2009.12–2013.6	63	70	NR	NA
Floridi C et al [39]	2017	Italy	2013.9–2016.4	40	40	52.5 (18.7–86.4)	62.5
Yousef HY et al [46]	2017	Egypt	2015.3–2017.1	10	10	NR	NA
Iguchi T et al [5]	2018	Japan	2006.6–2017.5	71	71	53.8 (14–88)	54.9

No, number; NR, not reported

Figure 20 : Profil épidémiologique des études incluses dans une méta-analyse menée par Lee et al., (9).

2. Résultats en rapport avec la biopsie :

2.1. Volume tumoral :

Dans notre série le volume tumoral, jugé par le diamètre le plus long de la masse a été d'une moyenne égale à 50mm. Ceci concorde parfaitement avec les données retrouvées dans la littérature. Notamment la série de Baratella et al., (10) avec une taille moyenne de 40mm, et la série de Christian B et al., (67) (Tableau VIII) .

Tableau VIII : Volume tumoral (moyenne) : comparaison entre notre série et d'autres études de la littérature (10,59,67).

	Taille de la masse en mm	
	Tomodensitométrie	Echographie
Notre série	50	
Baratella et al.	40	
Christian B et al.	54	48
Ali Fuat Tekin et al.	33	46

Dans la série de Fuat tekin et al., (59) une différence statistiquement significative a été observée entre les procédures de biopsies guidées par tomodensitométrie et ceux par ultrasons, ($P < 0,001$). La taille de la masse a été significativement plus élevée pour les biopsies guidées par tomodensitométrie.

2.2. Nombre d'échantillon obtenu par lésion :

Dans notre série, le nombre d'échantillons obtenus par lésion était d'une moyenne de 2.7 (un écart type égal à 1.0), 2,7 de moyenne pour le groupe de TDM et 2,6 dans le groupe d'échographie sans différence statistiquement significative ($p=0,771$), (Graphique 17).

Ceci concorde avec le résultat de Lee et al.,(9) qui ont mené une revue systématique et méta-analyse des masses médiastinales dont la biopsie a été faite au trocart « CNB » et guidée par l'échographie. La moyenne d'échantillon obtenu par biopsie a été de 3,3.

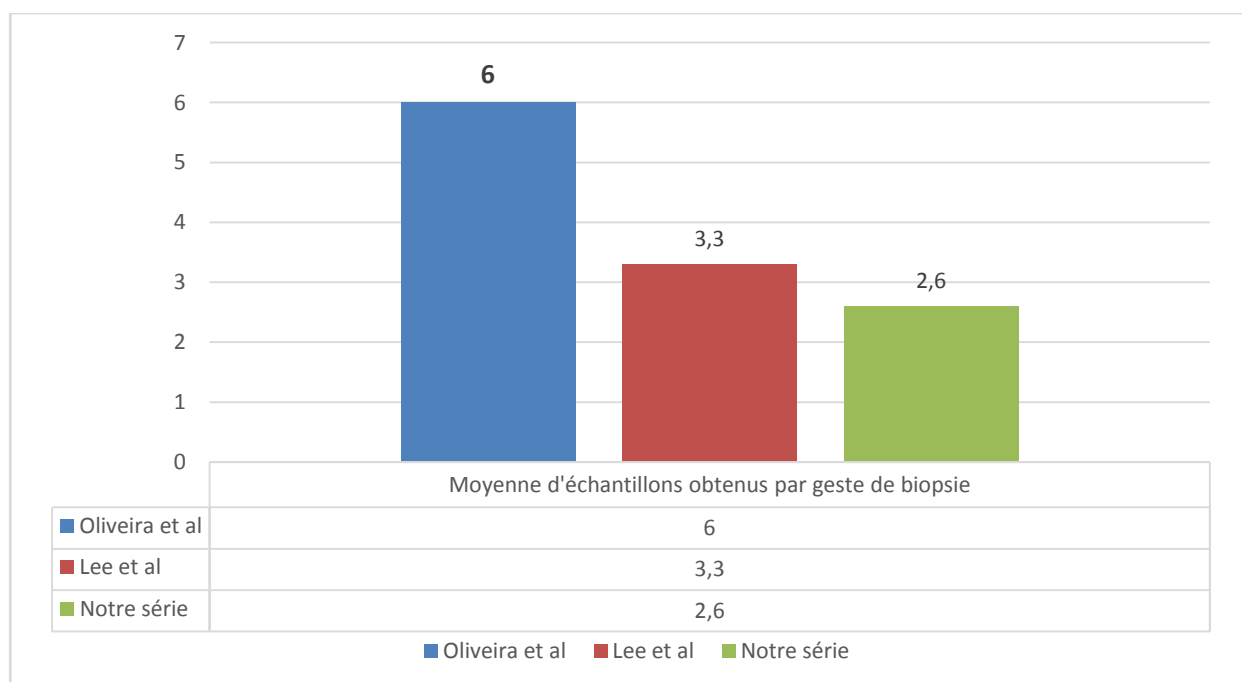
Cette valeur moyenne est considérée comme étant inférieure à celle rapportée par Oliveira et al, qui ont rapporté un nombre moyen d'échantillons obtenus égal à 6, avec une plage variant de 3 à 12. La série d'Oliveira et al., (38) porte sur l'ensemble de lésions thoraciques avec seulement 9,5% de lésions médiastinales profondes et bien plus que 40% de lésions thoraciques adjacentes à la paroi et de lésions pleurales. Cette différence de cible par rapport à notre série et celle de Lee et al., pourrait expliquer cette différence de nombre d'échantillons obtenus par biopsie.

En méta-régression, ≥ 3 prélèvements tissulaires, l'utilisation de la fluoroscopie en temps réel et un pourcentage plus faible de lymphome étaient associés à une meilleure rentabilité diagnostique, seul le nombre de prélèvements tissulaires était un facteur significatif influençant la précision diagnostique(9).

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

Le nombre de prélèvements tissulaires est également un facteur significatif bien connu pour la biopsie pulmonaire percutanée guidée par tomodensitométrie (68,69). En particulier, Lee et al., (9) ont retrouvé que l'efficacité diagnostique et le rendement diagnostique ont été significativement plus élevés dans les études avec ≥ 3 prélèvements tissulaires. Aussi, Lim et al., (68) ont rapporté que le rendement diagnostique augmentait jusqu'au troisième prélèvement tissulaire, mais pas de manière significative par la suite pour la BTP des lésions pulmonaires.

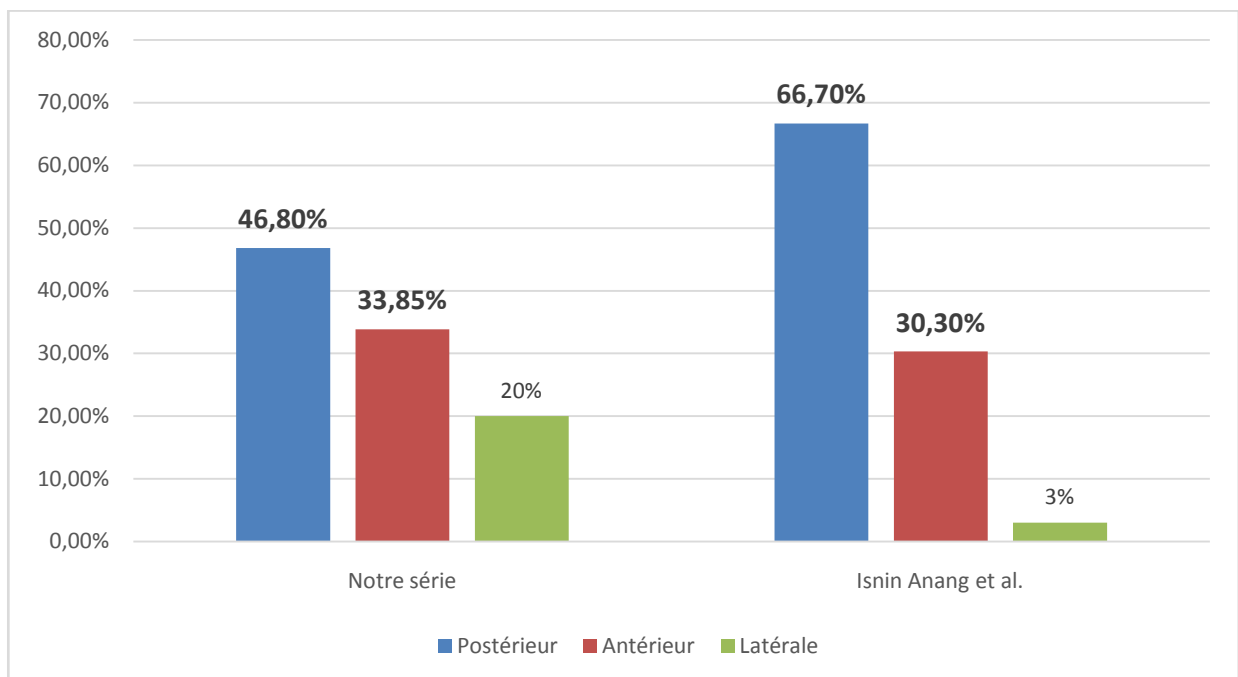
Toutefois, selon Oliveira et al., (38) le nombre d'échantillons obtenus par biopsie n'a pas d'influence sur la réussite diagnostique. Aussi, étant donné qu'un nombre plus élevé de prélèvements tissulaires augmente le temps de rétention de l'aiguille et augmente potentiellement le risque de complications, les radiologues devraient obtenir un nombre adéquat de prélèvements tissulaires qui peuvent améliorer la précision diagnostique sans augmenter significativement le taux de complications. (68,70).



Graphique 17 : Moyenne d'échantillons obtenus pour les BTP écho-guidées.

2.3. Position :

Dans notre série, la majorité des patients avaient une aiguille de position postérieure. Ceci s'applique pour 30 de nos patients avec un pourcentage équivalent à 46,8%. Secondairement on retrouve un positionnement antérieur avec un pourcentage 33,85% et dernièrement un positionnement latéral dans 20% des cas. Tandis que, dans la série de Isnin Anang Marhana et al.(7), la position de prédominance a été antérieure avec 44 cas, ce qui est équivalent à un taux de 66,7%, suivie par une position postérieure dans 30,3% des cas (Graphique 18).



Graphique 18 : Position de l'aiguille : Comparaison entre notre série et l'étude de Isnin Anang et al. (7).

3. Diagnostics finaux :

Dans notre série, un diagnostic de malignité a été établi dans 84,6% des cas, alignant ces résultats avec les données existantes dans la littérature. Notamment, les séries de Zhang et al.,(71) avec un pourcentage de 72,82%, et la série de Yamamoto et al., avec un pourcentage de 81,39% (71),(Tableau IX, Graphique 19).

Parmi les diagnostics malins, l'adénocarcinome occupe la première place dans notre série avec un taux de 38,4%, concordant avec les données retrouvées dans la littérature. Citons la série de Lemieux et al., (11) qui parmi 528 lésions place l'adénocarcinome en tête de liste avec 108 cas, équivalant à un taux de 20,45%. Le deuxième profil en termes de fréquence a généralement été le carcinome épidermoïde, avec un taux de 30,7% pour notre série et 15,9% pour la série de Lemieux et al.

Nous rappelons qu'un résultat de diagnostic indéterminé a été considéré en présence de nécrose, d'atypie, ou en cas d'insuffisance de matériel. Concernant le pourcentage de diagnostics indéterminés (Graphique 20), nous avons observé un taux de 7,7% pour l'ensemble des biopsies réalisées. Ce chiffre est jugé inférieur à celui rapporté par Yamamoto et al., et Beslic et al.,(13,39). Cependant, Zhang et al., dans une étude comparative entre les deux techniques de biopsie, CNB et FNAB, échographie et scanner confondus, ont trouvé le pourcentage le plus bas de diagnostics indéterminés. Ce résultat inférieur du taux de diagnostics indéterminés pourrait être attribuable à deux paramètres : l'utilisation de l'échographie de contraste (CEUS) et l'ajustement de l'angle de pénétration de l'aiguille (71).

En effet, l'échographie de contraste (CEUS) a été réalisée sur 52 lésions chez 52 patients (parmi 92patients) consécutifs pour observer les zones de nécrose non améliorées, le temps d'arrivée du produit de contraste (AT), et les caractéristiques de la perfusion sanguine dans les lésions. Zhang et al. (71), concluent, à travers leur série, que le taux de confirmation pathologique dans le groupe de guidage par CEUS était plus élevé que dans le groupe de guidage par échographie traditionnelle, mais sans différence significative (98,1% contre 90,0%, $p > 0,05$).

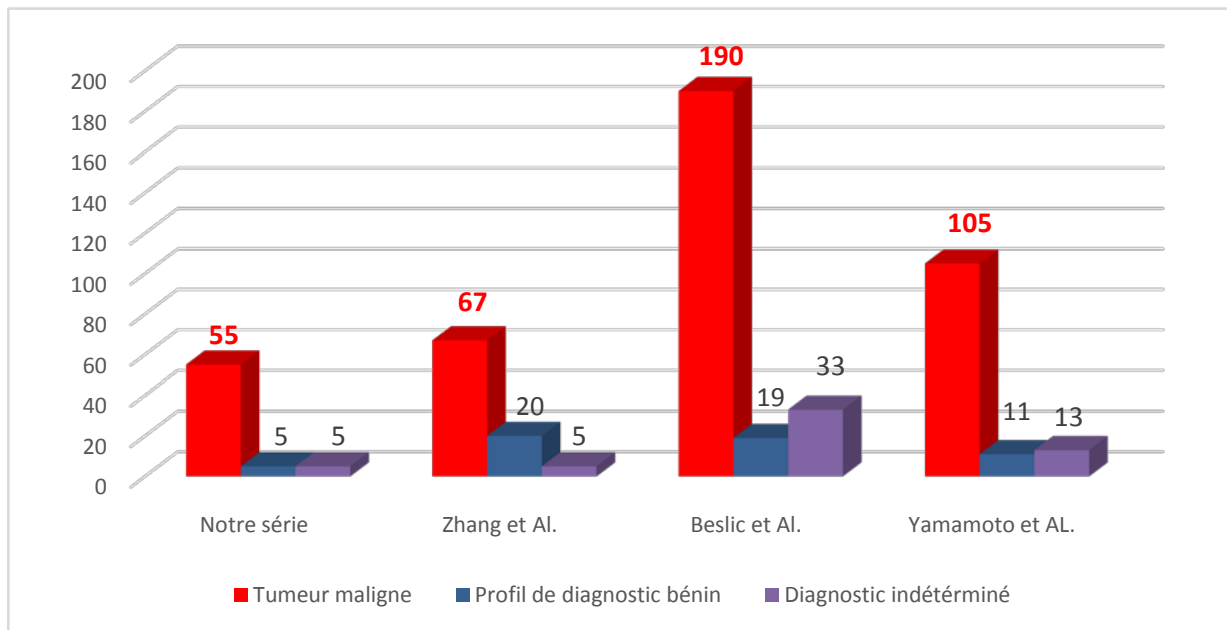
Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

Un deuxième paramètre cité par Zhang et al., qui pourrait avoir un impact positif sur la réussite diagnostique, est la combinaison de trajets linéaires et non linéaires lors de la réalisation de biopsies. Ils expliquent que le taux de réussite de la procédure de biopsie le long de la ponction linéaire était significativement plus élevé dans le groupe à un angle de 80° à 90° (93,0% contre 20,4%, $p < 0,01$), et le taux d'adoption de la biopsie de trajet non linéaire pour résoudre le blocage de l'aiguille de ponction par les côtes était significativement plus élevé dans le groupe à un angle de 70° à 80° (79,6% contre 7,0%, $p < 0,01$) (71)

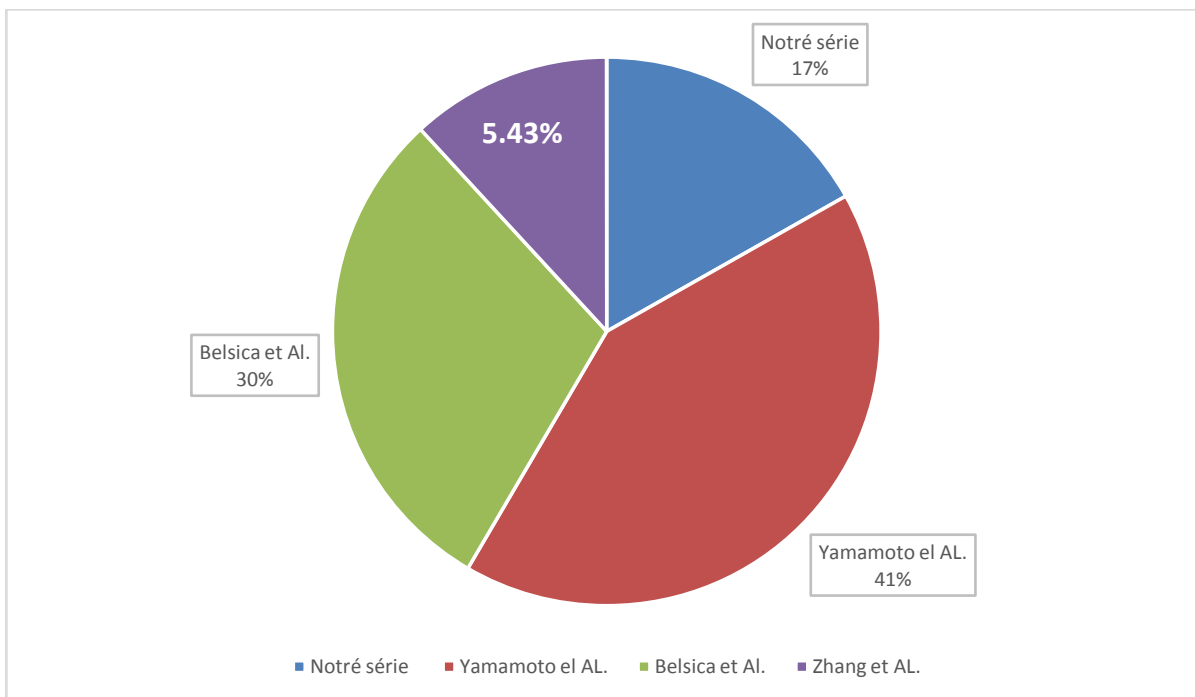
Tableau IX : Résultats histologiques finaux de BTP, comparaison entre notre séries et d'autres études de la littérature (13,39,71).

	Taille de l'échantillon		Diagnostic malin (n)	Taux (%)	Diagnostic bénin (n)	Taux (%)	Diagnostic Indéterminé (n)	Taux (%)
Notre série	65		55	84,61%	5	7,7%	5	7.7%
Zhang et al.	92		67	72,82%	20	21,73%	5	5.43%
Beslic et al.	242		190	78,51%	19	78,51%	33	13.63%
Yamamoto et al.	Us	59	53	89,83%	4	6,77%	2	3.38
	CT	70	52	74,28%	7	0,1%	11	15.71%
	Total	129	105	81,39%	11	6.78%	13	19.09%

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.



Graphique 19 : Comparaison de résultats diagnostique finaux entre notre séries et d'autres études de la littérature (13,39,71).



Graphique 20 : Comparaison de taux de diagnostics indéterminés entre notre série et d'autres études de la littérature (13,39,71).

4. Résultats statistiques :

4.1. Rendement diagnostique global :

Dans notre série le rendement diagnostique global est égal à 80% (52/65).

4.2. BTP scanno-guidées :

La précision globale de BTP scanno-guidées s'est établie à 88,37%, avec des taux de sensibilité, de spécificité, de valeur prédictive positive (VPP) et de valeur prédictive négative (VPN) respectivement équivalents à 86,4%, 85,7%, 96,96% et 54,5%.

Ce résultat de précision globale se rapproche de celui rapporté par Margerie-Mellon (72) et se situe légèrement en deçà de celui d'une méta-analyse réalisée par Lee et al.,(9) (Tableau X).

Ces derniers ont effectué une méta-analyse basée sur les bases de données PubMed et Embase jusqu'au 2 janvier 2019, dans le but d'identifier des articles originaux pertinents sur l'utilisation de la biopsie trans-thoracique guidée par TDM pour les masses médiastinales.(9)

Après une exclusion sélective d'articles ne répondant pas aux critères d'inclusion et d'exclusion préalablement définis par consensus, un total de 18 articles, comprenant un échantillon de 1310 patients et 1345 biopsies au CNB guidées par TDM, a été retenu. (23,64-66,72-85).

La proportion agréée pour le rendement diagnostique a initialement été évaluée à 94% (IC à 95%, 0,90-0,97). Après ajustement pour le biais de publication (86) à l'aide de l'approche trim-and-fill, la proportion globale ajustée pour le rendement diagnostique de la BTP scanno-guidée pour les masses médiastinales demeure égale à 92% (IC à 95%, 0,86-0,96), se rapprochant des estimations globales non ajustées. Une hétérogénéité modérée entre les études a été observée dans les proportions globales (I², 64% ; IC à 95%, 45,6-77,9%). Les graphiques en entonnoir n'ont pas indiqué de biais de publication significatif (p = 0,63).

Une étude large plus ancienne datant de 2015, a rapporté un rendement diagnostique de 87% avec un taux relativement similaire à celui retrouvé dans notre série. Cela peut être attribué à l'inclusion de cas de lymphome résiduel ainsi que de lymphome nouvellement diagnostiqué. Ils ont rapporté que le rendement diagnostique était bien plus bas pour le lymphome résiduel à cause de son caractère fibreux et paucicellulaire (72).

Tableau X : Rendement diagnostique et précision globale de BTP scanno-guidées, comparaison entre notre série et d'autres études de la littérature (9,72).

Etude	Rendement diagnostique	Précision globale
Notre série		88,37%
Lee et al. (Méta-analyse)	92%	94%
Margerie-Mellon C et al.	87%	

4.3. BTP écho-guidées :

a. Rendement diagnostique et précision globale :

Dans notre série, la précision globale des biopsies percutanées guidées par ultrasons s'est établie à 90,9%, avec des taux de sensibilité, de spécificité, de valeur prédictive positive (VPP) et de valeur prédictive négative (VPN) respectivement atteignant 94,4%, 75%, 94,4% et 75%. Ces résultats sont en concordance avec les données présentes dans la littérature (Tableau XI).

