



**HAL**  
open science

# Utilisation de l'échographie pulmonaire dans le diagnostic de la pneumopathie aiguë communautaire dans le service des urgences de Nantes par des internes en médecine après une formation courte : évaluation de la performance diagnostic, résultats finaux

Sami Kadi

## ► To cite this version:

Sami Kadi. Utilisation de l'échographie pulmonaire dans le diagnostic de la pneumopathie aiguë communautaire dans le service des urgences de Nantes par des internes en médecine après une formation courte : évaluation de la performance diagnostic, résultats finaux. Médecine humaine et pathologie. 2022. dumas-03955914

**HAL Id: dumas-03955914**

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03955914v1>

Submitted on 25 Jan 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

#### IMPORTANT : OBLIGATIONS DE LA PERSONNE CONSULTANT CE DOCUMENT

Conformément au *Code de la propriété intellectuelle*, nous rappelons que le document est destiné à un **usage strictement personnel**. Les "analyses et les courtes citations justifiées par le caractère critique, polémique, pédagogique, scientifique ou d'information" sont autorisées sous réserve de mentionner les noms de l'auteur et de la source (article L. 122-4 du *Code de la propriété intellectuelle*). Toute autre représentation ou reproduction intégrale ou partielle, faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit, est illicite.

---

De ce fait, nous vous rappelons notamment que, **sauf accord explicite** de l'auteur de la thèse ou du mémoire, **vous n'êtes pas autorisé** à rediffuser ce document sous quelque forme que ce soit (impression papier, transfert par voie électronique, ou autre). Tout contrevenant s'expose aux peines prévues par la loi.

**NANTES UNIVERSITÉ**

---

**FACULTÉ DE MÉDECINE**

---

Année : 2022

N°

**THÈSE**

pour le

**DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

**D.E.S. MEDECINE D'URGENCE**

par

**Sami KADI**

Né le 23/07/1994 à Nantes

---

Présentée et soutenue publiquement le 25/10/2022

---

**UTILISATION DE L'ÉCHOGRAPHIE PULMONAIRE DANS LE  
DIAGNOSTIC DE LA PNEUMOPATHIE AIGUË COMMUNAUTAIRE DANS  
LE SERVICE DES URGENCES DE NANTES PAR DES INTERNES EN  
MEDECINE APRÈS UNE FORMATION COURTE : ÉVALUATION DE LA  
PERFORMANCE DIAGNOSTIC, RESULTATS FINAUX**

---

Président : Professeur Philippe LECONTE

Directeur de thèse : Dr Amal KENZI

## Remerciements :

Merci tout d'abord au **Pr Philippe LECONTE** de présider ce jury. Vous accueillez chaque année les internes urgentistes dans cette étape professionnelle primordiale de l'internat, avec patience et pédagogie. Recevez ici le témoignage de mon profond respect.

Merci au **Dr Amal KENZI** pour avoir dirigé cette thèse. Merci de m'avoir proposé ce sujet très intéressant. Merci pour ton aide, tes conseils et tes relectures. Reçoit ici le témoignage de mon profond respect.

Merci au **Pr Éric BATARD** d'avoir accepté cette invitation de jury. J'ai eu le plaisir de travailler avec vous, dans le CHU de la ville qui m'accueille depuis toujours. Recevez ici le témoignage de mon profond respect.

Merci au **Dr Cédric BRETONNIERE et au Dr Jean MORIN**, d'avoir accepté cette invitation de jury. J'espère vous avoir proposé un travail d'intérêt pour votre engagement pédagogique envers les internes dans la pratique de l'échographie. Recevez ici tous les deux le témoignage de mon profond respect.

Merci au **Dr Marie GUITTET-LE NOAC'H** pour son mentorat du début d'internat. Je ne comprends toujours pas comment tu as réussi à garder ton calme malgré mes boulettes infinies, lors de ta première année de post-internat. Tu m'as inculqué les idées fondatrices du sens clinique pour le reste de ma carrière.

Merci au **Dr Julien LORBER**, pour son mentorat durant mon semestre de réanimation. J'ai eu l'impression de rencontrer plus qu'un médecin : une personne sincère, à l'écoute, respectueuse. J'ai été séquestré six mois dans une réanimation pendant le COVID avec toi, le syndrome de Stockholm a fait effet. J'espère que tu es content de toi.

Merci aussi à tous les médecins, internes, infirmiers, soignants et collègues que j'ai rencontré durant mon internat.

**Merci tout d'abord à mes parents**, Mohamed et Christine. Je vous aime, mes parents chéris. Vous m'envoyez de l'amour tous les jours et j'espère que vous serez toujours fiers de moi. Vous avez fait de nous des personnes sociables et aimables, mais qui savent aussi se battre quand il faut : ne pas se laisser faire, positiver, rester curieux, aller de l'avant, avoir de l'initiative. Et pour toujours, il y aura ce morceau de Sopalin accroché sur le frigo de ma mémoire : « Fait attention ! » signé « tes parents qui t'aiment ».

**Mes frères et sœurs**, je vous aime. Indépendamment et de manière inégalement répartie (battez-vous). Nora, je t'aime de tout mon cœur et je suis super fier de la grande femme que tu es. Tu es remplie d'idées et d'initiatives, tu es sociable comme personne et dotée d'un charisme énorme. Ilias, tu es un frère génial et bien meilleur que nous tous. Tes capacités ne sont limitées que par ton désir de perfection. Je suis fier de toi. Kenzo, tu es un homme intelligent, dont on a à peine entre-aperçu le génie. J'aime tes blagues et ton sens du mot. Je suis infiniment fier de toi. Maéssane, notre artiste libre et sauvage. J'admire en toi toute la force que tu as dû déployer pour supporter les quatre grands que nous sommes. Tu es d'une solidité imperturbable, et j'adore faire jaillir un sourire sur ton beau visage.

**Mon amour, ma chérie, ma Chloé**, je t'aime. On a passé ces trois années ensemble comme si on s'était toujours connu et tu me rends heureux tous les jours. Il y a pleins de phrases « bateau » et mièvres qui me viennent mais je les pense sincèrement et profondément : j'ai envie de rester avec toi pour toujours, de vieillir avec toi, de t'aimer et encore t'aimer. On est le couple niais qui me sied parfaitement, et tu es malheureusement (pour toi) coincée avec moi.

La famille **HAUFFRAY**, merci d'être présent à ma soutenance et dans ma vie, merci pour l'exceptionnel témoignage de votre amour au quotidien qui m'emplie le cœur de joie.

**Jean-Baptiste**, mon meilleur ami, merci d'être la personne que tu es avec moi et avec le monde entier. S'il y avait un classement des personnes les plus stylées/gentilles/intelligentes, tu serais dans le TOP 8. J'ai passé tous les moments importants de ma vie avec toi et autour de toi, j'espère les vivre tous encore après. Tu es LA personne qui compte pour moi.

**Le « Bagad Bihan »** est l'histoire d'amitié la plus belle du monde pour notre groupe du lycée, je pense tellement fort à vous. Je ne sais pas si vous vous rendez compte de l'impact que vous avez chacun sur mes choix de vie.

**Julien, Nog et Kam**, mes potos des soirées Nintendo, du Tuto, des nuits d'externat sans Dodo, vous êtes à jamais dans mon cœur.

**La « KMN »**, acronyme sacré pour cette institution vénérée, je vous aime. Vous êtes les copains subtiles et vertueux qui font de moi un homme avec un grand K. Je suis fier d'être votre chauffeur-plantier.

# Table des matières

<b>1. INTRODUCTION</b>	<b>7</b>
1.1. DEFINITION	7
1.2. ÉPIDEMIOLOGIE	7
1.3. PATHOLOGIE	7
1.3.1. <i>Lésions anatomopathologiques</i>	7
1.3.2. <i>Microbiologie bactériologique</i>	8
1.3.3. <i>Clinique</i>	8
1.4. PRONOSTIC	9
1.5. ENJEU ECONOMIQUE	11
1.6. DIAGNOSTIC ETIOLOGIQUE DIFFICILE	11
1.7. ÉCHOGRAPHIE PULMONAIRE	11
1.7.1. <i>Définition</i>	11
1.7.2. <i>Imagerie dans la pneumonie aigue communautaire</i>	15
1.7.3. <i>Performance diagnostique</i>	16
1.7.4. <i>Intérêt économique-social</i>	16
1.8. FORMATION ET EXPERIENCE EN ECHOGRAPHIE PULMONAIRE	17
1.8.1. <i>Formation globale à l'échographie dans la pratique</i>	17
1.8.2. <i>Performance diagnostique selon la formation ou expérience</i>	17
1.9. L'ÉTUDE PLUSNULS	18
1.9.1. <i>Mise en place de l'étude</i>	18
<b>2. OBJECTIFS</b>	<b>19</b>
2.1. OBJECTIF ET CRITERE PRINCIPAL	19
2.2. OBJECTIFS ET CRITERES SECONDAIRES	19
<b>3. MATERIEL ET METHODES</b>	<b>20</b>
3.1. POPULATION ETUDIEE	20
3.2. CRITERES D'INCLUSION	20
3.3. CRITERES D'EXCLUSION	21
3.4. CONTEXTUALISATION DE L'INCLUSION DES PATIENTS	21
3.4.1. <i>Prise en charge habituelle</i>	21
3.4.2. <i>Formation</i>	21
3.5. MATERIEL A DISPOSITION	21
3.6. RECUEIL D'IMAGERIE D'ECHOGRAPHIE PULMONAIRE	22
3.7. RECUEIL DES INFORMATIONS	22
3.8. ÉCHOGRAPHIE PAR MEDECIN EXPERT	23
3.9. RECUEIL DES DONNEES SECONDAIRES	23

3.10.	GESTION DES DONNEES .....	24
3.11.	ÉTHIQUE.....	24
3.12.	ANALYSE STATISTIQUE.....	24
3.12.1.	<i>Nombre de sujets nécessaires.....</i>	24
3.12.2.	<i>Tests utilisés .....</i>	25
4.	RESULTATS.....	26
4.1.	DIAGRAMME DE FLUX .....	26
4.2.	DESCRIPTION DE LA POPULATION .....	27
4.3.	CRITERE DE JUGEMENT PRINCIPAL .....	31
4.4.	CRITERES DE JUGEMENT SECONDAIRES .....	33
4.4.1.	<i>Concordance en fonction du temps nécessaire à faire l'échographie .....</i>	33
4.4.2.	<i>Concordance en fonction de l'ancienneté de l'interne.....</i>	34
4.4.3.	<i>Concordance en fonction de la difficulté ressentie .....</i>	35
4.4.4.	<i>Concordance en fonction de l'expérience échographique des internes.....</i>	36
4.4.5.	<i>Concordance entre un comité d'experts évaluant la présence d'une pneumonie a posteriori et le diagnostic porté par les internes.....</i>	37
4.4.6.	<i>Satisfaction et difficultés des internes.....</i>	39
5.	DISCUSSION .....	41
5.1.	METHODE ET RECUEIL DES DONNEES.....	41
5.1.1.	<i>Discussion des critères d'inclusion .....</i>	41
5.1.2.	<i>Inclusions pendant la pandémie COVID.....</i>	41
5.1.3.	<i>Discussion de la formation.....</i>	42
5.1.4.	<i>Recueil d'imagerie et difficultés rencontrées .....</i>	42
5.2.	DISCUSSION DE LA DISTRIBUTION DES PATIENTS .....	42
5.3.	INTERNES ET MEDECINS EXPERTS .....	43
5.4.	DISCUSSION DES RESULTATS DU CRITERE DE JUGEMENT PRINCIPAL .....	43
5.5.	DISCUSSION DES CRITERES SECONDAIRES .....	44
5.5.1.	<i>Durée nécessaire pour effectuer l'échographie.....</i>	44
5.5.2.	<i>Analyse selon l'expérience échographique des internes.....</i>	45
5.5.3.	<i>Performance diagnostique : comparaison avec diagnostic validé par comité d'experts ...</i>	45
6.	CONCLUSION .....	49

## Liste des abréviations

ATS	American Thoracic Society
CHU	Centre Hospitalier Universitaire
CMIT	Collège des Universitaires des Maladies Infectieuses et Tropicales
COVID	Acronyme anglais « CorOnaVirus Disease »
CRP	Protéine C-Réactive
ECBC	Examen Cyto-Bactériologique des Crachats
FAST-Echo	Acronyme anglais de Focused Assessment with Sonography in Trauma
IC 95%	Intervalle de confiance statistique à 95%
IDSA	Infectious Diseases Society of America
LBA	Lavage Broncho-Alvéolaire
p=	Déviations standard statistique
PAC	Pneumonie aiguë communautaire
PCT	Procalcitonine
PDP	Prélèvement Distal Protégé
POCUS	Point-Of-Care UltraSound
RGPD	Règlement Général de Protection des Données
SARS-CoV2	Acronyme anglais de « Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 »
SFMU	Société Française Médecine d'Urgence
SPILF	Société Pathologie Infectieuse Langue Française
SRLF	Société réanimation langue française
TDM	Tomodensitométrie

## **1. INTRODUCTION**

### **1.1. Définition**

La pneumonie aiguë communautaire (PAC) est une infection du parenchyme pulmonaire d'acquisition communautaire, c'est-à-dire acquise en milieu extrahospitalier ou se déclarant moins de 48 heures après l'admission (1,2).

### **1.2. Épidémiologie**

Dans le monde, il est rapporté de 12.5 à 104.5 millions de cas de PAC par an (3). Cette maladie était en cause dans 2.6 millions de décès dans le monde en 2019, et constituait la première cause de mortalité parmi les maladies transmissibles dans les pays à haut revenu (4). En Europe, l'incidence de la PAC oscille selon les pays de 20.6/10.000 en Islande à 79.9/10.000 personne-année en Grande-Bretagne (3). En France, il est de 47 / 10.000 patients avec 7% d'hospitalisation dans les 30 jours (5). C'est également la première cause infectieuse d'hospitalisation en réanimation, avec une mortalité variant entre 20 et 50 % (6).

Au Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Nantes, il est répertorié 27 220 hospitalisations par an après un passage aux urgences sur la période 2019-2021 (75 hospitalisations par jour). Le nombre d'hospitalisations avec un diagnostic final principal de pneumonie bactérienne est de 740 par an en moyenne sur la période 2019-2021 (2 hospitalisations par jour, soit 3% des hospitalisations totales) (7).

### **1.3. Pathologie**

#### **1.3.1. Lésions anatomopathologiques**

Les pneumonies aiguës communautaires présentent des lésions anatomopathologiques de différentes localisations dont découlent plusieurs profils étiologiques : pneumonies lobaires, broncho-pneumonies et les pneumonies interstitielles. Elles peuvent aussi donner d'autres lésions lors de complications évolutives.

Nous nous intéressons ici à la pneumonie lobaire dont les lésions histologiques évoluent en quatre stades (8) :

- La congestion : lobe hyperhémie, œdémateux avec microscopiquement un œdème alvéolaire riche en bactéries.

- L'hépatisation rouge : lobe pneumonique avec un aspect de parenchyme hépatique et lumière alvéolaire remplie d'un réseau fibrineux, d'hématies et de polynucléaires neutrophiles.
- L'hépatisation grise : lobe grisâtre avec exsudat infiltré de façon massive par les polynucléaires neutrophiles.
- La résolution : dégradation de l'exsudat alvéolaire par les enzymes apportées par les polynucléaires avec résorption par les macrophages.

### 1.3.2. Microbiologie bactériologique

Chacun des aspects histologiques est corrélé étiologiquement à un agent bactérien dont le plus fréquent est *streptococcus pneumoniae*. Viennent ensuite *Klebsiella pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* et *Legionella pneumophila*.

L'agent causal reste méconnu dans 50% des cas. Outre sa fréquence, *Streptococcus pneumoniae* est aussi la plus souvent responsable des décès précoces suivie par les virus, puis les intracellulaires et apparentés (*Mycoplasma pneumoniae*, *Chlamydia pneumoniae*, *Legionella pneumophila*). La responsabilité de *mycoplasma pneumoniae* est plus fréquente chez les enfants et les jeunes adultes (9).

### 1.3.3. Clinique

Le diagnostic de la pneumonie repose sur un faisceau d'arguments cliniques : toux, dyspnée, douleur latéro-thoracique, expectoration, fièvre, tachycardie, polypnée, impression clinique globale de gravité, matité localisée, foyer de crépitants (10).

Le diagnostic est difficile et certaines formes cliniques sont atypiques, notamment chez la personne âgée : confusion, tachypnée, aggravation d'une pathologie chronique préexistante (Tableau 1).

Tableau 1 : prévalence des symptômes et signes à l'admission en fonction de l'âge chez les sujets atteints de PAC (recommandations SPILF 2006, se basant sur une étude de 1997)

<b>Groupe d'âge (Nb patients)</b>	<b>18 – 44 ans (N = 780) %</b>	<b>≥ 75 ans (Nb = 280) %</b>
Toux	90	84
Dyspnée	75	66
Douleur pleurale	60	46
Fièvre	85	53
Frissons	85	52
Céphalées	75	32
Myalgies	67	25
Tachypnée	36	65

#### 1.4. Pronostic

Le diagnostic fait, la prise en charge repose sur la recherche et l'analyse de signes de gravité et de facteurs de risque de mortalité pour poser l'indication d'une hospitalisation (Figure 1) (1). Certains signes de gravité orientent vers une hospitalisation directement en réanimation (Tableau 2) (9). Des scores, comme le score CRB65 et le score de Fine ont fait la preuve de leur efficacité pour le pronostic (11,12).

L'identification du germe en cause est une information clé car de celle-ci découle des aspects pronostiques importants : le caractère bactériémique de la pneumonie, l'inadéquation de l'antibiothérapie initiale et l'évolution dans les premières 48-72h (13). La mise en place rapide de l'antibiothérapie a montré son intérêt pronostique. Malheureusement, la mise en évidence de l'agent infectieux est difficile, même en milieu hospitalier : difficulté d'obtenir des expectorations, mauvaise spécificité de l'examen cyto bactériologique des crachats, explorations invasives (aspirations bronchiques, prélèvement distal protégé, lavage broncho-alvéolaire).

