

## Apport diagnostique de la fibroscopie par minisonde au CH Eure Seine

S. Loudiyi\*, Y.K. Yatta, N. Delberghe, M. Jaafar, A. Mehdaoui  
Service de pneumologie du CH Eure Seine (France)

---

### RESUME

L'échoendoscopie radiale par minisonde est la technique la plus performante et la moins invasive actuellement disponible pour explorer les lésions pulmonaires périphériques. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'apport diagnostique de cette technique dans le service de pneumologie du CH Eure Seine (France).

Cette étude observationnelle rétrospective monocentrique a inclus des patients consécutifs ayant subi une bronchoscopie guidée par la minisonde pour le diagnostic d'une lésion pulmonaire périphérique au sein du service de pneumologie du centre hospitalier (CH) Eure Seine d'Evreux, en France, entre janvier 2022 et décembre 2023. Nous avons recueilli l'âge et le sexe des patients, les caractéristiques scanographiques des lésions explorées, les résultats des prélèvements histologiques, le diagnostic obtenu par la minisonde et le diagnostic final retenu après suivi.

Sur les 213 dossiers de patients avec une indication de minisonde sur la base du scanner thoracique, 175 dossiers étaient exploitables au final avec 71 prélèvements revenus positifs à la minisonde. Les principaux diagnostics retenus étaient par ordre décroissant : l'adénocarcinome bronchique chez 43 sujets (24,6%) ; carcinome épidermoïde chez 18 sujets (10,3%) ; carcinome à grande cellule chez 2 sujets (1,1%) ; carcinome à petites cellules chez 2 sujets (1,1%) ; métastases pulmonaires chez 2 sujets (1,1%) ; lymphome chez 1 sujet (0,6%). Le diagnostic de granulome a été retrouvé chez 3 sujets (1,7%) et non contributif chez 104 sujets (59,4%). On notait une prédominance masculine (sex ratio : 0,6) et un âge moyen de 66,7ans ± 11 ans.

Les facteurs prédictifs de la rentabilité de la minisonde étaient : la localisation de la lésion au lobe moyen ( $p=0,004$ ) ; la taille supérieure ou égale à 2cm ( $p<0,02$ ) et l'image échographique circonférentielle ( $p<0,001$ ).

La minisonde n'a pas permis d'accéder à un diagnostic chez 104 patients. Parmi ces derniers, 54 ont eu un diagnostic de cancer pulmonaire par d'autres moyens. Pour les 50 patients restants, il a été décidé une surveillance scanographique avec notion de régression voire disparition des lésions après.

Donc la rentabilité diagnostique était de 69%. Aucune complication sévère n'a été rapportée (pas de saignement ni de pneumothorax).

Cette étude confirme l'importance de la minisonde dans l'exploration des lésions pulmonaires périphériques avec les principaux facteurs pouvant améliorer sa rentabilité diagnostique.

---

Date of Submission: 11-06-2025

Date of Acceptance: 24-06-2025

---

### I. INTRODUCTION :

Les lésions pulmonaires périphériques sont définies par des lésions situées dans le 1/3 externe du poumon. Elles se présentent sous la forme de masses (> 3 cm) ou de nodules (< 3 cm) pouvant être solides, semi-solides ou en verre dépoli pur (1).

Leur fréquence de découverte est en augmentation posant des problèmes diagnostiques parfois compliqués.

Les méthodes d'explorations de ces lésions sont :

-L'abord radiologique trans-pariétal n'est pas toujours réalisable et qui peut être associé à des complications dont le pneumothorax (2).

-La bronchoscopie flexible standard qui offre une alternative mais avec un taux de réussite variable et souvent faible dans l'échantillonnage des lésions pulmonaires périphériques lors de l'examen endobronchique (3).

-Et enfin l'échoendoscopie radiale par minisonde qui est la technique la plus performante actuellement pour les prélèvements des nodules pulmonaires périphériques (4).

Très peu d'études ont évalué l'apport diagnostique de la minisonde dans ce contexte. C'est le cas de la France et en particulier celui du service d'oncologie thoracique du CH Eure Seine.

Nous avons donc jugé opportun de mener cette étude dans le but d'évaluer l'apport de cette technique.

## **PATIENTS ET METHODES :**

### **1.1. Cadre et méthodes d'étude**

Il s'est agi d'une étude rétrospective monocentrique qui a inclus des patients consécutifs ayant subi une bronchoscopie guidée par la minisonde pour le diagnostic d'une lésion pulmonaire périphérique au sein du service de pneumologie et d'oncologie thoracique du centre hospitalier (CH) Eure Seine d'Evreux dans la région de Normandie en France entre janvier 2022 et décembre 2023.

Les analyses étaient réalisées dans le laboratoire d'anatomopathologie du même CH.

### **Population d'étude**

#### ***Critères d'inclusion***

Ont été inclus dans cette étude l'ensemble des patients ayant bénéficié de la minisonde entre Janvier 2022 et Décembre 2023 au CH Eure Seine d'Evreux ayant l'indication sur la base d'une lésion suspecte de malignité au scanner thoracique.

#### ***Critères d'exclusion***

Ont été exclus de cette étude les patients chez qui la mini sonde a été utilisée mais n'a pas retrouvé de lésion, empêchant tout prélèvement, ainsi que ceux chez qui nous avons une orientation étiologique infectieuse ou inflammatoire sur la base de l'analyse scannographique.