La précision globale, se situe dans la fourchette observée dans d'autres séries, notamment celles de Di Bardino et al., Lemieux et al., et Yamamoto et al., qui ont tous rapporté des taux de précision variant entre 88% et 95%(11,13,87), Ces résultats surpassent le taux de rendement diagnostique enregistré par Guo et al. (81,8%). (88)

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

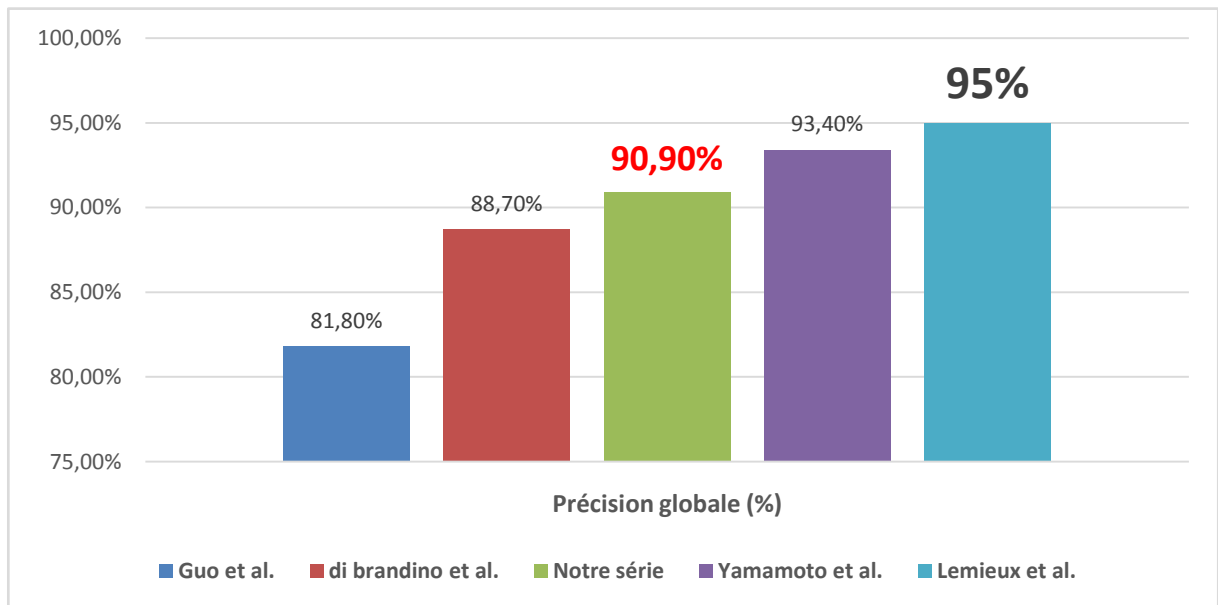
La série de Lemieux et al.,(11), mérite une attention particulière. Les chercheurs ont évalué les variables influençant la sensibilité et le taux de complications en utilisant des approches statistiques univariées et multivariées. Cette étude a englobé l'ensemble des lésions pulmonaires, tant centrales que périphériques, ainsi que les lésions pleurales (479 lésions pulmonaires et 49 lésions pleurales). Deux techniques de biopsie ont été employées, soit 67% de biopsies par trocart (CNB), 21% de ponctions à l'aiguille fine (FNAB), et le reste des patients a bénéficié d'une combinaison des deux techniques (CNB + FNAB). Le rendement diagnostique global s'est élevé à 95% (542/571). Les résultats non diagnostiques ont été attribués à l'interposition du scapula ou des côtes entre la sonde d'ultrasons et la lésion, selon les propos des auteurs.

Tableau XI : Précision globale, spécificité, sensibilité, VPP et VPN de BTP écho-guidées.

Comparaison entre notre série et d'autres études de la littérature (11,13,87,88).

Série	Précision globale	Sensibilité	Spécificité	VPP	VPN
Notre série	90,9%	94,4%	75%	94,4%	75%
Di Bardino et al., (Méta analyse)	88,7%	91,5%	100%	-	
Lemieux et al.,	95%	72%	100%	-	54%
Guo et al.,	81,8%	79,2%-88,7%	86,1%-100%	88,1%-100%	76% - 86,7%
Yamamoto et al .,	93,4%	-			

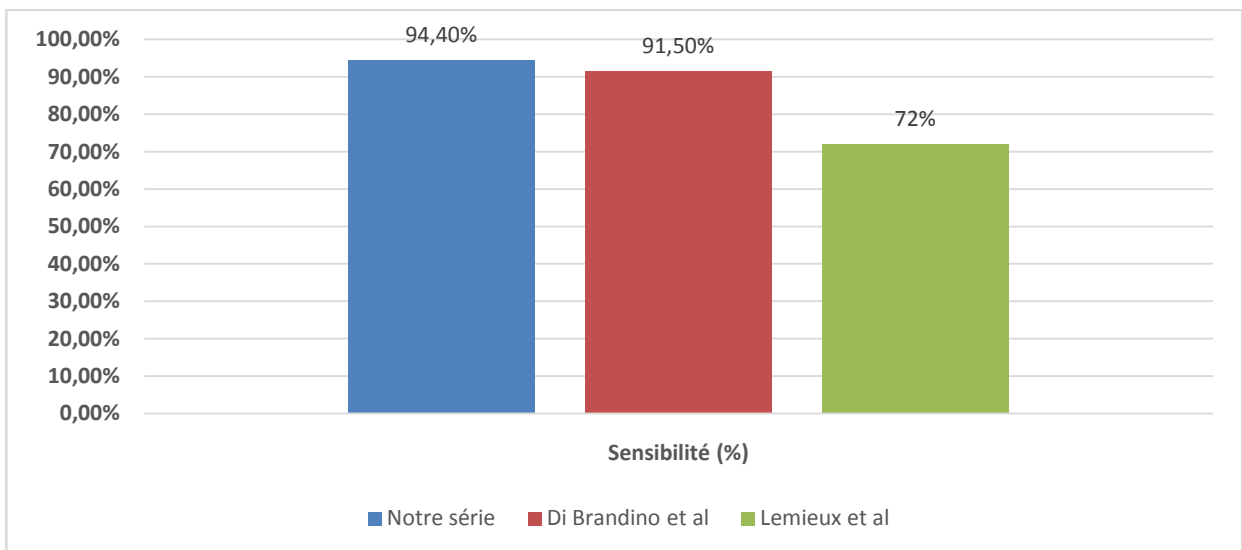
Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.



Graphique 21 : Histogramme comparatif des taux de précision globale de BTP écho-guidées entre notre série et d'autres études de la littérature.

b. Sensibilité :

Dans notre série la sensibilité a été égale à 90,9%, un taux supérieur à ceux enregistrés par Di Bardino et a., Lemieux et al., et Guo et al. (11,87,88) (Graphique 22).

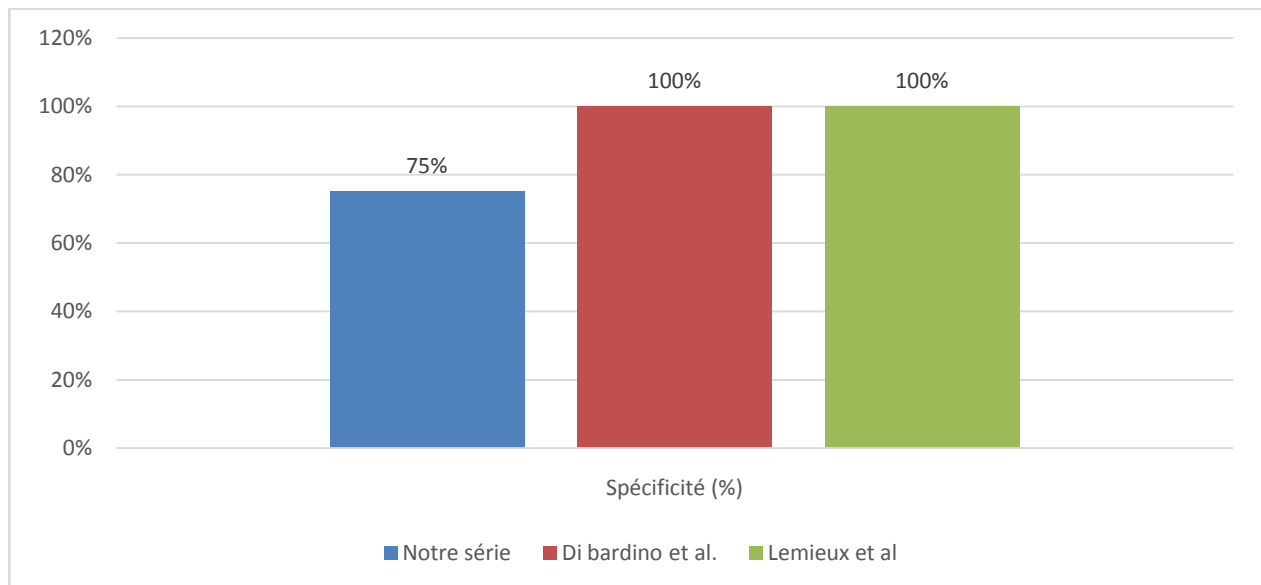


Graphique 22 : Comparaison des taux de sensibilité de BTP écho-guidées entre notre série et d'autres études la littérature.

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

c. La spécificité :

Dans notre série la spécificité a été égale à 75%, un taux inférieur à ceux enregistrés par Di Bardino et al., Lemieux et al., et Guo et al., (Graphique 23). La VPN a été enregistrée aussi à 75%. La valeur basse de ces deux paramètres pourrait s'expliquer par la petite taille de l'échantillon.



Graphique 23 : Comparaison des taux de spécificité de BTP écho-guidées entre notre série et d'autres études la littérature.

d. Au total :

Notre série, avec les taux de rendement diagnostique et de précision globale mentionnés précédemment, confirme ces tendances observées dans la littérature spécialisée.

La série de Yamamoto et al. a rapporté des taux de réussite diagnostique de 93,4% et 84,3%, respectivement, pour les biopsies guidées par ultrasons et à la tomodensitométrie (13). Ces résultats s'inscrivent dans la fourchette similaire des taux de réussite diagnostique, qui varient généralement entre 84% et 96% pour les biopsies échoguidées et entre 77% et 96% pour les biopsies réalisées par tomodensitométrie. D'autres séries d'études, telles que celles citées (12,52,89,90), présentent également des taux de réussite diagnostique dans ces intervalles.

De nombreuses études ont montré que l'échographie est aussi efficace que la tomodensitométrie (CT) pour le guidage de BTP des lésions pulmonaires périphériques, et que cette approche permet d'obtenir des confirmations histologiques avec une précision comprise entre 84% et 95%. (91). De manière similaire, Morvay et al.,(92) ont réussi à établir un diagnostic histologique précis dans 43 des 45 cas lors de BTP écho-guidées.

4.4. Echographie vs TDM :

Dans notre série, l'échographie a démontré une précision de 90,9%, surpassant celle du groupe de TDM avec 88,37%. La sensibilité de l'échographie était également supérieure, atteignant 94,4% contre 86,4% pour la TDM (Graphique 24). Bien que ces résultats suggèrent une certaine supériorité de l'échographie en tant que méthode de guidage, il est important de noter que les données liées aux biopsies guidées par TDM étaient plus significatives en raison de la taille plus importante de l'échantillon.

Malgré la haute précision de l'échographie dans le diagnostic des malignités pulmonaires centrales, la valeur prédictive négative (VPN) était de 75%, probablement influencée par la taille limitée du groupe de patients inclus dans cette modalité.

Ces résultats s'affirment par de nombreux articles de la littérature qui démontrent que le guidage par échographie en plus de ces nombreux avantages en matière de temps, de coût et d'accessibilité, il est aussi efficace que la tomodensitométrie.

Dans la série de Ali et Al.,(59), portant sur l'évaluation comparative de l'efficacité diagnostique et du risque de complications pour les masses pleurales, le taux d'efficacité a été de 97,8% au total, 98,8% pour les biopsies guidées par échographie et de 97,8% pour les biopsies guidées par tomodensitométrie. Aucune différence significative n'a été observée dans l'efficacité diagnostique entre les deux méthodes. (P = 0.629).

En appont, le succès technique a été atteint dans 100 des 103 biopsies (97,1%) réalisées sous guidage échographique et dans 164 des 170 biopsies (96,5%) réalisées sous guidage scanographique (P = .999), dans une série réalisée par Sconfienza et al., (12).

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

Pour Di Bardino et al., la précision diagnostique globale regroupée de la biopsie guidée par ultrasons était de 88,7% (446/503), avec une sensibilité de 91,5% (366/400) et une spécificité d'environ 100% pour le diagnostic de malignité. La précision diagnostique globale regroupée de la BTP scanno-guidée était de 92,1% (9567/10 383), avec une sensibilité de 92,1% (7343/7975) et une spécificité d'environ 100% pour le diagnostic de malignité (87) (Graphique 25).

Yamamoto et al., lors d'une étude comparative portant sur des biopsies de masses pulmonaires périphériques et pleurales, ont observé un taux de réussite de la biopsie légèrement supérieur, bien que non significatif, dans le groupe guidé par ultrasons (93,4%) par rapport au groupe guidé par tomodensitométrie (84,3%) (P=0,101).

Sur 185 biopsies étudiés par Jarmakani et al., un diagnostic a été obtenu dans 98% (54/55) des procédures échographiques et seulement dans 87% (113/130) des procédures par tomodensitométrie, sans différence statistiquement significative. (P= .02)

Tableau XII : Efficacité diagnostique, Précision globale, sensibilité et spécificité : comparaison entre BTP écho-guidées et scanno-guidées, pour notre série et d'autres études comparatives (12,13,59,87,90).

Série	Méthode de guidage	
	BTP écho-guidées	BTP scanno-guidées
Ali et Al.,		
N = 181	81	100
Efficacité diagnostique	98,8%	97,8%
Sconfienza et al.		
N = 267	103	164
Efficacité diagnostique	97,1%	96,5%
Di bardino et al.,		
N= 10886	503	10383
Précision globale	88,7%	92,1%
Sensibilité	91,5%	92,1%
Spécificité	100%	100%
Yamamoto et al.,		
N = 131	61	70
Efficacité diagnostique	93,4%	84,3%
Jarmakani et al.		
N = 185	55	130
Efficacité diagnostique	98%	87%

Notre expérience a montré que le guidage par ultrasons est aussi efficace que la tomodensitométrie, pour l'obtention d'échantillons pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie.

Les articles sus cités affirment cette conclusion par une réussite diagnostique de l'échographie supérieure ou égale aux groupes de tomodensitométrie (12,13,13,59), (Tableau XII, Graphique 26,). Quoique l'étude de Di Bardino et al., a retrouvé une légère supériorité de la tomodensitométrie, en termes de précision globale et de sensibilité, les résultats n'ont pas été statistiquement significatifs (87) (Graphique 25).

La tomodensitométrie offre un excellent contraste et une résolution spatiale précise, permettant un placement précis de l'aiguille, ce qui en fait la technique de guidage la plus largement utilisée pour les procédures interventionnelles percutanées transthoraciques. (93-95).

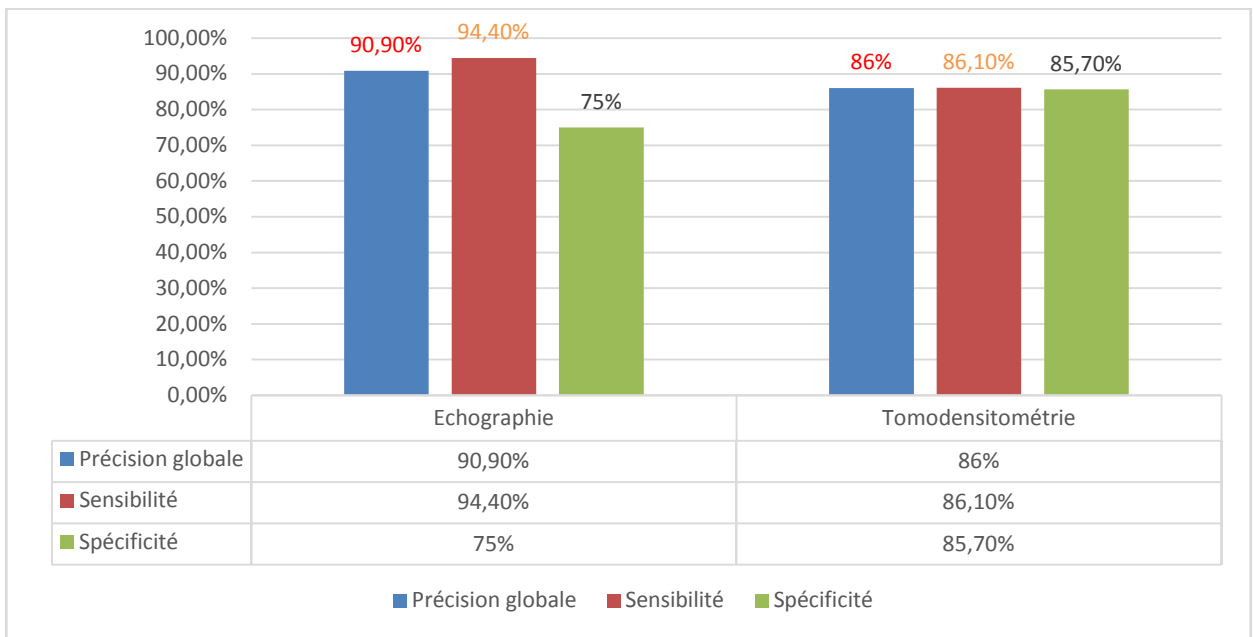
Cependant, l'utilisation de rayonnements ionisants, l'absence de capacité en temps réel et la visualisation unique des sections transversales sont les principales limitations du guidage par tomodensitométrie. (12)

Face à ces conditions, l'échographie, lorsqu'elle bénéficie d'une fenêtre acoustique adéquate, se profile comme une alternative diagnostique particulièrement intéressante.

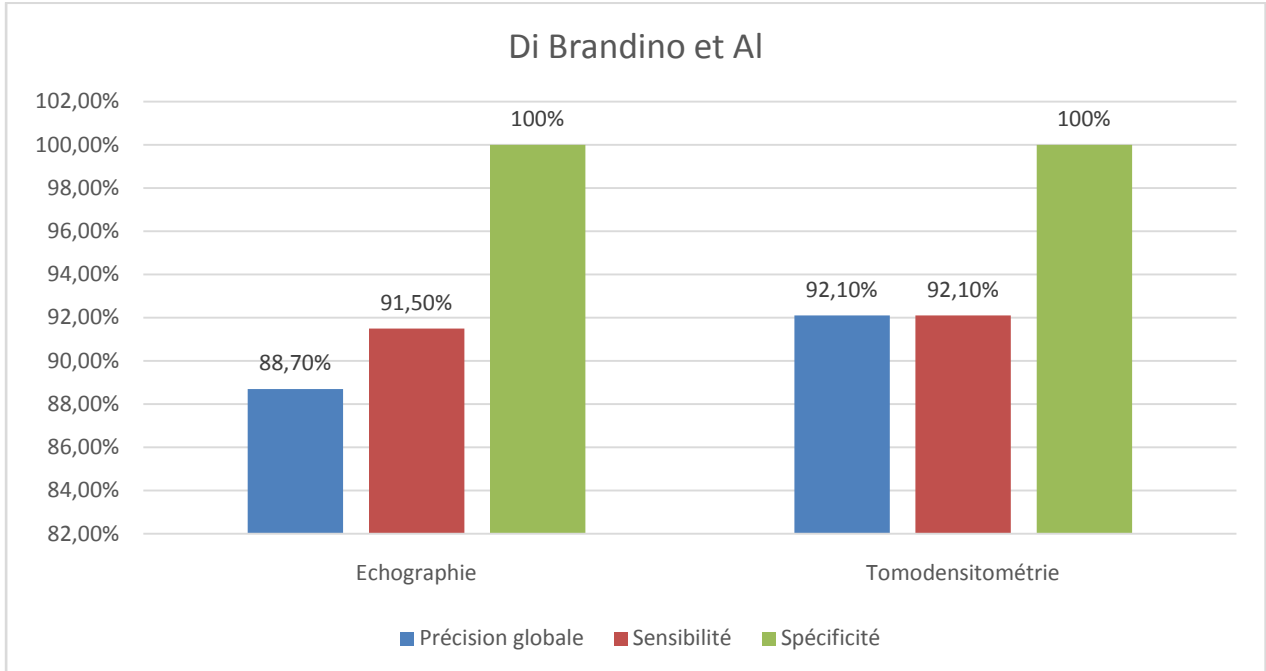
D'autres arguments s'ajoutent à l'utilité de l'échographie tel la durée courte de réalisation, (37,51,73,80), une durée plus courte d'attente avant réalisation (73,81), et le faible coût. (73).

De plus, l'équipement d'échographie est moins cher que les systèmes de tomodensitométrie et est généralement plus largement disponible. (59). Les machines d'échographie portables peuvent également être utilisées au lit des patients en soins intensifs ou pour les difficultés de déplacement. Cela offre également la possibilité d'effectuer la procédure en position semi-assise.

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

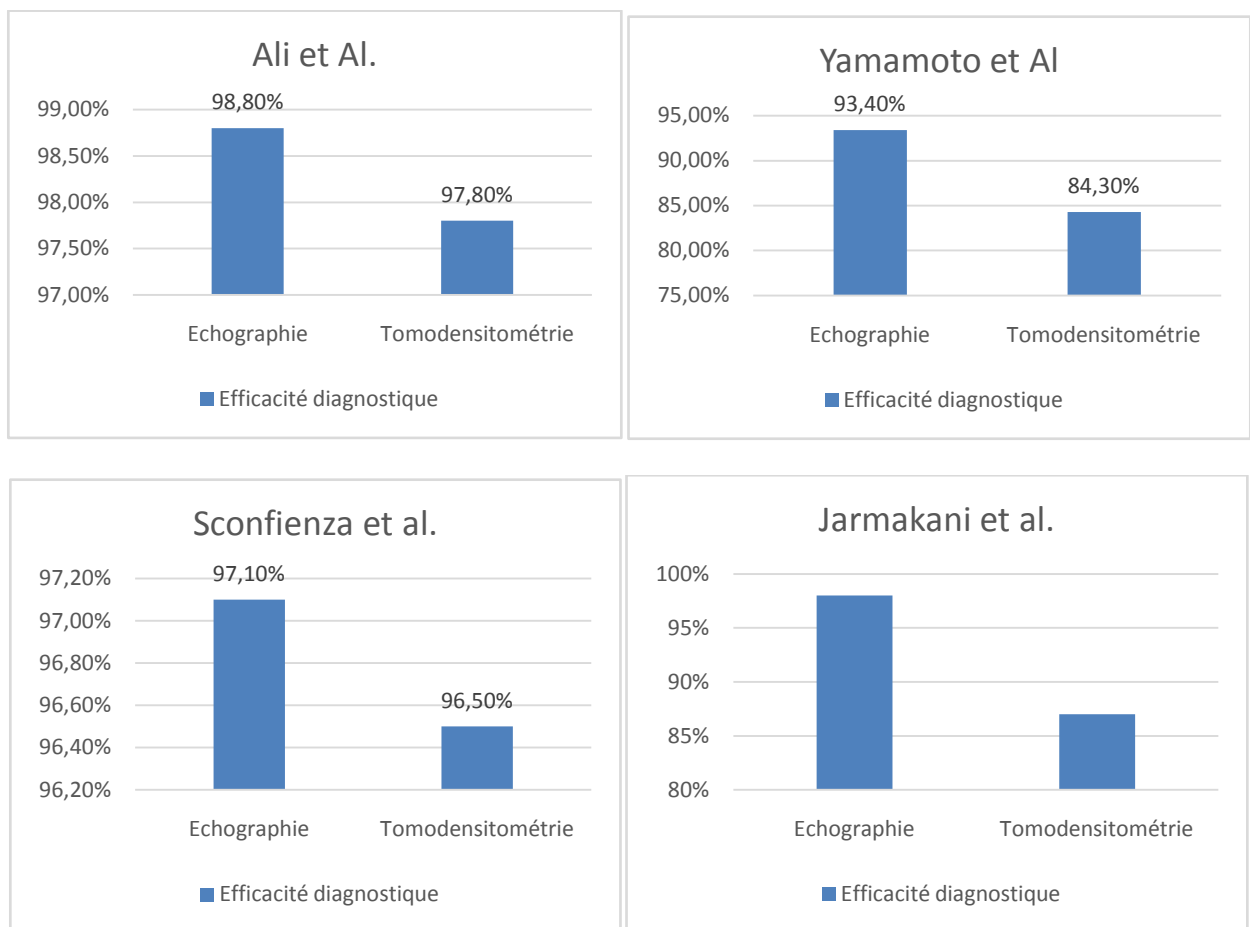


Graphique 24 : Comparaison des variables de réussite diagnostique dans notre série entre BTP écho-guidées et scanno-guidées, P,012 et P=0,018 respectivement pour la précision globale et la sensibilité.