Figure 1 : Prise en charge ambulatoire ou à l'hôpital des pneumonies communautaires (Recommandations SPILF 2011)

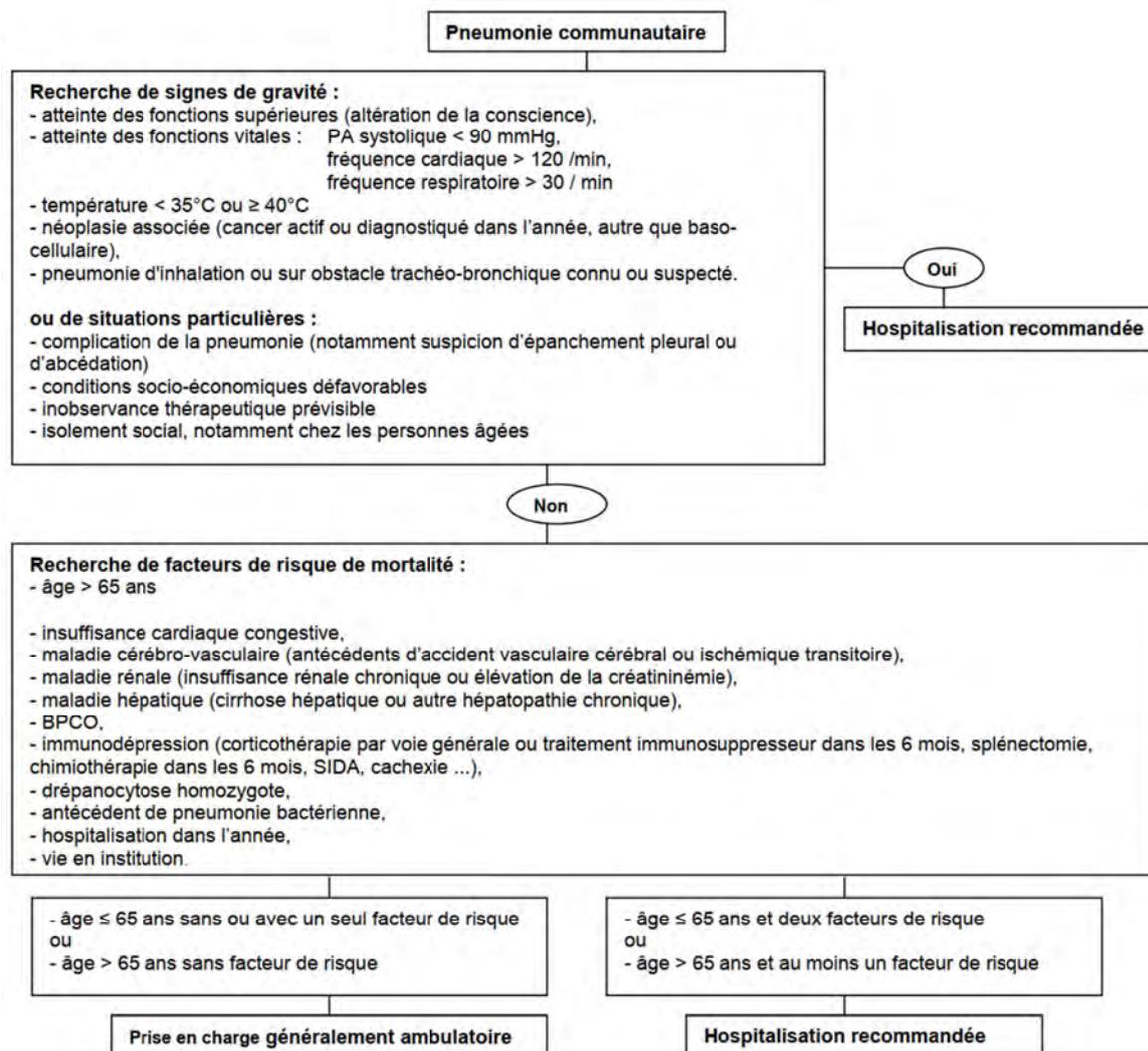


Tableau 2 : Critères d'hospitalisation en réanimation (CMIT, E.PILLY 2021)

### 1 des 2 critères majeurs, 3 des 9 critères mineurs

- Choc septique nécessitant des vasopresseurs
- Insuffisance respiratoire aiguë nécessitant une intubation

- 
- Fréquence respiratoire >30/min
  - P/F<250
  - Atteinte multi-lobaire
  - Confusion, désorientation
  - Urémie
  - Leucopénie < 4000/mm<sup>3</sup>
  - Thrombopénie < 100.000/mm<sup>3</sup>
  - Hypothermie <36°C
  - Hypotension nécessitant remplissage

## **1.5. Enjeu économique**

Comme montré précédemment avec les chiffres de mortalité, la pneumonie aigue communautaire porte un enjeu économique important.

Le coût aux États-Unis est estimé à 8,7 milliards de dollars par an : un patient sur cinq est hospitalisé représentant la moitié de ce budget. Dans cette même étude, la durée d'hospitalisation est estimée entre 5,8 à 7,8 jours (14).

Le coût est évalué en Europe à 10,1 milliards d'euros, dont 5,7 milliards d'euros liés aux hospitalisations, 500 millions d'euros liés aux patients non hospitalisés, 200 millions d'euros liés aux médicaments. La perte de jours de travail entraîne un manque à gagner estimé à 3,6 milliards d'euros (15).

## **1.6. Diagnostic étiologique difficile**

Le diagnostic de pneumonie aiguë communautaire n'est pas toujours facile, notamment devant l'absence fréquente d'agent infectieux retrouvé. Cela est d'ailleurs rapporté par la Société de Pathologie Infectieuse en Langue Française (SPILF) en 2006, rappelant qu'aucun signe clinique, radiologique ni biologique n'a de valeur discriminante suffisante pour identifier seul le micro-organisme en cause (10). Cette incertitude est corroborée par de nombreuses études (16–18), certaines séries retrouvant jusqu'à un tiers d'erreur diagnostiques aux urgences.

La Protéine C-réactive (CRP), la procalcitonine (PCT), la calprotectine et d'autres biomarqueurs ont présenté dans certains articles un intérêt diagnostique ou pronostic (19–21), sans unanimité parmi les différents auteurs. Dans un rapport de Long et al, plusieurs biomarqueurs dont le compte des leucocytes, la CRP et la PCT sont jugés peu efficaces et nécessitent de plus amples investigations : spécificité faible, orientation faible sur le germe en cause. Dans ce même rapport, il est aussi évoqué la problématique de l'imagerie avec la faible sensibilité et spécificité de la radiographie thoracique, tout en évoquant l'intérêt pour l'échographie (22).

## **1.7. Échographie pulmonaire**

### **1.7.1. Définition**

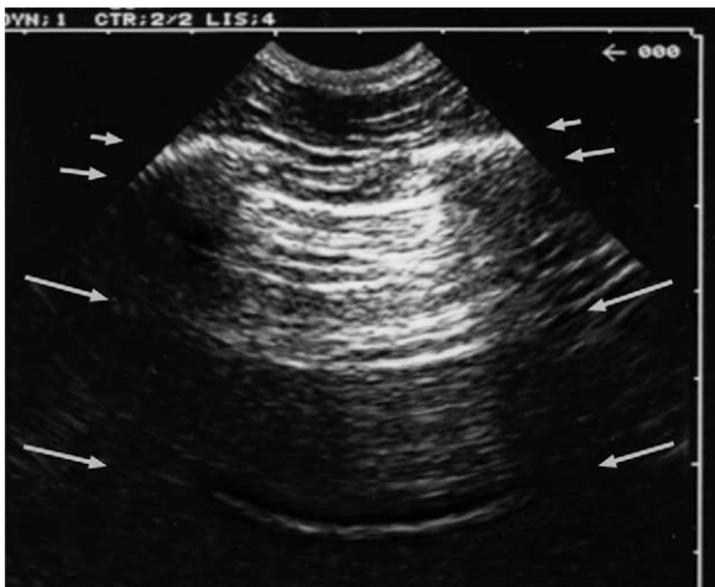
L'échographie pulmonaire a la particularité de se servir des artefacts induits par la composition du parenchyme pulmonaire. Elle a d'ailleurs longtemps été considérée comme inutile pour cela.

Une sonde d'échographie basse fréquence (2-5MHz) et un mode d'analyse avec le moins de filtres possibles ou un mode spécifique sont les plus adaptés pour l'échographie pulmonaire dans un service d'urgence. Les sondes de haute fréquence (10MHz) permettront d'avoir une image plus nette de la plèvre, mais elles ne permettent pas d'obtenir d'image satisfaisante pour les patients en surpoids ou sur des condensations plus profondes, par exemple. L'échographie permet de décrire les différentes images d'intérêt en associant des signes statiques et dynamiques (23).

#### 1.7.1.1. Poumon normal

Le signe statique associé au poumon normal est la « ligne A » (Figure 2), une ligne horizontale sous-pleurale correspondant à la répétition de la ligne pariéto-pulmonaire. Les « lignes A » associées au glissement pleural (signe dynamique) permettent de décrire l'image du poumon normal en échographie.

Figure 2 : Lignes A en échographie pulmonaire



#### 1.7.1.2. Epanchement pleural liquidien

Simplement, l'épanchement est décrit comme une image déclinée séparant plèvre pariétale (ligne pleurale) et plèvre viscérale (le poumon), le plus souvent hypoéchogène mais pouvant être d'échostructure variable (Figure 3).

Figure 3 : Epanchement pleural liquidien en échographie pulmonaire



#### 1.7.1.3. Pneumothorax

Le pneumothorax présentera un signe statique de « ligne A » (Figure 2) et l'absence de signe dynamique : le glissement pleural. Un élément diagnostique notable est la vision d'un « point poumon » : la vision sur une sonde fixe de l'image de ligne A sans glissement et ensuite un profil de poumon normal.

#### 1.7.1.4. Syndrome interstitiel

Les « Lignes B » sont des lignes verticales qui partent de la ligne pleurale, suivent le glissement pleural et se prolongent sans épuisement (Figure 4). La présence de 3 ou plus « lignes B » par écran définissent le syndrome interstitiel échographique. Le syndrome interstitiel sévère se caractérise par 5 ou plus (24).

Figure 4 : Lignes B au nombre de 6 en échographie pulmonaire



#### 1.7.1.5. Condensation alvéolaire

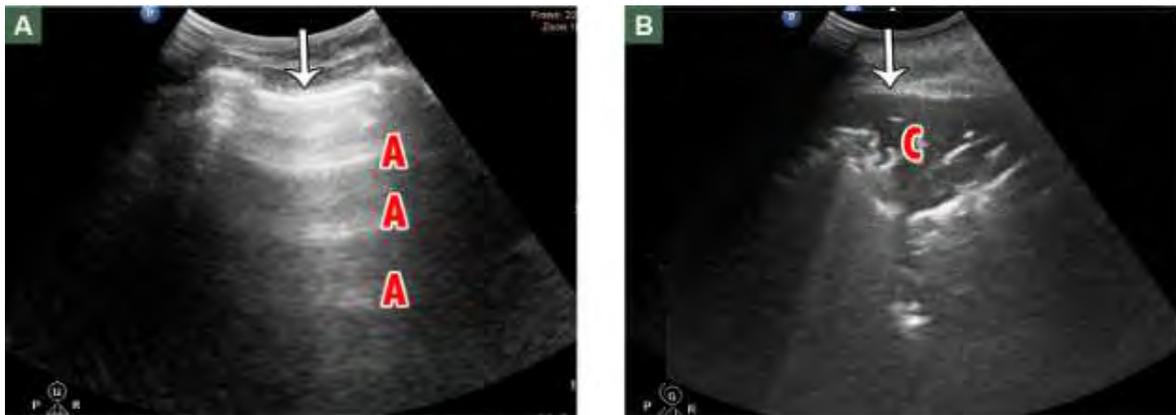
Pour définir les pneumonies à l'échographie, la principale lésion recherchée est la condensation pulmonaire lobaire ou sous-lobaire, souvent associée à un bronchogramme aérique (Figure 5). Elle est décrite comme image d'allure tissulaire, « hépatisée », à la limite profonde déchiquetée.

La consolidation alvéolaire correspond anatomiquement à un volume de parenchyme pulmonaire non ventilé (atélectasie ou pneumopathie). Elle se caractérise échographiquement par les anomalies suivantes, visibles en mode B (B pour bi-dimensionnel) au sein du parenchyme pulmonaire :

- Le signe de la fractale, définit par une ligne hyperéchogène délimitant poumon aéré et poumon consolidé
- L'hépatisation pulmonaire, correspondant à une surcharge liquidienne alvéolaire donnant au poumon un aspect d'organe plein, proche de celui du foie ou de la rate.
- La présence d'un bronchogramme aérique dynamique, défini par une image hyperéchogène intra parenchymateuse, punctiforme, arborescente ou linéaire, se déplaçant de manière synchrone avec le cycle respiratoire, correspondant à la présence d'air au sein d'une consolidation, est en faveur du diagnostic de pneumopathie infectieuse.

Certaines études considèrent le syndrome interstitiel unilatéral comme signe positif de pneumonie aiguë communautaire mais cela reste discuté.

Figure 5 : Poumon normal avec lignes A (A) et poumon avec condensation alvéolaire (C) et bronchogramme aérique en échographie pulmonaire



### 1.7.2. Imagerie dans la pneumonie aigue communautaire

Selon les recommandations françaises, le recours initial à la radiographie thoracique (face et profil, en position debout) est recommandé pour confirmer le diagnostic (25).

Les recommandations américaines rappellent l'intérêt diagnostique d'une imagerie pour le diagnostic de pneumonie (26), et les recommandations anglaises insistent tout particulièrement chez les patients hospitalisés (27).

Les recommandations de l'American Thoracic Society (ATS) et de l'Infectious Diseases Society of America (IDSA) de 2019 rappellent le rôle central de l'imagerie devant l'absence de signe clinique spécifique (28). Cependant, ils n'évoquent pas le type d'imagerie dans les critères de diagnostic de la pneumonie (26). Les données cliniques et radiologiques sont tributaires de la technique d'examen et de l'expérience de l'examineur. Les aspects inhabituels ou atypiques radiologiques peuvent être facilement méconnus ou mal interprétés par un médecin peu expérimenté (10).

Outre un intérêt diagnostique de l'imagerie, celle-ci peut permettre de distinguer deux entités que sont la pneumonie franche lobaire aiguë (PFLA) et la pneumonie atypique. Cette différence est académique mais le diagnostic est parfois plus difficile et pour plusieurs raisons : manque de spécificité des symptômes, inconstance de la toux, inconstance de la fièvre. L'intérêt de cette différenciation est la sanction thérapeutique qui sera différente en fonction de l'orientation étiologique. Ceci souligne l'intérêt du recours à l'imagerie en cas de doute (9).

L'aspect radiographique de la PAC est très divers : opacités alvéolaires, uniques ou multiples, à limites floues, parfois sous-pleurales, butant sur les scissures, évoluant vers une opacité systématisée segmentaire ou lobaire, avec ou sans bronchogramme aérique.

### **1.7.3. Performance diagnostique**

L'échographie a montré sa capacité à être fiable dans le diagnostic des pneumonies aiguës communautaires (29–31) via les différentes lésions décrites. Dans une méta-analyse récente, la valeur prédictive positive du diagnostic de pneumonie est de 100%, mais leur valeur prédictive négative est plus basse, autour de 70% (32).

Dans un travail prospectif observationnel (Javaudin et al, 2021) qui a évalué l'aide apportée par l'échographie aux urgences, il est clairement rapporté que l'échographie pulmonaire modifiait la probabilité diagnostique des PAC aux urgences par rapport à la clinique et la radiologie seules. On y rapporte aussi une performance diagnostique importante avec une concordance entre le diagnostic post-échographie et celui du comité d'adjudication (coefficient de Kappa 0,64 soit un accord fort) (33). Ces performances sont à mettre en parallèle celles du scanner car des études obtiennent des résultats similaires (34).

### **1.7.4. Intérêt économique-social**

L'imagerie par tomodensitométrie reste la référence diagnostique mais son coût et son irradiation ne sont pas négligeables. L'échographie dans son utilisation au lit du patient (Point-Of-Care UltraSound [POCUS]) est décrite avec un rapport coût-efficacité intéressant dans presque toutes les parties du corps. Tout particulièrement, l'échographie pulmonaire est raisonnablement décrite comme ayant de faibles coûts (26,35). C'est une imagerie rapide, nécessitant moins de 13 minutes selon une méta-analyse sur le sujet (36), et non irradiante. Par sa capacité à améliorer la qualité des diagnostics, à faciliter la prise en charge et ainsi réduire la morbi-mortalité, l'échographie pulmonaire est envisagée comme un bénéfice sociétal (37). Cependant, il y a peu d'études sur l'impact économique de la stratégie diagnostique impliquant l'échographie et le scanner vis-à-vis de la prise en charge habituelle. Selon certains auteurs, il manque une évaluation de l'éventuelle réduction de prescription d'antibiotique et de l'intérêt économique de l'échographie vis-à-vis de la radiographie conventionnelle (38).

## 1.8. Formation et expérience en échographie pulmonaire

### 1.8.1. Formation globale à l'échographie dans la pratique

La formation à l'échographie est considérée comme essentielle dans la pratique du médecin aux urgences (39) et s'inclut parfaitement dans la prise en charge des patients (40). Elle fait désormais partie du premier niveau de compétence de la formation des médecins urgentistes en France (41) et de manière générale dans le monde (42). Elle avait fait son entrée dans les recommandations de la Société de Réanimation en Langue Française (SRLF) de 2009, qui décrivent les compétences requises dans les soins critiques (43). Pour réaliser une échographie pulmonaire, des compétences simples sont indiquées comme nécessaires (Tableau 3) : reconnaissances de la sémiologie de base pulmonaire, identification d'une condensation pulmonaire, identification d'un poumon normal, identification d'un syndrome alvéolo-interstitiel, identification d'un pneumothorax (1,43).

Les formations classiques incluent une formation théorique et pratique, que ce soit les formations courtes ou les formations spécialisées.

Tableau 3 : Eléments requis pour la compétence en échographie pulmonaire (SRLF 2009 (43))

Eléments techniques (acquisition d'image) et cognitifs (interprétation d'image) requis pour la compétence en échographie pulmonaire.

Connaissance de la sémiologie de base de l'échographie pulmonaire : lignes A, lignes B, glissement pleural, point pulmonaire.
Identification et caractérisation de la condensation pulmonaire : identification de la densité tissulaire du poumon, avec ou sans bronchogrammes aérien
Identification et caractérisation des artéfacts suggérant le profil d'aération normal du poumon : lignes A avec glissement pleural
Identification et caractérisation des artéfacts évocateurs du profil interstitiel alvéolaire : nombre et emplacement des lignes B
Connaissance des limites de ne pas visualiser les lignes B / glissement pleural
Identification et caractérisation des artéfacts pour exclure le pneumothorax : présence d'un glissement pleural, présence de lignes B
Identification et caractérisation des résultats qui confirment le pneumothorax : présence de point pulmonaire (à la fois par imagerie 2D et en mode TM)

### 1.8.2. Performance diagnostique selon la formation ou expérience

Certaines études sur la reconnaissance de la pneumonie aiguë communautaire grâce à l'échographie retrouvent un accord fort entre des médecins ayant de 1 à 5 ans d'expérience

(44). Il semble persister une différence entre les utilisateurs experts (de diverse définition selon les études) et les praticiens peu expérimentés. Cependant, il faut se rappeler la variabilité inter-individuelle très importante entre les radiologues et les autres cliniciens par rapport à la radiographie pulmonaire classique (45–47). De plus, la courbe d'apprentissage de l'échographie est relativement rapide (48) (Annexe 1).

Or, l'échographie est peu utilisée en pratique pour les diagnostics de pneumonie aiguë communautaire. Un questionnement existe sur les freins à son utilisation courante. Dans la thèse de Florent Hénin en 2020, l'étude comprenait un questionnaire sur la faisabilité de l'échographie pulmonaire en pratique. Les raisons principalement évoquées pour laquelle les praticiens n'utilisaient pas l'échographie malgré sa disponibilité aux urgences étaient : la gestion du flux des patients et la formation inexistante ou jugée trop lourde. Une autre limite évoquée est la difficulté de reconnaissance d'une lésion significative par un non expert (49). Il existe donc un paradoxe important entre ces témoignages et les écrits scientifiques évoqués ci-dessus.

Il semble nécessaire d'obtenir des arguments supplémentaires en faveur de l'échographie pulmonaire dans le diagnostic de la pneumonie aiguë communautaire, en tentant de démontrer la facilité d'obtention d'un niveau diagnostique satisfaisant même pour des opérateurs peu ou pas formés.

## **1.9. L'étude PLUSNULS**

### **1.9.1. Mise en place de l'étude**

L'étude PLUSNULS (Pneumonia Lung Ultrasonography pour les NULS) a été mise en place dans le cadre du service des urgences du Centre Hospitalier Universitaire (CHU) de Nantes pour évaluer une question centrale : les médecins ayant peu ou pas d'expérience en échographie pulmonaire peuvent-ils après une autoformation (tutoriel filmé et diaporama) détecter des condensations pulmonaires tout aussi bien que des médecins avec une formation globale en échographie ?

Plusieurs travaux étudiant l'échographie ont déjà eu lieu au sein de ce service. L'étude menée par Javaudin et al en 2021 évaluait l'apport diagnostique de l'échographie pulmonaire par des médecins formés en échographie au diagnostic de pathologie pulmonaire. La thèse d'Anthony Patron rapportait les premiers résultats de cette même étude PLUSNULS.

## **2. OBJECTIFS**

### **2.1. Objectif et critère principal**

L'objectif principal était d'étudier la capacité à identifier une condensation pulmonaire à l'échographie par un médecin novice (interne peu ou pas formé en échographie pulmonaire).

Le critère de jugement principal utilisé était l'évaluation de la concordance des diagnostics de condensation pulmonaire entre des internes « nuls en échographie » et des médecins experts chez des patients avec une suspicion de pneumonie communautaire.

### **2.2. Objectifs et critères secondaires**

La plupart des objectifs secondaires avaient pour but de comprendre les différents éléments pouvant influencer sur la reconnaissance de la condensation pulmonaire par les internes. Un dernier objectif secondaire était de comparer le diagnostic final de pneumonie aiguë communautaire validé par un comité d'experts aux données recueillies par les internes effectuant l'échographie.

