

**UNIVERSITE DE NANTES**

---

**FACULTE DE MEDECINE**

---

Année : 2019

N° 2020-02

**THESE**

pour le

**DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE**

**MEDECINE GENERALE**

par

Anthony PATRON

né le 21/02/1992 à Nantes

---

Présentée et soutenue publiquement le 14/01/2020

---

UTILISATION DE L'ECHOGRAPHIE PULMONAIRE POUR LE  
DIAGNOSTIC DES PNEUMOPATHIES AIGUËS COMMUNAUTAIRES  
DANS UN SERVICE D'URGENCE PAR DES OPERATEURS NON OU PEU  
EXPERIMENTES APRES UNE FORMATION COURTE : EVALUATION  
DES PERFORMANCES DIAGNOSTIQUES ET ETUDE D'IMPACT  
RESULTATS PRELIMINAIRES

---

Président : Monsieur le Professeur Philippe LE CONTE

Directeur de thèse : Madame le Docteur Amal KENZI

## **Remerciements :**

Au Professeur Philippe Le Conte, pour me faire l'honneur de présider ce jury. Je le remercie de son engagement. Je lui suis reconnaissant de m'avoir mis sur la voie de l'échographie.

Au Docteur Amal Kenzi, pour avoir accepté de diriger et de m'accompagner pour ce travail de thèse. Je la remercie de sa disponibilité, de son profond engagement continu et intense, et de ses nombreux conseils qui m'ont permis de faire ce travail, et de devenir le médecin que je suis.

Au Professeur Éric Batard, qui me fait l'honneur d'accepter de participer à ce jury. Qu'il reçoive ici le témoignage de mon profond respect.

Au Professeur Cyrille Vartanian, qui me fait l'honneur d'accepter de participer à ce jury. Qu'il reçoive ici le témoignage de mon profond respect.

Au Docteur Dominique El Kouri, pour m'avoir donné l'opportunité de travailler dans son service de Médecine Polyvalente.

Au Docteur Virginie Pinaud, pour sa disponibilité, sa réactivité et son engagement dans cette thèse.

Au Docteur Idriss Arnaudet, pour sa disponibilité, sa réactivité et son engagement dans cette thèse.

À tous mes maitres de stage, pour leur excellent accueil dans les différents services dans lesquels je suis passé, et leurs enseignements.

# Tables des matières

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>6</b>
1.1	ÉPIDEMIOLOGIE ET COUT.....	6
1.2	ÉTIOLOGIES.....	7
1.3	PRESENTATION CLINIQUE.....	7
1.4	ORIENTATION DU PATIENT.....	8
1.5	ANALYSE MICROBIOLOGIQUE.....	9
1.6	IMAGERIE.....	10
1.6.1	<i>Radiographie thoracique.....</i>	<i>10</i>
1.6.2	<i>Tomodensitométrie thoracique.....</i>	<i>11</i>
1.6.3	<i>L'échographie pulmonaire.....</i>	<i>12</i>
1.6.3.1	L'échographie pulmonaire normale.....	12
1.6.3.2	La condensation alvéolaire en échographie.....	13
1.6.3.3	L'épanchement pleural.....	13
1.6.3.4	Les avantages de l'échographie pulmonaire.....	14
1.7	JUSTIFICATION DE L'ÉTUDE.....	15
<b>2</b>	<b>MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>16</b>
2.1	OBJECTIF ET CRITERE D'ÉVALUATION PRINCIPAL.....	16
2.1.1	<i>Objectif principal.....</i>	<i>16</i>
2.1.2	<i>Critère d'évaluation principal.....</i>	<i>16</i>
2.2	OBJECTIFS ET CRITERES D'ÉVALUATION SECONDAIRES.....	17
2.2.1	<i>Objectifs secondaires.....</i>	<i>17</i>
2.2.2	<i>Critères d'évaluation secondaires.....</i>	<i>17</i>
2.3	CADRE DE L'ÉTUDE.....	19
2.4	CRITERES D'INCLUSION ET D'EXCLUSION.....	20
2.5	DEROULEMENT DE LA PRISE EN CHARGE.....	20
2.6	DEROULEMENT DE L'ÉCHOGRAPHIE.....	21
2.7	METHODOLOGIE DE L'ÉTUDE.....	22
2.8	CALCUL DU NOMBRE DE SUJETS NECESSAIRES.....	23
2.9	TRAITEMENT DES DONNEES.....	23
2.10	ANALYSE STATISTIQUE.....	23
<b>3</b>	<b>RESULTATS.....</b>	<b>24</b>
3.1	POPULATION DE L'ÉTUDE.....	24