Graphique 25 : Résultats de réussite diagnostique dans la série de Di Bardino et al., (87)

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.



Graphiques 26 : Graphiques comparatifs d'efficacité diagnostique entre BTP écho-guidées et scanno-guidées. Séries de Ali et al., Yamamoto et al., Sconfienza et al., et Jarmakani et al., (12,13,59,90).

4.5. Variables influençant la précision globale :

a. Utilisation de tomodensitométrie fluoroscopique :

Dans des études antérieures, les auteurs ont rapporté que le rendement ou la précision diagnostique ne diffèrent pas entre la fluoroscopie TDM et la TDM conventionnelle (96). La tomodensitométrie fluoroscopique offre une précision diagnostique notable, atteignant 98,4%, comparée à 89,5%, pour la tomodensitométrie conventionnelle dans une série menée par Ga Ram Kim et al., (97). Toute fois la différence n'a pas été statistiquement significative ($P > 0.005$).

Cependant, l'utilisation de la fluoroscopie en temps réel avec la fluoroscopie TDM ou le « Cone Beam CT » a montré un rendement diagnostique plus élevé que la tomodensitométrie conventionnelle pour les BTP scanno-guidées des masses médiastinales (9). Ainsi, la fluoroscopie en temps réel peut être utile pour cibler l'emplacement spécifique des masses, en particulier celles largement affectées par le mouvement respiratoire, (12) mais elle est associée à une augmentation de la dose de rayonnement pour le patient et pour l'opérateur (97).

b. Age :

Dans notre série, l'âge ne semble pas être un facteur influençant les résultats diagnostique des deux groupes. Ce même constat est rapporté par Yamamoto et al (13).

c. Taille de la lésion :

Jeon et al., (98) n'ont rapporté aucune corrélation statistiquement significative entre les biopsies de tailles supérieur ou inférieur à 3 cm. Cependant, dans notre série la sensibilité et la précision diagnostique sont corrélée à la taille de la lésion. Aussi, Il a été démontré que l'échographie dépasse généralement la TDM pour les biopsies de lésions <1,5 cm (90).

Dans la même série de Jarmakani et al., (90) la taille moyenne de la lésion était de 4,5 cm pour l'échographie et de 4,9 cm pour la tomodensitométrie ($P = 0,14$). Bien que la taille moyenne de la lésion ne diffère pas entre les groupes, il y avait plus de petites lésions pulmonaires dans le groupe échographie. Plus précisément, 39% des lésions pulmonaires dans le groupe échographie mesuraient moins de 1,5 cm dans leur dimension maximale, tandis que seulement 3% des lésions pulmonaires dans le groupe tomodensitométrie étaient de cette taille ($P < 0,01$). Les mêmes auteurs s'attendaient à trouver une corrélation entre une petite taille de la lésion et des échantillons non diagnostiques dans la série. Cependant, cela n'a pas été observé. Dans les 17 procédures guidées par tomodensitométrie non diagnostiques, la taille de la lésion a été de taille moyenne égale à 40 mm ($>$ à 3cm). La taille moyenne de la lésion dans les 113 biopsies avec diagnostique guidées par tomodensitométrie était de 50 mm, et cette différence n'était pas significative ($P = 0,24$), (Tableau XIII). Dans la seule biopsie guidée par échographie non diagnostique, la lésion mesurait 13 cm. (90)

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

Aussi, Lee et al., ont rapporté que la réussite diagnostique de l'échographie a été supérieur à la TDM pour les lésions de taille 10 à 30 mm (99). Ceci pourrait s'expliquer par la meilleure capacité d'adaptation en temps réel aux mouvements respiratoires.

Bien qu'une plus petite taille de lésion semble offrir un avantage en termes d'efficacité diagnostique pour l'échographie, le potentiel de déplacement de la lésion avec la respiration du patient pose des problèmes chez les patients dont la coopération respiratoire ne peut pas être établie (59).

Tableau XIII : Variation de la taille lésionnelle lors de BTP scanno-guidées en fonction du nombre de diagnostics indéterminés dans la série de Jarmakani et al., (90).

	Biopsies guidées par tomodensitométrie non diagnostiques.	Biopsies guidées par tomodensitométrie diagnostiques.	P value
Taille de la lésion (moyenne) en mm	40	50	0,24

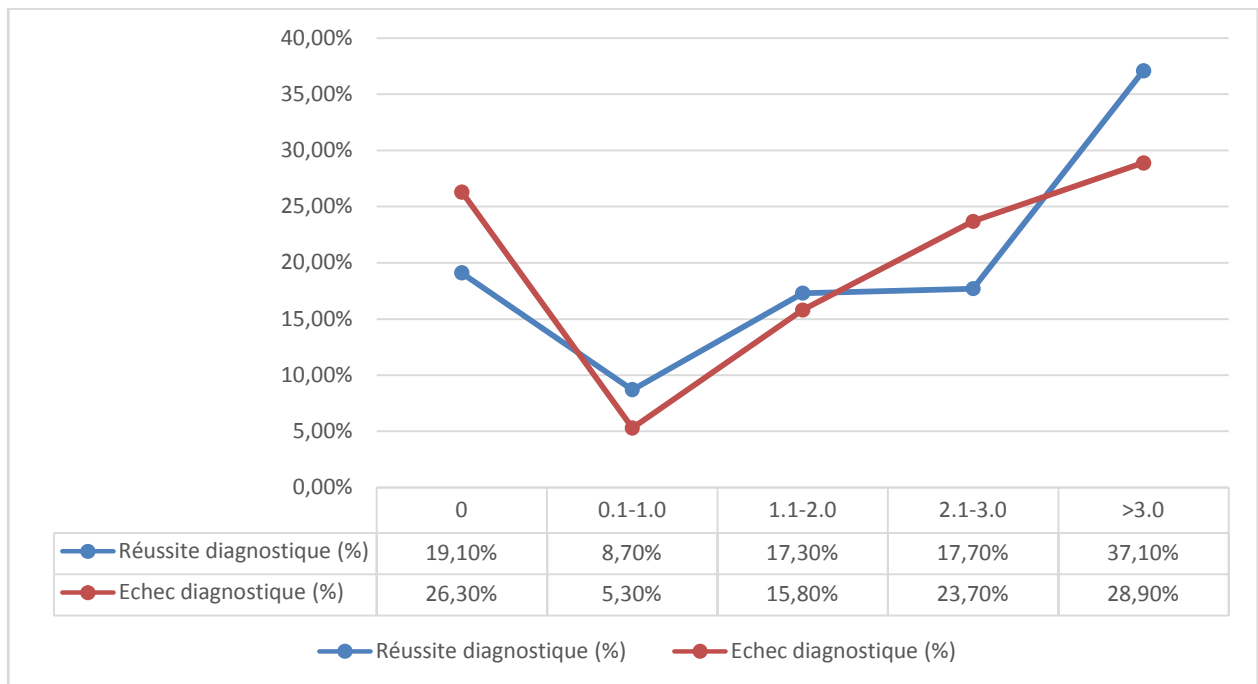
d. Profondeur par rapport à la plèvre :

Dans notre série la sensibilité et la précision globale ont été corrélée à la profondeur de la lésion par rapport à la plèvre.

Un résultat différent a été rapporté dans une série rétrospective menée par Sang Min Lee et al.,(100), et portant sur l'expérience clinique de 1108 patients bénéficiant de biopsies transthoraciques guidée par TDM. La distance de la plèvre n'a pas été identifié comme facteur de risque d'échec diagnostique avec un $p=0.569$, (Graphique 27).

Bien que la taille lésionnelle soit plus grande et la profondeur soit plus faible (22 ± 23 vs. 6 ± 23 mm, $P = 0,350$) dans les procédures avec résultat histopathologie. La différence n'a pas été statistiquement significative. Ainsi aucune corrélation ne s'est établie entre les paramètres de réussite diagnostique et la profondeur de la lésion par rapport à la plèvre pour les biopsies transthoracique guidées par TDM, dans une série menée par M Heyer et al (101).

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.



Graphique 27 : Courbe d'échec diagnostique (%) en fonction de la distance par rapport à la plèvre (cm), P =0.569, calculée avec Pearson x2 test, selon Sang Min Lee et al.,(100).

5. Complications :

5.1. Généralités :

Les complications ont été réparties en complications majeurs et mineurs selon la classification de la « SIR » (15). Les complications mineures comprenaient le pneumothorax ne nécessitant pas d'intervention, l'opacité en verre dépoli autour de la cible diagnostiquée comme une hémorragie pulmonaire, et l'hémoptysie transitoire. Les complications majeures comprenaient le pneumothorax nécessitant une intervention, l'hémothorax, l'embolie gazeuse, la dissémination dans le trajet de l'aiguille et le décès (15).

Le pneumothorax et l'hémorragie périfocale sont considérées les 02 complications les plus fréquentes des biopsies transthoraciques à l'aiguille, et la mise en place de drain thoracique s'avère nécessaire dans certaines situations.

Dans notre série nous avons observé des complications dans 12 biopsies (18,4%), dont 8 cas de pneumothorax minime 9 cas de saignement mineur, 0 cas de complication majeur ou de décès. Les patients aux saignements mineurs ou aux pneumothorax minimes ont été asymptomatiques. Aucune nécessité de drainage thoracique, de transfusion sanguine ou autre modalité n'a été enregistrée.

Aucune différence statistiquement significative en ce qui concerne le taux de complications n'a été enregistré entre les 02 groupes de guidage par imagerie. Ceci fait des biopsies pulmonaires centrales guidées par échographie une méthode sûre pour le diagnostic de masses pulmonaires centrales avec atélectasie. Ces résultats concordent parfaitement avec les données retrouvées dans la littérature.

5.2. Complications spécifiques :

a. Pneumothorax / mise de drainage thoracique :

Dans notre série 08 cas de pneumothorax minime ont été rapporté, ce qui correspond à un taux de 12,3%. Aucune nécessité de drainage thoracique n'a été recensée. Ce taux de 12,3% s'avère inférieur à celui enregistré par W j Heerink et al., qui, à travers leurs méta-analyse et revue systématique de littérature, rapporte une proportion globale de pneumothorax égale à 25,3%, avec 5,6% nécessitant un drainage thoracique.

Wiener et al., (102) ont estimé le taux de complications de BTP scanno-guidée en analysant deux bases de données nord-américaines contenant 15 865 procédures et ont constaté que le pneumothorax survenait dans 15,0% des cas, dans 6,6% des cas la gestion de pneumothorax a nécessité la mise en place d'un drainage thoracique.

Tomiyama et al., (103) ont publié une enquête sur les complications graves basée sur 9 783 biopsies pulmonaires guidées par TDM au Japon et ont trouvé un pneumothorax dans 35% des cas. La SIR et l'ACR « American College of Radiology » (15), ont publié un taux global de pneumothorax estimé à 12-45% avec mise en place de drainage thoracique dans 2-15% des cas (93).

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

Une fois de plus, il s'agit d'une plage étendue, sans différenciation entre la biopsie au trocart et la ponction à l'aiguille fine. Même si, nos estimations du taux de complications se situent à la limite inférieure de cet intervalle.

Dans la série de Aykut Recep Aktaş (61), la complication la plus fréquente a été le pneumothorax, survenu dans 27 des 94 procédures de biopsie (28,7%). Dans 17 cas (63%), le pneumothorax s'est amélioré spontanément sans aucune intervention, tandis que 10 cas (37%) présentaient un pneumothorax affectant plus de 20% de leur volume pulmonaire et ont été traités par l'insertion d'un cathéter de pigtail avec drainage connecté à un système de siphonnage ou de valve.

Tableau XIV : Taux de pneumothorax et de mise en place de drain thoracique, comparaison entre notre série et d'autres études de la littérature (14,15,61,102,103).

Série	Taux de pneumothorax	Mise en place de drain thoracique
W j heerink et al.	25,3%	5,6%
Wiener et al.	15,0%	6,6%
Tomiyama et al.	35%	-
Aykut Recep Aktas et al.	28,7%	37%
SIR et ACR	12% - 45%	2 - 15%
Notre série	12,3%	0%

Le taux bas de pneumothorax enregistré dans notre série par rapport aux études précédemment citées pourrait s'expliquer par le fait que la survenue de pneumothorax est corrélée à un passage à travers un poumon aéré. Effectivement, un pneumothorax a été 03 fois moins fréquent si le poumon traversé n'est pas aéré.(104). Ainsi, les cas de passage d'aiguille Trans atélectasie au sein de notre série ont participé à ce taux bas de pneumothorax (Tableau XV).

Tableau XV : variation des taux de pneumothorax en fonction de l'aération du poumon traversé (104).

Cox et al.	Poumon aéré	Poumon en atélectasie
Taux de pneumothorax	50%	15%

b. Gestion des cas de pneumothorax :

Dans les cas où un pneumothorax se développe pendant la procédure, une aspiration manuelle peut être réalisée en insérant une aiguille différente à travers un guide d'aiguille ou dans l'espace pleural (105). Par ailleurs, le développement du pneumothorax peut être évité par la "technique de bouchage" « patching technique », où la fuite d'air est réduite en fermant le trajet de la biopsie avec des injections de 2 à 3mL de sang du patient ou de matériel tissulaire à base de fibrine lors du retrait de l'aiguille (105,106). Le trajet de la biopsie peut également être scellé en versant 3 à 4 mL de solution de NaCl à 0,9% lors du retrait du guide d'aiguille(107). Une autre manœuvre efficace consiste à allonger le patient après la biopsie afin que le site de ponction soit en dessous de lui (61).

c. Hémoptysie/saignement :

Parmi 65 patients qui ont bénéficié de biopsie transthoracique, nous avons recensé 09 cas de saignement mineur (hémoptysie ou hémothorax). Ceci est équivalent à un taux de 13,84% de l'ensemble des patients. Ce taux a été supérieur à celui enregistré par deux méta-analyses, celle de W j Heerink et al.,(14) qui ont rapporté une proportion globale de 4,1% (2,8% – 6,1%), et celle de Di Bardino et al., avec une proportion globale 2,8% (609/22,313). Cette différence de taux pourrait s'expliquer par la taille de notre échantillon qui se considère petite en comparaison avec les deux méta-analyses préalablement cités.

Dans une autre série allemande, une hémoptysie est survenue dans 37 cas, équivalent à un pourcentage de 5,6% (108), un taux proche a été rapporté par M Heyer et al., (101). M Heyer et al., rapportent un taux d'hémorragie pulmonaire dans 17 procédures (9,9%), (Tableau XVI).

Tableau XVI : Taux d'hémorragie minime (%), comparaison entre notre série, deux méta-analyses et une autre étude (14,87,101,108).

Série	Taux d'hémorragie minime
W J Heerink et al.	4,1%
Di Bardino et al.	2,8%
Schulze R et al.	5,6%
M Heyer et al.	9,9%
Notre série	13,84%

d. Embolie gazeuse :

L'embolie gazeuse, bien que rare lors des ponctions transthoraciques, peut engendrer des conséquences extrêmement graves (1).

Cette complication découle d'une communication anormale entre la circulation veineuse pulmonaire à basse pression et l'air atmosphérique ou intrapulmonaire, permettant aux bulles d'air de migrer dans la circulation systémique via les cavités cardiaques gauches.

La présence d'air dans une artère systémique peut provoquer une ischémie par obstruction, vasospasme, ou activation de l'agrégation plaquettaire. Les circulations cérébrales et coronariennes, sensibles à l'hypoxie, rendent cette complication particulièrement grave.

Le passage d'air dans la circulation veineuse systémique peut se produire lorsque :

- ❖ Une aiguille creuse est en contact avec une veine pulmonaire, la pression atmosphérique devenant supérieure à la pression veineuse pulmonaire pendant l'inspiration.
- ❖ Une aiguille crée une petite fistule broncho-veineuse au cours d'effort de toux, de manœuvres de Valsalva, ou d'une ventilation en pression positive.

✓ **Diagnostic d'embolie gazeuse :**

Le diagnostic d'embolie gazeuse est généralement fait pendant la procédure, avec des symptômes tels que des céphalées, une confusion, des signes neurologiques, des convulsions, une douleur coronarienne, voire un coma ou un arrêt cardiaque.

Les scanners thoracique et cérébral peuvent montrer de l'air dans les cavités cardiaques, les coronaires et les vaisseaux cérébraux. L'imagerie par résonance magnétique (IRM) cérébrale peut retrouver des signes précoces d'accident vasculaire cérébral.

❖ **Un cas d'embolie gazeuse rapporté par David Lang et al. (1) :**

Le patient était un homme de 69 ans qui avait initialement subi une lobectomie du lobe supérieur gauche et une résection partielle de l'artère pulmonaire pour un adénocarcinome pulmonaire en août 2012. Selon la 7e classification TNM du cancer du poumon et le système de stadification, la tumeur a été décrite comme pT4 N1 G3 L1 V1 Pn0, résultant en un stade IIIA. Par conséquent, le patient a subi 4 cycles de chimiothérapie adjuvante avec du carboplatine et du pémétréxed jusqu'en novembre 2012, suivi d'une période d'observation. En septembre 2013, de nouvelles métastases cérébrales symptomatiques ont été traitées par radiothérapie cérébrale totale, tandis qu'aucun autre signe d'activité tumorale n'était présent. Après une période de maladie stable jusqu'en juin 2015, les contrôles de routine suggéraient une progression thoracique avec des nodules périphériques suspects dans les deux lobes inférieurs. La récupération d'échantillons par bronchoscopie a échoué, mais des tissus étaient nécessaires pour la pathologie moléculaire et une éventuelle thérapie ciblée devenue disponible par la suite.

Le patient a été référé en radiologie interventionnelle pour une biopsie transthoracique guidée par TDM. Le patient a été positionné en décubitus ventral avec une inclinaison latérale droite (Fig. 21a), en utilisant un dispositif de biopsie centrale Manan™ de calibre 18G (Manan Medical Products, Inc., Wheeling, IL, États-Unis), la lésion cible a pu être atteinte de manière optimale et plusieurs échantillons ont été prélevés (Fig. 1 b).

Immédiatement après, la TDM de contrôle de routine a montré une hémorragie parenchymateuse et un niveau d'air dans l'aorte thoracique et le ventricule gauche (Figure 21c et 21d). Lors du retour du patient en position dorsale, il a présenté une brève période d'absence avec déviation conjuguée des yeux, mais la respiration et la circulation n'ont pas été perturbées. Par la suite, le patient a été transféré dans une unité de soins intensifs pour surveillance, où les symptômes ont rapidement régressé sans séquelles.

Une imagerie par résonance magnétique (IRM) du cerveau réalisée 1 heure plus tard n'a révélé aucune anomalie significative à côté des métastases cérébrales connues.

❖ **Gestion des cas d'embolie gazeuse :**

En cas de suspicion d'embolie gazeuse, la procédure doit être immédiatement interrompue, le patient mis sous oxygène à fort débit,(109) placé en décubitus latéral gauche et en position de Trendelenburg. L'oxygène à fort débit favorise la résorption de l'azote dans les bulles embolisées et lutte contre l'hypoxie. Le patient doit ensuite être rapidement transféré dans un caisson hyperbare. Les facteurs de risque de cette complication sont mal connus, et le type d'aiguille (110) ou leur calibre(111) ne semblent pas être en cause.

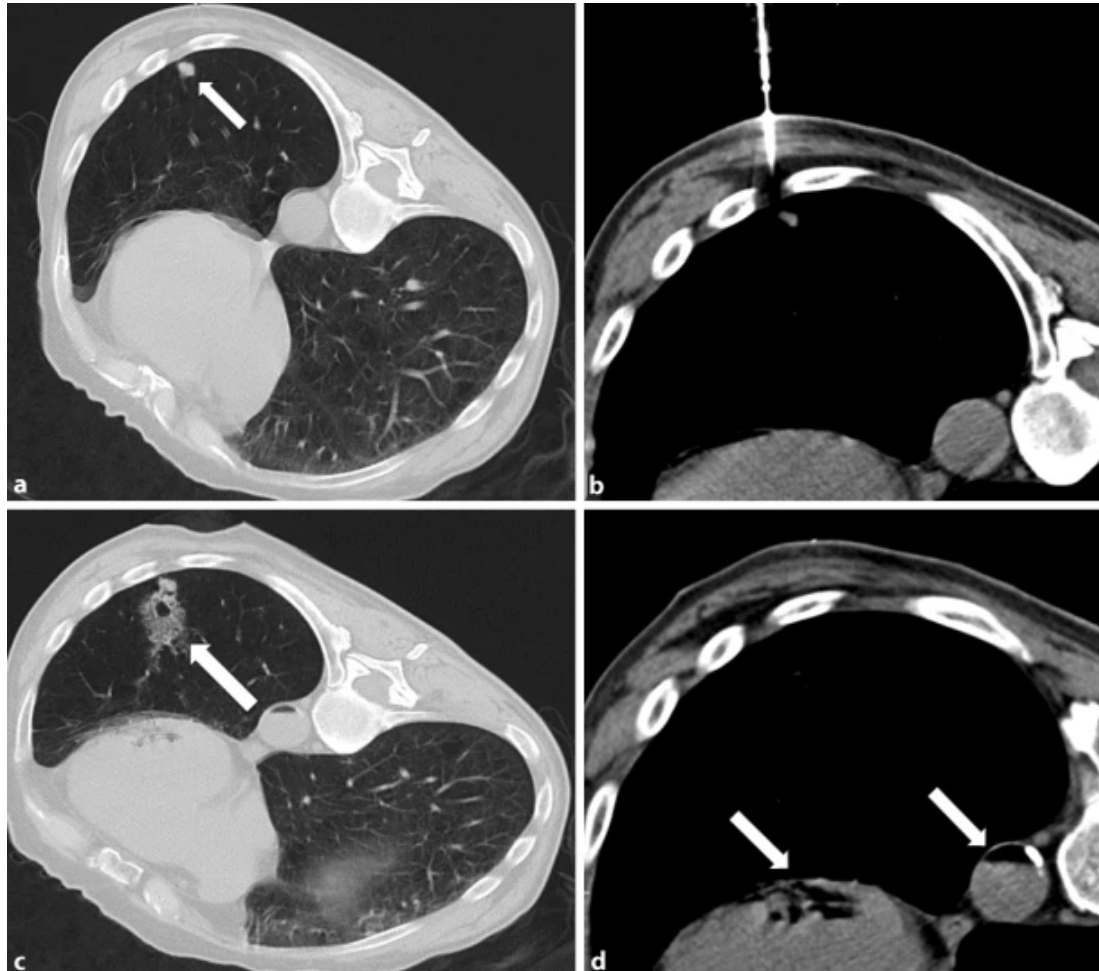


Figure 21 : Coupes tomographiques du cas d'embolie gazeuse rapporté par David Lang et al. (1). (a) :Localisation de la lésion dans le lobe inférieur gauche et imagerie par tomographie pendant l'intervention (b) le patient étant en position ventrale. Le scanner CT de contrôle immédiatement après la biopsie montre une hémorragie parenchymateuse (c) et un niveau d'air dans l'aorte thoracique et le ventricule gauche (c, d).