Les critères secondaires étaient donc :

- Concordance de reconnaissance de la condensation pulmonaire en fonction du temps nécessaire à faire l'échographie.
- Concordance de reconnaissance de la condensation pulmonaire en fonction de l'ancienneté de l'interne.
- Concordance de reconnaissance de la condensation pulmonaire en fonction de la difficulté ressentie par l'interne.
- Taux de concordance entre les probabilités post-test de pneumonie aiguë communautaire et le diagnostic final de pneumonie validé par un comité d'expert.

### **3. MATERIEL ET METHODES**

#### **3.1. Population étudiée**

Cette étude était prospective non interventionnelle monocentrique et se déroulait dans le service d'accueil des urgences au sein du CHU de Nantes.

Les patients admis aux urgences du CHU de Nantes avec une suspicion de pneumonie aiguë communautaire après évaluation clinique et radiologique initiale ont été recrutés sur une période allant du 01/07/2019 au 08/07/2022.

Les internes des urgences pouvaient être postés de jour ou de nuit, être en stage aux urgences ou dans tous les services participant aux gardes dans le service des urgences du CHU de Nantes. Il n'y avait pas de limitation quant à la spécialité ou au nombre de semestres validés par l'interne.

Les patients inclus par les internes étaient contrôlés dans les 24 heures par un des trois médecins experts désignés préalablement à l'étude. Ces médecins possèdent une formation spécifique avec un Diplôme Universitaire en échographie et au minimum trois ans d'expérience d'échographie clinique.

#### **3.2. Critères d'inclusion**

Les patients inclus devaient être âgés de plus de 18 ans. Ils étaient sélectionnés selon leur présentation qui devait faire suspecter un diagnostic de pneumonie aiguë communautaire avec condensation. Les patients devaient présenter au moins trois critères parmi les suivants :

- Hyperthermie supérieure à 38°C
- Dyspnée
- Toux
- Douleur thoracique d'allure pleurale
- Oxygénorequérance
- Foyer de crépitants auscultatoire
- Signe de lutte respiratoire
- Tachycardie supérieure à 90 battements par minute

### **3.3. Critères d'exclusion**

Les patients mineurs, en fin de vie, ou avec un pronostic engagé à court terme étaient exclus ainsi que les patients nécessitant un scanner thoracique d'emblée.

Les patients avec suspicion d'infection ou avec un diagnostic avéré d'infection par le SARS-CoV2, quelque-soit sa forme clinique, n'ont pas été inclus durant l'étude.

### **3.4. Contextualisation de l'inclusion des patients**

#### **3.4.1. Prise en charge habituelle**

Les patients ont tous bénéficié d'une prise en charge habituelle dans le service des urgences du CHU de Nantes. L'examen clinique, la biologie et la radiographie thoracique étaient effectués avant l'échographie pulmonaire. Les patients présentant un tableau clinico-biologique évocateur de pneumonie aiguë communautaire étaient inclus dans l'étude.

#### **3.4.2. Formation**

Après l'examen clinique, l'interne ayant inclus le patient, se rendait sur son ordinateur de travail. Il pouvait alors y trouver un dossier contenant un diaporama explicatif (Annexe 3). Dans ce diaporama y était rappelé le contexte de l'étude, les critères d'inclusion des patients et d'exclusion, des consignes d'utilisation pas à pas des appareils d'échographie. Les images d'intérêt de bases de l'échographie pulmonaire y étaient expliquées et illustrées par des images animées : lignes A, glissement pleural, lignes B, pleurésie liquidienne, condensation pulmonaire. Une courte vidéographie était incorporée au diaporama pour s'assurer d'une bonne compréhension et d'une homogénéité de recueil des données.

Enfin, le diaporama évoquait la démarche à suivre : il renvoyait à un lien sur lequel un questionnaire anonymisé permettait de recueillir toutes les informations nécessaires concernant le patient ainsi que les données de l'échographie pulmonaire effectuée. Il invitait à prévenir les investigateurs de cette inclusion, pour que le contrôle par un expert puisse être effectué dans les 24h.

### **3.5. Matériel à disposition**

Trois appareils d'échographie différents ont été utilisés pour le recueil des images échographiques : Philips CX 50, Mindray ME8, General Electrics Vivid S70N. Ils possèdent

tous trois sondes différentes, une sonde convexe basse fréquence, une sonde linéaire haute fréquence et une sonde linéaire cardiaque (phased-array).

Les appareils étaient à disposition dans le service d'urgence du CHU de Nantes. Ce sont des appareils utilisés habituellement dans le service pour la prise en charge des patients.

### **3.6. Recueil d'imagerie d'échographie pulmonaire**

Les images échographiques pouvaient être faites à n'importe quel moment de la prise en charge, exception faite d'un scanner indiqué immédiatement dans la prise en charge. Les images étaient recueillies au lit du patient. Il était demandé d'explorer six zones pulmonaires par patient, ce qui permet d'avoir une exploration satisfaisante du parenchyme pulmonaire selon la littérature (50) : zone antérieure, latérale, postérieure (pour chaque poumon).

Pour cela, le patient devait être capable de se positionner assis. Mais si le patient n'en était pas capable, la position latérale était utilisée pour pouvoir explorer les zones postérieures du parenchyme pulmonaire. Il était demandé la reconnaissance des différentes lésions : lignes A, lignes B, la présence d'un épanchement pulmonaire, condensation pulmonaire et l'absence de glissement pleural. La durée de prise des images devait être retenue mais ne constituait pas une limite au recueil des images.

### **3.7. Recueil des informations**

Un dossier physique était à disposition dans le tiroir « étude clinique » qui rassemble les informations manuscrites des études en cours dans le service des urgences du CHU de Nantes. Ce dossier permettait à l'interne incluant le patient de pouvoir renseigner les informations nominatives du patient et récupérer le numéro d'anonymat associé au patient.

Les dossiers des patients ainsi que les prescriptions et les informations d'exams complémentaires (biologie et radiologie) sont informatisées aux urgences du CHU de Nantes. Les internes ont chacun un poste informatique personnel pour la journée. Ainsi, il avait été mis à disposition sur le bureau informatique de chacun des postes toutes les informations nécessaires à l'inclusion du patient dont le diaporama et le lien vers le questionnaire de la plateforme SPHINX CHU de Nantes.

Le formulaire disponible sur la plateforme SPHINX (Annexe 4) permettait à l'interne de recueillir plusieurs informations relatives à la pathologie actuelle du patient, aux données radio-biologiques, à l'évaluation échographique pulmonaire et enfin à l'appréciation de la probabilité du diagnostic de pneumonie.

### **3.8. Échographie par médecin expert**

Lors d'une inclusion par un interne, les investigateurs s'assuraient de la possibilité de contrôle par un des trois médecins expérimentés. Les médecins qui ont effectué les échographies du groupe experts étaient des médecins du service des urgences du CHU de Nantes avec une formation Diplôme Universitaire d'échographie clinique, avec chacun plus de 3 ans d'exercice d'utilisation de l'échographie pulmonaire. Pour information, le diplôme Universitaire d'échographie à Nantes nécessite 100 h théorique et 360 h de stage pour être validé. Le contrôle devait s'effectuer dans les 24h et était fait dans le service des urgences, mais pouvait aussi se faire dans l'Unité d'Hospitalisation de Courte Durée ou de Médecine Polyvalente d'Urgence du CHU de Nantes. Les experts sont ensuite invités à renseigner les données dans un questionnaire parallèle à celui rempli par les internes sur le site SPHINX via un lien fourni (Annexe 5). Les internes ou les médecins échographistes n'avaient pas accès aux réponses enregistrées pour le patient.

### **3.9. Recueil des données secondaires**

Les données secondaires ont été analysées après la fin de la période d'inclusion : les caractéristiques des internes (année d'internat et formation, expérience en échographie), la difficulté et le temps mis pour faire l'échographie pulmonaire. Dans le questionnaire, il était demandé aux internes l'évaluation de la probabilité diagnostique de pneumonie aiguë communautaire avant et après réalisation de l'échographie.

Un comité d'experts composé d'un infectiologue, d'un pneumologue et d'un urgentiste a relu les dossiers des patients inclus. Il a été mis à leur disposition les données nominatives des patients. Ils ont déterminé la probabilité du diagnostic de pneumonie aiguë communautaire en se basant sur la présence d'un syndrome infectieux ou inflammatoire, de signes fonctionnels respiratoires, d'une opacité radiologique compatible, de l'évolution sous traitement et du diagnostic retenu en fin d'hospitalisation. Le diagnostic de PAC est ainsi défini comme « peu probable », « probable » ou « certain ». La présence d'éventuels

diagnostics différentiels était notée. Cet avis a été rédigé indépendamment des résultats échographiques.

### **3.10. Gestion des données**

Les données anonymisées ont été recueillies sur le site internet SPHINX du CHU de Nantes. Ce site centralisait les informations recueillies par questionnaire auprès des internes et des médecins. Les deux questionnaires ont été exportés sur un fichier tableur après la fin de la période d'inclusion.

### **3.11. Éthique**

Le consentement oral de l'utilisation des données de l'échographie était recueilli auprès du patient ou de ses proches s'ils étaient présents.

Les informations traitées étaient les réponses au questionnaire des internes sur leur reconnaissance de la condensation pulmonaire dans le cadre de la prise en charge habituelle du patient aux urgences.

Le traitement des données était autorisé dans le cadre de l'utilisation de données relatives à la prise en charge habituelle des patients au CHU de Nantes. Les patients sont informés au début de leur prise en charge et tout au long de leur séjour de la possibilité d'utilisation des données recueillies dans le cadre de travaux d'études au sein de l'établissement Universitaire qui les accueille. Leur consentement à cette utilisation peut être révoqué à tout moment.

### **3.12. Analyse statistique**

#### **3.12.1. Nombre de sujets nécessaires**

Les travaux qui étudient l'accord entre opérateurs échographistes retrouvent des corrélations larges avec un coefficient Kappa allant de 0.6 à 0.9 (33,51). Il est donc difficile de s'accorder sur un nombre exact de sujet nécessaires.

En l'absence de données de la littérature, nous avons estimé que la condensation serait facilement visible même sans formation plus poussée, et fait l'hypothèse d'une concordance à 85% entre les internes et les experts en échographie.

Le risque de première espèce  $\alpha$  retenu est de 0.05 avec une puissance de 0.85. Nous avons estimé un nombre de sujets nécessaires à 49 patients, avec un objectif initial de 55 patients.

### 3.12.2. Tests utilisés

Le test utilisé pour le critère principal était une corrélation par le coefficient Kappa de Cohen. Ce test nous a permis d'estimer la corrélation de visualisation de la condensation pulmonaire à l'échographie entre les deux juges que sont l'interne et le médecin expérimenté. Ce test a aussi permis d'apprécier la plupart des critères secondaires. Il a été utilisé une estimation classique décrite par Cohen dans son étude originale (52). La classification de Landis et Koch a aussi été utilisée pour une analyse plus claire des résultats (Tableau 4).

Tableau 4 : Mesures de l'accord pour les données qualitatives (Landis et Kolch 1977 (53))

AGREEMENT MEASURES FOR CATEGORICAL DATA	
<u>Kappa Statistic</u>	<u>Strength of Agreement</u>
<0.00	Poor
0.00–0.20	Slight
0.21–0.40	Fair
0.41–0.60	Moderate
0.61–0.80	Substantial
0.81–1.00	Almost Perfect

Les tests de  $\chi^2$  et le test de Fisher ont été utilisés pour les données qualitatives sur les valeurs ne correspondant pas à des interprétations par les internes dans les différents critères secondaires et dans les données d'intérêt extraites des résultats.

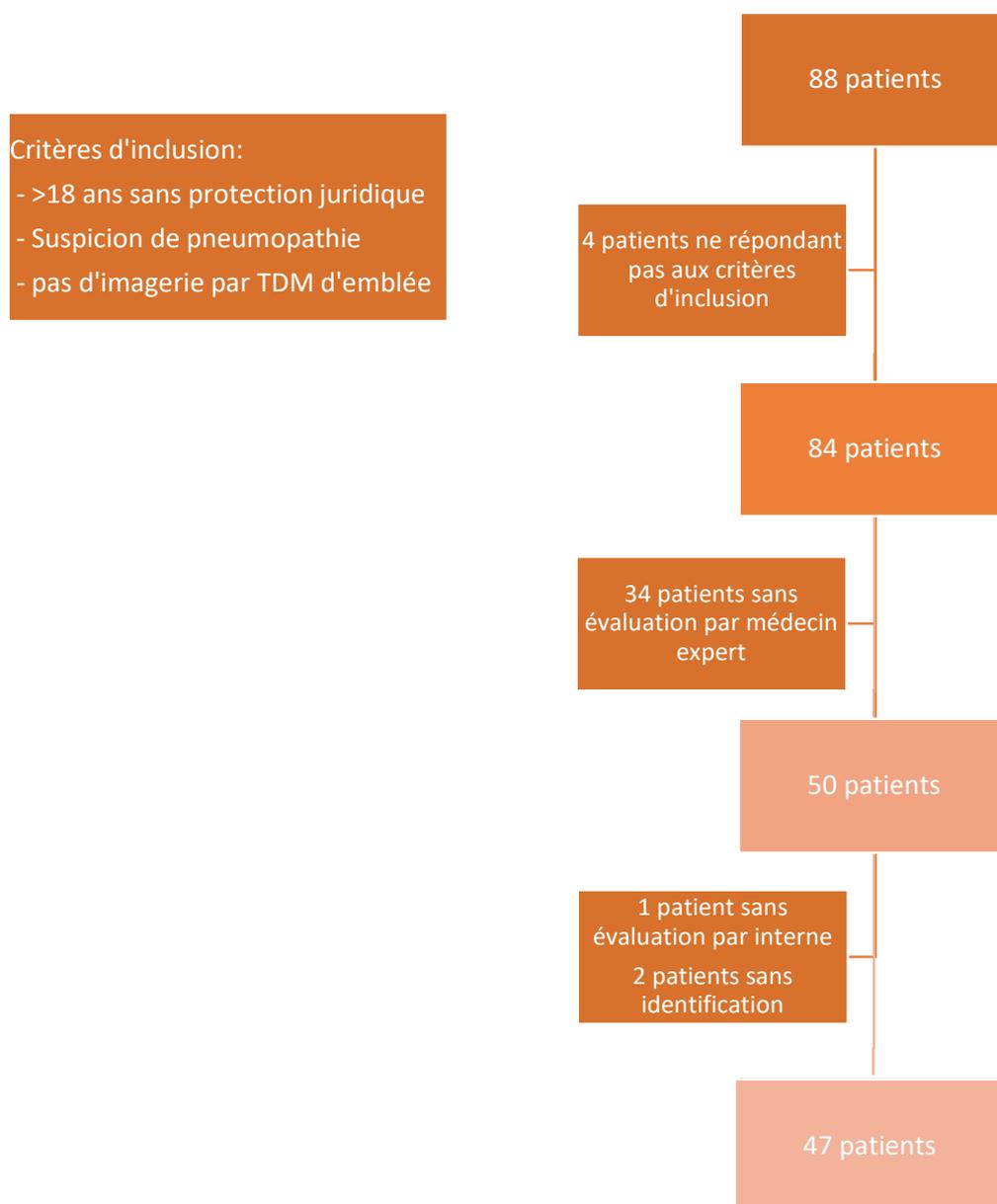
## 4. RESULTATS

### 4.1. Diagramme de flux

L'échantillon de patients a été recruté en fonction des critères d'inclusion prédéfinis, et tous les patients ayant bénéficié de l'échographie par un interne et un médecin expert ont été analysés.

Les données ont été recueillies à la fin de la période d'inclusion (le 08/07/2022), et il a été vérifié la cohérence avec les critères d'inclusion et d'exclusion, la présence du questionnaire complet et l'identification du patient (Figure 6).

Figure 6 : diagramme de flux des patients inclus



## 4.2. Description de la population

Les patients étudiés étaient homogènes sur leur sexe et présentaient un âge majoritairement au-dessus de 75 ans (Figure 7).

La majorité n'avait pas de lésion morphologique pulmonaire décrite pouvant affecter l'interprétation de l'imagerie thoracique. Les lésions décrites pouvaient être de différents types (chirurgie thoracique, séquelles infectieuses, lésion carcinomateuse en cours de suivi, etc) (Figure 8).

Tableau 5 : Caractéristiques et antécédents des patients

<b>Caractéristiques des patients (1/3)</b>		<b>47</b>
<b>Sexe</b>		
	Homme	26
	Femme	21
<b>Age</b>		
	18-44 ans	7
	45-74 ans	13
	75-96 ans	27
<b>Antécédent pulmonaire significatif</b>		
	SAHOS	4
	BPCO	3
	Dilatation des bronches	3
	Tuberculose	2
	Embolie pulmonaire	2
	Plaques pleurales	1
	Ascension coupole diaphragmatique	1
	Aucun	36
<b>Antécédent de lésion pulmonaire morphologique</b>		
	Non	41
	Oui	8

Figure 7 : diagrammes de distribution de l'âge des patients, en secteur (Figure 7a) et selon une pyramide des âges (Figure 7b)

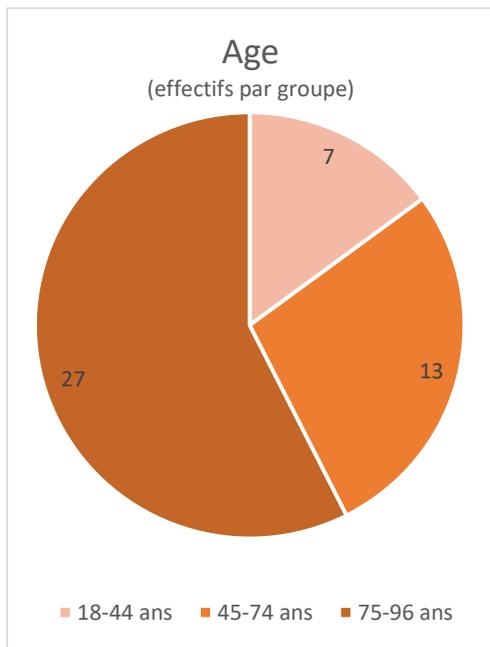


Figure 7a

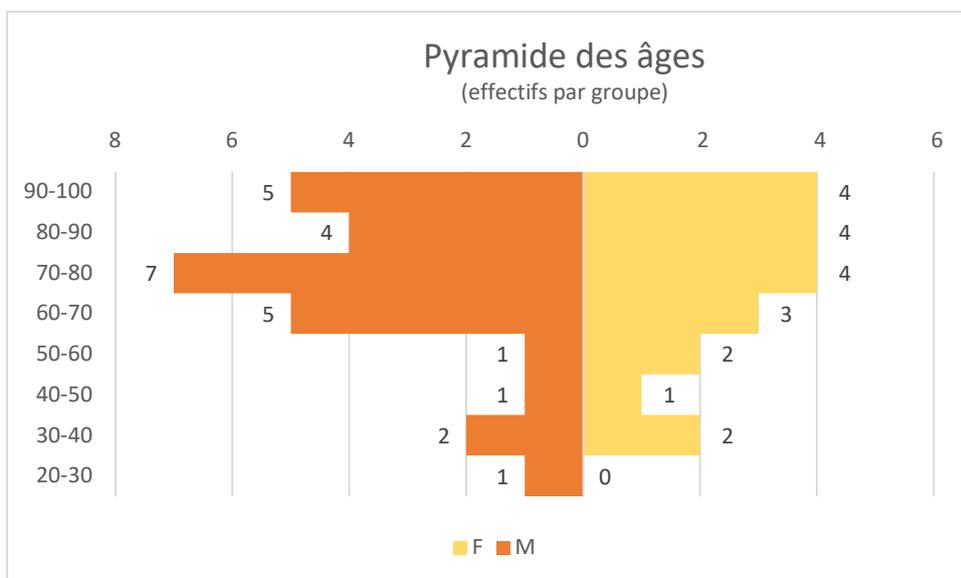
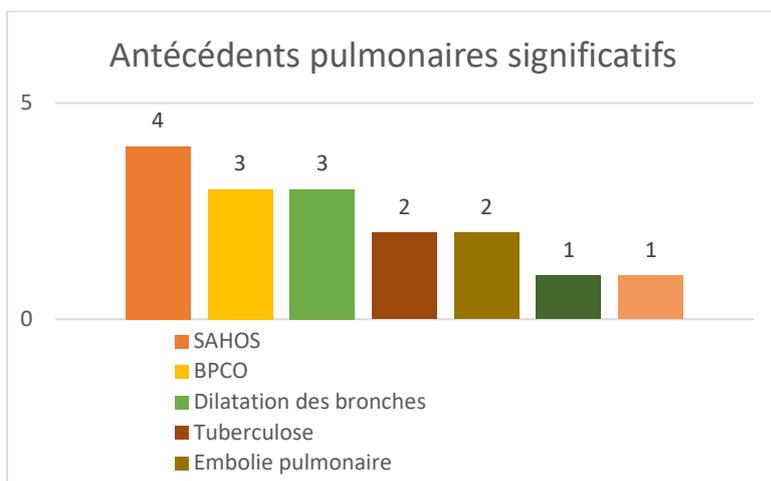


Figure 7b

Figure 8 : diagramme des antécédents pulmonaires significatifs



Les caractéristiques cliniques des patients étaient en accord avec les critères d'inclusion et la suspicion initiale de pneumonie aiguë communautaire (Tableau 6). Nous pouvons noter une grande part de patients oxygéo-requérants et un nombre faible de patients avec des crépitations unilatéraux (Figure 9). Une majorité de patients présentaient une hyperthermie (40/47) (Figure 10).