#### ***Variables étudiées***

- les caractéristiques socio-démographiques : âge ; sexe
- l'exposition : tabagique, professionnelle à risque
- Caractéristiques de la lésion : localisation selon le lobe pulmonaire ; la taille en mm ; l'image échographique
- Les caractéristiques de la procédure : contexte de réalisation ; le type d'anesthésie et les complications
- La performance diagnostique : le diagnostic histologique ; le statut PDL1 et les mutations

### **Outil et technique de collecte des données**

Les données ont été collectées grâce à un formulaire établi en format papier (Annexe 1) et électronique xlsform déployé grâce à la plateforme KoboToolbox.

### **Matériels et procédure**

Avant chaque intervention, la localisation de la lésion a été analysée à l'aide du planificateur du logiciel de bronchoscopie virtuelle afin d'identifier le trajet bronchique optimal vers la lésion : planificateur LungPoint (Broncus Medical Inc.). Ce logiciel permet ainsi de mieux visualiser le signe de la bronche qui avait été préalablement objectivé sur un scanner thoracique en coupe millimétrique.

La bronchoscopie a ensuite été réalisée sous anesthésie locale ou générale avec soit un endoscope MP160F, soit un bronchofibroscope BF-MP60F (Olympus), d'un diamètre extérieur de 4 mm et d'un canal opérateur de 2mm.

La sonde d'échographie utilisée est une sonde Olympus de type UM-S20-17S. Le diamètre de la sonde est de 1.4mm. Sa fréquence est de 20Hz.

Les instruments de prélèvement étaient issus d'un même kit Olympus de modèle K-401, compatibles avec un canal opérateur d'au moins 2mm. Pour notre procédure, le kit comprenait :

- ✓ Une pince à biopsie fenêtrée de type fb-433d de 2mm de diamètre ;
- ✓ Une brosse cytologique de type bc-205d-2010 de 2mm de diamètre
- ✓ Quatre bouchons stoppeur pour le matériel de prélèvement
- ✓ Un bouchon stoppeur pour la mini-sonde.

Après avoir mémorisé le tracé endobronchique issu de la planification, l'opérateur a atteint la bronche sous-segmentaire la plus distale par l'endoscope classique. La minisonde recouverte de la gaine de guidage, a ensuite été insérée dans le canal opérateur et poussée doucement jusqu'à ce qu'une image échographique spécifique à la lésion puisse être obtenue, caractérisée comme suit : « circonférentielle » lorsque la sonde radiale apparaissait à l'intérieur et complètement entourée par la lésion et « tangentielle » lorsque la sonde était adjacente à la lésion, sans tissu entourant complètement la sonde.

Une fois le signal US de la lésion obtenu, la sonde a été retirée et la gaine guide a été laissée en place dans la lésion pour réaliser des biopsies bronchiques.

Les radiographies thoraciques n'ont été réalisées qu'en cas de douleurs thoraciques ou de symptômes respiratoires suite à l'intervention.

### **1.2. Définitions opérationnelles**

Les échantillons étaient considérés comme diagnostiques lorsqu'un diagnostic cytologique, histologique ou microbiologique était confirmé et cohérent avec la présentation clinique. Les patients chez lesquels les procédures

n'étaient pas diagnostiques ont été orientés vers d'autres méthodes de prélèvement ou une intervention chirurgicale ou ont été suivis par un scanner thoracique de surveillance. Les données sur le diagnostic final ont été collectées à partir du dossier médical électronique de notre centre.

Le score de la probabilité de malignité a été calculé selon les paramètres définis par la BTS en 2015 : Age, sexe, antécédents familiaux du cancer pulmonaire, l'emphysème et les caractéristiques de la lésion pulmonaire.

### 1.3. Analyses statistiques

La base de données a été épurée et analysée avec le logiciel R version 4.4.1 (2024-06-14), dans l'environnement RStudio version 2024.4.2.764. Au cours de l'analyse descriptive bivariée, les variables quantitatives ont été présentées selon leurs moyennes  $\pm$  écart-types et les qualitatives selon leurs effectifs et proportions. Les tests de Chi2 et de Fisher selon leurs conditions de validité ont été employés pour la comparaison des proportions et le test de Mann-Whitney pour la comparaison de la distribution des variables numériques continues. Pour la recherche des facteurs prédictifs de la rentabilité de la fibroscopie avec minisonde, une régression logistique binaire a été employée. Au terme de l'analyse univariée, les variables d'intérêt significativement associées ( $p < 0,2$ ) ont été introduites dans un modèle initial. Par une méthode pas à pas descendante, avec l'AIC (Akaike Information Criterion) le plus bas comme critère de sélection, les variables peu influentes ont été éliminées. Pour l'analyse multivariée, les paramètres associés à une valeur  $p < 0,10$  dans l'analyse univariée ont été intégrés dans un modèle de régression logistique polynomiale. Les patients pour lesquels il manquait des données sur la taille de la tumeur ont été exclus de cette analyse. Tous les tests étaient bilatéraux, avec une valeur  $p = 0,05$  indiquant une signification statistique.

### 1.4. Considérations éthiques

Nous avons obtenu l'autorisation du comité de recherche du CH Eure Seine afin d'exploiter les dossiers des sujets de cette étude. L'anonymat a été assuré par la codification des fiches d'enquête. La décision préalable de non exploitation des données exprimée par certains patients pendant leurs suivis a été respectée.

## II. RESULTATS :

### 2.1. Caractéristiques socio-démographiques

Entre janvier 2022 à décembre 2023 ; 213 dossiers de patients avaient une indication de minisonde sur la base d'une lésion suspecte au scanner. Nous avons exclu 10 dossiers ayant une étiologie infectieuse ou de la pneumopathie infiltrante diffuse (PID). Sur les 203 dossiers restants, 175 dossiers étaient exploitables au final à la suite de l'échec de la minisonde chez 28 sujets de cette étude (figure 1).