❖ **Prévention d'embolie gazeuse :**

Les approches préventives ont été largement sujet de controversions. De plus, l'évaluation prospective de ces stratégies est difficile en raison de la rareté de cette affection. Par exemple, la position du patient en décubitus ventral est désignée comme un facteur de risque (112). Cependant, c'est de loin la position la plus courante dans laquelle la procédure est réalisée (113,114).

Le fait de tourner le patient immédiatement après la biopsie pourrait, selon des rapports, entraîner une diminution des taux de pneumothorax (14). Cependant, compte tenu des conditions anatomiques, cette manœuvre pourrait provoquer une embolisation aiguë des bulles d'air piégées dans l'arche aortique ou dans le cœur gauche, ce qui s'est probablement produit dans le cas du patient mentionné(114). Ainsi, au moins en ce qui concerne le risque d'embolie gazeuse systémique, la tomodensitométrie de contrôle après la biopsie devrait être réalisée dans une position inchangée (114). Lorsqu'une aiguille co-axiale est utilisée, la canule interne doit être obstruée le plus rapidement possible pour prévenir l'afflux d'air, par exemple en utilisant une valve hémostatique assemblée sur l'aiguille de biopsie(114).

D'autres considérations procédurales plus générales pour prévenir l'embolie gazeuse incluent d'éviter les fissures pleurales, les zones emphysémateuses et de traverser une longueur importante de tissu pulmonaire(112,114).

5.3. Facteurs influençant le taux de complications :

a. Age :

Un âge plus avancé du patient a largement été démontré comme facteur de risque de complications (40,115-118), et plus précisément de survenue de pneumothorax (105,119). Joshua D.Kuban et al., ont constaté qu'il est également associé à une mise plus fréquente de drain thoracique (120).

b. Tomodensitométrie classique vs tomodensitométrie fluoroscopique :

Pour la BTP au trocart « CNB », W J Heerink et al., ont constaté une tendance suggérant que la TDM fluoroscopique pourrait entraîner un taux de complications majeures plus élevé (OR : 1,62 ; IC à 95% : 0,81-3,23% ; p = 0,171) (14). Cependant, si la TDM fluoroscopique est effectivement utilisée plus fréquemment dans les cas de lésions difficiles à atteindre, cela pourrait potentiellement biaiser les résultats, car il faut généralement plus de temps pour prélever des échantillons dans ces cas.

Aussi, elle est généralement rapportée comme ayant un taux de complications plus faible en raison du temps de procédure plus court et du nombre réduit de passes de l'aiguille (96,121). Ce résultat a été renforcé par Kim et al., (97), qui affirment que la ponction à l'aiguille biopsie des lésions pulmonaires guidée par fluoroscopie tomodensitométrique offre une grande précision diagnostique et peut être réalisée avec significativement moins de complications. Cependant, l'exposition aux radiations tant pour le patient que pour le médecin était significativement plus élevée que lors de la ponction à l'aiguille biopsie conventionnelle guidée par TDM (97).

c. Expérience de l'opérateur :

Intuitivement, on pense que l'expérience de l'opérateur influence le taux de complications. Dans une vaste étude de cohorte unique, Yeow et al., (40) ont rapporté l'expérience de l'opérateur comme le troisième facteur de risque majeur de pneumothorax. Dans d'autres séries, l'évaluation de l'expérience de l'opérateur a été jugée comme variable difficile à évaluer.

d. Utilisation de système co-axial :

Dans notre série nous avons utilisé des aiguilles de 18G avec un système co-axial introducteur de 17 G pour toutes les procédures, ceci pourrait expliquer les taux faibles de survenue de pneumothorax. La technique co-axiale permet d'éviter un certain nombre de passes, réduisant ainsi le risque de blessure accidentelle aux structures vitales et diminuant la durée de la procédure (76).

Deux études ont étudié l'effet d'aiguilles co-axiales sur le taux de complications, et n'ont trouvé aucune corrélation statistiquement significative (122,123). En méta-régression, W J Heerink et al. (14), constatent l'existence de tendance pour les aiguilles co-axiales vers une augmentation du taux de complications globales pour les biopsies au trocart (OR : 1,37 ; IC à 95% : 0,88-2,12% ; p = 0,164), mais sans différence statistiquement significative.

Néanmoins, elle entraîne une connexion prolongée avec la plèvre, ce qui pourrait entraîner une augmentation des lésions parenchymateuses en raison du mouvement respiratoire. De plus, elle augmente le diamètre externe de l'aiguille (14).

e. Calibre de l'aiguille :

Nous avons utilisé des aiguilles de 18 G avec un système co-axial introducteur de 17 G pour toutes les procédures. Nous étudierons l'effet des calibres d'aiguille sur le taux de complications à la lumière de la littérature (Tableau XVII). Yeow et al. (40) ont initialement négligé les effets de la taille de l'aiguille et ont déterminé un taux de pneumothorax considérablement plus bas dans les procédures réalisées par des radiologues expérimentés. Secondairement, les auteurs ont montré que les cas avec une taille de lésion inférieure à 2 cm avaient des taux de pneumothorax accrus dans toutes les procédures réalisées par les radiologues, même si des aiguilles plus fines que 20 G étaient utilisées. Sur la base de ces résultats, les auteurs ont affirmé que le taux de pneumothorax n'était pas affecté par la taille de l'aiguille (106). De même, Topal Berkman et al., (106) n'ont trouvé aucune relation significative entre le pneumothorax, la taille de l'aiguille et le type de biopsie dans leur étude rétrospective portant sur 284 cas ayant bénéficié de BTP. En ce qui concerne les complications majeures, la taille de l'aiguille n'a pas été un facteur de risque significatif, dans une méta-analyse faite par W.J Heerink et al (14).

Cependant, d'autres études ont signalé une augmentation du taux de pneumothorax avec des diamètres d'aiguilles plus importants. En effet, le pneumothorax s'est produit chez 124 (38%) des 324 patients ayant bénéficié des interventions avec des aiguilles de calibre 18 et chez 121 (23%) des 522 patients ayant subi des interventions avec des aiguilles de calibre 19 ($P < 0,001$), avec des taux équivalents de réussite diagnostique, sensibilité et spécificité. Ceci a conduit les auteurs à conclure que l'utilisation d'aiguilles de petit calibre réduit significativement le taux de complication sans affecter les taux d'efficacité diagnostique (105). Une étude plus récente datant de 2015, qui a étudié 4262 biopsies (2304 avec une aiguille 18-gauge et 1958 avec 19-gauge avec utilisation du système co-axial) réalisés pour 3917 patients, a permis de conclure que l'utilisation d'aiguilles 19-gauge avec guide co-axial réduit significativement le risque de pneumothorax et la fréquence de mise en place de drain thoracique, par rapport aux aiguilles 18-gauges. (Tableau XVIII)(120). Les autres facteurs également associés à un risque plus élevé de pneumothorax et de mise en place de drainage thoracique ont été un âge plus avancé, l'emphysème, un trajet plus loin de l'aiguille et un plus grand nombre de surfaces pleurales traversées (120).

Tableau XVII : Relation entre calibre de l'aiguille et survenue de complications tels rapportées dans des études de la littérature (14,40,105,106,120).

Aucune relation entre calibre de l'aiguille et diminution du taux de complications.	Yeow et al.	Pneumothorax non affecté par la taille de l'aiguille.
	Topal, Berkman et al.	Aucune relation significative entre le pneumothorax, la taille de l'aiguille
	W.J Heerink et al.	La taille de l'aiguille n'est pas un facteur de risque significatif
Réduction significative de taux de complications avec les aiguilles de petit calibre.	Geraghty PR et al.	L'utilisation d'aiguilles de petit calibre réduit significativement le taux de complication sans affecter les taux d'efficacité diagnostique
	Joshua D Kuban et al.	L'utilisation d'aiguilles 19-gauge avec guide co-axial réduit significativement le risque de pneumothorax et la fréquence de mise en place de drain thoracique

Tableau XVIII : Taux de Pneumothorax et de mise en place de drainage thoracique, comparaison entre utilisation d'aiguille 18G et 19G avec système co-axial (Série de Joshua D Kuban et al.)

(120).

Série de Joshua D Kuban et al.	18-gauge	19-gauge + système co-axial	P value
Taux de pneumothorax	35%	24,5%	P< 0.0001
Mise en place de drain thoracique	16,7%	13,1%	P = 0.0011

f. Taille de la lésion :

Bien que pour certains auteurs aucune relation n'a été retrouvée entre la taille lésionnelle et la survenue de pneumothorax (41,105,124) . Il a été démontré que les lésions de petites tailles sont plus susceptibles de provoquer des complications.

Dans l'étude de Anne M Covey et al.,(119) une petite taille de lésion est un facteur indépendant de pneumothorax. Ceci a été démontré à travers deux approches univariée et multivariée. Dans une analyse univariée, une petite taille lésionnelle a été significativement considérée comme facteur prédicteur de pneumothorax, sans être associé au pneumothorax nécessitant une intervention. Dans une analyse multivariée, une petite taille lésionnelle, à côté d'un âge avancé du patient et l'absence d'antécédents chirurgicaux ont été associés à la prédiction de pneumothorax. La position du patient en décubitus dorsal, les antécédents de tabagisme et l'absence d'antécédents chirurgicaux du côté ipsilatéral ont été associés à la prédiction de la nécessité de traitement chez les patients présentant un pneumothorax (119).

D'autres études plus anciennes, Kazerooni et al., Cox et al., et Yeow et al.,(40,104,125) sont du même constat et rapportent une corrélation entre un taux important de pneumothorax et des lésions de petite taille. Effectivement Yeow et al., concluent que les facteurs de risque pour le taux le plus élevé de pneumothorax sont une taille de la lésion ≤ 2 cm, une profondeur de la lésion sous-pleurale de 0,1 à 2,0 cm et un radiologue moins expérimenté(40), alors que les facteurs de risque pour le taux de saignement le plus élevé sont une taille de la lésion ≤ 2 cm, une profondeur de la lésion $\geq 2,1$ cm et des lésions pulmonaires non associées à un épanchement pleural (40).

Dans la série de M. F. Khan et al., (124) une taille lésionnelle < 4 cm a été fortement associée à une occurrence plus élevée d'hémorragie périfocale ($P < 0.05$), (Tableau XX, Graphique 28). De même, Beslic et al., atteste qu'une petite taille de la lésion et une longue distance par rapport à la paroi sont deux facteurs d'augmentation du risque de saignement. (39)

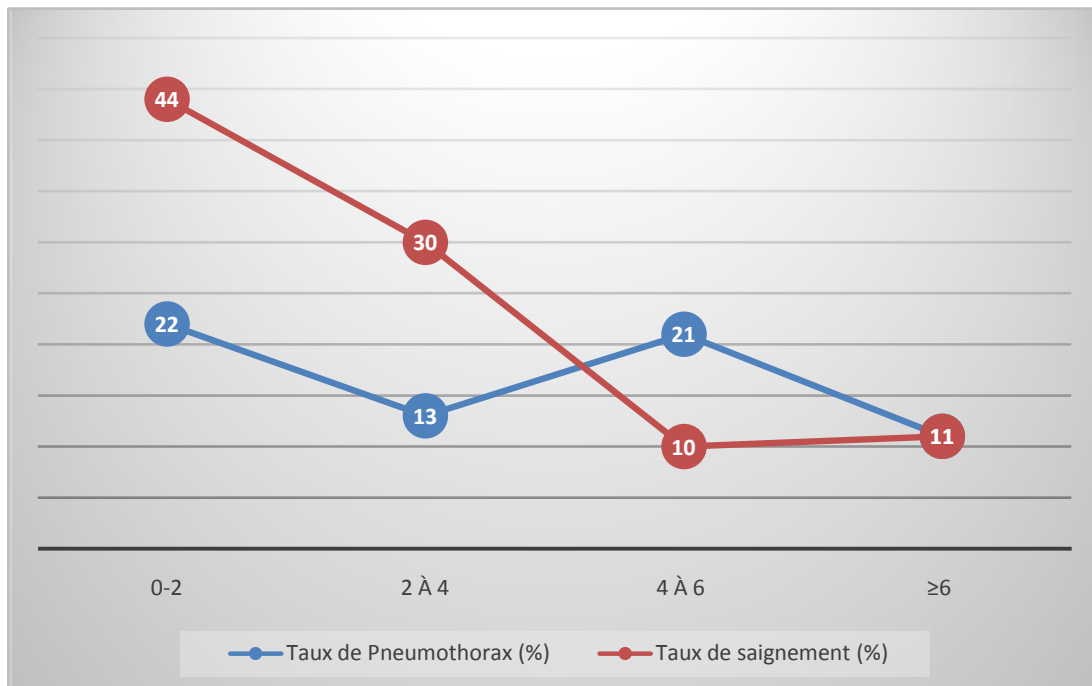
Tableau XIX : Corrélation entre la survenue de Pneumothorax et la taille de la lésion. (p=0.12) selon Khan et al., (124).

Taille de la lésion	N (nombre de cas)	Pneumothorax	Pneumothorax avec drainage thoracique	Taux de pneumothorax (%)
0-2	41	9	0	22
2 à 4 cm	47	3	3	13
4 à 6 cm	29	6	0	21
≥6 cm	18	2	0	11

Tableau XX : Corrélation entre la survenue d'hémorragie et la taille de la lésion.

(p=0.006) selon Khan et al., (124).

Taille de la lésion	N (nombre de cas)	Cas de saignement	Saignements d'intensité légère et modérée	Taux de saignement
0-2	41	23	18	44
2 à 4 cm	47	33	14	30
4 à 6 cm	29	26	3	10
≥6 cm	18	16	2	11



Graphique 28 : Courbes des taux de pneumothorax et de saignement en fonction de la taille de la lésion en cm, selon les résultats de la série de Khan et al., (124)

g. Profondeur de la lésion par rapport à la plèvre :

Une profondeur plus importante par rapport à la plèvre constitue un facteur de risque de pneumothorax. Ce constat est affirmé par Nour-Eldin et al., tout en précisant que ce facteur a été indépendant de l'utilisation de système co-axial (123).

Joshua D Kuban et al., définissent la profondeur de la lésion de manière différente, en l'appelant « longueur du trajet de l'aiguille »(120). Ils constatent que cela affecte à la fois la survenue de pneumothorax et les taux de placement de drains thoraciques. Ceci concorde aux résultats rapportés par d'autres études antérieures (69,118).

De manière similaire le risque de survenue de pneumothorax a été associé à une profondeur plus importante par rapport à la plèvre avec un $p = 0.001$, et un $p=0.006$ respectivement pour une série allemande de Schulze R (108)et al., et une autre série de Wen Yang et al (126).

Aussi, Christoph M. Heyer et al., (101) ont étudié les facteurs influençant la survenue de complications lors de BTP et ont conclu que le taux de pneumothorax a été affecté par la taille de la lésion et sa profondeur (tableau XXI). Cette corrélation a été renforcé par d'autres études de la littérature, les taux de pneumothorax des patients dont la longueur du trajet de l'aiguille était de 40 mm ou moins étaient significativement inférieurs à ceux des patients dont la longueur était supérieure à 80 mm ($p < 0,05$) (127) (Graphique 29). De même khan et al., conviennent au fait que les trajets de biopsie intrapulmonaires de plus de 4 cm ont montré un nombre significativement plus élevé de pneumothorax ($P < 0,05$), mais tous les cas de pneumothorax nécessitant un traitement par tube thoracique sont survenus dans des lésions avec un trajet de biopsie intrapulmonaire de moins de 2 cm. (124) (tableau XXII).

Saji et al., (118) affirment aussi qu'une profondeur importante de la lésion a été associée non seulement avec une occurrence plus importante de pneumothorax mais aussi elle est en relation avec une fréquence plus importante de mise en place de drain thoracique, avec $p=0.0001$ (p significatif si <0.05) (118) (Graphique 30). Plus précisément si le poumon traversé est aéré (104).

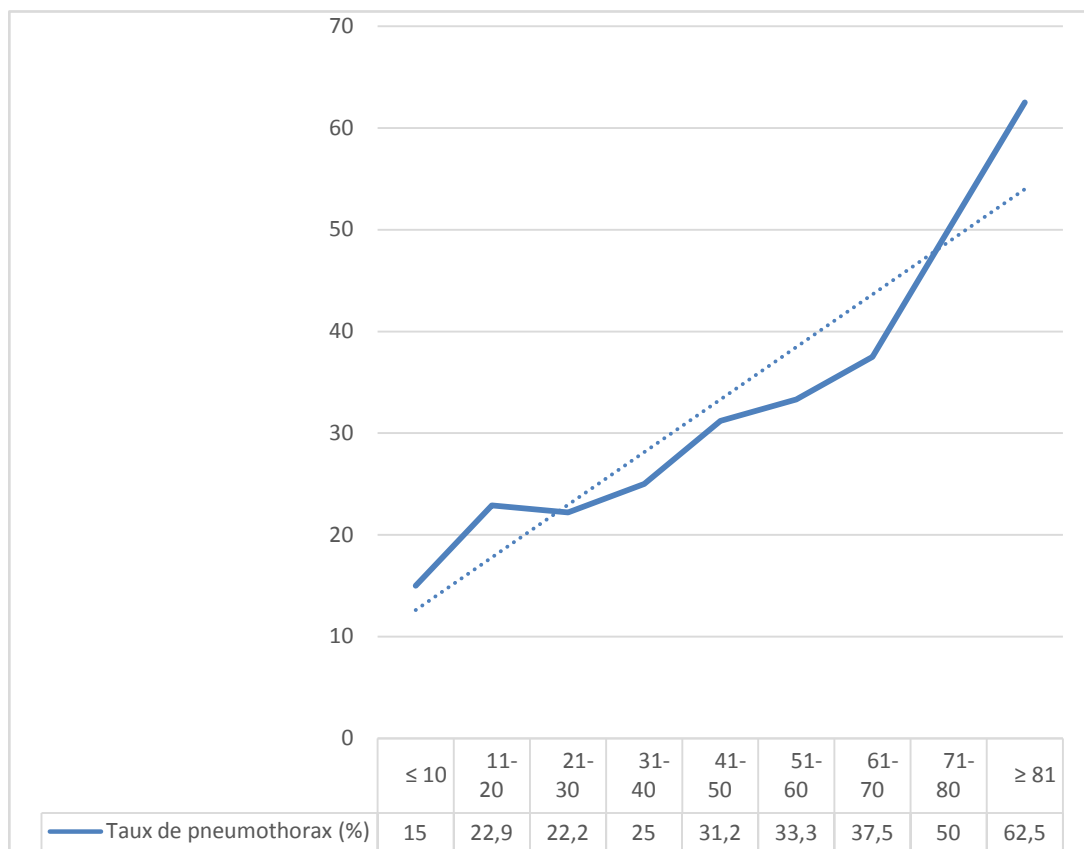
Dans leur étude, Kazerooni et ses collaborateurs (125) ont montré à leur tour que l'augmentation de la profondeur de la lésion était le prédicteur le plus significatif du pneumothorax. Des résultats comparables ont été publiés par Laurent et al. (41) et Gupta et al. (128) qui ont démontré qu'un trajet d'aiguille long pour atteindre une lésion sous-pleurale entraîne une fréquence plus élevée de pose de drain thoracique pour pneumothorax.

Une série de Sang Min Lee, portant l'expérience clinique de 1108 patient a un constat différent. Bien qu'une distance importante n'ait pas constitué un facteur significatif d'occurrence de pneumothorax ($P= 0.606$). (Tableau XXIII). La même variable s'est corrélée avec une survenue d'hémoptysie. ($P=0.006$) (100) (Tableau XXIV), (Graphique 31).

Tableau XXI : Relation entre l'occurrence de pneumothorax et la profondeur de la lésion en mm, et taille de la lésion, série de Christoph M. Heyer et al.

*** Valeur de P significative si <0.05 (101).**

M. Heyer et al.	Biopsies avec Pneumothorax	Biopsies sans Pneumothorax	P value	Odds ratio
Distance parcourue	29 ± 29 mm	20 ± 19 mm	0.05	1.03
Taille de la lésion	35 ± 23 mm	50 ± 31 mm	0.003	0.96



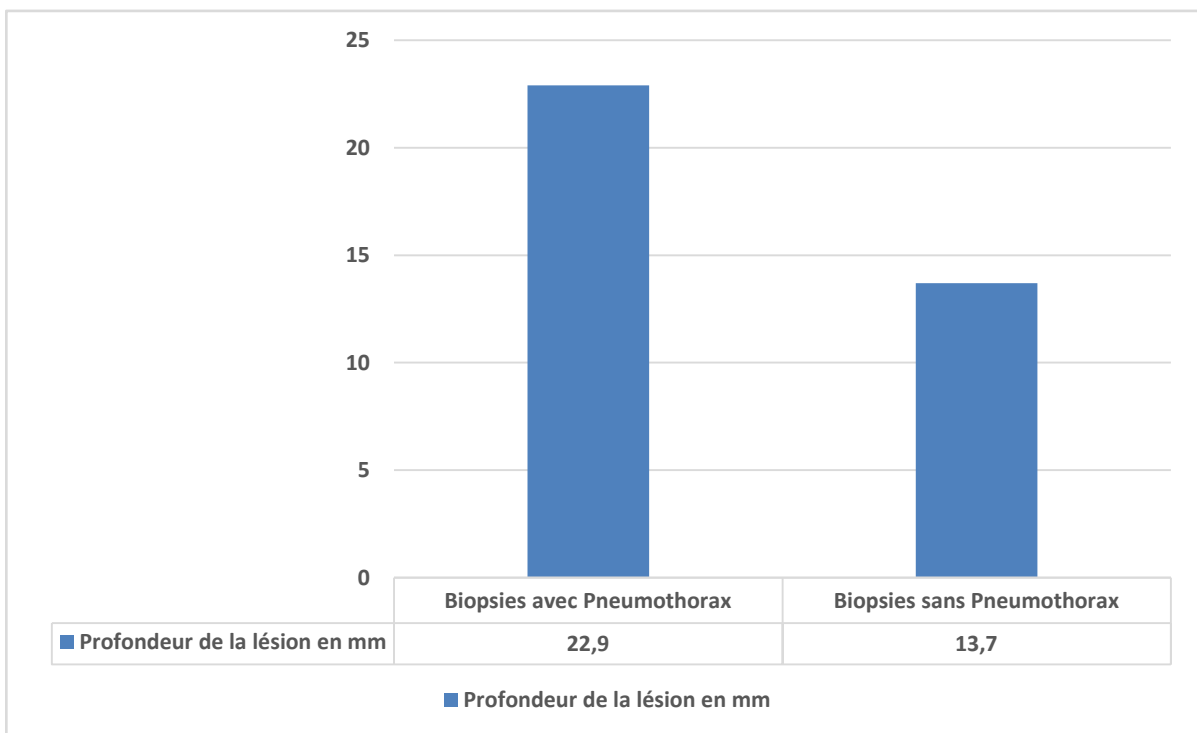
Graphique 29 : Taux de Pneumothorax en fonction de la longueur traversée de l'aiguille en mm, selon la série de Yoshiharu Ohno et al., (127).