Tableau 6 : Caractéristiques médicales des patients au moment de l'inclusion

<b>Caractéristiques des patients (2/3)</b>	<b>47</b>
<b>Signes cliniques associés</b>	
Dyspnée	41
Oxygéo-requérance	35
Toux	34
Foyer de crépitation unilatéral	18
Expectoration	17
Foyers de crépitations bilatéraux	15
Signes de lutte respiratoire	10
Douleur thoracique latéralisée	10
Œdème des membres inférieurs bilatéraux	3
Syndrome pleural	2
Aucun de ces signes	2
<b>Signes évocateurs d'un syndrome infectieux</b>	
Hyperthermie (>38°C)	40
Hyperleucocytose (>10G/L)	25
Tachycardie	23
Asthénie	18
Neutrophilie (>7G/L)	17
Frissons	13
Sueurs	12
CRP (>5mg/L)	8
Hyperfibrinogénémié (> 4 g/l)	1

Figure 9 : diagramme des signes cliniques associés

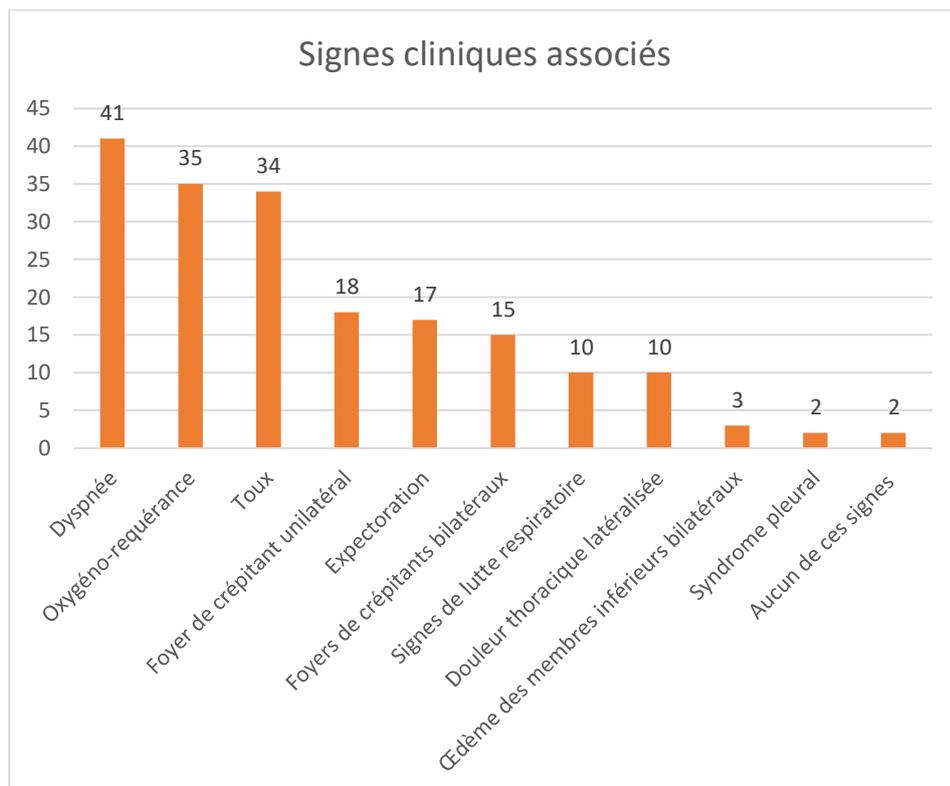
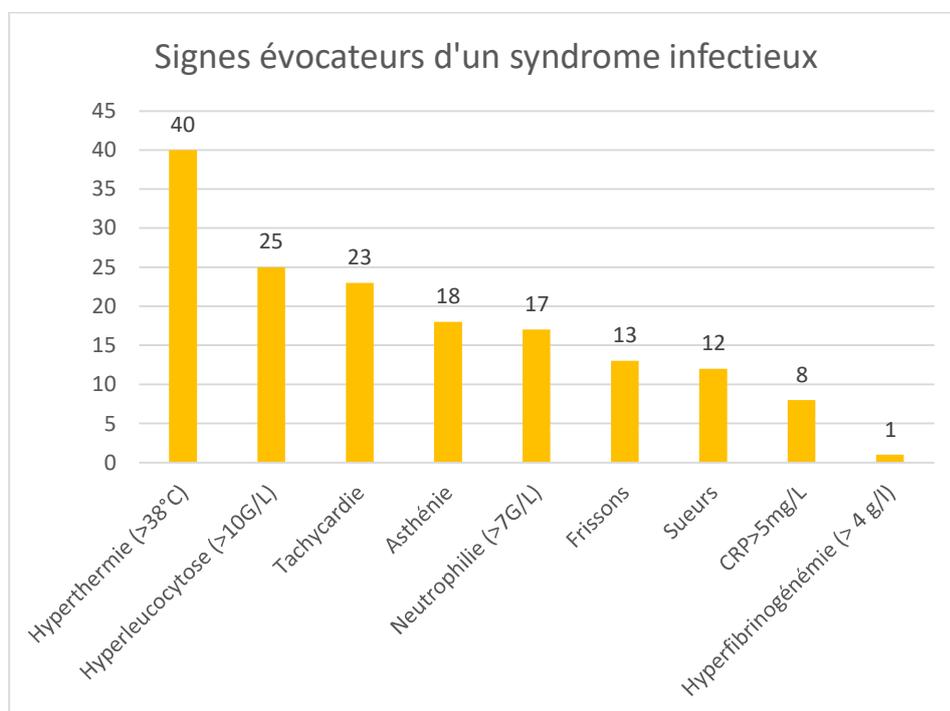


Figure 10 : diagramme de reconnaissance des signes évocateurs du syndrome infectieux



Les données recueillies sur les internes permettaient d'apprécier leurs caractéristiques (Tableau 7). Les internes ayant effectué l'échographie étaient majoritairement au début de l'internat, ce qui correspond aux objectifs initiaux de l'étude (Figure 14). La répartition entre

internes de médecine d'urgence et internes de médecine générale était équilibrée (19 chacun), reste 9 internes d'autres spécialités ayant participé à l'étude.

Pour ce qui est de l'échographie pulmonaire, la plupart étaient novices d'utilisation (30 ont effectué moins de 5 échographies).

Tableau 7 : Caractéristiques des internes effectuant l'échographie

<b>Caractéristiques des internes (3/3)</b>	<b>47</b>
<b>Année d'internat</b>	
1ère année d'internat	27
2ème année d'internat	8
3ème année d'internat	8
4ème année d'internat	3
<b>Diplôme d'Etude Spécialisé (DES)</b>	
Interne de médecine d'urgence	19
Interne de médecine générale	19
Interne d'une autre spécialité	9
<b>Expérience en échographie pulmonaire</b>	
Moins 5 échographies pulmonaires	30
Entre 5 et 25 échographies pulmonaires	15
Plus de 25 échographies pulmonaires	2

Les médecins qui ont effectué les échographies du groupe expérimenté étaient au nombre de trois. Ils étaient tous médecins au sein des urgences du CHU de Nantes.

#### 4.3. Critère de jugement principal

Les condensations visualisées par les internes et les médecins experts ont été rapportés sur six zones (trois sur chaque poumon) sur chacun des 49 patients soit 294 zones. Les internes ont retrouvé un total de 68 zones avec condensation, tandis que les experts en ont retrouvé 52. Nous pouvons remarquer que les internes (Figure 11a) ont trouvé plus de condensations dans les zones latérales et postérieures que les médecins (Figure 11b), que ce soit en valeur absolue ou en pourcentage.

Le critère de jugement principal a été rapporté ici via un tableau de contingence (

Tableau 8). Le terme « positif » des tableaux ci-dessous désigne une zone retrouvant une condensation. Le terme « négatif » désigne une zone ne retrouvant pas de condensation.

Dans ce tableau, les condensations retrouvées par les internes ne sont majoritairement pas retrouvées par les médecins experts (30 corrélations positives sur 68 condensations retrouvées par les internes).

Il a été calculé l'accord entre les juges, internes en médecine d'un côté et médecins expérimentés de l'autre. Cet accord a été calculé sur chacune des zones grâce au coefficient Kappa associé. Ce coefficient a été calculé à 0.34 avec un  $p=0.0752$  et un intervalle de confiance (IC) à 95% de [0.20-0.49]. Selon la classification de Landis et Koch, ces résultats retrouvent un accord faible entre les internes en médecine et les médecins experts.

Figure 11 : Condensation retrouvée par zone (antérieure, postérieure et latérale pour chaque poumon) par les internes (Figure 11a) et par les médecins expérimentés (Figure 11b)

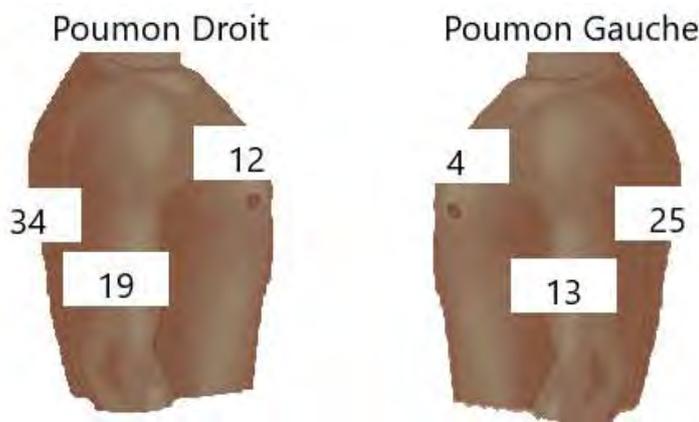


Figure 11a : internes

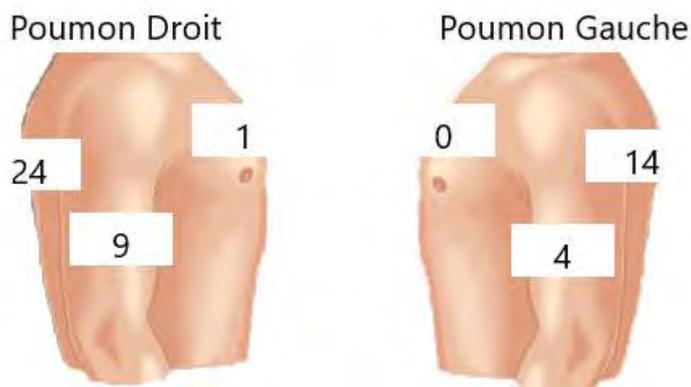


Figure 11b : médecins

Tableau 8 : comparaison des condensations détectées sur chacune des zones

**Tableau de contingence : condensation détectée (toute zone)**

	Interne positif	Interne négatif	Totaux	
Médecin positif	27	22	49	
Médecin négatif	38	195	233	Kappa
Totaux	65	217	282	0,34

#### 4.4. Critères de jugement secondaires

##### 4.4.1. Concordance en fonction du temps nécessaire à faire l'échographie

Le temps mis par les internes est en moyenne de 18 minutes 45 secondes (écart-type : 10 minutes). La distribution est très large et hétérogène avec un plus grand effectif à 15 minutes (Figure 12).

Dans 25 cas, l'échographie a duré 15 minutes ou moins. Avec un coefficient Kappa de 0,37 ( $p=0.10$ , IC95% [0.18-0.58]), l'accord est plus important que le coefficient global, mais il reste faible (Tableau 9).

Figure 12 : temps estimé à effectuer l'échographie par les internes

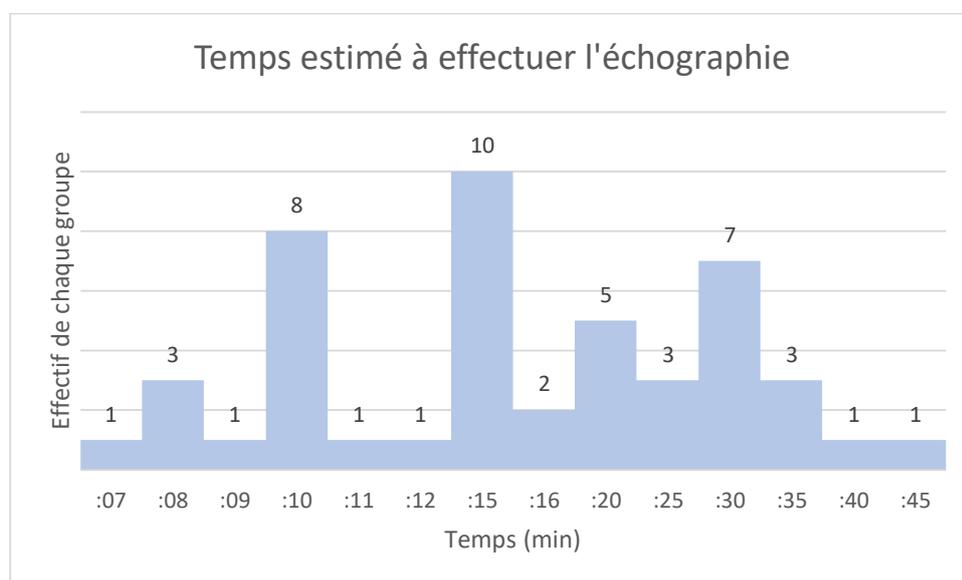


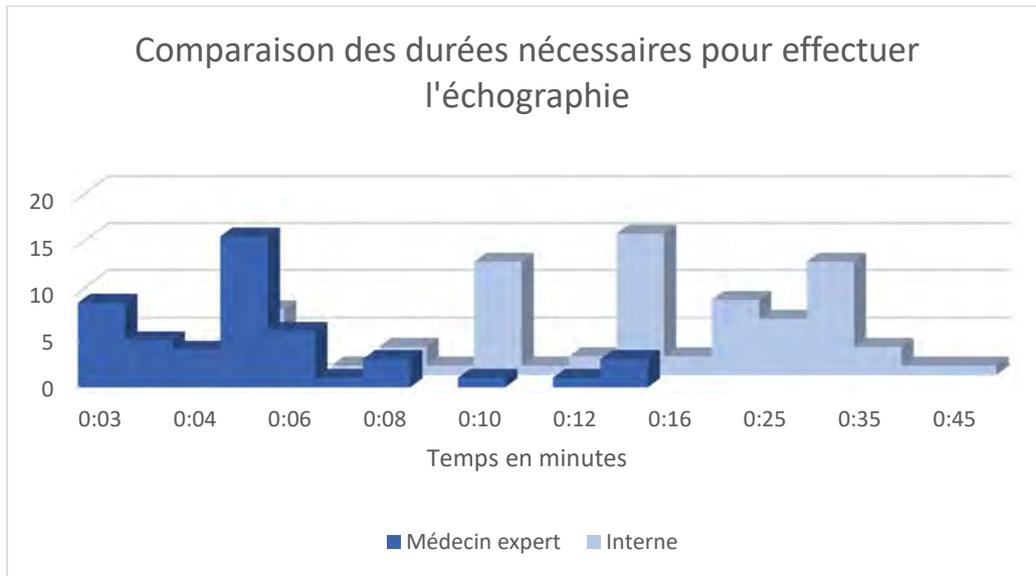
Tableau 9 : tableau de contingence des internes ayant mis moins de 15 minutes à effectuer l'échographie

**Tableau de contingence sous-groupe <15min**

	Interne positif	Interne négatif	Totaux	
Médecin positif	15	10	25	
Médecin négatif	20	105	125	Kappa
	35	115	150	0,38

Lorsque l'on analyse l'ensemble des questionnaires répondus par les internes (84 patients), on retrouve un temps moyen de réalisation de l'échographie de 17 minutes 32 secondes (écart-type 9 minutes 51 secondes). En comparaison, le temps moyen rapporté par les médecins experts était de 5 minutes 36 secondes (écart-type 3 minutes 3 secondes) (Figure 13). L'écart entre le temps passé par l'interne et le médecin expert sur le même patient est en moyenne de 12 minutes 19 secondes (Annexe 9).

Figure 13 : Diagramme de comparaison du temps pour effectuer l'échographie entre médecin expert et interne



#### 4.4.2. Concordance en fonction de l'ancienneté de l'interne

Il n'est pas retrouvé d'accord plus important entre les deux types de juges en fonction de l'ancienneté de l'interne. Pour rappel, la majorité des internes est en première année (27 sur 47) (Figure 14). Le coefficient Kappa est équivalent au coefficient global pour ce sous-groupe (Annexe 6). En sélectionnant les internes de plus d'un an d'internat, le coefficient est similaire à 0.39 ( $p=0.11$ , IC 95% [0.17-0.60]) (Tableau 10).

Figure 14 : diagramme représentant les effectifs selon l'année d'internat

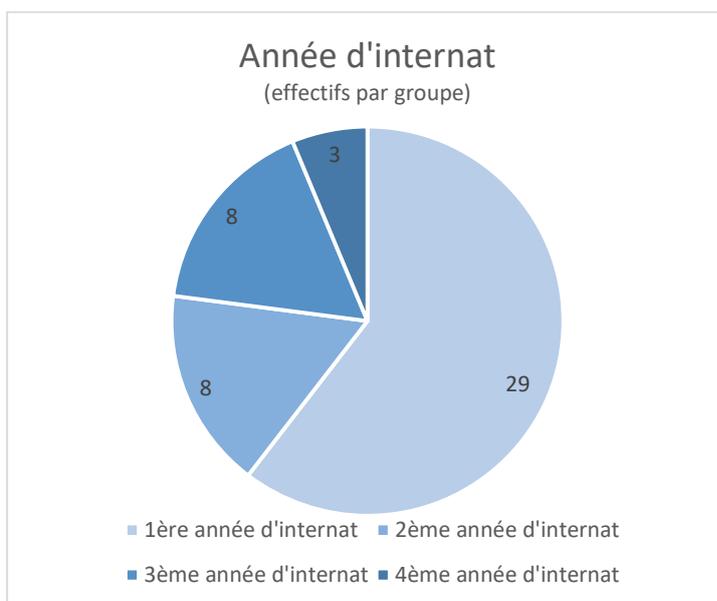


Tableau 10 : tableau de contingence des internes ayant plus d'un an d'internat

**Tableau de contingence sous-groupe > 1an d'internat**

	Interne positif	Interne négatif	Totaux	
Médecin positif	14	10	24	
Médecin négatif	15	75	90	Kappa
	29	85	114	0,39

**4.4.3. Concordance en fonction de la difficulté ressentie**

Les internes rapportaient leur difficulté d'utilisation de l'échographie sur une échelle analogique de 0 à 10. En moyenne, elle est de 4.54/10 (écart-type : 1,89). La distribution des notes semble respecter un aspect normal centré sur la moyenne et le plus grand effectif de notation soit 5/10 (Figure 15).

Ce critère de difficulté ressentie ne permet pas d'identifier un accord plus important entre les deux juges (Annexe 7). L'absence de difficulté ressentie qui pourrait témoigner d'une plus grande expérience n'a pas d'accord plus fort.

Le groupe ayant une corrélation plus importante que le coefficient Kappa global est le groupe des notations de 4 à 6/10 (Tableau 11) avec un coefficient de 0.39 ( $p=0.11$ , IC 95% [0.18-0.59]).