Nous avons considéré comme échec de la minisonde les patients chez qui nous n'avons pas trouvé un signal ultrasonographique lors de l'examen.

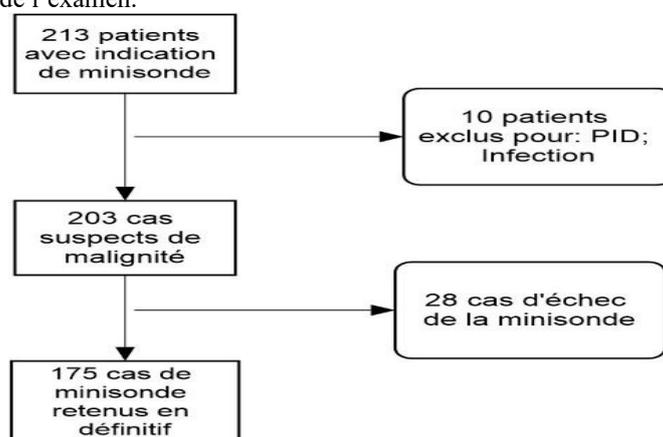


Figure 1: Diagramme de flux

La moyenne d'âge de notre série était de  $66,7 \text{ans} \pm 11$  avec une médiane de 69ans (25ans ; 89ans).

Nous avons retrouvé une prédominance masculine soit 111 sujets (67,8%) avec une sex-ratio de 0,63 (Figure 2).

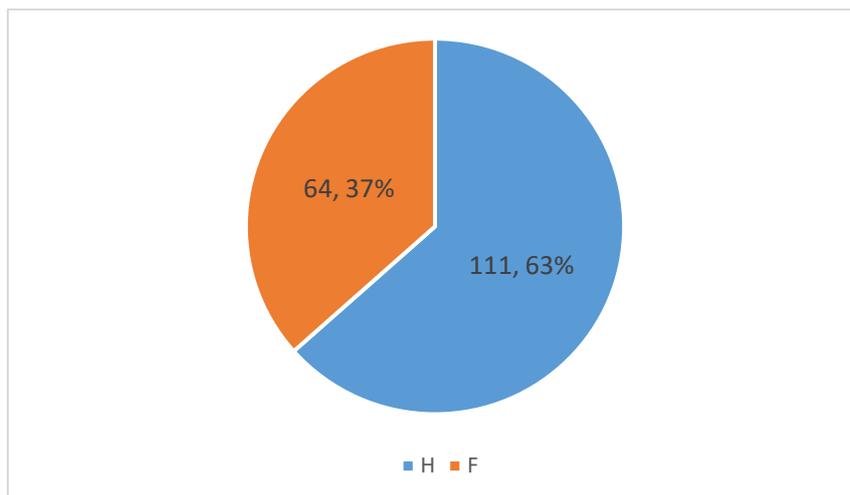


Figure 2: Répartition selon le sexe

## 2.2. Tabac et exposition professionnelle

Dans notre étude, 145 sujets (82,9%) étaient tabagiques (actifs et anciens mais significatifs). L'exposition professionnelle (amiante, métaux lourds, pesticides, poussières minérales) était retrouvée dans 11,4% des cas (Tableau I).

Tableau I: Caractéristiques socio-démographiques

Caractéristiques socio-démographiques		n	%
Age moyen		66,7ans ± 11	
Sexe	F	64	36.6
	M	111	63.4
Tabac	Non	30	17.1
	Oui	145	82.9
Exposition (Profession)	Non	155	88.6
	Oui	20	11.4

Parmi les sujets avec notion d'exposition tabagique on retrouve une prédominance masculine avec 98 sujets soit 56% de la série (Figure 3).

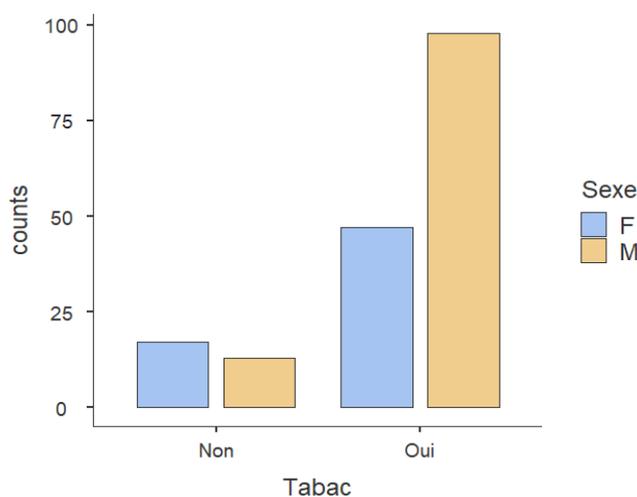


Figure 3: Exposition tabagique selon le sexe

### 2.3. Caractéristiques des lésions pulmonaires

#### 1.3.1. Selon la localisation pulmonaire

Les lésions pulmonaires étaient retrouvées dans la majorité des cas dans le lobe supérieur droit et le lobe inférieur gauche respectivement dans 34,3% et 22,3% des cas (Tableau II).

Tableau II: Répartition des lésions selon la localisation

Localisation pulmonaire	n	%
LID	39	22.3 %
LIG	31	17.7 %
LM	11	6.3 %
LSD	60	34.3 %
LSG	34	19.4 %

#### 1.3.2. Selon l'image échographique

L'image échographique circonférentielle était retrouvée chez 90 sujets (51,4%), (Figure 4).