Différence significative par rapport à un trajet < 40 mm avec p<0.05.

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

Tableau XXII : Corrélation entre la survenue de Pneumothorax et la longueur du trajet en intra-pulmonaire. (P<0.0001), dans la série de Khan et al. (124).

Trajet intra-pulmonaire de l'aiguille	N (Nombre de cas)	Pneumothorax	Pneumothorax avec drainage thoracique	Taux de Pneumothorax
0-2	15	1	3	27
2 à 4 cm	19	0	0	0
4 à 6 cm	36	5	0	14
6 à 10 cm	46	8	0	17
≥10 cm	19	6	0	32



Graphique 30 : Relation de la profondeur de lésion (moyenne en mm) et l'occurrence de Pneumothorax. Série de Saji et al., (118). * Valeur de P =0.0001,

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

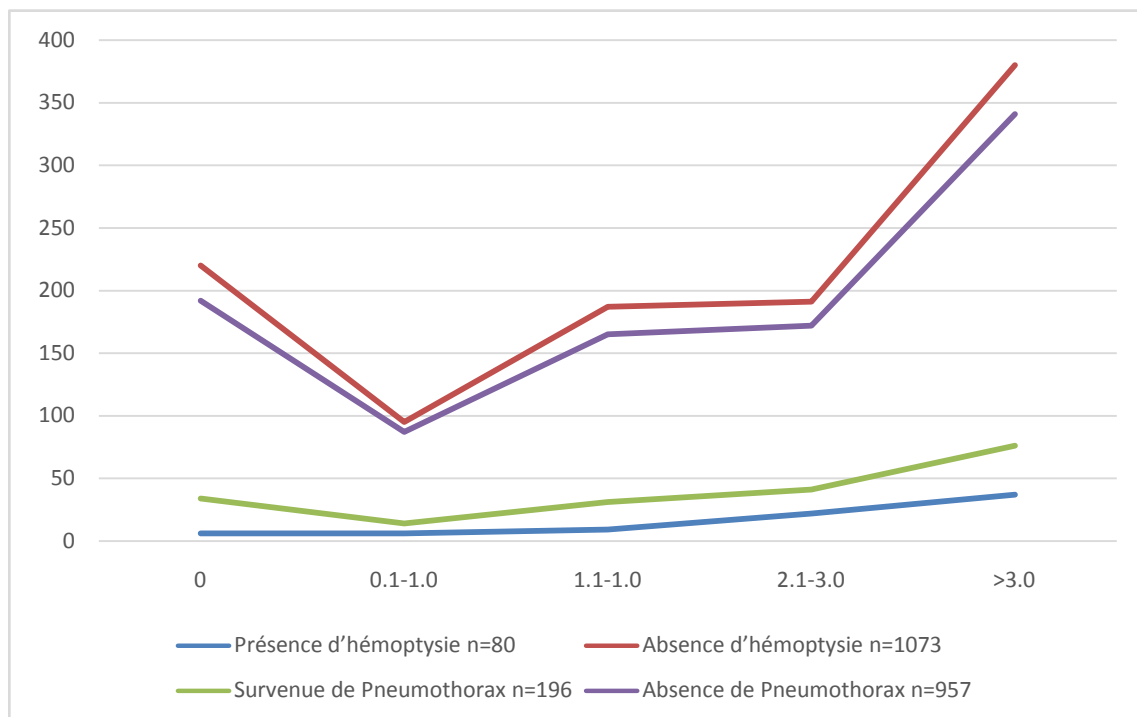
Tableau XXIII : Analyse univariée de la distance par rapport à la plèvre en cm, comme facteur de risque de survenue de pneumothorax lors de BTP scanno-guidées, P calculée avec Pearson x2 test, dans une série de Sang Min Lee et al., (100).

Distance par rapport à la plèvre (cm)	Survenue de Pneumothorax n=196 (%)	Absence de Pneumothorax n=957 (%)	P value
0	34 (17.3)	192 (20.1)	0.606
0.1-1.0	14 (7.1)	87 (9.1)	
1.1-1.0	31 (15.8)	165 (17.2)	
2.1-3.0	41 (20.9)	172 (18.0)	
>3.0	76 (38.8)	341 (35.6)	

Tableau XXIV : Analyse univariée de la distance par rapport à la plèvre en cm, comme facteur de risque d'hémoptyisie lors de BTP scanno-guidée, P calculée avec Pearson x2 test, dans une série de Sang Min Lee et al., (100)

Distance par rapport à la plèvre (cm)	Présence d'hémoptyisie n=80 (%)	Absence d'hémoptyisie n=1073 (%)	P value
0	6 (7.5)	220 (20.5)	0.006
0.1-1.0	6 (7.5)	95 (8.9)	
1.1-1.0	9 (11.3)	187 (17.4)	
2.1-3.0	22 (27.5)	191 (17.8)	
>3.0	37 (46.3)	380 (35.4)	

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.



Graphique 31 : Courbes d'occurrence d'hémoptysie (%) et de Pneumothorax (%) en fonction de la distance par rapport à la plèvre (cm). P = 0.606 et P = 0.006, respectivement pour la survenue de Pneumothorax et d'hémoptysie, selon les résultats de Sang Min Lee et al., (100).

h. Emphysème :

Dans notre série la présence d'emphysème ne semble pas affecter le taux de complications dans les deux groupes. Cependant plusieurs études sont en faveur d'une corrélation entre la présence d'emphysème et la survenue de complications lors de biopsies transthoraciques guidées par l'imagerie. Cette différence de résultats pourrait s'expliquer par notre choix de sélectionner un trajet de biopsie qui a été obligatoirement en atélectasie pour le groupe de biopsies guidées par ultrasons.

M.heyer et al.(101), se sont basé sur les critères publiés par Sanders et al., (129), et ont défini l'emphysème sur la TDM comme des zones hypovasculaires du parenchyme pulmonaire avec une atténuation réduite qui n'étaient pas associées à une fissure et qui manquaient généralement de parois bien définies.

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

Ceci pour conclure que l'occurrence d'hémorragie s'associe à des signes d'emphysème sur la TDM, (tableau XXV) sans être associé à une survenue plus importante de pneumothorax ($p=0.912$), (tableau XXVI), (Graphique 32) (101). Dans une autre série, la survenue de pneumothorax a fortement été corrélée à la présence d'emphysème ($p=0.01$), avec une triple susceptibilité d'avoir le besoin de mise en place d'un drainage thoracique (104).

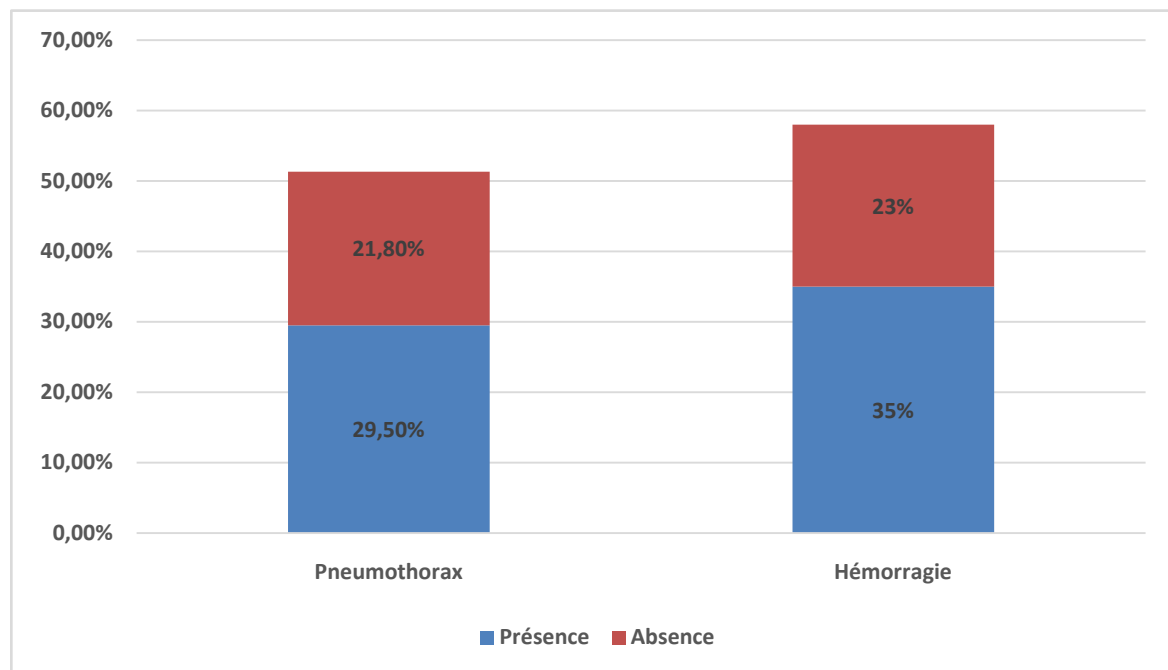
Tableau XXV : Incidence de signes hémorragique et signes tomodensitométriques d'emphysème (101).

M. Heyer et al.	Présence de signes d'hémorragie	Absence de signes d'hémorragie	P value	Odds ratio
Signes tomodensitométriques d'emphysème	35%	23%	0.04	41,03

Tableau XXVI : Incidence de survenue de pneumothorax et signes tomodensitométriques d'emphysème (101).

M. Heyer et al.	Biopsies avec survenue de pneumothorax	Biopsies avec absence de pneumothorax	P value	Odds ratio
Signes tomodensitométriques d'emphysème	29,5%	21,8%	0,921	1,068

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.



Graphique 32 : Présence ou absence de signes tomodensitométriques dans les cas de survenue de Pneumothorax (p=0,921) et d'hémorragie (0,04), selon la série de M. Heyer et al., (101).

Dans une étude plus récente datant de 2016, un grade plus avancé d'emphysème a été associé à un risque plus important de pneumothorax pour les biopsies au trocart sans l'être pour les biopsies à l'aiguille fine (37). Il a aussi été démontré qu'il existait une relation significative ($P < 0,005$) entre la pose d'un drain thoracique et l'augmentation du degré d'emphysème (37) (Tableau XXVII).

Tableau XXVII : Risques de présenter des complications par rapport à la présence préalable d'emphysème en utilisant la biopsie par trocart (CNB), série de Sangha et al., (37).

Complication	Odds ratio	P value
Hémorragie	0.90	0.50
Pneumothorax	1.6	0.01
Hémoptysie	0.82	0.56
Mise en place de drain thoracique	3.44	<0.005

Il existe un débat dans la littérature concernant la corrélation entre les résultats d'évaluation de la fonction pulmonaire indiquant une présence d'emphysème ou une maladie pulmonaire obstructive et l'incidence du pneumothorax. Plusieurs auteurs (118,127,130) ont trouvé une corrélation significative entre le taux de pneumothorax et les paramètres de la fonction pulmonaire, y compris le VEMS (Volume expiratoire maximale par seconde), la CVF (Capacité vitale fonctionnelle) , la capacité pulmonaire totale et le rapport VEMS/CVF. Parmi ceux-ci, le VEMS était le plus fortement associé à l'incidence du pneumothorax. En contradiction avec ces résultats, Anderson et ses collègues (131) n'ont rapporté aucune valeur prédictive des tests de la fonction pulmonaire en ce qui concerne la fréquence du pneumothorax. Des résultats similaires ont été publiés par Kazerooni et al.(125), sauf que, la nécessité de placer un drain thoracique a révélé une incidence significativement plus élevée chez les patients atteints de maladie pulmonaire obstructive sévère, mesurée par le VEMS% et le rapport VEMS/CVF.

D'autre part, aucune corrélation significative entre les paramètres de la fonction pulmonaire et l'incidence des complications n'a été observée dans l'analyse de régression multivariée faite par M Heyer et al., (101), ce qui est conforme à l'étude de Laurent et al. (13) et qui pourrait s'expliquer par la taille relativement petite de l'échantillon.

5.4. Taux de complications pour les biopsies écho-guidées :

Déterminer quelle méthode de guidage par imagerie est un choix important pour les radiologues. Les deux plus grands facteurs influençant le choix sont l'efficacité diagnostique et la sûreté du geste.

Dans notre série, aucune différence statistiquement significative n'a été retrouvée en comparant le taux de complications entre tomodensitométrie et ultrasons (Tableau XXVIII). Ceci dit que l'échographie est aussi sûre que la tomodensitométrie concernant le guidage de BTP pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie.

Tableau XXVIII : Comparaison des taux de complications entre ultrasons et tomodensitométrie.

Notre série	Ultrasons	Tomodensitométrie	P value
Nombre de Pneumothorax	3 (13,6%)	5 (11,6%)	0,716
Nombre de mise en place de drain thoracique	0	0	
Nombre d'hémorragie (hémoptysie/hémothorax)	3 (13,6%)	6 (13,9%)	0,812

Ces résultats concordent avec les données de la littérature. Un résultat similaire a été enregistré par Maha Jarmakani et al.,(90). A travers une étude comparative entre ultrasons et tomodensitométrie comme méthode de guidage pour les biopsies transthoracique, les auteurs affirment l'absence de différence statistiquement significative concernant le taux de pneumothorax et le taux de pneumothorax nécessitant une mise en place de drain thoracique. (Tableau XXIX). Ces résultats viennent renforcer les séries de petites études publiées qui ont rapporté la sécurité de l'échographie pour la biopsie du poumon périphérique et pleural (132,133).

Tableau XXIX : Taux de complications, comparaison entre BTP écho-guidées et scanno-guidées.

Série de Jarmakani et al., (90).

Maha Jarmakani et al.	BTP Echo-guidées	BTP Scanno-guidées	P value
Nombre de pneumothorax	5 (22%)	16 (18%)	0.77
Nombre de Pneumothorax nécessitant une mise de drain thoracique	1 (4%)	6 (7%)	0.55
Nombre de cas d'hémorragie significative	0	0	

Ce désavantage relatif de la tomodensitométrie est probablement dû en partie à des temps d'immobilisation plus longs de l'aiguille à travers la plèvre, ainsi qu'aux défis inhérents au ciblage de petites lésions avec le tomodensitométrie, notamment moins d'espace pour l'ancrage de l'aiguille(40).

Contrairement aux ultrasons, le guidage par tomodensitométrie pour les petites lésions pulmonaires périphériques exclut souvent une approche directe sur la lésion et nécessite un trajet indirect à travers le poumon aéré pour échantillonner avec succès la lésion, augmentant ainsi le risque de pneumothorax lié à la procédure (118). De plus, le manque de visualisation en temps réel pendant le prélèvement à la TDM peut augmenter à la fois le risque de placement indésirable de l'aiguille dans le poumon aéré et la probabilité d'un échantillon insuffisant(99).

De même, Lee et al., (99) ont enregistré un nombre significativement inférieur de complications pour les biopsies guidées par échographie. (Tableau XXX), et confirment que l'échographie peut et doit être utilisé pour les masses périphérique lorsqu'il y a une fenêtre acoustique convenable, surtout pour les masses > 10mm.

Les complications rapportées pour la biopsie guidée par échographie varient de 2 à 15% dans la littérature. Effectivement, des complications procédurales sont survenues dans 4/147 (2,7%) cas, comprenant trois pneumothorax (dont l'un nécessitant le drainage par tube thoracique) et une hémoptysie cliniquement significative qui a cessé spontanément. Il n'y a eu ni décès ni séquelles post-procédurales cliniquement significatives (38). De même l'incidence regroupée du pneumothorax, telle que décrite par Benamore et al., est de 4,4%(134).

Dans une série récente de Lemieux et al (11), un pneumothorax est survenu à la suite de 77 procédures de biopsie transthoracique échoguidée (15%; IC à 95% 12-18) et a nécessité la pose d'un drain thoracique chez 9 patients (2%; IC à 95% 1-3%). Des complications hémorragiques sont survenues dans 17 des procédures (3%, IC à 95% 2-5%), comprenant des hémorragies parenchymateuses dans 2% (IC à 95% 1-4%) et des hémoptysies dans 1% (IC à 95% 0-2%). Aucune complication grave n'est survenue dans cette cohorte (11).

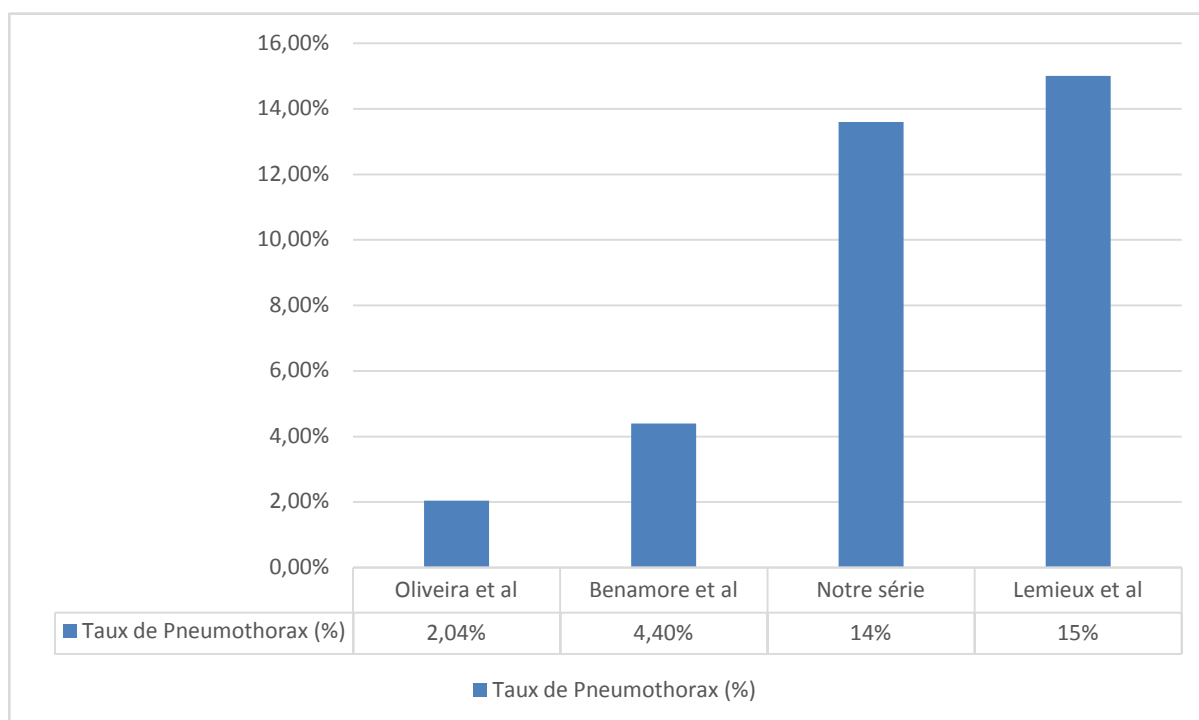
Le taux de Pneumothorax dans notre série pour les biopsies guidées par échographie a été proche de celui enregistré par Lemieux et al., et légèrement supérieur à celui rapporté par Benamore et al., et Oliveira al. (11,38,134). Ceci pourrait être secondaire à la petite taille de l'échantillon du sous-groupe d'échographie (Graphique 34).

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

Le profil de sécurité favorable avec l'échographie par rapport à la tomodensitométrie est multifactoriel et probablement lié en partie à la visualisation en temps réel de l'aiguille, à la possibilité de réaliser des biopsies en une seule apnée, et à une durée plus courte pendant laquelle l'aiguille traverse la plèvre par rapport au guidage par tomodensitométrie (99).

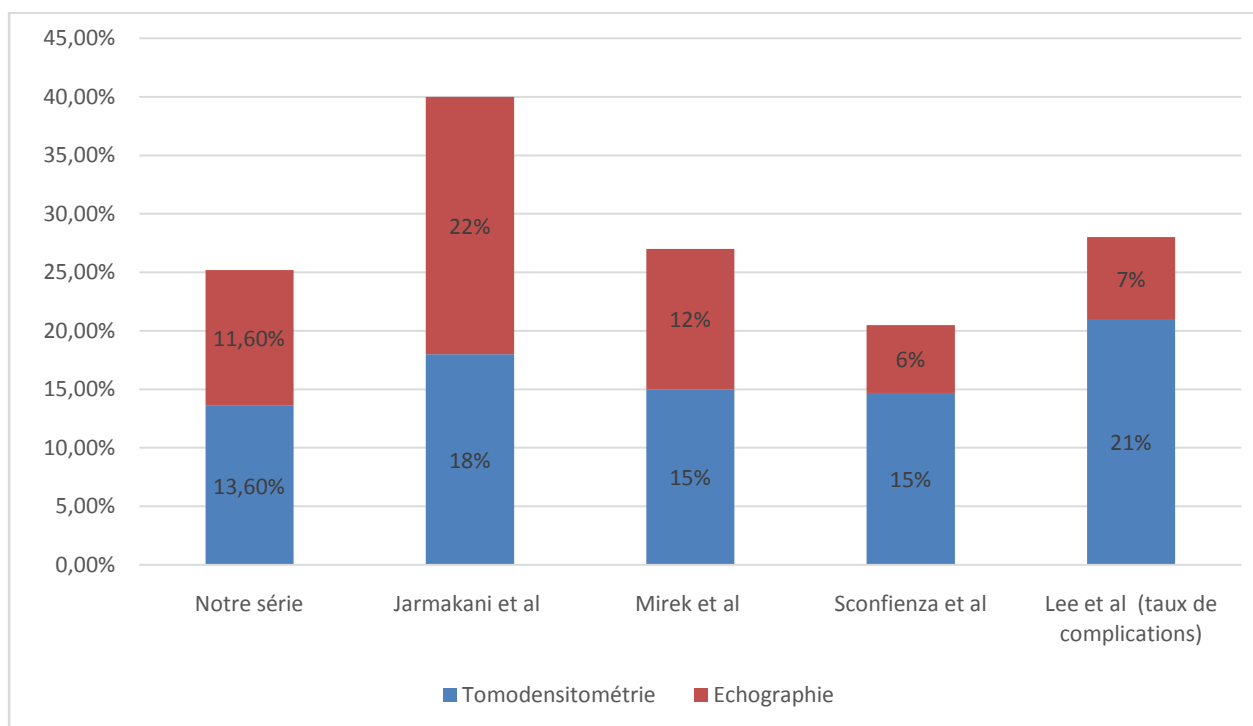
Tableau XXX : Taux de complications, comparaison entre BTP écho-guidées et BTP scanno-guidées pour des masses pulmonaires périphériques Lee et al (99).

	BTP Echo-guidées	BTP Scanno-guidées	P value
Total de complications	10/150 (7%)	21/100 (21%)	P<0.05
Pneumothorax nécessitant une mise en place de drainage thoracique	1/150 (0.66%)	3/100 (3%)	



Graphique 33 : Comparaison du taux de pneumothorax avec d'autres séries de biopsies thoraciques guidées par échographie (11,38,134).

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.



Graphique 34 : Taux de Pneumothorax pour notre série en comparaison avec d'autres séries de la littérature (12,60,90,99).