Figure 15 : diagramme de notation de la difficulté d'utilisation de l'échographe par les internes

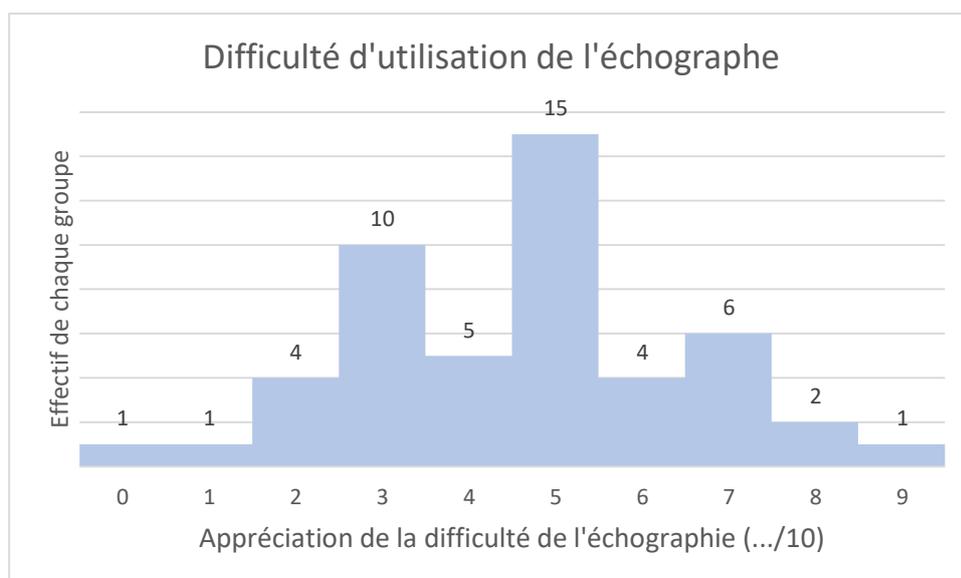


Tableau 11 : Tableau de contingence des internes avec difficulté ressentie 4-6/10

**Tableau de contingence : difficulté ressentie 4-6/10**

	Interne positif	Interne négatif	Totaux	
<b>Médecin positif</b>	14	8	22	
<b>Médecin négatif</b>	19	91	110	Kappa
	33	99	132	0,39

#### 4.4.4. Concordance en fonction de l'expérience échographique des internes

Il était demandé aux internes le nombre d'échographies pulmonaires déjà effectuées en se classant parmi trois groupes : moins de 5, de 5 à 25 ou plus de 25 échographies (Figure 16). Dans 30 cas les internes avaient moins de 5 échographies d'expérience. L'analyse de ces patients retrouve un coefficient Kappa de 0.19 ( $p=0.10$ , IC95% [0-0.38]) (Tableau 12).

En analysant le sous-groupe des patients ayant bénéficié d'une échographie par les internes avec une expérience de 5 à 25 échographies, le coefficient de Kappa retrouvé est de 0.70 ( $p=0.10$ , IC95% [0.50-0.90]), soit un accord fort (Tableau 13Tableau 12).

Figure 16 : Expérience en échographie pulmonaire des internes

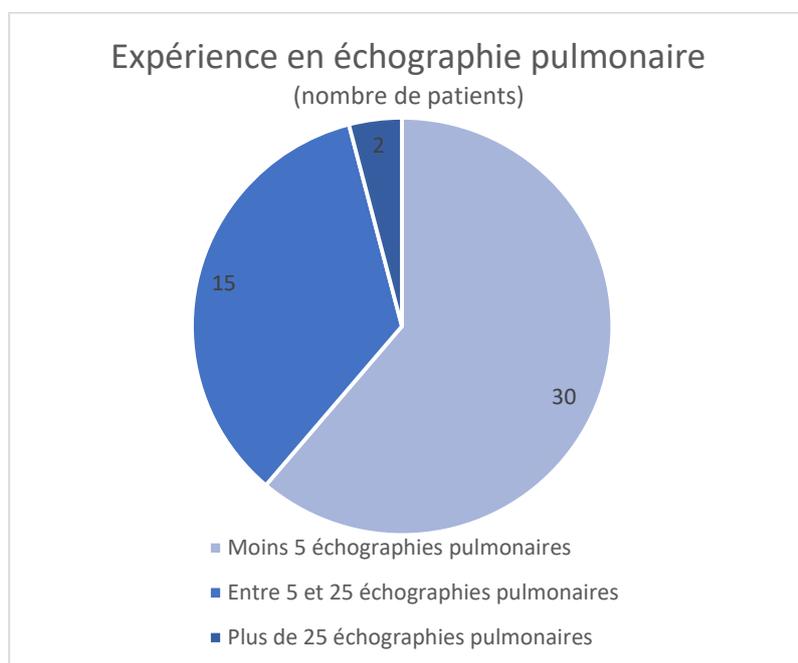


Tableau 12 : tableau de contingence des internes avec <5 échographies d'expérience

**Tableau de contingence : Sous-groupe <5 échographies**

	Interne positif	Interne négatif	Totaux	
<b>Médecin positif</b>	14	19	33	
<b>Médecin négatif</b>	31	116	147	Kappa
	45	135	180	0,19

Tableau 13 : Tableau de contingence des internes avec entre 5 et 25 échographies d'expérience

**Tableau de contingence : Sous-groupe 5-25 échographies**

	Interne positif	Interne négatif	Totaux	
Médecin positif	12	3	15	
Médecin négatif	5	70	75	Kappa
	17	73	90	0,70

**4.4.5. Concordance entre un comité d'experts évaluant la présence d'une pneumonie a posteriori et le diagnostic porté par les internes**

Le comité d'experts a revu tous les dossiers inclus dans l'étude dont les données étaient disponibles, et parmi eux les 47 patients analysés. Dans la majorité des cas, 34 sur 47 patients, l'évaluation diagnostique post-échographique de PAC par les internes était « très probable » (Tableau 14).

Comparé au diagnostic validé par le comité d'experts, le coefficient Kappa qui en découle est de 0.22 ( $p=0,1115$ , IC 95% [0,00-0,42]), ce qui en fait une corrélation faible.

Tableau 14 : Comparaison de la probabilité de PAC post-échographie par les internes avec l'avis du comité d'experts sur les patients inclus

		Avis du comité d'experts				
		Peu probable	Probable	Certain	Totaux	
Probabilité de PAC après échographie	Peu probable	2	0	0	2	
	Probable	5	5	1	11	
	Très probable	9	9	16	34	Kappa
	Totaux	16	14	17	47	0,22

Parmi les 88 dossiers patients, le comité d'experts a revu un total de 68 dossiers correspondant aux patients répondant aux critères d'inclusion et d'exclusion et dont les données d'identification étaient disponibles. Le coefficient de Kappa calculé n'est pas plus élevé avec une valeur de 0,17 ( $p=0,09$ , IC95% [0,0001-0,34]) (Tableau 15).

Tableau 15 : Comparaison de la probabilité de PAC post-échographie par les internes et de l'avis du comité experts sur tous les dossiers disponibles

		Avis du comité d'experts				
		Peu probable	Probable	Certain	Totaux	
Probabilité de PAC après échographie	Peu probable	2	0	0	2	Kappa 0.17
	Probable	13	6	1	20	
	Très probable	13	12	21	46	
	Totaux	28	18	22	68	

D'autre part, nous avons recherché l'existence d'un lien entre la visualisation d'une condensation par les internes et le diagnostic de PAC validé par le comité d'experts (Tableau 16). Environ 80% des patients inclus ont été décrits comme ayant une condensation (37/47 patients). Il n'y a pas d'association significative avec le diagnostic de pneumonie par le comité d'experts selon le test exact de Fischer ( $p=0.21$ ).

En considérant l'avis du comité d'experts sur le diagnostic de PAC « probable » et « certain » comme diagnostic positif, la valeur prédictive positive est de 73% et la valeur prédictive négative de 60%. Les valeurs de la sensibilité et spécificité sont respectivement de 87% et 37%.

Tableau 16 : Comparaison de l'avis du comité d'experts sur la probabilité de PAC et des condensations retrouvées

		Avis du comité d'experts				
		Peu probable	Probable	Certain	Totaux	
Condensation visualisée par les internes	Pas de condensation	6	2	2	10	Fisher $p=0,21$
	Condensation(s)	10	12	15	37	
	Totaux	16	14	17	47	

Parallèlement, en comparant les échographies réalisées par les médecins expérimentés et l'avis du comité d'experts (Tableau 17), la valeur prédictive positive calculée est de 79% et la valeur prédictive négative de 64%. On retrouve aussi une sensibilité et spécificité de 84% et 56% respectivement. L'analyse Fisher sur ces données retrouve un  $p=0,02$ .

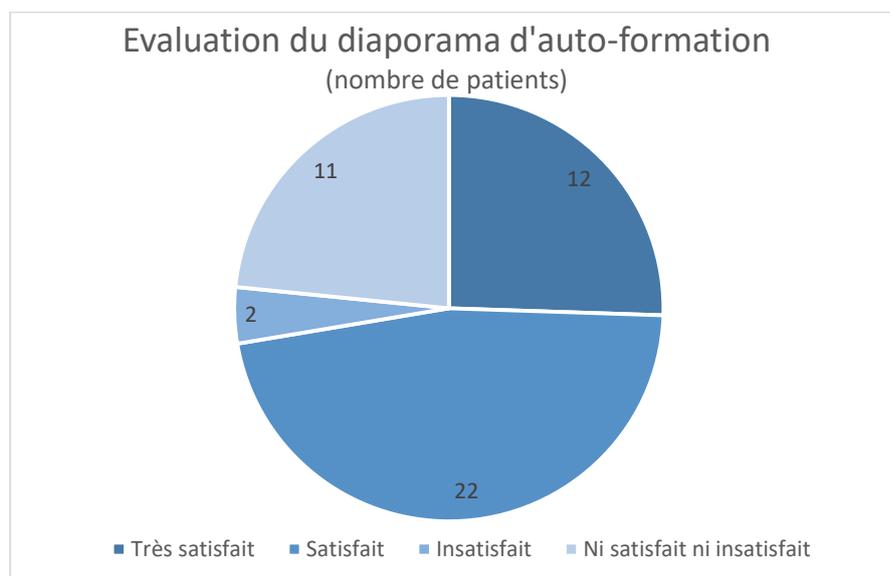
Tableau 17 : comparaison de la probabilité de PAC par le comité d'experts et les condensations retrouvées par les médecins expérimentés

		Avis du comité d'experts				Fisher p=0.02
		Peu probable	Probable	Certaine	Totaux	
Condensation visualisée par les médecins expérimentés	Pas de condensation	9	2	3	14	
	Condensation(s)	7	12	14	33	
	Totaux	16	14	17	47	

#### 4.4.6. Satisfaction et difficultés des internes

La satisfaction des internes était recueillie dans le questionnaire et ils étaient en général satisfaits de cette formation brève (Figure 17) : 12 étaient « très satisfaits » et 22 étaient « satisfaits ».

Figure 17 : diagramme d'évaluation du diaporama d'auto-formation (nombres en valeur absolue)



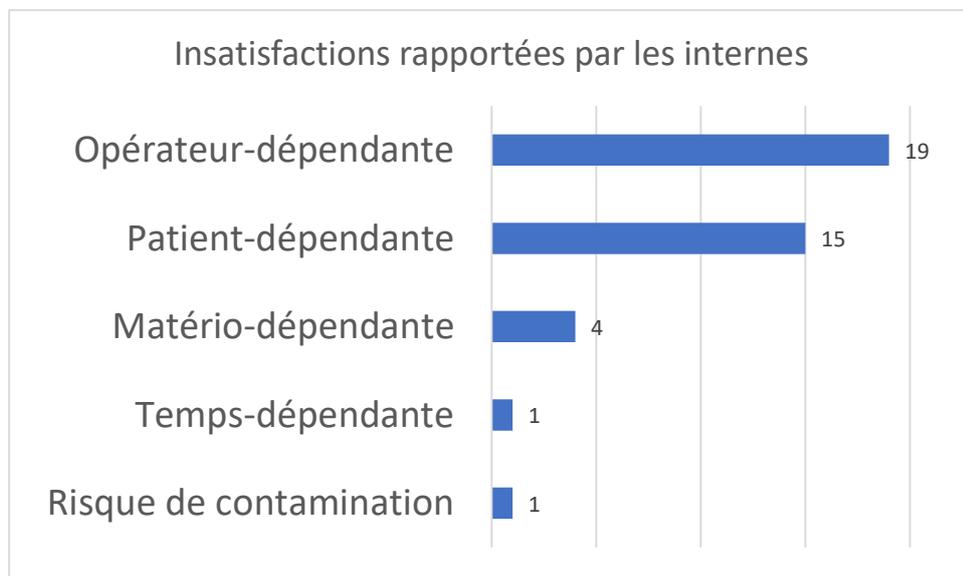
Le questionnaire permettait aux opérateurs de relater les difficultés rencontrées durant le recueil des images (Figure 18).

Il a été rapporté les difficultés de recueil des images suivantes :

- Opérateur-dépendantes : elles étaient liées aux auto-insatisfactions de l'interne, « manque d'expérience », « difficulté à reconnaître les lésions pathologiques », « repères anatomiques non retrouvés ».
- Patient-dépendantes : positionnement du patient et faisabilité des images, « patient en surpoids », « fatigue du patient ».
- Matériel-dépendantes : en lien avec l'appareil d'échographie et son paramétrage.

- Temps-dépendantes : insatisfaction en rapport avec la durée nécessaire pour réaliser l'échographie.

Figure 18 : diagramme des sujets d'insatisfactions rapportés



## **5. DISCUSSION**

Dans cette étude, il existe donc un accord faible entre les internes novices et les médecins expérimentés au vu des résultats du critère principal : identification d'une condensation pulmonaire chez des patients ayant une suspicion de PAC après démarche diagnostique classique. Les analyses secondaires apportent des arguments supplémentaires à une plus large utilisation de l'échographie au sein du service des urgences. Cependant plusieurs éléments sont à discuter sur les résultats obtenus et sur leur validité externe.

### **5.1. Méthode et recueil des données**

#### **5.1.1. Discussion des critères d'inclusion**

Les critères cliniques étaient des critères classiques de la description de PAC et répondaient aux différentes définitions retrouvées dans la littérature (1,10,54).

La population de patients cible était les patients pour lesquels on évoquait le diagnostic de pneumonie aiguë communautaire à l'issue d'une démarche habituelle clinico-bio-radiologique. L'analyse de la radiographie pulmonaire pouvait fortement influencer l'interne et sa capacité à évaluer la présence ou non d'une condensation à l'échographie.

#### **5.1.2. Inclusions pendant la pandémie COVID**

Pendant toute la durée de l'étude, la pandémie COVID a fortement perturbé les inclusions et le protocole de l'étude. La décision a été prise au moment de la pandémie d'exclure les patients avec un diagnostic de COVID ou une forte suspicion clinique.

Plusieurs éléments ont justifié l'exclusion de ces patients. Les mesures d'hygiène mises en place au début de la pandémie ne permettaient pas une utilisation classique de l'échographie dans le service des urgences.

Les études en cours dans le service ont été suspendues durant les deux premiers confinements, période allant de mars à décembre 2020. Très peu de patients ont été inclus pendant cette période.

Les pneumopathies dues au SARS-Cov2 n'engendraient pas ou peu de condensation pulmonaire, qui était notre lésion d'intérêt dans cette étude. De plus, on observait peu de

surinfections bactériennes avec condensation dans l'infection par le SARS-CoV2 comme on peut le voir plus souvent pour les infections par le virus de la grippe (55).

### **5.1.3. Discussion de la formation**

L'auto-formation théorique brève n'a pas été évaluée en elle-même. Une évaluation pré et post-formation aurait peut-être permis de s'assurer de la qualité, efficacité et pertinence de cette formation dans ce contexte. La formation avait pour objectif d'énoncer les principes de bases d'utilisation et de reconnaissance des lésions pulmonaires, comme évoqué dans les recommandations d'enseignement (56).

La formation courte a été adaptée lors de la mise à disposition de nouveaux appareils d'échographie durant l'hiver 2019-2020. Dans la littérature, les études concernant l'évaluation de l'échographie pulmonaire avaient en général des formations à l'échographie plus longues, et comprenaient souvent une partie pratique en plus d'une partie théorique (Tableau 18figu).

### **5.1.4. Recueil d'imagerie et difficultés rencontrées**

Il est à noter qu'aucun questionnaire pour évaluer la difficulté des opérateurs médecin expert n'était disponible. Certaines difficultés liées au patient pourraient avoir eu une influence sur le résultat final avec des difficultés non inhérentes à la formation ou la capacité des internes en échographie. La faisabilité de l'échographie est un élément qui a été pris en compte dans plusieurs études (33,49), un retour des médecins expérimentés sur la question aurait été pertinent.

## **5.2. Discussion de la distribution des patients**

Peu de patients ont été inclus malgré la longueur de la durée d'inclusion. La pandémie COVID ayant entraîné avec elle des impossibilités d'inclusion par mesure d'hygiène et l'arrêt de recueil de données scientifiques expliquent en partie le faible nombre de patients recrutés. Les critères semblaient pourtant peu restrictifs (3.2) et auraient pu être décrits comme trop larges. Il est à noter aussi la possible difficulté pour des internes de première année de pouvoir libérer du temps aux urgences pour inclure les patients.

Les patients étaient à 51% des hommes, pour la plupart issus d'une population gériatrique, qui est plutôt représentative de la population habituelle aux urgences (34,57). La majorité

ne présentait pas d'antécédent pulmonaire significatif (Tableau 5), interférant peu avec la reconnaissance de la condensation pulmonaire.

Dans les caractéristiques cliniques, nous avons pu noter le grand nombre de patients oxygéo-requérants (Tableau 6). Cela montre la présence d'une population d'intérêt économique : les patients potentiellement hospitalisés. Une autre donnée intéressante est le faible nombre de patients avec un foyer clinique unilatéral (18/47 patients) : cet aspect clinique seul ne semble pas avoir été un élément déterminant dans la suspicion de pneumonie, comme rapporté dans de nombreuses études (16–18).

### **5.3. Internes et médecins experts**

Notre étude évaluait des internes novices en échographie pulmonaire, ce qui n'a pas été rapporté dans la littérature jusque-là.

Les internes qui effectuaient les échographies pouvaient être des internes de toute spécialité effectuant des gardes aux urgences. La capacité à identifier une PAC et à réaliser une échographie par les différents internes selon leur spécialité pouvait influencer sur le résultat.

La majorité étaient des internes de médecine générale ou de médecine d'urgence. Neuf inclusions sur 49 ont été effectuées par des internes d'autres spécialités (Annexe 8). La majorité avaient plus d'un an d'internat (5/9), mais étaient souvent novices en échographie (7/9 avec <5 échographies d'expérience). Cela semble plutôt répondre aux critères préalablement établis.

Les médecins experts étaient pour leur part peu nombreux (3) mais ils répondaient aux critères de choix initiaux : titulaires du diplôme universitaire d'échographie clinique et une expérience de minimum trois ans d'échographie pulmonaire clinique. Cela avait pour principal avantage de réduire la variabilité inter-individuelle, comme fait pour de nombreuses études diagnostiques (Tableau 18).

### **5.4. Discussion des résultats du critère de jugement principal**

On remarque que les zones avec le plus de condensation décrite sont les zones postérieures et notamment la zone postérieure droite (Figure 11). Cette zone est la plus souvent affectée

par les pneumopathies d'inhalation. Cela semble en lien avec l'âge avancé des patients inclus, la population gériatrique étant très étudiée dans le domaine (58,59).

Les internes ont identifié plus de condensations que les médecins experts (68 versus 52). En analysant les données, il est apparu que les internes décrivaient les condensations visualisées sur des zones plus larges que celles des médecins experts. Par exemple, l'interne décrivait une condensation en postérieur droit et latéral droit, et le médecin expert décrivait une condensation en postérieur droit uniquement. Cela peut être expliqué par une formation insuffisante, ou des difficultés de mobilisation du patient qui font différencier les zones reconnues.

La reconnaissance des condensations pulmonaires par les internes par rapport aux médecins experts rapporte un accord faible sur l'ensemble des données exploitables (Tableau 8). La difficulté de précision à reconnaître une condensation pour chaque zone spécifique peut être en lien avec ce résultat.

L'accord faible concernant le critère principal peut aussi être expliqué par un petit effectif, qui est inférieur au nombre de sujets nécessaires (47 patients). Un effectif plus grand aurait peut-être permis de s'affranchir des incertitudes statistiques et d'augmenter la significativité. Une autre explication peut être le nombre important d'internes utilisant l'échographie pulmonaire pour la première fois ou quasiment (30/47 avec moins de 5 échographies d'expérience).