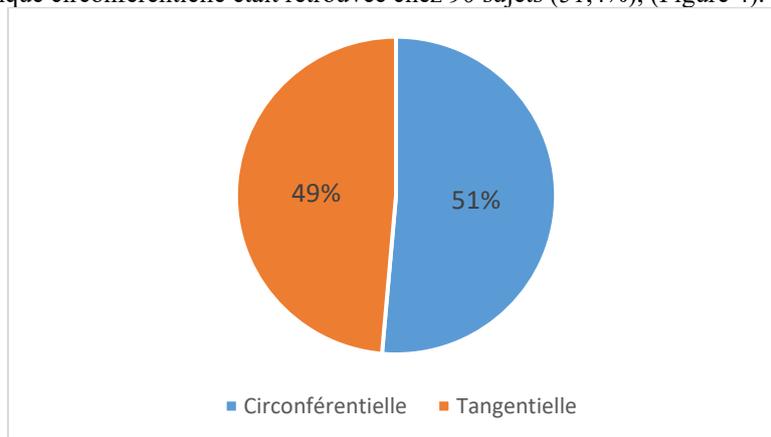


Figure 4: Répartition selon l'image échographique

#### 3.3.3. Répartition des lésions selon la probabilité de malignité de la lésion

Dans cette série la taille des lésions mesurées au scanner variait de 5mm à 100mm avec une moyenne de 34,5mm et une médiane de 29mm avec une probabilité de malignité calculée élevée dans la majorité des cas soit 73% des lésions (Figure 5).

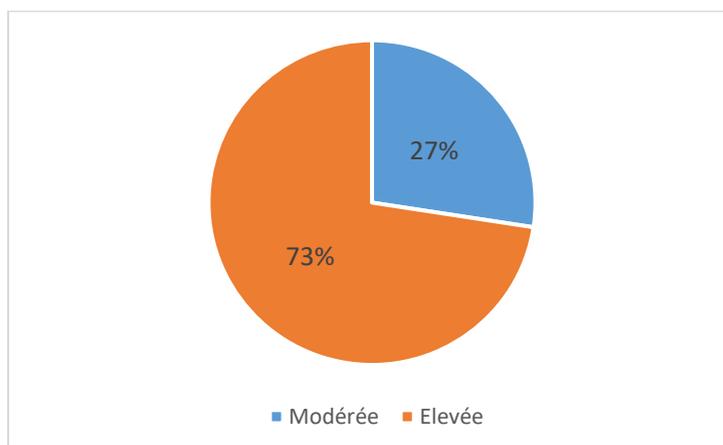


Figure 5: Répartition selon la probabilité de malignité de la lésion

### 3.3.4. Selon le seuil de malignité (2cm)

Sur les images scannographiques des sujets de cette série, 124 lésions avaient une taille supérieure ou égale à 2cm dans 70,9% des cas (Figure 6).

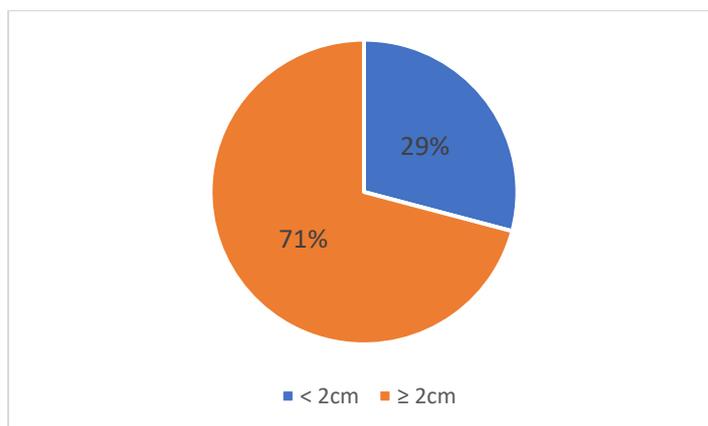


Figure 6: Répartition selon le seuil de malignité de la lésion

### 3.4. Caractéristiques de la procédure

#### 3.4.1. Contexte de réalisation

Les examens au cours de cette série ont été réalisés soit en hospitalisation, soit en ambulatoire dans les mêmes proportions (50,3% contre 49,7%).

#### 3.4.2. Type d'anesthésie et complications éventuelles

Les examens ont été réalisés sous anesthésie locale chez 108 (61,7%) sujets de notre série (Figure 7). Aucune complication majeure n'a été signalé en fin de procédure en dehors d'un cas de saignement.

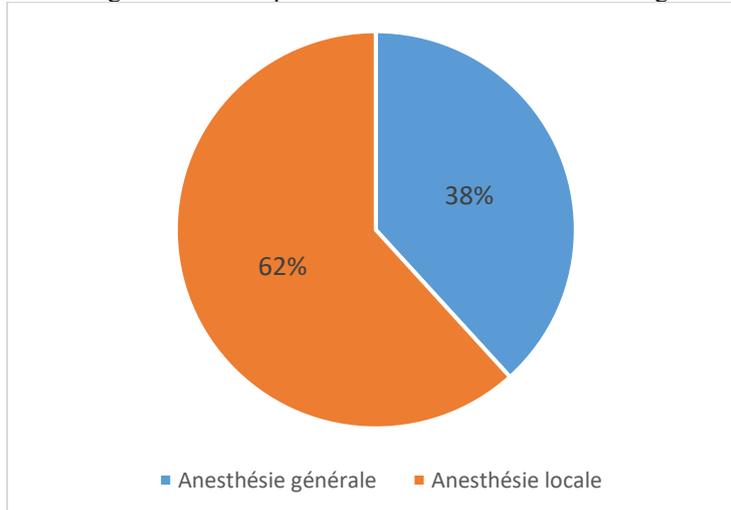


Figure 7: Répartition selon le type d'anesthésie

### 3.5. Performance diagnostique

#### 3.5.1. Diagnostic histologique

Sur l'ensemble des 175 patients prélevés, 71 sont revenus positifs. Les principaux diagnostics retenus étaient par ordre décroissant : l'adénocarcinome bronchique chez 43 sujets (24,6%) ; carcinome épidermoïde chez 18 sujets (10,3%) ; carcinome à grande cellule chez 2 sujets (1,1%) ; carcinome à petites cellules chez 2 sujets (1,1%) ; métastases pulmonaires chez 2 sujets (1,1%) ; lymphome chez 1 sujet (0,6%). Le diagnostic de granulome a été retrouvé chez 3 sujets (1,7%) et non contributif (normal ou inflammation non spécifique) chez 104 sujets (59,4%) (Figure 8).