P non significatif pour la série de Jarmakani et al., (90).

6. Avantages additionnels de l'échographie :

En plus de sa supériorité en termes de précision diagnostique (11,13,90,99), l'échographie en tant que méthode de guidage pour les biopsies transthoracique est une méthode sûre (11,38,90,134) avec un taux de complications variant de 2 à 13%, dominé par les cas de pneumothorax minimes de régression spontanée.

L'échographie présente des avantages additionnels préalablement discutés dans la littérature.

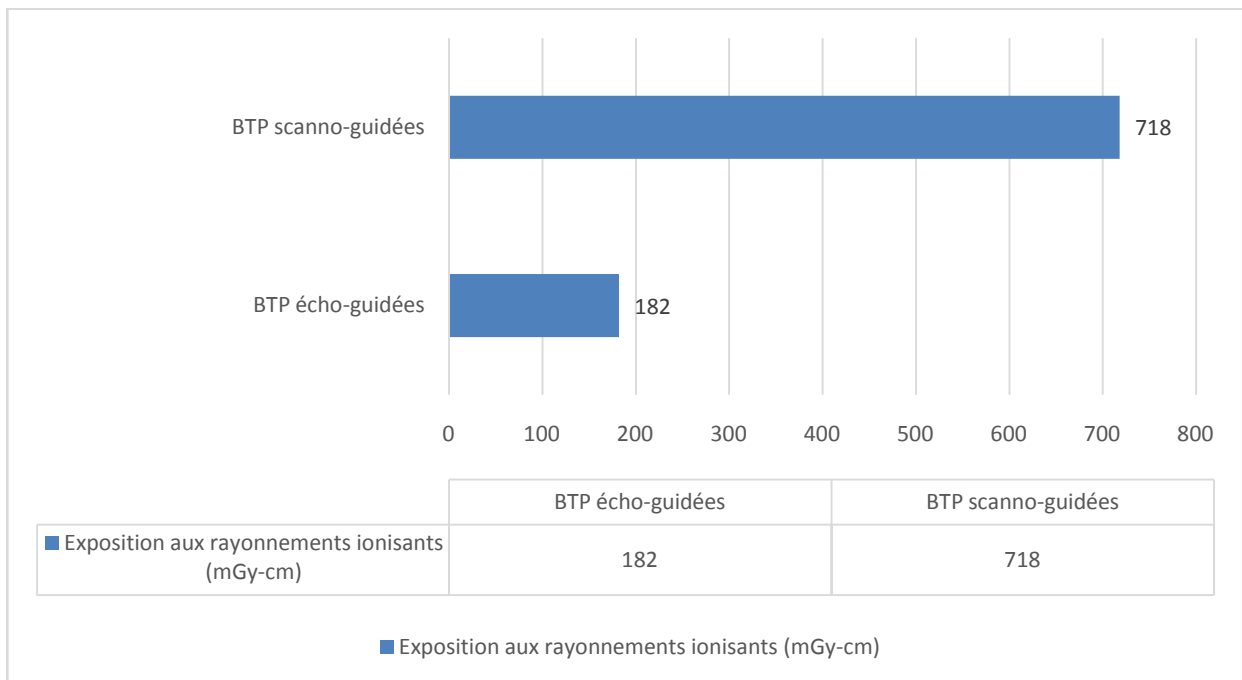
6.1. Innocuité :

Dans une série comparative de Jarmakani et al.,(90), la tomodensitométrie a été utilisée dans 29% des procédures guidées par échographie pour confirmer la persistance de la lésion et aider à la localisation de la lésion.

Néanmoins, la dose moyenne pour les patients dans le groupe échographique était le quart de la dose moyenne dans le groupe tomodensitométrie (90),(182 mGy-cm) par rapport aux procédures de tomodensitométrie (718 mGy-cm ; $P < 0,01$). (Graphique 35). Ainsi, le guidage par échographie peut être une alternative sûre et plus rentable à la biopsie par tomodensitométrie des lésions médiastinales, sous réserve de disposer d'une fenêtre acoustique adéquate. Cela peut être particulièrement bénéfique pour les patients plus jeunes présentant une suspicion de lymphome médiastinal et de tumeurs germinales, chez qui l'exposition aux radiations ionisantes au cours d'une procédure de tomodensitométrie potentiellement prolongée est indésirable. (38) . Ces résultats sont étayés par Sconfienza et al., (12) qui conviennent qu'en termes de coûts globaux pour la société la quantité de radiation ionisante administrée lors d'une procédure guidée par tomodensitométrie ne peut pas être considérée comme négligeable(12).

D'autres séries partagent ce constat et considèrent le caractère non irradiant de l'échographie comme un argument fort justifiant son utilisation chaque fois que cela est possible(11,13). Dans notre série, nous avons adopté la même approche et tenté de justifier l'utilisation de l'échographie en profitant de la fenêtre acoustique offerte par l'atélectasie.

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.



Graphique 35 : comparaison de la dose moyenne d'exposition aux rayonnements ionisants (mGy-cm) entre BTP écho-guidées et scanno-guidée (90). * : 29% de BTP écho-guidées, les patients ont préalablement bénéficié de tomodensitométrie comme méthode de renforcement au diagnostic. P<0,01.

6.2. Visualisation en temps réel et adaptation aux mouvements respiratoires :

Le guidage par échographie était supérieur au guidage par tomodensitométrie pour obtenir des échantillons diagnostiques lors de la biopsie percutanée de lésions intra thoraciques périphériques et de la paroi thoracique (90,99). Il existe plusieurs raisons possibles de cette différence observée. La raison la plus probable est la capacité du guidage par échographie à fournir des images en temps réel tout au long de la procédure, permettant la visualisation du mouvement respiratoire et le calibrage précis du mouvement de l'aiguille avec la phase correcte de la respiration. Jarmakani et al., (90), ont constaté que cette capacité est particulièrement vraie chez les patients ayant des difficultés à suivre les instructions du geste de biopsie (Figure22).

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

Ces constatations sont étayées par les résultats de Lee et al. (99), qui confirment également que le profil de sécurité favorable de l'échographie par rapport à la tomodensitométrie (TDM) est multifactoriel et probablement lié en partie à la visualisation en temps réel de l'aiguille, à la capacité d'effectuer des biopsies en une seule apnée et à une durée plus courte pendant laquelle l'aiguille transperce la plèvre par rapport au guidage par TDM.

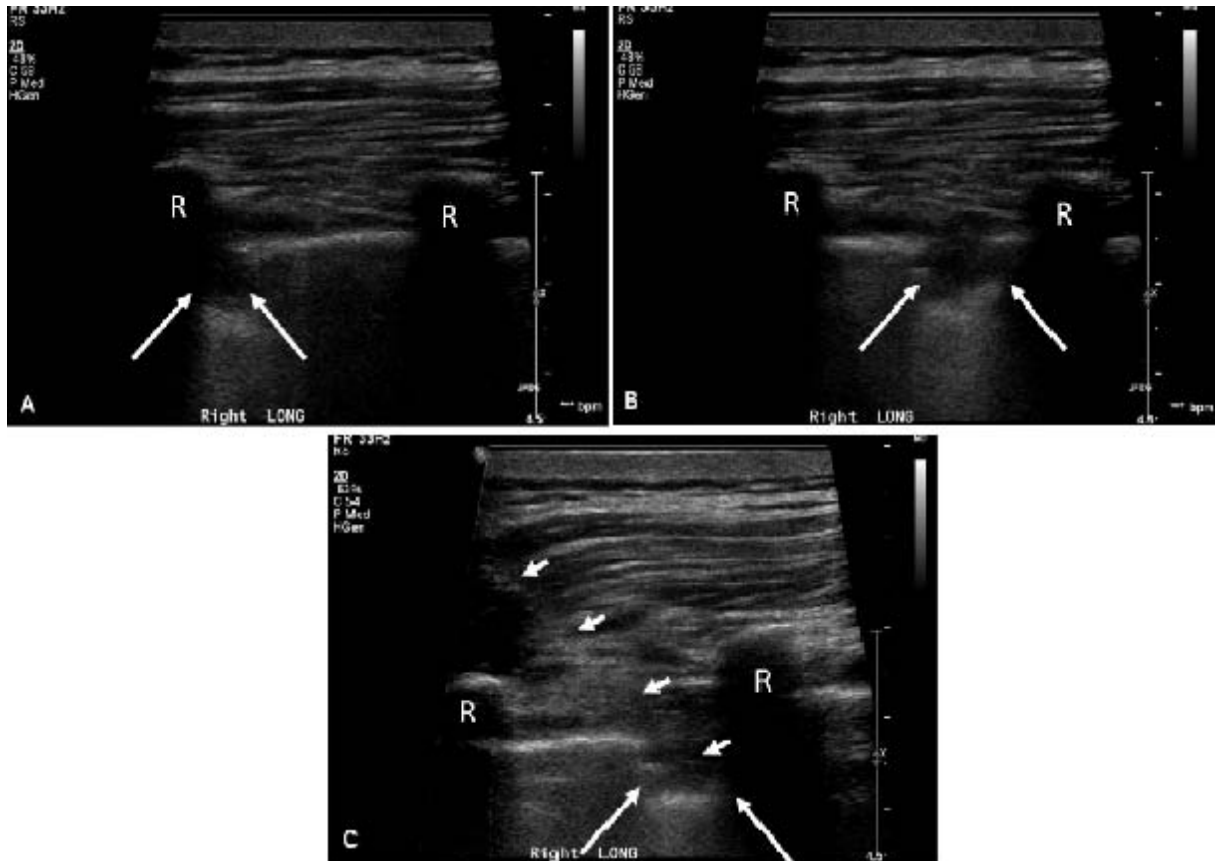


Figure 22 : Coupes longitudinales d'un nodule pulmonaire périphérique du lobe inférieur droit (flèches longues) chez un homme de 63 ans atteint d'un cancer du pancréas.

Les images initiales ont été obtenues pendant la respiration calme à la fin de l'expiration (A) et à la fin de l'inspiration (B). La biopsie ultérieure (C), effectuée pendant une apnée, a révélé un cancer du pancréas métastatique. Plusieurs pauses respiratoires ont été observées jusqu'à ce que le patient reproduise une respiration plaçant le nodule ciblé dans une position appropriée pour la biopsie. Les flèches courtes indiquent l'aiguille de biopsie, et R indique les côtes.

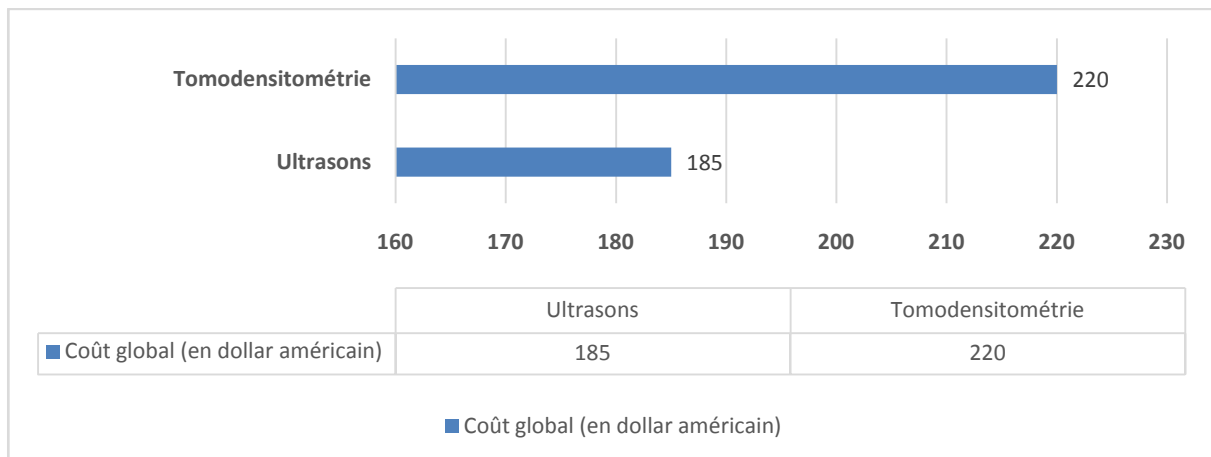
Jarmakani et al., (90).

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

6.3. Coût :

Les procédures guidées par tomodensitométrie (TDM) ont un coût global d'environ 185 \$ (en dollars américains) pour les lésions pleurales et 220 \$ pour les lésions pulmonaires périphériques, tandis que les procédures guidées par échographie (US) ont un coût global d'environ 125 \$ pour les lésions pleurales et pulmonaires périphériques (12) (Graphique 36). Ces chiffres démontrent une différence significative de coûts entre les deux modalités, avec des coûts moins élevés associés à l'utilisation de l'échographie. Cette disparité économique peut être attribuée à divers facteurs, notamment les coûts opérationnels plus bas de l'échographie, la réduction de la nécessité d'une infrastructure complexe, et la diminution du besoin de radioprotection, ce qui contribue à faire de l'échographie une option plus économique pour guider les procédures de biopsie (12).

De plus, les procédures guidées par échographie sont souvent moins chronophages, ce qui peut contribuer à une utilisation plus efficace des ressources hospitalières (99). Ainsi, en considérant à la fois les aspects opérationnels et les avantages potentiels en termes de santé, l'échographie émerge comme une option moins coûteuse et plus sûre pour guider les procédures de biopsie.



Graphique 36 : comparaison de coûts globaux entre les procédures tomodensitométrie et échographique pour les lésions pulmonaires périphériques et pleurales en dollar américain tels rapportés par Sconfienza et al., (12).

6.4. Economie de temps :

Nous n'avons pas pu évaluer la durée de procédures en raison du caractère rétrospectif de l'étude. Cependant plusieurs études ont rapporté une supériorité de l'échographie en termes de rapidité (Graphiques 37).

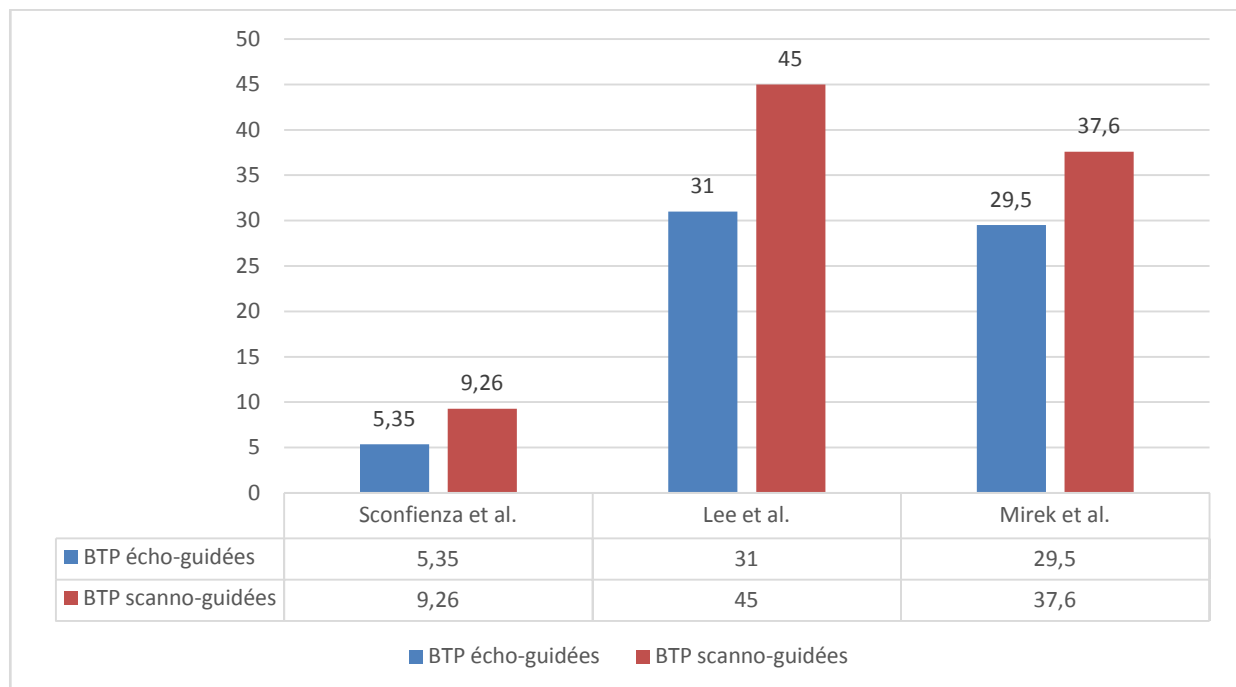
Dans une étude comparative réalisée par Sconfienza et al., (12) la durée médiane de la procédure a été significativement plus courte ($P < 0,001$) chez les patients qui ont bénéficié de procédure guidée par échographie (temps médian, 321 secondes ; 25e et 75e percentiles, 157 et 485 secondes, respectivement) que chez ceux qui ont bénéficié de procédure guidée par tomodensitométrie (temps médian, 556 secondes ; 25e et 75e percentiles, 408 et 704 secondes, respectivement). Ces résultats soulignent la rapidité de la procédure guidée par échographie par rapport à celle guidée par tomodensitométrie (12).

Une autre série de Lee et al., (99) à leur tour mettent en évidence la rapidité des procédures guidées par échographie, en particulier lorsque l'échographie est utilisée seule. Les temps moyens de procédure (\pm écart type) étaient plus courts avec l'échographie seule (31 ± 16 min) qu'avec la tomodensitométrie seule (45 ± 26 min ; $p < 0,001$) ou l'échographie avec localisation par tomodensitométrie (45 ± 18 min ; $p < 0,001$). Les temps de procédure étaient plus longs pour les patients avec de petites lésions et ceux avec un moindre contact pleural (99).

Les résultats de Mirek et al., (60) soulignent davantage la rapidité et l'efficacité des biopsies guidées par échographie, en termes de délais d'attente et de temps de procédure par rapport à la tomodensitométrie. Le temps de procédure était plus court pour les lésions localisées avec l'échographie que la tomodensitométrie ($29,5 \pm 16,4$ minutes contre $37,6 \pm 19,5$ minutes, $p = 0,007$), malgré une utilisation moindre de passages d'aiguille par geste de biopsie avec la tomodensitométrie ($3,5 \pm 1,1$ contre $3,1 \pm 0,8$, $p = 0,034$). Par ailleurs, les délais d'attente pour les biopsies guidées par échographie étaient significativement plus courts que ceux de la tomodensitométrie de 10,9 jours en moyenne (60).

Ponction biopsie transthoracique à l'aiguille guidée par imagerie pour les masses pulmonaires centrales avec atélectasie : comparaison entre ultrasons et tomodensitométrie.

D'autres études partagent le même constat (135,136), et affirment la rapidité de l'échographie par rapport à la tomodensitométrie.



Graphique 37 : Temps procédural en minutes (moyenne) : comparaison entre BTP écho-guidées et scanno-guidées (60,99).

6.5. Possibilité de faire des gestes au lit du patient :

Les machines à ultrasons en raisons de leur déplaçabilité et de leur mobilité, peuvent être transportés au chevet du patient au besoin(137). Ainsi, il est désormais envisageable d'effectuer le geste directement au lit des patients qu'ils soient en soins intensifs, grabataires ou dans des positions alternatives, telles qu'une position semi-assise pour les patients dyspnéiques qui ne peuvent pas tolérer la position de décubitus(12). Cette caractéristique distinctive de l'échographie offre une flexibilité accrue dans la gestion des patients, constituant ainsi un argument significatif en faveur de son utilisation.

6.6. Meilleur contraste avec l'atélectasie :

L'échographie présente un avantage significatif en termes d'offre d'un meilleur contraste en présence d'atélectasie. L'atélectasie, qui se caractérise par une diminution ou une absence d'expansion pulmonaire dans une région spécifique, peut souvent présenter des défis diagnostiques lors des procédures d'imagerie. Cependant, l'échographie, en utilisant des ondes sonores, permet une visualisation en temps réel des structures internes, offrant ainsi une résolution en contraste plus élevée.

En présence d'atélectasie, les zones affectées peuvent apparaître différemment par rapport au tissu pulmonaire normal. L'échographie permet de détecter ces changements de manière plus détaillée que d'autres modalités d'imagerie, telles que la tomodensitométrie ou la radiographie pulmonaire. L'utilisation de l'échographie offre également l'avantage de visualiser la dynamique respiratoire en temps réel(90) permettant une évaluation plus précise de l'étendue de l'atélectasie et de ses interactions avec les structures avoisinantes.

En fournissant une meilleure résolution en contraste et en évitant l'exposition aux radiations, l'échographie émerge comme une modalité d'imagerie privilégiée dans l'évaluation des patients présentant des conditions pulmonaires, offrant ainsi un outil clinique précieux dans la gestion de l'atélectasie (figure 3).

VI. Limites de l'étude :

Cette étude présentait plusieurs limites :

- ❖ La nature rétrospective de l'étude.
- ❖ Le choix entre le guidage par échographie et la tomodensitométrie, ainsi que la taille de l'aiguille, était déterminé par les préférences individuelles de l'opérateur, les facteurs de risque du patient et des caractéristiques de la lésion, plutôt que selon un protocole standardisé.
- ❖ Les comparaisons entre les groupes sont, par conséquent, partiellement confondues avec les effets de facteurs de risque concurrents.
- ❖ Notre étude n'a pas évalué le bénéfice de survie résultant de changements de traitement institués après la biopsie.
- ❖ Le manque de séries de comparaison ayant les mêmes critères d'inclusion respectant le caractère central des lésions (la majorité des séries sur l'écho-guidage concernent les lésions périphériques).



RECOMMANDATIONS



Au vu des résultats obtenus, un consensus s'est dégagé quant à l'efficacité diagnostique de l'échographie, déterminée par ses performances, sa précision diagnostique et la sécurité du geste diagnostique. Nous recommandons aux praticiens de :

- ❖ Considérer l'échographie comme une alternative pertinente et sûre pour le guidage des BTP pour les masses centrales avec atélectasie.
- ❖ Adapter la méthode de guidage de biopsies transthoraciques aux conditions individuels du patient.
- ❖ Considérer les avantages additionnels de l'échographie, notamment l'économie de coût, de temps et la visualisation en temps réel, comme un argument notable et significatif lors du raisonnement.
- ❖ Réaliser des études avec des sondes micro convexes adaptés à l'étroitesse des fenêtres acoustiques
- ❖ Explorer les autres modalités émergentes de diagnostic histologique notamment l'echobronchoscopie bronchique, Bronchoscopie par navigation électromagnétique, tomodensitométrie ConeBeam, bronchoscopie robotique.



CONCLUSION

Cette étude comparative, visant à évaluer les performances du guidage par échographie et par tomodensitométrie pour les BTP de masses pulmonaires centrales avec atélectasie, a fourni des résultats significatifs. L'échographie a démontré une efficacité diagnostique supérieure et une sécurité comparable à la tomodensitométrie dans ce contexte spécifique.

L'avantage de l'échographie réside dans sa capacité à exploiter la fenêtre acoustique offerte par l'atélectasie, améliorant ainsi la visualisation en temps réel des lésions pulmonaires centrales. Les résultats ont clairement montré une sensibilité accrue et une précision globale supérieure pour les biopsies écho-guidées, renforçant son rôle dans la prise en charge des patients avec ces caractéristiques cliniques.