## **5.5. Discussion des critères secondaires**

### **5.5.1. Durée nécessaire pour effectuer l'échographie**

On remarque une grande variabilité de l'estimation du temps mis avec un écart type à 10 minutes sur un temps moyen de 18 minutes 45 secondes. De plus, lorsque l'on regarde les temps rapportés par les internes on remarque que les plus grands effectifs sont sur les nombres « charnières » (Figure 12) : « 10 », « 15 », « 20 ». Le fait d'avoir demandé de rapporter soi-même le temps ne permet probablement pas d'avoir de mesure précise.

La durée nécessaire pour effectuer l'échographie par les médecins expérimentés (en moyenne 5 minutes 36 secondes) est en accord avec les résultats de Cortelaro et al (60). D'autres études retrouvent des durées entre 7 et 13 minutes (61).

### **5.5.2. Analyse selon l'expérience échographique des internes**

Nous avons observé une grande concordance dans le sous-groupe des internes en fonction de leur expérience en échographie.

Trois groupes étaient décrits concernant l'expérience des internes en échographies : ceux ayant effectué moins de 5 échographies, ceux en ayant effectué entre 5 et 25 et ceux ayant réalisé plus de 25 échographies. Le groupe de 5 à 25 échographies peut être considéré comme novice, la formation en médecine d'urgence recommandant une supervision de 15 à 50 échographies (62).

La performance diagnostique satisfaisante est obtenue en FAST-Echo après formation théorique de 8 heures associée à la pratique de 30 à 63 échographies (63,64). Dans une autre étude d'utilisation multiple de l'échographie, une formation théorique seule de 10 heures était nécessaire (65). Le document de la Société Française de Médecine d'Urgence (SFMU) sur l'échographie clinique d'urgence de 2013 retient pour une mono-compétence en niveau 1 une formation théorique de 4 à 8h et une pratique initiale contrôlée de minimum 15 échographies (62).

Et plus proche de notre thème, dans une thèse toulousaine de 2015, des résultats de faible puissance rapportent qu'après une formation à l'échographie pulmonaire théorique et une pratique courte de 10 échographies, des cliniciens urgentistes novices peuvent atteindre un taux de précision satisfaisant dans le diagnostic d'une dyspnée (66). L'étude de See et al de 2016 corrobore ces résultats avec un taux de précision satisfaisant après 10 échographies chez des échographistes novices en échographie pulmonaire (48).

Il semble donc que nos sous-groupes étaient trop larges, et ne nous ont pas permis d'isoler une population entre 5 et 15 échographies qui aurait été intéressante. Nous n'avons pas retrouvé dans la littérature d'étude analysant uniquement les condensations pulmonaires par des novices en échographie pulmonaire.

### **5.5.3. Performance diagnostique : comparaison avec diagnostic validé par comité d'experts**

Les résultats comparés ne retrouvent pas une bonne concordance diagnostique entre les internes et le comité d'experts (Tableau 14), avec un accord faible. Pour tenter de s'affranchir au maximum de l'effet statistique des petits effectifs, nous avons analysé le

plus de dossiers possibles, ce qui ne permet pas d'obtenir un coefficient de Kappa plus satisfaisant (Tableau 15). Nous n'avons pas recueilli de probabilité diagnostique des médecins expérimentés, qui n'intervenaient pas dans la prise en charge mais uniquement pour la validation d'une condensation. Cette étude n'avait pas pour objectif d'étudier la performance diagnostique des opérateurs, cela a été fait notamment dans l'étude de Javaudin et al (57).

D'autre part, nous avons analysé le lien entre les condensations pulmonaires retrouvées par les échographistes et le diagnostic final par le comité d'experts. Dans la littérature les images échographiques spécifiques des lésions de PAC sont sujet à débat : condensation uni- ou bilatérale, avec ou sans bronchogramme aérique, avec ou sans syndrome interstitiel unilatéral (Tableau 18). Une étude de Sultan et al récente confirme le lien positif entre la visualisation d'une condensation échographique et la présence d'une pneumonie, tandis que la visualisation de lignes A est significativement associée à l'absence de pneumonie (67). Dans cette étude on ne retrouve aucune corrélation significative positive ou négative entre la présence ou l'absence de lignes B à l'échographie et le diagnostic de pneumonie. Dans l'échographie pulmonaire spécialisée, une étude récente a confirmé l'aspect discriminant du bronchogramme aérien dynamique pour différencier la pneumonie de l'atélectasie (68,69).

La comparaison entre l'avis du comité d'experts et le diagnostic de condensation par les internes ne retrouve pas de significativité (Tableau 16), à l'inverse de celle des médecins expérimentés (Tableau 17). Pour l'analyse des résultats, les effectifs attendus sous l'hypothèse nulle étaient inférieurs à 5, ce qui nous a contraint à utiliser le Test de Fisher. Les internes ont décrit une majorité de patients inclus avec une condensation, 37/47 patients. On peut remarquer que les médecins expérimentés ont relevé moins de patients avec condensation unilatérale que les internes, soit 31/47 patients. La différence entre les internes et les médecins se situe principalement sur les diagnostics « peu probable » du comité d'experts. Il est possible que les internes après avoir suspecté une pneumonie clinico-bio-radiologique, soient moins critiques sur la possibilité d'un diagnostic différentiel (biais de confirmation).

Tableau 18 : caractéristiques des études cliniques sur le sujet

Etude	Année	Cadre	Nombre de patients	Critères d'inclusion	Opérateur de l'échographie	Entraînement	Diagnostic échographique	Référence (Gold-standard)	Prévalence pneumonie	Conclusion
<b>Parlamento (70)</b>	2009	Urgences	49	Suspicion de PAC	1 médecin expert	10 ans d'expérience en échographie pulmonaire	Condensation sous-pleurale	Scanner thoracique ou radiographie thoracique	65%	Se=97% ; NA
<b>Cortellaro (60)</b>	2012	Urgences	120	Suspicion de PAC	1 médecin expert	NA	Condensation sous-pleurale, syndrome interstitiel focal	Diagnostic final retenu	68%	Se=98% ; Sp=95%
<b>Unluer (71)</b>	2013	Urgences	72	Dyspnée	3 urgentistes	3h théoriques, 3h pratiques	Condensation avec bronchogramme aérique, Lignes B unilatérales	Scanner thoracique ou radiographie thoracique	39%	Se=96% ; Sp=84% ; VPP=79% ; VPN=97%
<b>Bourcier (72)</b>	2014	Urgences	144	Suspicion de PAC	10 urgentistes	2 jours théoriques et pratique, entraînement selon recommandations américaines	Syndrome alvéolo-interstitiel uni ou bilatéral avec bronchogramme aérique dynamique	Scanner thoracique, révision de dossier par senior	85%	Se=95% ; Sp=57% ; VPP=93% ; VPN=67%
<b>Liu (73)</b>	2015	Urgences	179	Suspicion de PAC	3 urgentistes	28h théoriques selon recommandations américaines et 50 échographies	Condensation ; lignes B focales ; lésion sous-pleurale ; anomalie pleurale	Scanner thoracique systématique	57%	Se=95% ; Sp 99% ; "accuracy" 96%
<b>Nazerian (44)</b>	2015	Urgences	285	Suspicion de PAC nécessitant un scanner thoracique	4 urgentistes ou internistes et 4 internes (2 urgentistes et 2 internistes)	5 ans d'expériences pour les médecins, 1 an pour les internes	Condensation avec bronchogramme aérique dynamique, lignes B focales avec points hyperéchogènes	Scanner thoracique systématique	31%	Se=83% ; Sp=96% ; VPP=89% ; VPN=93%
<b>Pagano (74)</b>	2015	Urgences	105	Suspicion de PAC	5 urgentistes	2 ans d'expérience	Condensation avec bronchogramme aérique, Lignes B unilatérales	Scanner thoracique si incertitude	64%	Se=99% ; Sp=65% ; VPP=84% ; VPN=96%
<b>Ticinesi (58)</b>	2016	Médecine aigüe gériatrique	169	Suspicion de PAC	3 urgentistes ou internistes	1 an d'expérience ; niveau 1 d'entraînement selon recommandations européennes	Condensation et bronchogramme aérique	Comité d'adjudication composé de plusieurs médecins de différentes spécialités	57%	Se=92% ; Sp=94% ; VPP=95% ; VPN 95%
<b>Amatya (51)</b>	2018	Urgences	62	Suspicion de PAC	4 urgentistes et internes	1h théorique et 1 semaine de pratique	Condensation, lignes B unilatérales	Scanner thoracique si incertitude	71%	Se=91% ; Sp=61% ; VPP=85% ; VPN=73%
<b>Karimi (75)</b>	2019	Urgences	280	Suspicion de PAC	Internes supervisés	NA	non précisé	Scanner thoracique systématique	NA	Se=94% ; NA

<b>Unlukaplan (76)</b>	2020	Urgences	125	Suspicion de PAC au scanner thoracique	Urgentistes (Nombre?)	Entraînement 'Basic and Advanced Ultrasound'	Condensation avec bronchogramme aérique	Scanner thoracique systématique	NA	Se=78% ; NA
<b>Linsalata (59)</b>	2020	Médecine aigue gériatrique	132	Suspicion de PAC	2 médecins	1 an d'expérience	Condensation avec bronchogramme aérique dynamique	Scanner thoracique si incertitude	71%	Se=95% ; Sp 82%; VPP 93%; VPN 86%; "accuracy" 91%
<b>Javaudin (33)</b>	2021	Urgences	142	Suspicion de PAC	13 Urgentistes : 4 débutants / 4 expérimentés / 5 experts	Débutant (moins de 30 échographies), expérimenté (30-100), expert (+100)	1+ condensation, lignes B unilatérales	Comité d'adjudication composé de plusieurs médecins de différentes spécialités	65%	Accord total à 77%, kappa 0,61
<b>Rodriguez-C (77)</b>	2022	soins primaires (médecine générale)	82	Suspicion de PAC	28 médecins (21 médecins, 7 pédiatres)	40h du « Madrid Health System's basic », the Logiq F6 ; the Logiq C5 Premium ; the MicroMaxx	1+ condensation, lignes B unilatérales	Radiographie thoracique relue par radiologiste	50%	Se= 88% ; Sp=59% ; VPP=68% ; VPN 83%
<b>PLUSNULS</b>	2022	Urgences	47	Suspicion de PAC	47 internes	Formation théorique flash	Condensation	Comité d'experts	66%	Se=71% ; Sp=44% ; VPP=72% ; VPN=47%

Légende : « 1+ » : au moins une, PAC : Pneumonie aiguë communautaire, Se : Sensibilité, Sp : spécificité, VPP : Valeur Prédicte Positive, VPN : Valeur Prédicte Positive, p : Dérivation standard, NA : Non applicable

## **6. CONCLUSION**

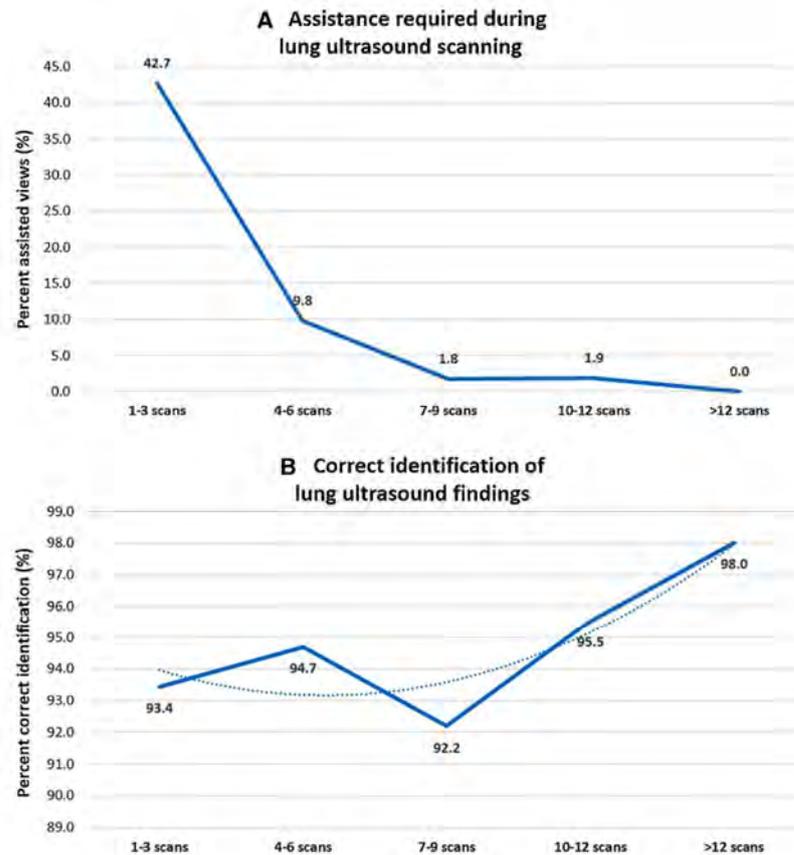
**Au total, les résultats de cette étude réalisée aux urgences ne nous permettent pas d'affirmer une bonne corrélation entre des internes novices en échographie, autoformés avec un tutoriel filmé et des médecins experts pour la détection de condensations pulmonaires à l'échographie. La formation nécessaire était probablement insuffisante et il persiste une incertitude quant à son efficacité. Cependant, les résultats semblent montrer qu'une expérience en échographie de 5 à 25 échographies permettrait d'avoir une concordance satisfaisante.**

**Un travail futur pourrait associer un enseignement court dans le cadre d'une formation comprise dans le stage aux urgences des internes, comprenant une évaluation, associée à une pratique assistée de 10-15 échographies. Avec un effectif suffisant, ce futur travail pourrait permettre de montrer qu'une formation théorique et pratique courte est susceptible d'avoir des résultats satisfaisants et probablement d'améliorer la probabilité diagnostique de pneumonie aigue communautaire.**

**Cela bénéficierait à un grand nombre de praticiens et aux patients pour un diagnostic plus rapide et plus précis et au système de santé pour la rigueur quant à l'utilisation d'antibiotiques et l'optimisation des coûts.**

## 7. ANNEXES

Annexe 1 : Courbe d'apprentissage échographie pulmonaire selon étude See and al 2016



**Fig. 2** **a** Line chart showing percentage of assisted views during lung ultrasound scanning. **b** Line chart showing percentage of correct identification of lung ultrasound findings (excluding identification of pleural effusion), with a 2nd-order polynomial trend line (2nd-order polynomial trend line added to demonstrate the overall trend)

Annexe 2: Eléments d'orientation diagnostique des Pneumonies Aigues Communautaires (Recommandations Françaises 2011)

<u>Eléments en faveur du pneumocoque</u>	<u>Eléments en faveur des bactéries « atypiques »</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- agent étiologique le plus fréquent chez le sujet <math>\geq 40</math> ans et/ou avec co-morbidité(s) associée(s) ;</li> <li>- début brutal ;</li> <li>- fièvre élevée dès le premier jour ;</li> <li>- malaise général ;</li> <li>- point douloureux thoracique ;</li> <li>- opacité alvéolaire systématisée ;</li> <li>- hyperleucocytose à polynucléaires neutrophiles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- contexte épidémique (notamment pour <i>Mycoplasma pneumoniae</i>) ;</li> <li>- début progressif en 2 à 3 jours.</li> </ul>
	<p><u>Eléments en faveur d'une légionellose</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- contexte épidémique ou « situation à risque » (voyage, thermes, exposition à de l'eau en aérosol contaminée...) ;</li> <li>- co-morbidité(s) fréquente(s) ;</li> <li>- tableau clinique évocateur (1/3 des cas) avec pneumonie d'allure sévère, début progressif, sans signe ORL, pouls dissocié, atteinte souvent bilatérale ;</li> <li>- présence de signes extra-thoraciques : digestifs (douleurs abdominales, vomissements, diarrhée), neurologiques (troubles de la conscience, céphalées, myalgies) ;</li> <li>- échec des Bêta-lactamines actives sur le pneumocoque.</li> </ul>

Annexe 3 Diaporama auto-formation des internes

## PLUSNULS



Utilisation de l'échographie pulmonaire pour le diagnostic des pneumopathies aiguës communautaires aux urgences de Nantes par des internes de médecine après une auto-formation brève : performances diagnostiques.

### Le lien vers le questionnaire (Ctrl+clic) :

<https://sphinx.chu-nantes.fr/v4/5/evc1vo>

#### Démarche à suivre pour inclure un patient dans l'étude PLUS NULS

- 1ère étape : Prendre connaissance du diaporama de présentation ci-dessous o 2 min
- 2ème étape : Coller une étiquette sur la feuille dédiée pour avoir le N° patient (pochette jaune identifiée PLUS NULS avec les autres études en cours). o 2 min
- 3ème étape : Faire l'échographie pulmonaire. o 3 min
- 4ème étape : Remplir le questionnaire en ligne (lien vers le questionnaire : <https://sphinx.chu-nantes.fr/v4/5/evc1vo>) o 2 min
- 5ème étape : Envoyer un mail à "am.kadi@chu-nantes.fr" en indiquant que vous avez fait l'écho du patient avec son nom, prénom et numéro du patient.

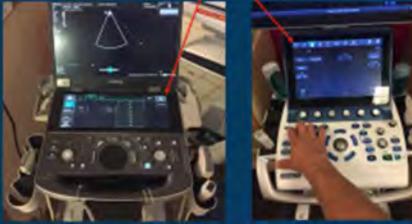
#### Sur les échographes des urgences :

*Revenir l'appareil*



#### Sur les échographes des urgences :

*Sélectionner les informations de patient*



#### Sur les échographes des urgences :

*Choisissez votre examen et un réglage adapté au patient*



#### Sur les échographes des urgences :

*Prenez l'image que vous voulez conserver*



#### Sur les échographes des urgences :

*Appuyez sur « Acquis » ou « Store » pour l'enregistrer*



#### Sur les échographes des urgences :

*N'oubliez pas de terminer votre examen en appuyant sur « Stop »*



Les deux types de sondes à utiliser :



Sonde haute fréquence - superficielle ou Sonde basse fréquence - abdominale

## Rappels généraux

Positionner sa sonde



Au total 6 images à enregistrer dans les zones: 1, 2, 3, 1', 2' et 3'

Poumon normal

Glissement pleural + lignes A



ULTRASOUNDIDIOTS.COM

Si vous ne visualisez pas ce GIF (GifClic): appuyez sur le bouton 1/0

Lignes A

Réverbération de la ligne pleuro-aérienne, qui provoque une image en miroir de l'onde entre la sonde et l'interface pleuro-aérienne



A lines

Si vous ne visualisez pas ce GIF (GifClic): appuyez sur le bouton 1/0

Lignes B

« en queue de comète », nécessite de la ligne pleurale, le suit, et se prolonge dans le fond pulmonaire sans épaississement.



Si vous ne visualisez pas ce GIF (GifClic): appuyez sur le bouton 1/0

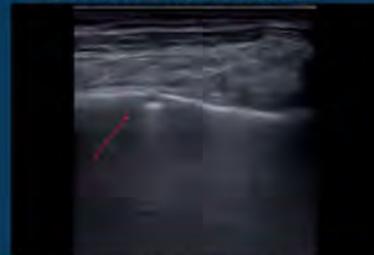
Le sujet normal présente :

- Un glissement pleural
- Des lignes A majoritaires associées à ce glissement
- Des lignes B absentes ou alors confinées aux bases et peu nombreuses (< 3-4 par champs)

La condensation, consolidation alvéolaire :

- Plus fréquemment visibles dans les zones d'analyse thoracique postérieures.
- Image d'allure tissulaire, hypodense.
- = hépatisée =
- Limite profonde irrégulière en marche d'escalier = shred sign =
- Présence de bronchogrammes aériques : multiples zones hyperéchogènes au sein de la zone de condensation. Ils sont dit « dynamiques » lorsqu'ils s'épaississent à l'inspiration (permet de faire la différence avec l'atélectasie).

Condensation alvéolaire sous pleurale



Si vous ne visualisez pas ce GIF (GifClic): appuyez sur le bouton 1/0

Condensation alvéolaire avec bronchogramme aérien



Si vous ne visualisez pas ce GIF (GifClic): appuyez sur le bouton 1/0





Formulaire de recueil pour les internes

PLUS NULS

Service des urgences

Bonjour à toutes et à tous, chers collègues néophytes de l'échographie pulmonaire.