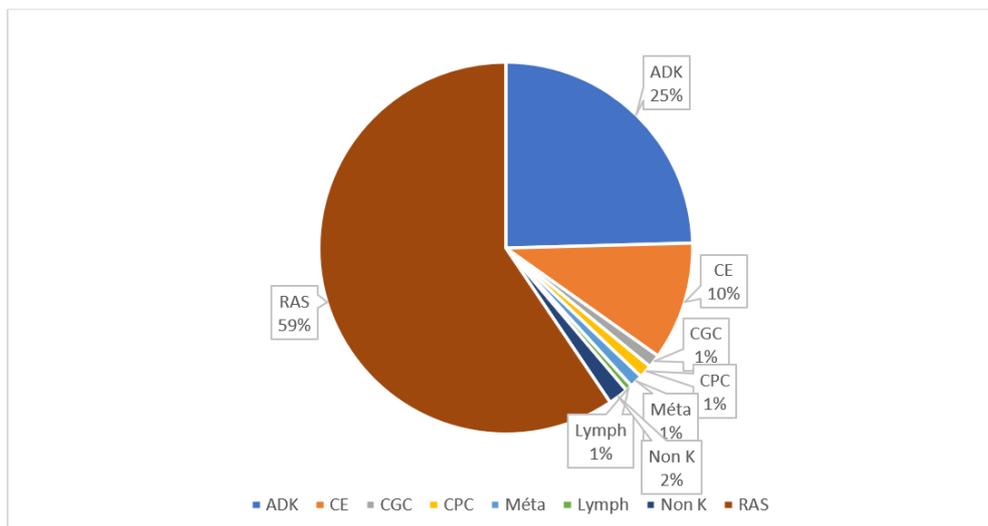


Figure 8: Répartition selon le diagnostic histologique

### 3.5.2. Statut PDL1 et mutations

Le statut PDL1 a pu être réalisé sur les prélèvements de 61 sujets dont 44 négatifs et 17 positifs. Le matériel prélevé était insuffisant sur 2 prélèvements.

Sur les 65 prélèvements avec un diagnostic de carcinome pulmonaire non à petites cellules (CPNPC) la recherche des mutations a été possible sur 48 prélèvements avec une positivité sur 18 de ces derniers. Il s'agissait de : KRAS chez 11 sujets ; ALK chez 4 sujets et EGFR chez 3 sujets (Figure 9).

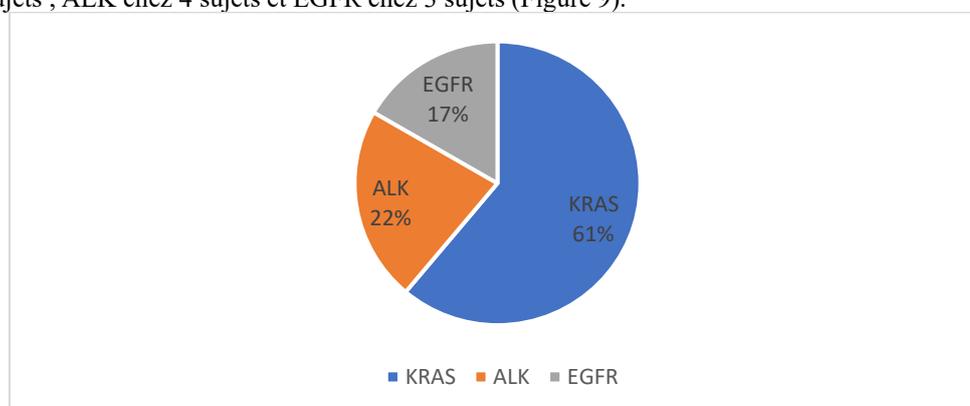


Figure 9: Mutations dans les CBNPC

### 3.6. Autres moyens diagnostiques et suite de prise en charge

La minisonde n'a pas permis d'accéder à un diagnostic chez 104 patients. Parmi ces derniers, 54 ont eu un diagnostic par autres moyens (26 par chirurgie thoracique, 24 par ponction sous scanner et 4 par prélèvement d'un autre site extra-pulmonaire). Pour les 50 patients restants, il a été décidé une surveillance scannographique.