Outre ses performances diagnostiques, l'échographie présente des avantages économiques, tels que des coûts réduits et une exécution plus rapide, ce qui peut avoir un impact significatif sur la gestion globale des patients. Le faible taux de complications observé dans les deux groupes souligne la sûreté de l'échographie dans ce contexte.

Cependant, pour tirer des conclusions plus robustes, des études prospectives avec des cohortes plus importantes sont nécessaires. Les limites de cette étude, notamment son caractère rétrospectif et la taille restreinte de l'échantillon, soulignent la nécessité de recherches futures pour consolider ces résultats.

En conclusion, les résultats de cette étude suggèrent que l'échographie peut être considérée comme une modalité de choix pour les biopsies pulmonaires centrales avec atélectasie, offrant une alternative précise, sûre et économique à la tomodensitométrie. Ces conclusions peuvent orienter positivement la prise de décision clinique et ouvrir la voie à de nouvelles perspectives dans le domaine des procédures diagnostiques pulmonaires.



RESUME



Résumé

Conceptualisation : La tomодensitométrie est généralement reconnue comme la méthode de référence pour le guidage de BTP. Néanmoins, le guidage par échographie émerge comme une alternative efficace, surtout dans le cas d'atélectasie. L'atélectasie offre non seulement un meilleur contraste par rapport au tissu lésionnel, mais elle crée également une fenêtre acoustique propice à la réalisation de BTP écho-guidées. De plus, les avantages supplémentaires tels que des coûts réduits, une exécution plus rapide, une meilleure accessibilité et une visualisation en temps réel font de la méthode échographique une option pertinente.

Cette dynamique soulève la question de l'efficacité et de la sécurité comparatives des deux méthodes, mettant en lumière les avantages spécifiques du guidage échographique, en particulier pour les masses pulmonaires centrales et en présence d'atélectasie.

Objectif de l'étude : Les deux paramètres piliers pour argumenter la réalisation de BTP centrales avec atélectasie sont la réussite diagnostique et la sécurité du geste. Nous avons réalisé cette étude afin d'évaluer l'efficacité diagnostique et le risque de complications tout en comparant ces paramètres à ceux du guidage par tomодensitométrie.

Matériels et méthodes : Il s'agit d'une étude rétrospective, monocentrique, et comparative concernant les cas de patients ayant bénéficiés d'une biopsie pulmonaire centrale au trocart « CNB » guidée par imagerie (écho-guidée versus scanno-guidée) sur une période allant du mai 2014 au janvier 2022 à l'hôpital militaire Avicenne de Marrakech.

Les biopsies au trocart « CNB » ont été effectuées à l'aide d'aiguilles 18-G avec un système co-axial 17G. Les images scanographiques, les rapports histopathologiques, les dossiers médicaux et les détails des procédures ont été examinés.

Les caractéristiques cliniques et les résultats de la biopsie ont été comparés en utilisant le test t de Student pour les variables continues et un test du chi-carré ou le test exact de Fisher pour les variables catégoriques.

Une valeur de $p < 0,05$ a été considérée comme statistiquement significative.

Résultats : Nous avons recensé un nombre total de 65 patients. 22 patients ont bénéficié de BTP écho-guidées. Les biopsies ont été réalisées en toute sécurité via une voie directe. Dans ce groupe la sensibilité, la spécificité et la précision globale sont respectivement égales à 94,4%, 75% et 90,9%. Dans le groupe de BTP scanno-guidées, composé de 43 patients, nous rapportons une sensibilité, une spécificité et une précision globale de 86,4%, 85,7% et 88,37%. Il y avait une différence statistiquement significative en termes de sensibilité et de précision globale en faveur du groupe d'ultrasons. Les valeurs de P sont respectivement égales à 0,018 et 0,0012.

Le taux de complication enregistrés (18,4%) est faible et dominé par 09 cas de Pneumothorax d'évolution spontané sans nécessité de mise en place de drain thoracique (12,3%). Les autres complications sont représentées par les cas de survenue de saignement (13,84%). Néanmoins, nous ne rapportons aucune différence statistiquement significative en ce qui concerne le taux de complications entre les deux sous-groupes de l'échantillon, avec $p = 0,716$ et $p = 0,812$, respectivement pour l'occurrence de Pneumothorax et les cas de saignement.

Conclusion : Au terme de notre étude, l'échographie représente une approche plus efficace que la tomodensitométrie dans les cas de biopsies pulmonaires centrales avec atélectasie.

Affichant une sécurité comparable à celle de BTP scanno-guidées, l'échographie émerge ainsi comme une alternative précise et sûre. Cependant, il convient de noter que, en raison du caractère rétrospectif de l'étude, de la taille limitée de la cohorte et du biais de sélection, des travaux complémentaires sont nécessaires.

Abstract

Context : Computed tomography (CT) is recognized as the gold standard for guiding central pulmonary biopsies. However, ultrasound guidance presents itself as an effective alternative, particularly in the presence of atelectasis. Atelectasis not only provides better contrast compared to lesion tissue but also offers an acoustic window facilitating ultrasound-guided biopsies. Furthermore, ultrasound guidance brings additional advantages such as reduced costs, quicker execution, enhanced accessibility, and real-time visualization. This dynamic raises questions regarding the comparative efficacy and safety of the two methods, emphasizing the specific advantages of ultrasound guidance, especially in the presence of atelectasis.

Objective: The two pivotal parameters for justifying central lung biopsies with atelectasis are diagnostic success and procedural safety. In this context, we conducted this study to assess diagnostic efficacy and the risk of complications, comparing these parameters with those of CT-guided procedures.

Materials and Methods: This retrospective, monocentric, comparative study focused on patients who underwent central pulmonary biopsies (core-needle biopsy - CNB) guided by imaging (CT-guided versus ultrasound-guided) from May 2014 to January 2022 at the Avicenne Military Hospital in Marrakech. CNB procedures utilized 18-G needles with a coaxial system. Scans, histopathological reports, medical records, and procedural details were examined. Clinical characteristics and biopsy outcomes were compared using Student's t-test for continuous variables and the chi-square test or Fisher's exact test for categorical variables. A significance level of $p < 0.05$ was considered.

Results: A total of 65 patients were included. Twenty-two patients underwent biopsies under ultrasound guidance, safely performed via a direct pathway. In this group, sensitivity, specificity, and overall accuracy were 94.4%, 75%, and 90.9%, respectively. In the CT-guided biopsy group (43 patients), we observed a sensitivity, specificity, and overall accuracy of 88.37%, 85.7%, and 86%, respectively. There was a statistically significant difference in sensitivity and overall accuracy in favor of the ultrasound-guided group ($p=0.0012$ and $p=0.018$, respectively). The recorded complication rate (18.4%) was low and dominated by 9 cases of spontaneously resolving pneumothorax (12.3%). Other complications included bleeding cases (13.84%). However, no statistically significant difference was reported in the complication rates between the two subgroups of the sample, with $p=0.716$ and $p=0.812$, respectively, for the occurrence of pneumothorax and bleeding cases.

Conclusion: Percutaneous US-guided CNB using a 18-G catheter with axial is more efficient technique than CT-guided procedure in the cases of central lung biopsies with atelectasis. Displaying safe

ملخص

المواد والأساليب: هذه دراسة استعادية أحادية المركز ومقارنة تتعلق بحالات المرضى الذين استفادوا من خزعة الرئة المركزية بالمِيزَلْ الموجهة بالتصوير (الموجهة بتخطيط الصدى مقابل الموجهة بالأشعة المقطعية) خلال فترة من مايو 2014 إلى يناير 2022 في المستشفى العسكري ابن سينا في مراكش.

تم إجراء خزعات بالمِيزَلْ باستخدام إبر 18 ج ذات نظام محوري مشترك 17 ج تمت مراجعة صور الأشعة المقطعية وتقارير التشريح المرضي النسجي والسجلات الطبية. وتفاصيل الإجراءات كذلك تمت مقارنة الميزات السريرية ونتائج الخزعة باستخدام اختبار الطالب تي للمتغيرات المستمرة واختبار مربع كاي أو اختبار فيشر الدقيق للمتغيرات الفئوي. اعتبرت قيمة $p > 0.05$ ذات دلالة إحصائية.

النتائج: حددنا العدد الإجمالي للمرضى 65. استفاد 22 مريضاً من الخزعة الرئوية الموجهة بالموجات فوق الصوتية. تم إجراء الخزعات بأمان عبر طريق مباشر. في هذه المجموعة، تبلغ الحساسية والخصوصية والدقة الإجمالية على التوالي 94.4% و 75% و 90.9%. في المجموعة الموجهة بالتصوير المقطعي المحوسب المكونة من 43 مريضاً، أبلغنا عن حساسية وخصوصية ودقة إجمالية بنسبة 86.4% و 85.7% و 88.37%. كان هناك اختلاف كبير إحصائياً في الحساسية والدقة الإجمالية لصالح مجموعة الموجات فوق الصوتية

معدل المضاعفات المسجل (18.4%) منخفض ويهيمن عليه 09 حالة من استرواح الصدر من التطور التلقائي دون الحاجة إلى استنزاف الصدر (12.3%). تتمثل المضاعفات الأخرى في حدوث النزيف (13.84%). ومع ذلك، فإننا لا نبلغ عن أي فرق ذي دلالة إحصائية

في معدل المضاعفات بين المجموعتين الفرعيتين من العينة، مع $p = 0.716$ و $p = 0.812$ ، على التوالي، لحدوث استرواح الصدر وحالات النزيف.

الخلاصة: في نهاية دراستنا، يعد الموجات فوق الصوتية نهجًا أكثر فعالية من التصوير المقطعي المحوسب في حالات خزعات الرئة المركزية مع الانخماص الرئوي مع سلامة مماثلة لتلك الخاصة بالخزعة الموجهة بالأشعة المقطعية، تظهر الموجات فوق الصوتية كبديل دقيق وآمن. ومع ذلك، تجدر الإشارة إلى أنه نظرًا لطبيعة الدراسة بأثر رجعي، و حجم المجموعة المحدود وتحيز الاختيار، هناك حاجة إلى مزيد من العمل.



BIBLIOGRAPHIE



1. **Lang D, Reinelt V, Horner A, Akbari K, Fellner F, Lichtenberger P, et al.**
Complications of CT-guided transthoracic lung biopsy.
Wien Klin Wochenschr. 1 avr 2018;130(7):288–92.
2. **Girard N, Cottin V, Cordier JF.**
Opacités et masses intrathoraciques.
La revue du praticien. 2008;58.
3. **Ferlay J, Shin HR, Bray F, Forman D, Mathers C, Parkin DM.**
Estimates of worldwide burden of cancer in 2008:
Globocan 2008. Int j cancer. 15 déc 2010;127(12):2893–917.
4. **Mathers C,**
Organization WH. The Global Burden of Disease: 2004 Update. World Health Organization; 2008. 156 p.
5. **Watane GV, Hammer MM, Barile MF.**
CT-guided Core-Needle Biopsy of the Lung Is Safe and More Effective than Fine-Needle Aspiration Biopsy in Patients with Hematologic Malignancies.
Radiol Cardiothorac Imaging. déc 2019;1(5):e180030.
6. **Mohan A, Madan K, Hadda V, Tiwari P, Mittal S, Guleria R, et al.**
Guidelines for diagnostic flexible bronchoscopy in adults:
Joint Indian Chest Society/National College of chest physicians (I)/Indian association for bronchology recommendations.
Lung India. juill 2019;36(Supplement):S37–89.
7. **Marhana IA, Widianiti K, Kusumastuti EH.**
Conformity of Fine Needle Aspiration Biopsy (FNAB) and Core Needle Biopsy (CNB) in peripheral lung tumor patients:
A cross-sectional study. Annals of Medicine and Surgery. 1 mars 2022;75:103423.
8. **Lorenz JM.**
Updates in Percutaneous Lung Biopsy: New Indications, Techniques and Controversies.
Semin Intervent Radiol. déc 2012;29(4):319–24.

9. **Lee HN, Yun SJ, Kim JI, Ryu CW.**
Diagnostic outcome and safety of CT-guided core needle biopsy for mediastinal masses: a systematic review and meta-analysis.
Eur Radiol. 1 janv 2020;30(1):588-99.
10. **Baratella E, Cernic S, Minelli P, Furlan G, Crimi F, Rocco S, et al.**
Accuracy of CT-Guided Core-Needle Biopsy in Diagnosis of Thoracic Lesions Suspicious for Primitive Malignancy of the Lung: A Five-Year Retrospective Analysis. *Tomography.* 25 nov 2022;8(6):2828-38.
11. **Lemieux S, Kim T, Pothier-Piccinin O, Racine LC, Firoozi F, Pasian S, et al.**
Ultrasound-guided transthoracic needle biopsy of the lung: sensitivity and safety variables.
Eur Radiol. 1 nov 2021;31(11):8272-81.
12. **Sconfienza LM, Mauri G, Grossi F, Truini M, Serafini G, Sardanelli F, et al.**
Pleural and peripheral lung lesions: comparison of US- and CT-guided biopsy.
Radiology. mars 2013;266(3):930-5.
13. **Yamamoto N, Watanabe T, Yamada K, Nakai T, Suzumura T, Sakagami K, et al.**
Efficacy and safety of ultrasound (US) guided percutaneous needle biopsy for peripheral lung or pleural lesion: comparison with computed tomography (CT) guided needle biopsy.
J Thorac Dis. mars 2019;11(3):936-43.
14. **Heerink WJ, de Bock GH, de Jonge GJ, Groen HJM, Vliegenthart R, Oudkerk M.**
Complication rates of CT-guided transthoracic lung biopsy: meta-analysis.
Eur Radiol. 2017;27(1):138-48.
15. **Sacks D, McClenny TE, Cardella JF, Lewis CA.**
Society of Interventional Radiology clinical practice guidelines.
J Vasc Interv Radiol. sept 2003;14(9 Pt 2):S199-202.
16. **Jeanbourquin D, Bankier A, Brauner M, Carette Mf, El Hajjam M, Fajadet P, Ferretti G, Fria.**
Imagerie thoracique de l'adulte
Edition Masson 2003

17. **Larsen WJ, Schoenwolf GC, Bleyl SB, Brauer PR, Francis–West PH.**
Embryologie humaine de Larsen.
4e édition. Louvain–La–Neuve: De Boeck supérieur; 2017. 1 p.
18. **Ronson RS, Duarte I, Miller JI.**
Embryology and surgical anatomy of the mediastinum with clinical implications.
Surg Clin North Am. févr 2000;80(1):157–69, x–xi.
19. **Carter BW, Benveniste MF, Madan R, Godoy MC, de Groot PM, Truong MT, et al.**
ITMIG Classification of Mediastinal Compartments and Multidisciplinary Approach to Mediastinal Masses.
Radiographics. 2017;37(2):413–36.
20. **Targhetta R, Bourgeois Jm, Sorokaty Jm, Sharara H, Lopez Fm**
Echographie thoracique en pneumologie
EMC 2008 Elsevier ; 6–000–D–50
21. **Sans N, Giron J, Galy–Fourcade D, Baunin C, Fajadet P, Railhac Jj**
L'échographie thoracique.
EMC Radiodiagnostic III – Coeur–poumon 98 ; 32–315–A–20
22. **Vergier B, Latrabe V, Belleannée G, Trouette H, de Mascarel A, Laurent F, et al.**
[Transthoracic aspiration. Evaluation of cytologic and histologic diagnosis in a pulmonary nodule by retrospective comparison of 2 series of 267 cytoaspirations and 292 coaxial needle aspirations].
Ann Pathol. oct 1999;19(5):463–71.
23. **Lal H, Neyaz Z, Nath A, Borah S.**
CT–guided percutaneous biopsy of intrathoracic lesions.
Korean J Radiol. 2012;13(2):210–26.
24. **Loubeyre P, Copercini M, Dietrich PY.**
Percutaneous CT–guided multisampling core needle biopsy of thoracic lesions.
AJR Am J Roentgenol. nov 2005;185(5):1294–8.

25. **Greene R, Szyfelbein WM, Isler RJ, Stark P, Janstsch H.**
Supplementary tissue-core histology from fine-needle transthoracic aspiration biopsy.
AJR Am J Roentgenol. avr 1985;144(4):787-92.
26. **S T, F B, A J, JI L, V C, P B. S Taïeb 1, F Bonodeau, A Joveniaux, J L Lefèbvre, V Cabaret, P Besson**
[Computed tomography-guided transthoracic biopsy after negative fiber-optic endoscopy; apropos of 134 patients].
Journal de radiologie
27. **Murphy JM, Gleeson FV, Flower CD.**
Percutaneous needle biopsy of the lung and its impact on patient management.
World J Surg. mars 2001;25(3):373-9; discussion 379-380.
28. **Klein JS, Salomon G, Stewart EA.**
Transthoracic needle biopsy with a coaxially placed 20-gauge automated cutting needle: results in 122 patients.
Radiology. mars 1996;198(3):715-20.
29. **Klein JS.**
Interventional techniques in the thorax.
Clinics in Chest Medicine. 1 déc 1999;20(4):805-26.
30. **Oikonomou A, Matzinger FR, Seely JM, Dennie CJ, Macleod PJ.**
Ultrathin needle (25 G) aspiration lung biopsy: diagnostic accuracy and complication rates.
Eur Radiol. mars 2004;14(3):375-82.
31. **Kim HJ, Kim JS.**
Ultrasound-guided core needle biopsy in salivary glands: A meta-analysis.
Laryngoscope. janv 2018;128(1):118-25.
32. **Cliniques universitaires Saint-Luc [Internet].**
[cité 10 déc 2023]. Service de pneumologie – Cryobiopsies transbronchiques.
Disponible sur: <https://www.saintluc.be/fr/Service-de-pneumologie-Cryobiopsies-transbronchiques>

33. **Wulandari L, Soegiarto G, Febriani A, Fatmawati F, Sahrin.**
Comparison of Detection of Epidermal Growth Factor Receptor (EGFR) Gene Mutation in Peripheral Blood Plasma (Liquid Biopsy) with Cytological Specimens in Lung Adenocarcinoma Patients.
Indian J Surg Oncol. 1 avr 2021;12(1):65–71.
34. **Kendirlinan R, Özkan G, Bayram M, Bakan ND, Tutar M, Gür A, et al.**
Ultrasound guided fine–needle aspiration biopsy of metastases in nonpalpable supraclavicular lymph nodes in lung cancer patients.
Multidisciplinary Respiratory Medicine. 31 août 2011;6(4):220.
35. **Capalbo E, Peli M, Lovisatti M, Cosentino M, Mariani P, Berti E, et al.**
Trans–thoracic biopsy of lung lesions: FNAB or CNB? Our experience and review of the literature.
Radiol Med. août 2014;119(8):572–94.
36. **Cancer CCS/ S canadienne du. Société canadienne du cancer.**
[cité 5 janv 2024]. Biopsie à l'aiguille fine (BAF).
Disponible sur: <https://cancer.ca/fr/treatments/tests-and-procedures/fine-needle-aspiration-fna>
37. **Sangha BS, Hague CJ, Jessup J, O'Connor R, Mayo JR.**
Transthoracic Computed Tomography–Guided Lung Nodule Biopsy: Comparison of Core Needle and Fine Needle Aspiration Techniques.
Canadian Association of Radiologists Journal. 1 août 2016;67(3):284–9.
38. **Portela–Oliveira E, Souza CA, Gupta A, Bayanati H, Inacio J, Rakhra K.**
Ultrasound–guided percutaneous biopsy of thoracic lesions: high diagnostic yield and low complication rate.
Clinical Radiology. 1 avr 2021;76(4):281–6.
39. **Beslic S, Zukic F, Milisic S.**
Percutaneous transthoracic CT guided biopsies of lung lesions; fine needle aspiration biopsy versus core biopsy.
Radiol Oncol. mars 2012;46(1):19–22.

40. **Yeow KM, Tsay PK, Cheung YC, Lui KW, Pan KT, Chou ASB.**
Factors affecting diagnostic accuracy of CT-guided coaxial cutting needle lung biopsy: retrospective analysis of 631 procedures.
J Vasc Interv Radiol. mai 2003;14(5):581-8.
41. **Laurent F, Latrabe V, Vergier B, Michel P.**
Percutaneous CT-guided biopsy of the lung: comparison between aspiration and automated cutting needles using a coaxial technique.
Cardiovascular and interventional radiology. Jul-Aug 2000;23(4):266-72.
42. **Tuna T, Ozkaya S, Dirican A, Findik S, Atici AG, Erkan L.**
Diagnostic efficacy of computed tomography-guided transthoracic needle aspiration and biopsy in patients with pulmonary disease.
Onco Targets Ther. 2013;6:1553-7.
43. **Yao X, Gomes MM, Tsao MS, Allen CJ, Geddie W, Sekhon H.**
Fine-needle aspiration biopsy versus core-needle biopsy in diagnosing lung cancer: a systematic review.
Curr Oncol. févr 2012;19(1):e16-27.
44. **Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, PRISMA Group.**
Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement.
PLoS Med. 21 juill 2009;6(7):e1000097.
45. **Yankelevitz DF, Vazquez M, Henschke CI.**
Special techniques in transthoracic needle biopsy of pulmonary nodules.
Radiologic clinics of north america. Mars 2000;38(2):267-79.
46. **Manhire A, Charig M, Clelland C, Gleeson F, Miller R, Moss H, et al.**
Guidelines for radiologically guided lung biopsy.
Thorax. nov 2003;58(11):920-36.
47. **Forseth J, Rohwedder JJ, Levine BE, Saubolle MA.**
Experience with needle biopsy for coccidioidal lung nodules.
Arch Intern Med. févr 1986;146(2):319-20.

48. **Hoffer FA, Gow K, Flynn PM, Davidoff A.**
Accuracy of percutaneous lung biopsy for invasive pulmonary aspergillosis.
Pediatr Radiol. mars 2001;31(3):144-52.
49. **Birchard KR.**
Transthoracic needle biopsy.
Semin Intervent Radiol. mars 2011;28(1):87-97.
50. **Patel A, Hasany A, Tarlo SM.**
Pneumopathie d'hypersensibilité après une exposition professionnelle à un produit adhésif à base de polyuréthane.
CMAJ. 11 oct 2022;194(39):E1360-4.
51. **Joyce Lee MD, MAS, University of Colorado School of Medicine**
Pneumopathie aiguë à éosinophiles – Troubles pulmonaires.
Édition professionnelle du Manuel MSD [Internet]. [cité 10 déc 2023]. Disponible sur:
<https://www.msmanuals.com/fr/professional/troubles-pulmonaires/maladies-pulmonaires-interstitielles/pneumopathie-aigu%C3%AB-%C3%A0-%C3%A9osinophiles>
52. **Sheth JS, Belperio JA, Fishbein MC, Kazerooni EA, Lagstein A, Murray S, et al.**
Utility of Transbronchial vs Surgical Lung Biopsy in the Diagnosis of Suspected Fibrotic Interstitial Lung Disease.
Chest. févr 2017;151(2):389-99.
53. **Ibrahim AS, Allangawi MH, Sattar HA, Mobyed HS, Almohammed AA.**
Indications, diagnostic yields and complications of transbronchial biopsy over 5 years in the State of Qatar.
Saudi Med J. avr 2005;26(4):641-5.
54. **Ambrogi V, Mineo TC.**
VATS biopsy for undetermined interstitial lung disease under non-general anesthesia: comparison between uniportal approach under intercostal block vs. three-ports in epidural anesthesia.
J Thorac Dis. juill 2014;6(7):888-95.