Je vous remercie de participer à ma thèse en remplissant ce questionnaire.

Je vous ai créé un dossier sur le bureau dans lequel se trouve la vidéo expliquant comment faire une échographie pulmonaire et mon powerpoint de présentation de l'étude où y est inscrit également l'ensemble des rappels essentiels à la réalisation de l'échographie pulmonaire.

Ce test est conçu pour être réalisé rapidement, en complète autonomie, il ne vous prendra seulement que quelques minutes.

Merci pour votre participation, je vous souhaite à toutes et à tous une bonne progression en échographie pulmonaire.

Numéro du patient :

← Précédent | Suivant →



Formulaire de recueil pour les internes



Formulaire de recueil pour les internes

Pour mieux vous connaître :

DES :

- Interne de médecine générale
- Interne de médecine d'urgence (y compris les DESC de MU)
- Interne d'une autre spécialité

Année d'internat :

- 1ère année d'internat
- 2ème année d'internat
- 3ème année d'internat
- 4ème année d'internat

Expérience en échographie pulmonaire :

- Moins de 5 échographies pulmonaires
- Entre 5 et 25 échographies pulmonaires
- Plus de 25 échographies pulmonaires

← Précédent | Suivant →



Formulaire de recueil pour les internes

Le patient :

Quel(s) symptôme(s) présente le patient ?

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Dyspnée                           | <input type="checkbox"/> Toux                                     |
| <input type="checkbox"/> Expectations                      | <input type="checkbox"/> Douleur thoracique latéralisée           |
| <input type="checkbox"/> Signes de lutte respiratoire      | <input type="checkbox"/> Oxygène-requérance                       |
| <input type="checkbox"/> Foyer de crépitation unilatéral   | <input type="checkbox"/> Turgescence jugulaire                    |
| <input type="checkbox"/> Reflux hépatogène-jugulaire       | <input type="checkbox"/> Œdèmes des membres inférieurs bilatéraux |
| <input type="checkbox"/> Foyers de crépitations bilatéraux | <input type="checkbox"/> Syndrome pleural                         |
| <input type="checkbox"/> Aucun de ces signes               | <input type="checkbox"/> Autre                                    |

Existe-t-il un syndrome infectieux ?

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Hyperthermie > 38 °C                | <input type="checkbox"/> Hypothermie < 35,5 °C         |
| <input type="checkbox"/> Frissons                            | <input type="checkbox"/> Sueurs                        |
| <input type="checkbox"/> Tachycardie (Fc > 90/min)           | <input type="checkbox"/> Hypotension artérielle        |
| <input type="checkbox"/> Asthénie (avec anamnèse compatible) | <input type="checkbox"/> Hyperleucocytose (> 10 G/l)   |
| <input type="checkbox"/> Leucopénie (< 4 G/l)                | <input type="checkbox"/> Neutrophilie (> 7 G/l)        |
| <input type="checkbox"/> Neutropénie (< 1,5 G/l)             | <input type="checkbox"/> Thrombocytose (> 400 G/l)     |
| <input type="checkbox"/> CRP > 5 mg/l                        | <input type="checkbox"/> Hyperfibrinogénémié (> 4 g/l) |
| <input type="checkbox"/> Aucun de ces signes                 | <input type="checkbox"/> Autre                         |

Radiographie thoracique :

Antécédents thoraciques connus susceptibles de laisser des séquelles sur l'imagerie (radiographie ou échographie) ?

- Oui
- Non

Heure d'interprétation radiographie :

(Exemple : 10:54)

La radiographie est-elle de bonne qualité ?

- Oui
- Non

Cette radiographie est-elle normale ?

- Oui
- Non

← Précédent | Suivant →



Formulaire de recueil pour les internes



Formulaire de recueil pour les internes

Le diagnostic de pneumopathie aiguë infectieuse AVANT IMAGERIE est :

-> Très probable quand il existe :

- un syndrome infectieux (fièvre, asthénie, frissons, tachycardie)
- des signes fonctionnels respiratoires (Dyspnée, toux, expectorations, douleur thoracique latéralisée)
- des signes auscultatoires de condensation alvéolaire en foyer
- une radiographie thoracique compatible

-> Peu probable : si on ne retrouve aucun des items précédents

-> Probable si les items "diagnostic très probable" sont incomplets ou s'il existe d'autres diagnostics différentiels

- Très probable
- Probable
- Peu probable

Y-a-t'il une indication théorique à une antibiothérapie ?

- Oui
- Non
- Ne sait pas

← Précédent | Suivant →

Echographie thoracique :

Chaque hémithorax est divisé en 3 localisations :

- antérieures
- latérales
- postérieures

Zones antérieures, latérales et postérieures



Heure du début de réalisation de l'échographie :

Exemple : 09:30

Concernant les zones antérieures de l'hémithorax droit : (cocher si présence)

- Condensation alvéolaire
- Empiement pleural



Formulaire de recueil pour les experts  
en échographie

## PLUS NULS - Expert Echographie

Chères et chers collègues experts de l'échographie pulmonaire,

Je vous remercie de participer à ma thèse en remplissant ce questionnaire. Votre aide est précieuse afin de savoir si tout le monde peut faire de l'échographie pulmonaire pour rechercher les condensations alvéolaires.

Ceci est un questionnaire simplifié permettant de renseigner ce que vous observez à l'échographie pulmonaire du patient pour lequel nous avons besoin de vos services.

Vos résultats seront comparés à ceux des internes ayant réalisé les échographies pulmonaires.

Numéro du patient :



Formulaire de recueil pour les experts  
en échographie

## Echographie thoracique :

Pour une facilité accrue : les deux hémithorax sont séparés en trois zones :  
- une antérieure  
- une latérale  
- une postérieure

**Concernant la zone antérieure de l'hémithorax droit : (cocher si présence)**

- Condensation alvéolaire
- Epanchement pleural
- Lignes B (cocher si 3 ou plus)
- Lignes A
- Absence de glissement pleural

**Concernant la zone latérale de l'hémithorax droit : (cocher si présence)**

- Condensation alvéolaire
- Epanchement pleural
- Lignes B (cocher si 3 ou plus)
- Lignes A
- Absence de glissement pleural

**Concernant la zone postérieure de l'hémithorax droit : (cocher si présence)**

*(Prise de vue en position antérieure)*

**Concernant la zone postérieure de l'hémithorax gauche : (cocher si présence)**

- Condensation alvéolaire
- Epanchement pleural
- Lignes B (cocher si 3 ou plus)
- Lignes A
- Absence de glissement pleural

**Temps estimé à effectuer l'échographie :**

*Attention : temps estimé à partir du moment où vous allez prendre l'appareil d'échographie et le moment où vous l'avez nettoyé et rangé ! Exemple : 00:07 correspond à 7min*

Page de remerciements

Merci pour votre participation à cette enquête !

Vos réponses ont bien été enregistrées.

Annexe 6 : Tableau de contingence interne de première année

Tableau de contingence : interne de première année				
	Interne positif	Interne négatif	Totaux	
Médecin positif	13	12	25	
Médecin négatif	23	120	143	Kappa
	36	132	168	0,30397727

$p = 0.10$ , IC 95% [0.10-0.51]

Annexe 7 : tableaux de corrélation sous-groupe difficulté ressentie

Tableau de contingence : difficulté ressentie 0-3/10				
	Interne positif	Interne négatif	Totaux	
Médecin positif	8	8	16	
Médecin négatif	14	66	80	Kappa
	22	74	96	0,2826087
Tableau de contingence : difficulté ressentie 4-6/10				
	Interne positif	Interne négatif	Totaux	
Médecin positif	14	8	22	
Médecin négatif	19	91	110	Kappa
	33	99	132	0,38636364
Tableau de contingence : difficulté ressentie 7-10/10				
	Interne positif	Interne négatif	Totaux	
Médecin positif	5	6	11	
Médecin négatif	5	38	43	Kappa
	10	44	54	0,35010941

Annexe 8 : tableau descriptif internes de spécialité

2. DES :	3. Année d'internat :	4. Expérience en échographie pulmonaire :
Interne d'une autre spécialité	2ème année d'internat	Moins 5 échographies pulmonaires
Interne d'une autre spécialité	3ème année d'internat	Entre 5 et 25 échographies pulmonaires
Interne d'une autre spécialité	1ère année d'internat	Moins 5 échographies pulmonaires
Interne d'une autre spécialité	1ère année d'internat	Moins 5 échographies pulmonaires
Interne d'une autre spécialité	2ème année d'internat	Moins 5 échographies pulmonaires
Interne d'une autre spécialité	4ème année d'internat	Moins 5 échographies pulmonaires
Interne d'une autre spécialité	1ère année d'internat	Moins 5 échographies pulmonaires
Interne d'une autre spécialité	1ère année d'internat	Moins 5 échographies pulmonaires
Interne d'une autre spécialité	4ème année d'internat	Plus de 25 échographies pulmonaires

Annexe 9 : Comparaison de temps rapporté pour effectuer échographie pulmonaire entre interne et médecin expert

Temps rapporté pour effectuer l'échographie pulmonaire			
Temps en min	Médecin expert	Interne	Différence
0:03	9	1	
0:03	5		
0:04	4		
0:05	16	7	
0:06	6		
0:07	1	1	
0:08	3	3	
0:09		1	
0:10	1	12	
0:11		1	
0:12	1	2	
0:15	3	15	
0:16		2	
0:20		8	
0:25		6	
0:30		12	
0:35		3	
0:40		1	
0:45		1	
Moyenne	00:17:32	00:05:36	00:12:19
Ecart-type	00:09:51	00:03:03	00:10:35

Annexe 10 : autres données recueillies sur les études de sujet similaires

Etude	Année	Age population (moyenne)	Aveugle de la clinique	Matériel	Zones pulmonaires	Analyse
<b>Parlamento</b>	2009	61 ans	non	sonde 3,5-5MHz , Megas CVX	10 zones	Coefficient kappa
<b>Cortellaro</b>	2012	69 ans	oui	Sonde 3,5-5MHz, Esaote Medical Systems	10 zones	NA
<b>Unluer</b>	2013	66 ans	NA	Sonde 3,5MHz, Mindray Biomedical	8 zones	p<0,05 ; IC95%
<b>Bourcier</b>	2014	78 ans	Non, en charge du patient	Sonde 3,5-5 MHz, Sonosite M-Turbo	8 zones	p<0,05 ; IC95%
<b>Liu</b>	2015	72 ans	Non, mais n'était pas en charge du patient	Sonde 3,5-5 MHz, Sonosite M-Turbo	Tous les espaces intercostaux des zones postérieures, latérales et antérieures	chi2; p<0,05
<b>Nazerian</b>	2015	70 ans	NA	sonde 3,5-5 MHz ou 4-8MHz	8 zones	p<0,05 ; IC95%
<b>Pagano</b>	2015	58 ans	NA	Sonde 2 - 5 MHz (C60 SonoSite Micro Maxx)	8 zones	Chi-2, p<0,05, IC95%
<b>Ticinesi</b>	2016	83 ans	Oui	sonde 2-5MHz, Siemens Acuson X300	8 zones	p<0,05, IC95%
<b>Amatya</b>	2018	60 ans	NA	sonde courbe, Sonosite M Turbo (Fujifilm Sonosite, Inc.)	10 zones	NA
<b>Karimi</b>	2019	56 ans	NA	sonde 3,5-5 MHz ou 7,5-10MHz, Samsung HM70A	6 zones	p<0,05, IC95%
<b>Unlukaplan</b>	2020	74 ans	NA	sonde 10MHz	6 zones	NA
<b>Linsalata</b>	2020	85 ans	NA	sonde 3,5 - 5 MHz	8 zones	NA
<b>Javaudin</b>	2021	72 ans	NA	sonde 3,5 - 5 MHz	12 zones	p<0,05 ; IC95% ; Coefficient Kappa
<b>Rodriguez-C</b>	2022	47 ans	NA	Mindray Medical International Limited; General Electric; Sonosite Inc	Tous les espaces intercostaux des zones postérieures, latérales et antérieures	chi2; p<0,05 ; IC 95%
<b>PLUSNULS</b>	2022	71 ans	Non	sonde 3,5-5 MHz ou 7,5-10MHz, Philips CX 50, Mindray ME8, General Electrics Vivid S70N	6 zones	p<0,05 ; IC95% ; Coefficient Kappa

Légende : PAC : Pneumonie aiguë communautaire, Se : Sensibilité, Sp : spécificité, VPP : Valeur Prédictive Positive, VPn : Valeur Prédictive Positive, p : Dérivation standard, NA : Non applicable

1. Chidiac C. Antibiothérapie par voie générale dans les infections respiratoires basses de l'adulte. Pneumonie aiguë communautaire. Exacerbations de bronchopneumopathie chronique obstructive. *Médecine et Maladies Infectieuses*. mai 2011;41(5):221-8.
2. Infections broncho-pulmonaires communautaires de de l'adulte. college des enseignants de pneumologie 2021 [Internet]. [cité 10 avr 2022]. Disponible sur: [http://cep.splf.fr/wp-content/uploads/2021/04/item\\_154\\_Infections-broncho-pulmonaires.pdf](http://cep.splf.fr/wp-content/uploads/2021/04/item_154_Infections-broncho-pulmonaires.pdf)
3. Ferreira-Coimbra J, Sarda C, Rello J. Burden of Community-Acquired Pneumonia and Unmet Clinical Needs. *Adv Ther*. avr 2020;37(4):1302-18.
4. World Health Organization. Global Health Estimates 2020: Deaths by Cause, Age, Sex, by Country and by Region 2000-2019 [Internet]. Geneva, World Health Organization; 2020 [cité 10 avr 2022]. Disponible sur: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/mortality-and-global-health-estimates/ghe-leading-causes-of-death>
5. Partouche H, Lepoutre A, Vaure CB du, Poisson T, Toubiana L, Gilberg S. Incidence of all-cause adult community-acquired pneumonia in primary care settings in France. *Médecine et Maladies Infectieuses*. sept 2018;48(6):389-95.
6. Rello J, Perez A. Precision medicine for the treatment of severe pneumonia in intensive care. *Expert Rev Respir Med*. 2016;10(3):297-316.
7. NGOHOU C. Rapport de données spécial: Patients hospitalisé pour pneumopathie avec passage par les urgences du CHU de Nantes. 2019.
8. Paul L. Pathologie infectieuse en pneumologie. Paris: Ellipses; 1997. 192 p. (Pathologie infectieuse en ...).
9. E P. Maladies infectieuses et tropicales. Paris: Édition Alinéa Plus; 2019. 1 vol. (720 p.).
10. Manchanda R. Prise en charge des infections des voies respiratoires basses de l'adulte immunocompétent. *Revue des Maladies Respiratoires*. sept 2006;23(4):131-40.
11. Lim W, van der Eerden MM, Laing R, Boersma W, Karalus N, Town G, et al. Defining community acquired pneumonia severity on presentation to hospital: an international derivation and validation study. *Thorax*. mai 2003;58(5):377-82.
12. Fine MJ, Auble TE, Yealy DM, Hanusa BH, Weissfeld LA, Singer DE, et al. A prediction rule to identify low-risk patients with community-acquired pneumonia. *N Engl J Med*. 23 janv 1997;336(4):243-50.
13. Berdyev D, Scapin R, Labille C, Lambin L, Fartoukh M. Infections communautaires graves — Les pneumonies aiguës communautaires bactériennes de l'adulte. *Réanimation*. janv 2011;20(S2):566-75.
14. Gilbert K, Gleason PP, Singer DE, Marrie TJ, Coley CM, Obrosky DS, et al. Variations in Antimicrobial Use and Cost in More Than 2,000 Patients with Community-acquired Pneumonia. 1998;11.
15. Glover-Blondeau P s. La pneumonie, fléau d'aujourd'hui. 2009.
16. Metlay JP, Fine MJ. Testing strategies in the initial management of patients with community-acquired pneumonia. *Ann Intern Med*. 21 janv 2003;138(2):109-18.

17. Mayaud C, Fartoukh M, Prigent H, Parrot A, Cadranel J. 07 – Analyse critique et valeurs prédictives des signes de pneumonies aiguës communautaires en médecine ambulatoire. *Médecine et Maladies Infectieuses*. nov 2006;36(11-12):625-35.
18. Delerme S, Ray P. Acute respiratory failure in the elderly: diagnosis and prognosis. *Age Ageing*. mai 2008;37(3):251-7.
19. Chalmers JD, Singanayagam A, Hill AT. C-reactive protein is an independent predictor of severity in community-acquired pneumonia. *Am J Med*. mars 2008;121(3):219-25.
20. Self WH, Balk RA, Grijalva CG, Williams DJ, Zhu Y, Anderson EJ, et al. Procalcitonin as a Marker of Etiology in Adults Hospitalized With Community-Acquired Pneumonia. *Clinical Infectious Diseases*. 15 juill 2017;65(2):183-90.
21. Siljan WW, Holter JC, Michelsen AE, Nymo SH, Lauritzen T, Oppen K, et al. Inflammatory biomarkers are associated with aetiology and predict outcomes in community-acquired pneumonia: results of a 5-year follow-up cohort study. *ERJ Open Research [Internet]*. 1 févr 2019 [cité 15 août 2022];5(1). Disponible sur: <https://openres.ersjournals.com/content/5/1/00014-2019>
22. Long B, Long D, Koyfman A. Emergency Medicine Evaluation of Community-Acquired Pneumonia: History, Examination, Imaging and Laboratory Assessment, and Risk Scores. *J Emerg Med*. nov 2017;53(5):642-52.
23. Lichtenstein DA. Échographie pleuropulmonaire. In: *Imagerie en réanimation [Internet]*. Elsevier; 2007 [cité 13 mai 2021]. p. 113-34. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9782842998219500060>
24. Ferreira D, Grelet T, Besch G. Échographie pleuro-pulmonaire en soins intensifs et en réanimation. *Le Praticien en Anesthésie Réanimation*. févr 2022;26(1):11-9.
25. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Produits de Santé. ANTIBIOTHERAPIE PAR VOIE GENERALE EN PRATIQUE COURANTE AU COURS DES INFECTIONS RESPIRATOIRES BASSES DE L'ADULTE ET DE L'ENFANT. 2005;25.
26. Metlay JP, Waterer GW, Long AC, Anzueto A, Brozek J, Crothers K, et al. Diagnosis and Treatment of Adults with Community-acquired Pneumonia. An Official Clinical Practice Guideline of the American Thoracic Society and Infectious Diseases Society of America. *Am J Respir Crit Care Med*. oct 2019;200(7):e45-67.
27. Lim WS, Baudouin SV, George RC, Hill AT, Jamieson C, Le Jeune I, et al. BTS guidelines for the management of community acquired pneumonia in adults: update 2009. *Thorax*. 1 oct 2009;64(Suppl 3):iii1-55.
28. Metlay JP, Kapoor WN, Fine MJ. Does This Patient Have Community-Acquired Pneumonia?: Diagnosing Pneumonia by History and Physical Examination. *JAMA*. 5 nov 1997;278(17):1440-5.
29. Lichtenstein D, Grenier P. Comparative Diagnostic Performances of Auscultation, Chest Radiography, and Lung Ultrasonography in Acute Respiratory Distress Syndrome. 2004;100(1):7.
30. Staub LJ, Mazzali Biscaro RR, Kaszubowski E, Maurici R. Lung Ultrasound for the Emergency Diagnosis of Pneumonia, Acute Heart Failure, and Exacerbations of Chronic Obstructive

- Pulmonary Disease/Asthma in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *The Journal of Emergency Medicine*. janv 2019;56(1):53-69.
31. Orso D, Guglielmo N, Copetti R. Lung ultrasound in diagnosing pneumonia in the emergency department: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Emergency Medicine*. oct 2018;25(5):312-21.
  32. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of Lung Ultrasound in the Diagnosis of Acute Respiratory Failure\*: The BLUE Protocol. *Chest*. juill 2008;134(1):117-25.
  33. Javaudin F, Marjanovic N, Carvalho H de, Gaborit B, Bastard QL, Boucher E, et al. Contribution of lung ultrasound in diagnosis of community-acquired pneumonia in the emergency department: a prospective multicentre study. *BMJ Open*. 1 sept 2021;11(9):e046849.
  34. Claessens YE, Debray MP, Tubach F, Brun AL, Rammaert B, Hausfater P, et al. Early Chest Computed Tomography Scan to Assist Diagnosis and Guide Treatment Decision for Suspected Community-acquired Pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med*. 15 oct 2015;192(8):974-82.
  35. Llamas-Álvarez AM, Tenza-Lozano EM, Latour-Pérez J. Accuracy of Lung Ultrasonography in the Diagnosis of Pneumonia in Adults. *Chest*. févr 2017;151(2):374-82.
  36. Chavez MA, Shams N, Ellington LE, Naithani N, Gilman RH, Steinhoff MC, et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: a systematic review and meta-analysis. *Respir Res*. 23 avr 2014;15:50.
  37. Laursen CB, Sloth E, Lassen AT, Christensen R dePont, Lambrechtsen J, Madsen PH, et al. Point-of-care ultrasonography in patients admitted with respiratory symptoms: a single-blind, randomised controlled trial. *The Lancet Respiratory Medicine*. août 2014;2(8):638-46.
  38. Garin N, Marti C, Scheffler M, Stirnemann J, Prendki V. Computed tomography scan contribution to the diagnosis of community-acquired pneumonia. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*. mai 2019;25(3):242-8.
  39. Thomas HA, Binder LS, Chapman DM, Kramer DA, LaMantia J, Perina DG, et al. The 2003 Model of the Clinical Practice of Emergency Medicine: The 2005 Update. *Academic Emergency Medicine*. oct 2006;13(10):1070-3.
  40. Ultrasound Guidelines: Emergency, Point-of-Care and Clinical Ultrasound Guidelines in Medicine. *Annals of Emergency Medicine*. mai 2017;69(5):e27-54.
  41. membres de la commission des référentiels de la SFMU, Duchenne J, Martinez M, Rothmann C, Claret PG, Desclefs JP, et al. Premier niveau de compétence pour l'échographie clinique en médecine d'urgence. Recommandations de la Société française de médecine d'urgence par consensus formalisé. *Ann Fr Med Urgence*. juill 2016;6(4):284-95.
  42. Orr K, Hamilton S, Clarke R, Adi M, Gutteridge C, Suresh P, et al. The integration of transabdominal ultrasound simulators into an ultrasound curriculum. *Ultrasound*. 1 févr 2019;27(1):20-30.
  43. Mayo PH, Beaulieu Y, Doelken P, Feller-Kopman D, Harrod C, Kaplan A, et al. American College of Chest Physicians/La Société de Réanimation de Langue Française Statement on Competence in Critical Care Ultrasonography. *Chest*. avr 2009;135(4):1050-60.