### 3.7. Critères prédictifs de diagnostic positif en analyse univarié

#### 3.7.1. Caractéristiques socio-démographiques et expositions

Les principales caractéristiques socio-démographiques (âge et sexe), ainsi que l'exposition tabagique n'étaient pas statistiquement associées à la positivité du diagnostic avec la minisonde (Tableau III)

Tableau III: Critères prédictifs de diagnostic positif en analyse univarié selon les caractéristiques socio-démographiques

	Non contributive	Minisonde contributive	p
<b>Genre, n (%)</b>			0,7
Féminin	37 (35,6)	27 (38,0)	
Masculin	67 (64,4)	44 (62,0)	
<b>Âge en années, Moyenne ± ET</b>	66,7 ± 11,88	66,8 ± 11,18	0,9
<b>Tabagisme, n (%)</b>	85 (81,7)	60 (84,5)	0,6
<b>Exposition professionnelle à risque, n (%)</b>	11 (10,6)	9 (12,7)	0,7

### 3.7.2. Caractéristiques de la lésion

La répartition des localisations aux poumons était significativement différente entre les deux groupes. La taille moyenne des lésions dans le groupe “Minisonde contributive” était plus élevée (39,3 ± 23,28 mm versus 31,2 ± 20,56 mm) et la fréquence des lésions circonférentielles à l'écho plus élevée dans le même groupe. La rentabilité diagnostique de la fibroscopie avec minisonde était significativement plus élevée en cas de lésion localisée au lobe moyen comparativement aux lobes inférieurs (Tableau IV).

Tableau IV: Critères prédictifs de diagnostic positif en analyse univarié selon la localisation des lésions

	Non contributive	Minisonde contributive	p
<b>Localisation aux poumons, n (%)</b>			<b>0,004</b>
Lobe inférieur	49 (47,1)	21 (29,6)	
Lobe moyen	2 (1,92)	9 (12,7)	
Lobe supérieur	53 (51,0)	41 (57,7)	
<b>Localisation aux lobes supérieurs, n (%)</b>	53 (51,0)	41 (57,7)	0,4
<b>Taille de la lésion, en mm, Moyenne ± ET</b>	31,2 ± 20,56	39,3 ± 23,28	<b>0,012</b>
<b>Taille supérieure ou égale au seuil, n (%)</b>			0,054
Non	36 (34,6)	15 (21,1)	
Oui	68 (65,4)	56 (78,9)	
<b>Image échographique, n (%)</b>			<b>&lt;0,001</b>
Tangentielle	67 (64,4)	18 (25,4)	
Circonférentielle	37 (35,6)	53 (74,6)	
<b>Degré de suspicion de malignité, n (%)</b>			0,12
Modérée	33 (31,7)	15 (21,1)	
Elevée	71 (68,3)	56 (78,9)	

### 3.8. Critères prédictifs de diagnostic positif en analyse multivarié

En analyse multivariée la rentabilité diagnostique de la fibroscopie avec minisonde était significativement plus élevée en cas de lésion localisée au lobe moyen et une image échographique circonférentielle (Tableau V).

Tableau V: Critères prédictifs de diagnostic positif en analyse multivariée

	ORa <sup>l</sup>	95% IC <sup>l</sup>	p
<b>Localisation aux poumons</b>			
Lobe inférieur	—	—	
Lobe moyen	12,1	2,51 - 90,9	<b>0,005</b>
Lobe supérieur	1,96	0,97 - 4,05	0,063
<b>Image échographique</b>			
Tangentielle	—	—	
Circonférentielle	5,64	2,86 - 11,6	<b>&lt;0,001</b>

## III. DISCUSSION :

Dans notre étude monocentrique rétrospective, la mini sonde a permis de réaliser des prélèvements donnant lieu à un diagnostic anatomopathologique dans 71 cas sur un total de 175 patients prélevés, soit presque la moitié des patients prélevés, donc la positivité de la procédure était de 69 %, similaire à d'autres séries (2,5,6). Dans ces différentes méta-analyses, les études analysées étaient publiées sur au moins 10 ans par des centres de références. Notre étude est le reflet de la rentabilité diagnostique de la minisonde au CH Eure Seine sur une période plus courte.

Les facteurs prédictifs de la rentabilité de la minisonde étaient : la localisation de la lésion au lobe moyen (p=0,004) ; la taille supérieure ou égale à 2cm (p<0,02) et l'image échographique circonférentielle (p<0,001) ce qui est similaire à d'autres études (2,6,7,8).

Plusieurs raisons expliquent pourquoi la minisonde est devenue au fil des années la première procédure endoscopique. La technique est simplifiée, utilisant la planification de la bronchoscopie virtuelle, un bronchoscope de 4 mm et la procédure de gaine guide (2).

Ainsi, dans notre étude, l'endoscopie a été réalisée en ambulatoire sous anesthésie locale dans près de 62 % des cas au cours de ces 2 années. Dans la plupart des études, y compris les méta-analyses (8,9), la majorité des cas ont été réalisés sous anesthésie générale. Nous montrons ici que cette technique simplifiée réalisée sous anesthésie locale ne diminue pas le rendement diagnostique.

Nous n'avons pas eu recours à la fluoroscopie, même s'elle a montré un léger bénéfice dans la rentabilité diagnostique (9). Pourtant cela semble long, coûteux et complexe à mettre en œuvre. De plus, la fluoroscopie ne permet pas de visualiser les nodules d'un diamètre inférieur à 20 mm (10).

La présence de la gaine garantit la bonne localisation des biopsies et permet de réaliser des prélèvements répétés dans la bronche cible. En plus, la gaine guide peut réduire le risque de saignement et empêcher l'afflux de sang vers les bronches adjacentes. Son utilisation permet d'améliorer la rentabilité diagnostique (11).

Dans notre étude, les diagnostics ont pu être réalisés uniquement sur des biopsies par pinces. Les auteurs dans leur article insistent sur la supériorité significative de rentabilité diagnostique des pinces par rapport à la brosse cytologique (12).

Malgré la petite taille des échantillons de biopsie, l'analyse moléculaire et l'analyse immunohistochimique pour l'évaluation de l'expression de PDL1 ont été possibles dans plus de 85 % des cas de CPNPC, soit un taux de réussite similaire à celui d'autres rapports (2,13,14). La mini-sonde peut donc être envisagée en première intention pour le diagnostic de néoplasie nécessitant la recherche du statut PDL1 et ne doit pas être limitée par la petite taille de ses prélèvements.