3.1.1	<i>Diagramme de flux</i> .....	24
3.1.2	<i>Age et sexe</i> .....	25
3.1.3	<i>Signes vitaux</i> .....	25
3.1.4	<i>Symptomatologie clinique</i> .....	26
3.1.5	<i>Signes biologiques</i> .....	27
3.1.6	<i>Radiographies thoraciques</i> .....	28
3.1.7	<i>Échographie pulmonaire pratiquée par les internes</i> .....	29
3.2	CRITERE DE JUGEMENT PRINCIPAL.....	31
3.3	CRITERES DE JUGEMENT SECONDAIRES.....	35
3.3.1	<i>Apport de l'échographie pour le diagnostic de PAC chez les internes</i> .....	35
3.3.2	<i>Apport de l'échographie pour les internes dans l'indication théorique d'une antibiothérapie</i> .....	38
3.3.3	<i>Évaluation de la pertinence diagnostic de PAC pré et post-échographie pulmonaire en comparaison au comité expert</i> .....	39
3.3.4	<i>Évaluation des performances diagnostiques de l'échographie pratiquée par les internes</i> .....	40
3.3.5	<i>Évaluation du temps estimé à faire l'échographie pulmonaire</i> .....	41
3.3.6	<i>Évaluation de la difficulté ressentie à pratiquer l'échographie pulmonaire</i> .....	43
3.3.7	<i>Évaluation du diaporama pour l'autoformation à l'échographie pulmonaire</i> .....	44
3.3.8	<i>Évaluation de la vidéo pour l'autoformation à l'échographie pulmonaire</i> .....	46
<b>4</b>	<b>DISCUSSION</b> .....	<b>47</b>
4.1	CONCERNANT NOTRE OBJECTIF PRINCIPAL .....	47
4.2	CONCERNANT NOS OBJECTIFS SECONDAIRES .....	48
4.3	IL EXISTE CEPENDANT QUELQUES LIMITES .....	54
<b>5</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>56</b>

## Abréviations

PAC	Pneumopathie Aiguë Communautaire
USI	Unité de Soins Intensifs
ECBC	Examen Cyto-Bactériologique des Crachats
TDM	Tomodensitométrie
TM	Temps-mouvements
VPP	Valeur Prédictive Positive
VPN	Valeur Prédictive Négative
SAU	Service d'accueil des urgences
PAVM	Pneumopathie Acquisée sous Ventilation Mécanique
PLAPS	Postero-Lateral Alveolar and/or Pleural Syndrom

# **1 Introduction**

---

Les pneumopathies aiguës communautaires (PAC) sont des infections respiratoires basses aiguës acquises par des patients en dehors d'une structure hospitalière ou dans les 48h suivant l'admission à l'hôpital. Les PAC ne représentent que 10% des infections respiratoires basses mais sont un problème de santé publique important du fait de leur fréquence, de leur gravité potentielle et de leur coût.

Le diagnostic n'est pas aussi aisé qu'il n'y paraît. Il se fait sur un faisceau d'arguments cliniques, biologiques et radiologiques.

## **1.1 Épidémiologie et coût**

Les PAC sont la cause d'environ 3 millions de décès dans le monde en 2016. Elles représentent la 4ème cause de mortalité dans le monde, et la première due à une pathologie infectieuse. Il est reporté plus de décès dans le monde liés aux PAC qu'à la tuberculose, le VIH et la malaria<sup>(1)</sup>. [Annexe 1]

La fréquence des PAC est estimée à plus de 3 millions de cas par an en Europe et environ 500 000 cas par an en France<sup>(2)</sup>.

Le taux d'hospitalisation général est de 22 à 50%, et de 9% en unité de soins intensifs. Il a augmenté d'environ 3,8% entre 2005 et 2010<sup>(3,4,5)</sup>.

La mortalité varie de 2 à 5%, et peut aller jusqu'à 40% dans les services de réanimation<sup>(2)</sup>. Elle est plus importante aux âges extrêmes de la vie.

Le coût est estimé en Europe à 10,1 milliards d'euros, dont 5,7 milliards d'euros liés aux patients hospitalisés, 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<sup>(6)</sup>.

## 1.2 Étiologies

Le *Streptococcus pneumoniae*, certains virus et l'*Haemophilus influenzae* sont les germes responsables de la majeure partie des PAC<sup>(7)</sup>.

Néanmoins, les PAC sont également liées dans plus de 10% des cas au *Mycoplasma pneumoniae* ; au *Chlamydia pneumoniae* dans un peu plus de 3% des cas, et dans de plus rares cas à la *Legionella pneumophila*<sup>(8)</sup>.

## 1.3 Présentation clinique

Les PAC associent le plus souvent :

- Des signes généraux : fièvre, asthénie, céphalées, myalgies.
- Des signes fonctionnels respiratoires : dyspnée, toux, expectorations et parfois une douleur thoracique en cas de réaction pleurale.
- Des signes témoins d'une condensation alvéolaire en foyer : crépitations auscultatoires, diminution du murmure vésiculaire, souffle tubaires, augmentation de la transmission des vibrations vocales.

On peut noter dans certains cas, une abolition du murmure vésiculaire avec apparition d'une matité à la percussion, témoignant d'un syndrome pleural.

Le diagnostic clinique est difficilement réalisable dans la vraie vie. Souvent les patients ne présentent qu'une partie des symptômes. Les PAC surviennent le plus fréquemment chez des patients de plus de 65 ans, qui présentent une symptomatologie moins parlante ou retardée de 24 à 48h.