44. Nazerian P, Volpicelli G, Vanni S, Gigli C, Betti L, Bartolucci M, et al. Accuracy of lung ultrasound for the diagnosis of consolidations when compared to chest computed tomography. *The American Journal of Emergency Medicine*. mai 2015;33(5):620-5.
45. High discordance of chest x-ray and computed tomography for detection of pulmonary opacities in ED patients: implications for diagnosing pneumonia | Elsevier Enhanced Reader [Internet]. [cité 8 juill 2022]. Disponible sur: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0735675712004639?token=1EF8F30B5393FC40AD10ED8F5E4D8970DB9A5ADBEDA06150B5B1986ACB2B5297FE51D26E8615F60E4BECF68F48505924&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220708142727>
46. Albaum MN, Hill LC, Murphy M, Li YH, Fuhrman CR, Britton CA, et al. Interobserver Reliability of the Chest Radiograph in Community-Acquired Pneumonia. *Chest*. 1 août 1996;110(2):343-50.
47. Campbell SG, Murray DD, Hawass A, Urquhart D, Ackroyd-Stolarz S, Maxwell D. Agreement between emergency physician diagnosis and radiologist reports in patients discharged from an emergency department with community-acquired pneumonia. *Emerg Radiol*. 1 juin 2005;11(4):242-6.
48. See KC, Ong V, Wong SH, Leanda R, Santos J, Taculod J, et al. Lung ultrasound training: curriculum implementation and learning trajectory among respiratory therapists. *Intensive Care Med*. janv 2016;42(1):63-71.
49. Hénin F. Variabilité de l'interprétation des lignes B au cours de l'échographie pulmonaire dans l'évaluation de la dyspnée aiguë dans les services d'accueil des urgences [Internet] [Thèse d'exercice]. [2018-2021, France]: Université de Lille; 2020 [cité 26 juill 2022]. Disponible sur: [https://pepite-depot.univ-lille.fr/LIBRE/Th\\_Medecine/2020/2020LILUM376.pdf](https://pepite-depot.univ-lille.fr/LIBRE/Th_Medecine/2020/2020LILUM376.pdf)
50. Lichtenstein D. Échographie pulmonaire en réanimation et aux urgences. *Réanimation*. déc 2008;17(8):722-30.
51. Amatya Y, Rupp J, Russell FM, Saunders J, Bales B, House DR. Diagnostic use of lung ultrasound compared to chest radiograph for suspected pneumonia in a resource-limited setting. *Int J Emerg Med*. 12 mars 2018;11:8.
52. Cohen J. A Coefficient of Agreement for Nominal Scales. *Educational and Psychological Measurement*. 1 avr 1960;20(1):37-46.
53. Landis JR, Koch GG. The Measurement of Observer Agreement for Categorical Data. *Biometrics*. 1977;33(1):159-74.
54. college des enseignants de pneumologie. Infections broncho-pulmonaires communautaires de l'adulte. college des enseignants de pneumologie 2021. In: 7ème édition du Référentiel du Collège des Enseignants de Pneumologie (CEP) pour la préparation des ECN [Internet]. 5- édition. 2021 [cité 10 avr 2022]. Disponible sur: [http://cep.splf.fr/wp-content/uploads/2021/04/item\\_154\\_Infections-broncho-pulmonaires.pdf](http://cep.splf.fr/wp-content/uploads/2021/04/item_154_Infections-broncho-pulmonaires.pdf)
55. Lansbury L, Lim B, Baskaran V, Lim WS. Co-infections in people with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *J Infect*. août 2020;81(2):266-75.
56. WHO Study group. Training in diagnostic ultrasound : essentials, principles and standards : report of a WHO study group (WHO technical report series ; 875). WHO Technical Report Series. 1998;

57. Boucher E, Le Conte P. Intérêt de l'échographie pulmonaire dans le diagnostic des pneumopathies aigües communautaires: étude pilote [Internet]. Nantes, France; 2017 [cité 30 mai 2022]. Disponible sur: <http://archive.bu.univ-nantes.fr/pollux/show.action?id=2e5c1616-ee00-43bd-a199-98b42fd82a62>
58. Ticinesi A, Lauretani F, Nouvenne A, Mori G, Chiussi G, Maggio M, et al. Lung ultrasound and chest x-ray for detecting pneumonia in an acute geriatric ward. *Medicine (Baltimore)*. 8 juill 2016;95(27):e4153.
59. Linsalata G, Okoye C, Antognoli R, Guarino D, Ravenna V, Orsitto E, et al. Pneumonia Lung Ultrasound Score (PLUS): A New Tool for Detecting Pneumonia in the Oldest Patients. *J Am Geriatr Soc*. déc 2020;68(12):2855-62.
60. Cortellaro F, Colombo S, Coen D, Duca PG. Lung ultrasound is an accurate diagnostic tool for the diagnosis of pneumonia in the emergency department. *Emerg Med J*. 1 janv 2012;29(1):19-23.
61. Testa A, Soldati G, Copetti R, Giannuzzi R, Portale G, Gentiloni-Silveri N. Early recognition of the 2009 pandemic influenza A (H1N1) pneumonia by chest ultrasound. *Crit Care*. 17 févr 2012;16(1):R30.
62. Lapostolle F, Tazarourte K, Perrier C, Pès P, Petrovic T. Échographie en médecine d'urgence : Quel apprentissage ? 2013;23.
63. Gracias VH, Frankel HL, Gupta R, Malcynski J, Gandhi R, Collazzo L, et al. Defining the learning curve for the Focused Abdominal Sonogram for Trauma (FAST) examination: implications for credentialing. *Am Surg*. avr 2001;67(4):364-8.
64. McCarter FD, Luchette FA, Molloy M, Hurst JM, Davis K, Johannigman JA, et al. Institutional and individual learning curves for focused abdominal ultrasound for trauma: cumulative sum analysis. *Ann Surg*. mai 2000;231(5):689-700.
65. Torres-Macho J, Antón-Santos JM, García-Gutierrez I, de Castro-García M, Gámez-Díez S, de la Torre PG, et al. Initial accuracy of bedside ultrasound performed by emergency physicians for multiple indications after a short training period. *The American Journal of Emergency Medicine*. nov 2012;30(9):1943-9.
66. Balen F, Le Gourrière T. Formation des urgentistes à l'échographie pulmonaire [Internet]. Toulouse, France: Université Paul Sabatier, Toulouse 3; 2016 [cité 30 mai 2022]. Disponible sur: <http://thesesante.ups-tlse.fr/1127/>
67. Sultan SR. Association Between Lung Ultrasound Patterns and Pneumonia. *Ultrasound Quarterly*. sept 2022;38(3):246-9.
68. Haaksma ME, Smit JM, Heldeweg MLA, Nooitgedacht JS, de Groot HJ, Jonkman AH, et al. Extended Lung Ultrasound to Differentiate Between Pneumonia and Atelectasis in Critically Ill Patients: A Diagnostic Accuracy Study. *Critical Care Medicine*. mai 2022;50(5):750-9.
69. Lichtenstein D, Mezière G, Seitz J. The Dynamic Air Bronchogram: A Lung Ultrasound Sign of Alveolar Consolidation Ruling Out Atelectasis. *CHEST*. 1 juin 2009;135(6):1421-5.
70. Parlamento S, Copetti R, Di Bartolomeo S. Evaluation of lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in the ED. *The American Journal of Emergency Medicine*. mai 2009;27(4):379-84.

71. Unluer E, Karagoz A, Senturk G, Karaman M, Olow K, Bayata S. Bedside lung ultrasonography for diagnosis of pneumonia. *Hong Kong Journal of Emergency Medicine*. mars 2013;20(2):98-104.
72. Bourcier JE, Paquet J, Seinger M, Gallard E, Redonnet JP, Cheddadi F, et al. Performance comparison of lung ultrasound and chest x-ray for the diagnosis of pneumonia in the ED. *The American Journal of Emergency Medicine*. févr 2014;32(2):115-8.
73. Liu X lei, Lian R, Tao Y kang, Gu C dong, Zhang G qiang. Lung ultrasonography: an effective way to diagnose community-acquired pneumonia. *Emerg Med J*. juin 2015;32(6):433-8.
74. Pagano A, Numis FG, Visone G, Pirozzi C, Masarone M, Olibet M, et al. Lung ultrasound for diagnosis of pneumonia in emergency department. *Intern Emerg Med*. oct 2015;10(7):851-4.
75. Karimi E. Comparing Sensitivity of Ultrasonography and Plain Chest Radiography in Detection of Pneumonia; a Diagnostic Value Study. *Arch Acad Emerg Med*. 22 janv 2019;7(1):e8.
76. Unlukaplan IM, Dogan H, Ozucelik DN. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults. *J Pak Med Assoc*. juin 2020;70(6):989-92.
77. Rodríguez-Contreras FJ, Calvo-Cebrián A, Díaz-Lázaro J, Cruz-Arnés M, León-Vázquez F, Del Carmen Lobón-Agúndez M, et al. Lung Ultrasound Performed by Primary Care Physicians for Clinically Suspected Community-Acquired Pneumonia: A Multicenter Prospective Study. *Ann Fam Med*. juin 2022;20(3):227-36.

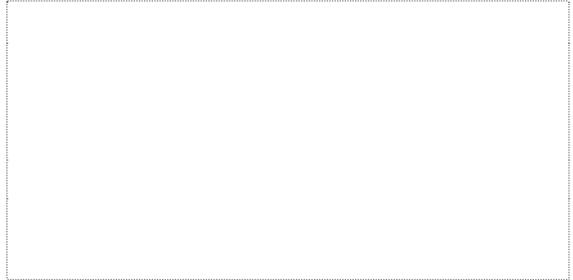
# Liste des tableaux

TABLEAU 1 : PREVALENCE DES SYMPTOMES ET SIGNES A L'ADMISSION EN FONCTION DE L'AGE CHEZ LES SUJETS ATTEINTS DE PAC (RECOMMANDATIONS SPILF 2006, SE BASANT SUR UNE ETUDE DE 1997) .....	9
TABLEAU 2 : CRITERES D'HOSPITALISATION EN REANIMATION (CMIT, E.PILLY 2021).....	10
TABLEAU 3 : ELEMENTS REQUIS POUR LA COMPETENCE EN ECHOGRAPHIE PULMONAIRE (SRLF 2009 (43))	17
TABLEAU 4 : MESURES DE L'ACCORD POUR LES DONNEES QUALITATIVES (LANDIS ET KOLCH 1977 (53)) ...	25
TABLEAU 5 : CARACTERISTIQUES ET ANTECEDENTS DES PATIENTS.....	27
TABLEAU 6 : CARACTERISTIQUES MEDICALES DES PATIENTS AU MOMENT DE L'INCLUSION .....	29
TABLEAU 7 : CARACTERISTIQUES DES INTERNES EFFECTUANT L'ECHOGRAPHIE .....	31
TABLEAU 8 : COMPARAISON DES CONDENSATIONS DETECTEES SUR CHACUNE DES ZONES .....	32
TABLEAU 9 : TABLEAU DE CONTINGENCE DES INTERNES AYANT MIS MOINS DE 15 MINUTES A EFFECTUER L'ECHOGRAPHIE.....	33
TABLEAU 10 : TABLEAU DE CONTINGENCE DES INTERNES AYANT PLUS D'UN AN D'INTERNAT.....	35
TABLEAU 11 : TABLEAU DE CONTINGENCE DES INTERNES AVEC DIFFICULTE RESSENTIE 4-6/10 .....	36
TABLEAU 12 : TABLEAU DE CONTINGENCE DES INTERNES AVEC <5 ECHOGRAPHIES D'EXPERIENCE .....	36
TABLEAU 13 : TABLEAU DE CONTINGENCE DES INTERNES AVEC ENTRE 5 ET 25 ECHOGRAPHIES D'EXPERIENCE .....	37
TABLEAU 14 : COMPARAISON DE LA PROBABILITE DE PAC POST-ECHOGRAPHIE PAR LES INTERNES AVEC L'AVIS DU COMITE D'EXPERTS SUR LES PATIENTS INCLUS.....	37
TABLEAU 15 : COMPARAISON DE LA PROBABILITE DE PAC POST-ECHOGRAPHIE PAR LES INTERNES ET DE L'AVIS DU COMITE EXPERTS SUR TOUS LES DOSSIERS DISPONIBLES .....	38
TABLEAU 16 : COMPARAISON DE L'AVIS DU COMITE D'EXPERTS SUR LA PROBABILITE DE PAC ET DES CONDENSATIONS RETROUVEES.....	38
TABLEAU 17 : COMPARAISON DE LA PROBABILITE DE PAC PAR LE COMITE D'EXPERTS ET LES CONDENSATIONS RETROUVEES PAR LES MEDECINS EXPERIMENTES .....	39
TABLEAU 18 : CARACTERISTIQUES DES ETUDES CLINIQUES SUR LE SUJET .....	47

# Liste des figures

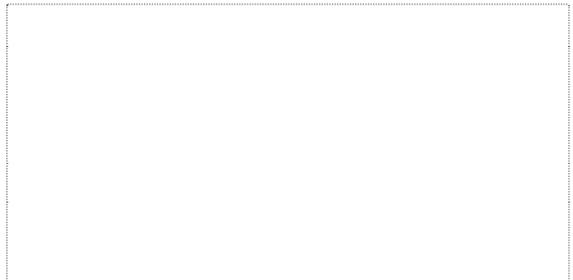
FIGURE 1 : PRISE EN CHARGE AMBULATOIRE OU A L'HOPITAL DES PNEUMONIES COMMUNAUTAIRES (RECOMMANDATIONS SPILF 2011).....	10
FIGURE 2 : LIGNES A EN ECHOGRAPHIE PULMONAIRE .....	12
FIGURE 3 : EPANCHEMENT PLEURAL LIQUIDIEN EN ECHOGRAPHIE PULMONAIRE.....	13
FIGURE 4 : LIGNES B AU NOMBRE DE 6 EN ECHOGRAPHIE PULMONAIRE .....	14
FIGURE 5 : POUMON NORMAL AVEC LIGNES A (A) ET POUMON AVEC CONDENSATION ALVEOLAIRE(C) ET BRONCHOGRAMME AERIQUE EN ECHOGRAPHIE PULMONAIRE .....	15
FIGURE 6 : DIAGRAMME DE FLUX DES PATIENTS INCLUS .....	26
FIGURE 7 : DIAGRAMMES DE DISTRIBUTION DE L'AGE DES PATIENTS, EN SECTEUR (FIGURE 7A) ET SELON UNE PYRAMIDE DES AGES (FIGURE 7B) .....	28
FIGURE 8 : DIAGRAMME DES ANTECEDENTS PULMONAIRES SIGNIFICATIFS.....	28
FIGURE 9 : DIAGRAMME DES SIGNES CLINIQUES ASSOCIES .....	30
FIGURE 10 : DIAGRAMME DE RECONNAISSANCE DES SIGNES EVOCATEURS DU SYNDROME INFECTIEUX .....	30
FIGURE 11 : CONDENSATION RETROUVEE PAR ZONE (ANTERIEURE, POSTERIEURE ET LATERALE POUR CHAQUE POUMON) PAR LES INTERNES (FIGURE 11A) ET PAR LES MEDECINS EXPERIMENTES (FIGURE11B) .....	32
FIGURE 12 : TEMPS ESTIME A EFFECTUER L'ECHOGRAPHIE PAR LES INTERNES.....	33
FIGURE 13 : DIAGRAMME DE COMPARAISON DU TEMPS POUR EFFECTUER L'ECHOGRAPHIE ENTRE MEDECIN EXPERT ET INTERNE .....	34
FIGURE 14 : DIAGRAMME REPRESENTANT LES EFFECTIFS SELON L'ANNEE D'INTERNAT .....	34
FIGURE 15 : DIAGRAMME DE NOTATION DE LA DIFFICULTE D'UTILISATION DE L'ECHOGRAPHE PAR LES INTERNES .....	35
FIGURE 16 : EXPERIENCE EN ECHOGRAPHIE PULMONAIRE DES INTERNES .....	36
FIGURE 17 : DIAGRAMME D'EVALUATION DU DIAPORAMA D'AUTO-FORMATION (NOMBRES EN VALEUR ABSOLUE).....	39
FIGURE 18 : DIAGRAMME DES SUJETS D'INSATISFACTIONS RAPPORTES.....	40

**Vu, le Président du Jury,**  
(tampon et signature)



Titre Prénom NOM

**Vu, le Directeur de Thèse,**  
(tampon et signature)



Titre Prénom NOM

**Vu, le Doyen de la Faculté,**



Professeur Pascale JOLLIET

NOM : KADI

PRENOM : Sami

**Titre de Thèse :** UTILISATION DE L'ÉCHOGRAPHIE PULMONAIRE DANS LE DIAGNOSTIC DE LA PNEUMONIE AIGUË COMMUNAUTAIRE DANS LE SERVICE DES URGENCES DE NANTES PAR DES INTERNES EN MEDECINE APRÈS UNE FORMATION COURTE : ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DIAGNOSTIC, RESULTATS FINAUX

---

RESUME (10 lignes)

INTRODUCTION : La pneumonie aiguë communautaire est une part importante des hospitalisations. L'échographie est intéressante dans le raisonnement diagnostique. La reconnaissance de la condensation pulmonaire par des internes novices n'a pas été étudiée.

METHODES : Les patients ont été inclus de 2019 à 2022 à Nantes aux urgences. Les critères d'inclusions visaient les pneumonies avec condensation pulmonaire. Les échographies ont été comparé à celle de médecins experts.

RESULTATS : Le critère de jugement principal retrouve un coefficient Kappa à 0,34, les critères secondaires rapportent un accord plus important chez internes avec expérience de 5-25 échographies, pas de concordance diagnostique avec comité d'experts.

CONCLUSION : le résultat montre un accord faible, une future étude avec une pratique courte associé à une formation brève semble prometteuse.

---

**MOTS-CLES**

**Pneumonie aiguë communautaire / Urgences / Echographie / Diagnostic / Etudiant**