Dans notre étude, 73% de CPNPC ont eu une recherche de mutations. Dans l'étude de LACHKAR et al., sur les 651 adénocarcinomes diagnostiqués après 2012, une analyse moléculaire incluant l'immunohistochimie et les tests de mutation a été possible dans 560 cas soit un taux de 86 % (2).

Au final, la minisonde semble rentable par rapport aux ponctions sous scanner, principalement pour réduire le risque de complications (hémoptysies, pneumothorax) et donc raccourcir la durée d'hospitalisation du patient (15,16).

Outre son caractère rétrospectif et monocentrique, notre étude présente certaines limites. La minisonde n'a pas permis d'accéder à un diagnostic dans 59% des cas, alors que ces patients peuvent avoir été préférentiellement orientés dès le début vers une ponction sous scanner ou une intervention chirurgicale.

#### IV. CONCLUSION :

Les techniques de diagnostic endoscopique des lésions pulmonaires périphériques ont largement évolué au cours de ces dernières années permettant d'améliorer le rendement diagnostic avec un taux de complication plus faible en concurrence avec les techniques transpariétales.

La fibroscopie avec mini-sonde est un examen rentable pour le diagnostic étiologique de ces lésions pulmonaires à condition de bien déterminer les caractéristiques topographiques des lésions avec un signe de la bronche au scanner (17).

Elle représente un des examens les plus simples et les plus sécurisés dans l'exploration des lésions pulmonaires périphériques (17).

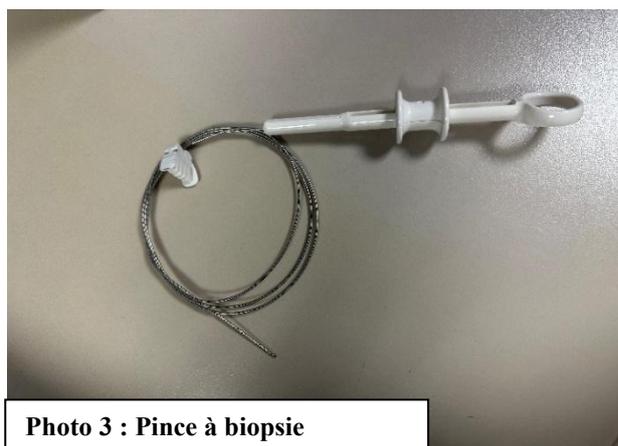
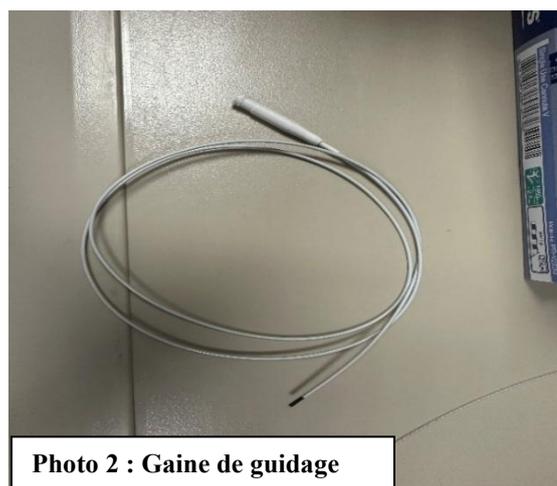
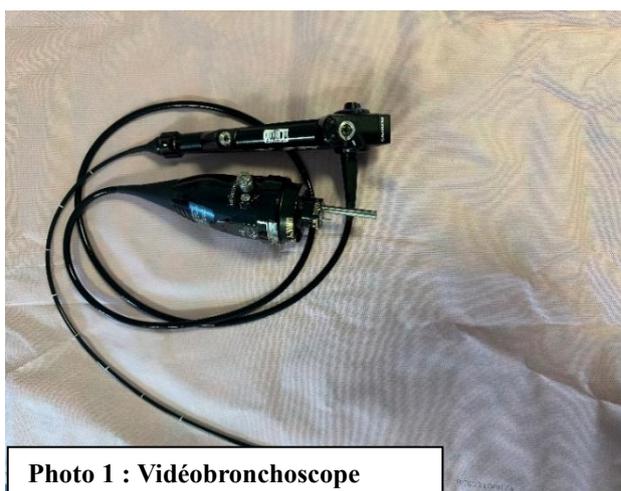
Elle peut être réalisée sous anesthésie locale et peut être facilement mise en œuvre dans les unités de bronchoscopie comme procédure de première intention, permettant l'histologie, l'immunohistochimie et l'analyse moléculaire (2).