55. **Mehrotra M, D’Cruz JR, Arthur ME.**
Video-Assisted Thoracoscopy.
In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [cité 10 déc 2023].
56. **Kramer MR, Berkman N, Mintz B, Godfrey S, Saute M, Amir G.**
The role of open lung biopsy in the management and outcome of patients with diffuse lung disease.
Ann Thorac Surg. janv 1998;65(1):198-202.
57. **Wahidi MM, Rocha AT, Hollingsworth JW, Govert JA, Feller-Kopman D, Ernst A.**
Contraindications and safety of transbronchial lung biopsy via flexible bronchoscopy. A survey of pulmonologists and review of the literature.
Respiration. 2005;72(3):285-95.
58. **Hanna JM, Berry MF, D’Amico TA.**
Contraindications of video-assisted thoracoscopic surgical lobectomy and determinants of conversion to open.
J Thorac Dis. août 2013;5 Suppl 3(Suppl 3):S182-189.
59. **Tekin AF, Turgut B, Öncü F.**
Should We Perform Transthoracic Trucut Lung Biopsies of Pleural-Based Lung Masses Under Ultrasound Guidance or Computed Tomography Guidance?
Ultrasound Q. mars 2020;36(1):49-53.
60. **Mychajlowycz M, Alabousi A, Mironov O.**
Ultrasound- Versus CT-Guided Subpleural Lung and Pleural Biopsy: An Analysis of Wait Times, Procedure Time, Safety, and Diagnostic Adequacy.
Can Assoc Radiol J. nov 2021;72(4):883-9.
61. **Aktaş AR, Gözlek E, Yılmaz Ö, Kayan M, Ünlü N, Demirtaş H, et al.**
CT-guided transthoracic biopsy: histopathologic results and complication rates.
Diagn Interv Radiol. 2015;21(1):67-70.

62. **Yoon SH, Park CM, Lee KH, Lim KY, Suh YJ, Im DJ, et al.**
Analysis of Complications of Percutaneous Transthoracic Needle Biopsy Using CT-Guidance Modalities In a Multicenter Cohort of 10568 Biopsies.
Korean J Radiol. févr 2019;20(2):323-31.
63. **Institut national du cancer Les cancers les plus fréquents – cancer du poumon .**
Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr/Professionnels-de-sante/Les-chiffres-du-cancer-en-France/Epidemiologie-des-cancers/Les-cancers-les-plus-frequents/Cancer-du-poumon>
64. **Rabbani M, Sarrami AH.**
Computed tomography-guided percutaneous core needle biopsy for diagnosis of mediastinal mass lesions: Experience with 110 cases in two university hospitals in Isfahan, Iran.
Adv Biomed Res. 26 sept 2016;5:152.
65. **Greif J, Staroselsky AN, Gernjac M, Schwarz Y, Marmur S, Perlsman M, et al.**
Percutaneous core needle biopsy in the diagnosis of mediastinal tumors.
Lung Cancer. sept 1999;25(3):169-73.
66. **Yokoyama K, Ikeda O, Kawanaka K, Nakasone Y, Tamura Y, Inoue S, et al.**
Comparison of CT-guided percutaneous biopsy with and without registration of prior PET/CT images to diagnose mediastinal tumors.
Cardiovasc Intervent Radiol. oct 2014;37(5):1306-11.
67. **Laursen CB, Naur TMH, Bodtger U, Colella S, Naqibullah M, Minddal V, et al.**
Ultrasound-guided Lung Biopsy in the Hands of Respiratory Physicians: Diagnostic Yield and Complications in 215 Consecutive Patients in 3 Centers.
J Bronchology Interv Pulmonol. juill 2016;23(3):220-8.
68. **Lim C, Lee KY, Kim YK, Ko JM, Han DH.**
CT-guided core biopsy of malignant lung lesions: how many needle passes are needed?
J Med Imaging Radiat Oncol. déc 2013;57(6):652-6.

69. **Hiraki T, Mimura H, Gobara H, Iguchi T, Fujiwara H, Sakurai J, et al.**
CT fluoroscopy-guided biopsy of 1,000 pulmonary lesions performed with 20-gauge coaxial cutting needles: diagnostic yield and risk factors for diagnostic failure.
Chest. déc 2009;136(6):1612-7.
70. **Beck KS, Kim TJ, Lee KY, Kim YK, Kang JH, Han DH.**
CT-guided coaxial biopsy of malignant lung lesions: are cores from 20-gauge needle adequate for histologic diagnosis and molecular analysis?
J Thorac Dis. mars 2019;11(3):753-65.
71. **Zhang H, Guang Y, He W, Cheng L, Yu T, Tang Y, et al.**
Ultrasound-guided percutaneous needle biopsy skill for peripheral lung lesions and complications prevention.
J Thorac Dis. juill 2020;12(7):3697-705.
72. **De Margerie-Mellon C, de Bazelaire C, Amorim S, Brice P, Tazi A, Brière J, et al.**
Diagnostic Yield and Safety of Computed Tomography-guided Mediastinal Core Needle Biopsies.
J Thorac Imaging. sept 2015;30(5):319-27.
73. **Bressler EL, Kirkham JA.**
Mediastinal masses: alternative approaches to CT-guided needle biopsy.
Radiology. mai 1994;191(2):391-6.
74. **Iguchi T, Hiraki T, Matsui Y, Fujiwara H, Sakurai J, Masaoka Y, et al.**
CT fluoroscopy-guided core needle biopsy of anterior mediastinal masses. *Diagn Interv Imaging.*
févr 2018;99(2):91-7.
75. **Petranovic M, Gilman MD, Muniappan A, Hasserjian RP, Digumarthy SR, Muse VV, et al.**
Diagnostic Yield of CT-Guided Percutaneous Transthoracic Needle Biopsy for Diagnosis of Anterior Mediastinal Masses.
AJR Am J Roentgenol. oct 2015;205(4):774-9.

76. **Kulkarni S, Kulkarni A, Roy D, Thakur MH.**
Percutaneous computed tomography-guided core biopsy for the diagnosis of mediastinal masses. *Ann Thorac Med.* 2008;3(1):13-7.
77. **Azrumelashvili T, Mizandari M, Magalashvili D, Dundua T.**
Imaging guided mediastinal percutaneous core biopsy--technique and complications. *Georgian Med News.* mai 2015;(242):24-34.
78. **Brandén E, Wallgren S, Högberg H, Koyi H.**
Computer tomography-guided core biopsies in a county hospital in Sweden: Complication rate and diagnostic yield. *Ann Thorac Med.* juill 2014;9(3):149-53.
79. **de Farias AP, Deheinzelin D, Younes RN, Chojniak R.**
Computed tomography-guided biopsy of mediastinal lesions: fine versus cutting needles. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo.* 2003;58(2):69-74.
80. **Floridi C, Reginelli A, Capasso R, Fumarola E, Pesapane F, Barile A, et al.**
Percutaneous needle biopsy of mediastinal masses under C-arm conebeam CT guidance: diagnostic performance and safety. *Med Oncol.* avr 2017;34(4):67.
81. **Hagberg H, Ahlström HK, Magnusson A, Sundström C, Aström GK.**
Value of transsternal core biopsy in patients with a newly diagnosed mediastinal mass. *Acta Oncol.* 2000;39(2):195-8.
82. **Jiao D, Huang K, Wu G, Wang Y, Han X.** Flat detector cone-beam
CT-guided percutaneous needle biopsy of mediastinal lesions: preliminary experience. *Radiol Med.* oct 2016;121(10):769-79.
83. **Sklair-Levy M, Polliack A, Shaham D, Applbaum YH, Gillis S, Ben-Yehuda D, et al.**
CT-guided core-needle biopsy in the diagnosis of mediastinal lymphoma. *Eur Radiol.* 2000;10(5):714-8.

84. **Yanagawa M, Tomiyama N, Honda O, Kikuyama A, Sumikawa H, Koyama M, et al.**
CT-guided percutaneous cutting needle biopsy of thymic epithelial tumors comparison to the accuracy of computed tomographic diagnosis according to the world health organization classification.
Acad Radiol. juin 2010;17(6):772-8.
85. **Yousef HY, Dawood HA, Mohey N.**
Is there any role for diffusion weighted magnetic resonance imaging before transthoracic CT guided biopsy?
Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine (Online). 2017;48(4):927-30.
86. **Chevalier P.**
Biais de publication : identification et essai de correction.
Minerva 2007 Volume 6 Numéro 9 Page 144 - 144
87. **DiBardino DM, Yarmus LB, Semaan RW.**
Transthoracic needle biopsy of the lung.
J Thorac Dis. déc 2015;7(Suppl 4):S304-316.
88. **Guo YQ, Liao XH, Li ZX, Chen YY, Wang SD, Wang JH, et al.**
Ultrasound-Guided Percutaneous Needle Biopsy for Peripheral Pulmonary Lesions: Diagnostic Accuracy and Influencing Factors.
Ultrasound Med Biol. mai 2018;44(5):1003-11.
89. **Boskovic T, Stanic J, Pena-Karan S, Zarogoulidis P, Drevelegas K, Katsikogiannis N, et al.**
Pneumothorax after transthoracic needle biopsy of lung lesions under CT guidance.
J Thorac Dis. mars 2014;6 Suppl 1(Suppl 1):S99-107.
90. **Jarmakani M, Duguay S, Rust K, Conner K, Wagner JM.**
Ultrasound Versus Computed Tomographic Guidance for Percutaneous Biopsy of Chest Lesions.
Journal of Ultrasound in Medicine. 2016;35(9):1865-72.
91. **Ikezoe J, Sone S, Higashihara T, Morimoto S, Arisawa J, Kuriyama K.**
Sonographically guided needle biopsy for diagnosis of thoracic lesions.
AJR Am J Roentgenol. août 1984;143(2):229-34.

92. **Morvay Z, Szabó E, Tizslavicz L, Furák J, Troján I, Palkó A.**
Thoracic core needle biopsy using ultrasound guidance. *Ultrasound Q.*
Juin 2001;17(2):113-21.
93. **Gupta S, Madoff DC.**
Image-guided percutaneous needle biopsy in cancer diagnosis and staging. *Tech Vasc Interv Radiol.*
Juin 2007;10(2):88-101.
94. **Tsai IC, Tsai WL, Chen MC, Chang GC, Tzeng WS, Chan SW, et al.**
CT-guided core biopsy of lung lesions: a primer.
AJR Am J Roentgenol. nov 2009;193(5):1228-35.
95. **Rossi UG, Seitun S, Ferro C.**
MDCT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of the lung using the transscapular approach.
Cardiovasc Intervent Radiol. févr 2011;34(1):184-7.
96. **Prosch H, Stadler A, Schilling M, Bürklin S, Eisenhuber E, Schober E, et al.**
CT fluoroscopy-guided vs. multislice CT biopsy mode-guided lung biopsies: accuracy, complications and radiation dose.
Eur J Radiol. mai 2012;81(5):1029-33.
97. **Kim GR, Hur J, Lee SM, Lee HJ, Hong YJ, Nam JE, et al.**
CT fluoroscopy-guided lung biopsy versus conventional CT-guided lung biopsy: a prospective controlled study to assess radiation doses and diagnostic performance.
Eur Radiol. févr 2011;21(2):232-9.
98. **Jeon KN, Bae K, Park MJ, Choi HC, Shin HS, Shin S, et al.**
US-guided transthoracic biopsy of peripheral lung lesions: pleural contact length influences diagnostic yield.
Acta Radiol. avr 2014;55(3):295-301.

99. **Lee MH, Lubner MG, Hinshaw JL, Pickhardt PJ.**
Ultrasound Guidance Versus CT Guidance for Peripheral Lung Biopsy: Performance According to Lesion Size and Pleural Contact.
AJR Am J Roentgenol. mars 2018;210(3):W110-7.
100. **Lee SM, Park CM, Lee KH, Bahn YE, Kim JI, Goo JM. C-arm cone-beam**
CT-guided percutaneous transthoracic needle biopsy of lung nodules: clinical experience in 1108 patients.
Radiology. avr 2014;271(1):291-300.
101. **Heyer CM, Reichelt S, Peters SA, Walther JW, Müller KM, Nicolas V.**
Computed tomography-navigated transthoracic core biopsy of pulmonary lesions: which factors affect diagnostic yield and complication rates?
Acad Radiol. août 2008;15(8):1017-26.
102. **Wiener RS, Schwartz LM, Woloshin S, Welch HG.**
Population-based risk for complications after transthoracic needle lung biopsy of a pulmonary nodule: an analysis of discharge records.
Ann Intern Med. 2 août 2011;155(3):137-44.
103. **Tomiyaama N, Yasuhara Y, Nakajima Y, Adachi S, Arai Y, Kusumoto M, et al.**
CT-guided needle biopsy of lung lesions: a survey of severe complication based on 9783 biopsies in Japan.
Eur J Radiol. juill 2006;59(1):60-4.
104. **Cox JE, Chiles C, McManus CM, Aquino SL, Choplin RH.**
Transthoracic needle aspiration biopsy: variables that affect risk of pneumothorax.
Radiology. juill 1999;212(1):165-8.
105. **Geraghty PR, Kee ST, McFarlane G, Razavi MK, Sze DY, Dake MD.**
CT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of pulmonary nodules: needle size and pneumothorax rate.
Radiology. nov 2003;229(2):475-81.

106. **Topal U, Berkman YM.**
Effect of needle tract bleeding on occurrence of pneumothorax after transthoracic needle biopsy.
Eur J Radiol. mars 2005;53(3):495-9.
107. **Billich C, Muche R, Brenner G, Schmidt SA, Krüger S, Brambs HJ, et al.**
CT-guided lung biopsy: incidence of pneumothorax after instillation of NaCl into the biopsy track.
Eur Radiol. 2008;18(6):1146-52.
108. **Schulze R, Seebacher G, Enderes B, Kugler G, Fischer JR, Graeter TP.**
Complications in CT-Guided, Semi-Automatic Coaxial Core Biopsy of Potentially Malignant Pulmonary Lesions.
Rofo. août 2015;187(8):697-702.
109. **Muth CM, Shank ES.**
Gas embolism.
N Engl J Med. 17 févr 2000;342(7):476-82.
110. **Ferretti G, Lavagne P, Delafosse B.**
Embolie gazeuse compliquant une ponction transthoracique à l'aiguille à couperet.
Journal de Radiologie. 1 juill 2004;85(7):1067-9.
111. **Arnold BW, Zwiebel WJ.**
Percutaneous transthoracic needle biopsy complicated by air embolism.
AJR Am J Roentgenol. juin 2002;178(6):1400-2.
112. **Freund MC, Petersen J, Goder KC, Bunse T, Wiedermann F, Glodny B.**
Systemic air embolism during percutaneous core needle biopsy of the lung: frequency and risk factors.
BMC Pulm Med. 6 févr 2012;12:2.
113. **Ishii H, Hiraki T, Gohara H, Fujiwara H, Mimura H, Yasui K, et al.**
Risk Factors for Systemic Air Embolism as a Complication of Percutaneous CT-guided Lung Biopsy: Multicenter Case-control Study.
Cardiovasc Intervent Radiol. 1 oct 2014;37(5):1312-20.

114. **Rott G, Boecker F.**
Influenceable and Avoidable Risk Factors for Systemic Air Embolism due to Percutaneous CT-Guided Lung Biopsy: Patient Positioning and Coaxial Biopsy Technique–Case Report, Systematic Literature Review, and a Technical Note.
Radiol Res Pract. 2014;2014:349062.
115. **Yildirim E, Kirbas I, Harman A, Ozyer U, Tore HG, Aytekin C, et al.**
CT-guided cutting needle lung biopsy using modified coaxial technique: factors effecting risk of complications.
Eur J Radiol. avr 2009;70(1):57–60.
116. **Priola AM, Novello S, Priola SM, Longo M, Cataldi A, Errico L, et al.**
C2–02: Factors effecting risk of pneumothorax (PNX) in CT-guided transthoracic needle biopsy of lung lesions: results of 708 consecutive procedures.
Journal of Thoracic Oncology. 1 août 2007;2(8):S362.
117. **Choi CM, Um SW, Yoo CG, Kim YW, Han SK, Shim YS, et al.**
Incidence and risk factors of delayed pneumothorax after transthoracic needle biopsy of the lung.
Chest. nov 2004;126(5):1516–21.
118. **Saji H, Nakamura H, Tsuchida T, Tsuboi M, Kawate N, Konaka C, et al.**
The incidence and the risk of pneumothorax and chest tube placement after percutaneous CT-guided lung biopsy: the angle of the needle trajectory is a novel predictor.
Chest. mai 2002;121(5):1521–6.
119. **Covey AM, Gandhi R, Brody LA, Getrajdman G, Thaler HT, Brown KT.**
Factors associated with pneumothorax and pneumothorax requiring treatment after percutaneous lung biopsy in 443 consecutive patients.
J Vasc Interv Radiol. mai 2004;15(5):479–83.
120. **Kuban JD, Tam AL, Huang SY, Ensor JE, Philip AS, Chen GJ, et al.**
The Effect of Needle Gauge on the Risk of Pneumothorax and Chest Tube Placement After Percutaneous Computed Tomographic (CT)-Guided Lung Biopsy.
Cardiovasc Intervent Radiol. 1 déc 2015;38(6):1595–602.

- 121. Heck SL, Blom P, Berstad A.**
Accuracy and complications in computed tomography fluoroscopy-guided needle biopsies of lung masses.
Eur Radiol. juin 2006;16(6):1387-92.
- 122. Küçük CU, Yilmaz A, Yilmaz A, Akkaya E.**
Computed tomography-guided transthoracic fine-needle aspiration in diagnosis of lung cancer: a comparison of single-pass needle and multiple-pass coaxial needle systems and the value of immediate cytological assessment.
Respirology. août 2004;9(3):392-6.
- 123. Nour-Eldin NEA, Alsubhi M, Emam A, Lehnert T, Beeres M, Jacobi V, et al.**
Pneumothorax Complicating Coaxial and Non-coaxial CT-Guided Lung Biopsy: Comparative Analysis of Determining Risk Factors and Management of Pneumothorax in a Retrospective Review of 650 Patients.
Cardiovasc Intervent Radiol. févr 2016;39(2):261-70.
- 124. Khan MF, Straub R, Moghaddam SR, Maataoui A, Gurung J, Wagner TOF, et al.**
Variables affecting the risk of pneumothorax and intrapulmonal hemorrhage in CT-guided transthoracic biopsy.
Eur Radiol. juill 2008;18(7):1356-63.
- 125. Kazerooni EA, Lim FT, Mikhail A, Martinez FJ.**
Risk of pneumothorax in CT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of the lung.
Radiology. févr 1996;198(2):371-5.
- 126. Yang W, Sun W, Li Q, Yao Y, Lv T, Zeng J, et al.**
Diagnostic Accuracy of CT-Guided Transthoracic Needle Biopsy for Solitary Pulmonary Nodules.
PLoS One. 25 juin 2015;10(6):e0131373.
- 127. Ohno Y, Hatabu H, Takenaka D, Higashino T, Watanabe H, Ohbayashi C, et al.**
CT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of small (< or = 20 mm) solitary pulmonary nodules.
AJR Am J Roentgenol. juin 2003;180(6):1665-9.

128. **Gupta S, Krishnamurthy S, Broemeling LD, Morello FA, Wallace MJ, Ahrar K, et al.**
Small (≤ 2 -cm) subpleural pulmonary lesions: short- versus long-needle-path CT-guided Biopsy--comparison of diagnostic yields and complications.
Radiology. févr 2005;234(2):631-7.
129. **Sanders C, Nath PH, Bailey WC.**
Detection of emphysema with computed tomography. Correlation with pulmonary function tests and chest radiography.
Invest Radiol. avr 1988;23(4):262-6.
130. **Poe RH, Kallay MC, Wicks CM, Odoroff CL.**
Predicting risk of pneumothorax in needle biopsy of the lung.
Chest. févr 1984;85(2):232-5.
131. **Anderson CL, Crespo JC, Lie TH.**
Risk of pneumothorax not increased by obstructive lung disease in percutaneous needle biopsy.
Chest. juin 1994;105(6):1705-8.
132. **Sheth S, Hamper UM, Stanley DB, Wheeler JH, Smith PA.**
US guidance for thoracic biopsy: a valuable alternative to CT.
Radiology. mars 1999;210(3):721-6.
133. **Liao WY, Chen MZ, Chang YL, Wu HD, Yu CJ, Kuo PH, et al.**
US-guided transthoracic cutting biopsy for peripheral thoracic lesions less than 3 cm in diameter. Radiology.
déc 2000;217(3):685-91.
134. **Benamore RE, Scott K, Richards CJ, Entwisle JJ.**
Image-guided pleural biopsy: diagnostic yield and complications.
Clin Radiol. août 2006;61(8):700-5.
135. **Turner EE, Fox JC, Rosen M, Allen A, Rosen S, Anderson C.**
Implementation and assessment of a curriculum for bedside ultrasound training.
J Ultrasound Med. mai 2015;34(5):823-8.

136. Morris AE.

Point-of-care ultrasound: seeing the future.

Curr Probl Diagn Radiol. 2015;44(1):3-7.

137. Khosla R, McLean AW, Smith JA.

Ultrasound-guided versus computed tomography-scan guided biopsy of pleural-based lung lesions.

Lung India. 2016;33(5):487-92.

قسم الطبيب

أقسم بالله العظيم

أن أراقب الله في مهنتي.

وأن أصون حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف

والأحوال باذلاً وسعي في إنقاذها من الهلاك والمرض

والألم والقلق.

وأن أحفظ للناس كرامتهم، وأستر عورتهم، وأكتم سرهم.

وأن أكون على الدوام من وسائل رحمة الله، باذلاً رعايتي الطبية للقريب
والبعيد، للصالح والطالح، والصديق والعدو.

وأن أثابر على طلب العلم، وأسخره لنفع الإنسان لا لأذاه.

وأن أوقر من علمني، وأعلم من يصغرنني، وأكون أخاً لكل زميل في المهنة الطبية
متعاونين على البر والتقوى.

وأن تكون حياتي مصداق إيماني في سرّي وعلايتي، نقيّة مما يشينها تجاه

الله ورسوله والمؤمنين.

والله على ما أقول شهيد

أطروحة رقم 049

سنة 2024

خزعة الرئة المركزية بالمبزل، الموجه بالتصوير التوجيه بتخطيط الصدى مقابل الأشعة المقطعية

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 2024/02/05

من طرف

السيد محمد أمين لمام

المزاداد في 18 مارس 1999 بمراكش

نيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية :

أورام مركزية للرئة - خزعة الرئة - موجهة بالأشعة
فوق صوتية - انخماص رئوي

اللجنة

الرئيس

المشرف

الحكام

أ. عثمان

أستاذ في الفحص بالأشعة

ص. بالعسري

أستاذ في الفحص بالأشعة

أ. بنجلون حرزيمي

أستاذ في طب الرئة

ع. ارسلان

أستاذ في جراحة الصدر

ه. جناح

أستاذ في طب الرئة

السيد

السيد

السيد

السيد

السيد