#### REFERENCES :

- [1]. C. Hermant, L. Mhanna. L'endoscopie diagnostique : quelles procédures pour les tumeurs périphériques ? *Revue des Maladies Respiratoires Actualités* (2019), 11, 226-231.
- [2]. Lachkar S, Perrot L, Gervereau D, De Marchi M, Morisse Pradier H, Dantoing E, et al. Radial-EBUS and virtual bronchoscopy planner for peripheral lung cancer diagnosis: How it became the first-line endoscopic procedure. *Thorac Cancer*. 2022;13(20):2854–60.
- [3]. Van 't Westeinde SC, Horeweg N, Vernhout RM, HJM G, Lammers JJ, Weenink C, et al. The role of conventional bronchoscopy in the workup of suspicious CT scan screen-detected pulmonary nodules. *Chest*. 2012;142:377–84.
- [4]. Fielding D, Oki M. Technologies for targeting the peripheral pulmonary nodule including robotics. *Respirology*. 2020;25:914–23.
- [5]. Sainz Zuñiga PV, Vakil E, Molina S, Bassett RL, Ost DE. Sensitivity of radial Endobronchial ultrasound-guided bronchoscopy for lung cancer in patients with peripheral pulmonary lesions. *Chest*. 2020; 157:994–1011.
- [6]. Ali MS, Trick W, Mba BI, Mohananeey D, Sethi J, Musani AI. Radial endobronchial ultrasound for the diagnosis of peripheral pulmonary lesions: a systematic review and meta-analysis: R-EBUS for diagnosing PPL: meta-analysis. *Respirology*. 2017; 22:443–53.
- [7]. Eberhardt R, Ernst A, Herth FJF. Ultrasound-guided transbronchial biopsy of solitary pulmonary nodules less than 20 mm. *Eur Respir J*. 1 déc 2009;34(6):1284-7.
- [8]. Ikezawa Y, Sukoh N, Shinagawa N, Nakano K, Oizumi S, Nishimura M. Endobronchial ultrasonography with a guide sheath for pure or mixed ground-glass opacity lesions. *Respir Int Rev Thorac Dis*. 2014;88(2):137-43.
- [9]. Folch EE, Bowling MR, Pritchett MA, Murgu SD, Nead MA, Flandes J, et al. NAVIGATE 24-month results: electromagnetic navigation bronchoscopy for pulmonary lesions at 37 centers in Europe and the United States. *J Thorac Oncol*. 2022; 17:519–31.

- [10]. Herth FJF, Eberhardt R, Becker HD, Ernst A. Endobronchialultrasound-guided transbronchial lung biopsy in fluoroscopically invisible solitary pulmonary nodules. *Chest*. 2006; 129:147–50.
- [11]. Zhang L, Wu H, Wang G. Endobronchial ultrasonography using a guide sheath technique for diagnosis of peripheral pulmonary lesions. *Endosc Ultrasound*. 2017;6(5):292-9.
- [12]. Izumo T, Sasada S, Chavez C, Matsumoto Y, Hayama M, Tsuchida T. The diagnostic value of histology and cytology samples during endobronchial ultrasound with a guide sheath. *Jpn J Clin Oncol*. avr 2015;45(4):362-6.
- [13]. Tsunoda A, Morikawa K, Inoue T, Miyazawa T, Hoshikawa M, Takagi M, et al. A prospective observational study to assess PD-L1 expression in small biopsy samples for non-small-cell lung cancer. *BMC Cancer*. 2019; 19:546.
- [14]. Kim I, Eom JS, Kim A, Lee CH, Lee G, Jo EJ, et al. Molecular analysis of small tissue samples obtained via transbronchial lung biopsy using radial probe endobronchial ultrasound. *PLoS One*. 2019;14: e0212672.
- [15]. Steinfort DP, Liew D, Irving LB. Radial probe EBUS versus CT-guided needle biopsy for evaluation of peripheral pulmonary lesions: an economic analysis. *Eur Respir J*. 2013; 41:539–47.
- [16]. Fielding DI, Chia C, Nguyen P, Bashirzadeh F, Hundloe J, Brown IG, et al. Prospective randomised trial of endobronchial ultrasound-guide sheath versus computed tomography-guided percutaneous core biopsies for peripheral lung lesions. *Intern Med J*. 2012;42(8):894-900.
- [17]. FRIBOURG, P. (2020). Rendement diagnostique et critères prédictifs des biopsies bronchiques écho-guidées par mini-sonde dans le cadre des lésions pulmonaires périphériques : étude mono centrique rétrospective au CHU de Caen [Thèse de doctorat. UNIVERSITÉ de CAEN NORMANDIE]. DUMAS. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03187867>

**ANNEXES : iconographie**



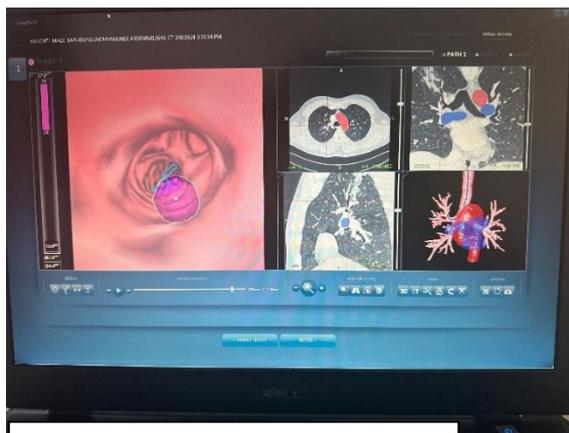


Photo 5 : Planificateur LungPoint

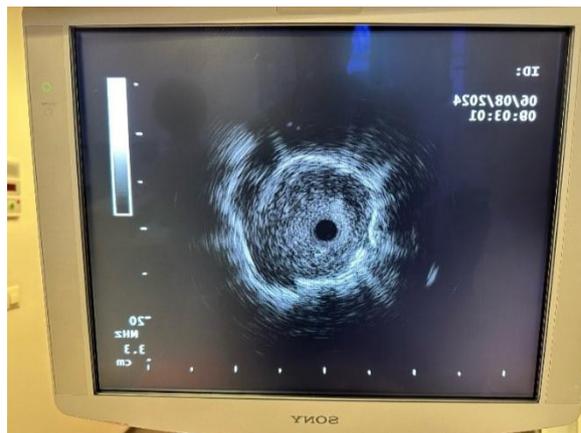


Photo 6 : Image échographique



Photo 7 : Minisonde d'échographie