Les bactéries atypiques, même si moins fréquentes, entraînent une symptomatologie variée qui complexifie encore plus le diagnostic clinique : arthro-myalgies, syndrome pseudo-grippal, cytolyse hépatique, hépatosplénomégalie, douleurs abdominales, diarrhées, confusion, hallucinations, voire des signes de localisation, coma, troubles de conduction à type de BAV 2 voire 3 dans certaines légionelloses<sup>(9)</sup>.

L'étude de Wipf et al., en 1999, montrait déjà que la sensibilité clinique du diagnostic de PAC n'était seulement que de 47 à 69%, et sa spécificité de 58 à 75%<sup>(10)</sup>.

En 2004, c'est Lichtenstein qui montrait que la sensibilité de l'auscultation pulmonaire dans le diagnostic de PAC n'était que de seulement 8%<sup>(11)</sup>.

## **1.4 Orientation du patient**

L'évaluation de la gravité est fondamentale car elle conditionne :

- L'orientation du patient : ambulatoire, hospitalisation simple, hospitalisation en unité de soins intensifs (USI), voire réanimation médicale.
- Les examens paracliniques.
- Les modalités de l'antibiothérapie probabiliste.

Le CRB 65 est un score facilement utilisable en ville car il ne tient compte que de critères de gravité clinique. [Annexe 2]

D'autres scores comme le score PSI/PORT, le BTS ou CURB 65, et l'ATS sont utilisables. [Annexe 3 - 5]

Le PSI/PORT et le CURB 65 offrent une sensibilité égale pour la prédiction de la mortalité, en revanche le CURB 65 a une plus grande spécificité<sup>(12)</sup>.

Les scores CRB 65 et PSI/PORT sont plutôt utilisés pour confirmer la possibilité d'une prise en charge ambulatoire, tandis que les autres sont plutôt utilisés pour prédire l'admission en USI ou réanimation médicale.

## **1.5 Analyse microbiologique**

Les examens microbiologiques ont pour but de déterminer l'agent causal de la PAC, ce qui permettra d'avoir une antibiothérapie ciblée qui aura moins d'effets secondaires et une pression de sélection bactérienne moindre.

Les hémocultures, bien que recommandées dans les différents référentiels et très souvent pratiquées, ont montré un faible rendement dans les PAC<sup>(13)</sup>.

L'examen cyto-bactériologique des crachats (ECBC), n'est interprétable que si les critères de qualité cytologiques sont respectés :

- PNN > 25 / champs.
- Cellules épithéliales < 10 / champs.

Il n'est évidemment pas réalisable chez des patients non expectorants. En revanche, lorsqu'il l'est, sa sensibilité et spécificité sont bonnes<sup>(14)</sup>.

La recherche d'antigénurie de légionelles et pneumocoques peuvent être réalisée même après le début d'une antibiothérapie.

On note une faible sensibilité et spécificité (61 et 39% respectivement) pour le pneumocoque, et pour la légionelle, la sensibilité est de 63% et la spécificité de 35%<sup>(15)</sup>.

Lors d'une prise en charge ambulatoire aucun examen complémentaire de recherche microbiologie n'est indiqué.

En revanche, leurs indications sont larges en cas d'hospitalisation en secteur conventionnel et en USI/réanimation<sup>(2)</sup>.

## **1.6 Imagerie**

### **1.6.1 Radiographie thoracique**

Pour affirmer le diagnostic de PAC, la recherche d'une atteinte du parenchyme pulmonaire par l'imagerie reste la règle, la définition de la PAC est radio-clinique.

L'imagerie de première intention, pour des raisons historiques et de disponibilité, est la radiographie thoracique de face, éventuellement complétée d'un cliché de profil. Son recours systématique est recommandé par les sociétés savantes.

Néanmoins, malgré son statut, elle est souvent prise en défaut pour la détection d'une condensation alvéolaire.

En 2012, une équipe italienne montrait une sensibilité de 67% ainsi qu'une spécificité de 85% de la radiographie thoracique dans leur étude<sup>(16)</sup>.

Puis en 2014, une étude similaire de Bourcier et al, montrait une sensibilité de 60% et une spécificité de 76% pour le même examen<sup>(17)</sup>.

L'interprétation d'un cliché thoracique peut être délicate, liée aux comorbidités, aux antécédents pouvant altérer la radiographie, et à la qualité en elle-même de la radiographie thoracique qui n'est pas toujours parfaite. L'interprétation erronée peut entraîner des faux positifs ou des faux négatifs.

Ceci a déjà été rapporté dans la thèse du Docteur Sarah Lou Guyot, qui montrait que l'interprétation des radiographies thoraciques par les urgentistes était souvent erronée, et que le taux de concordance avec l'interprétation des mêmes examens par les radiologues n'était pas assez élevée<sup>(18)</sup>.

Tous ces faits et chiffres ne permettent pas de dire que la radiographie thoracique répond aux exigences d'un examen de référence.

### **1.6.2 Tomodensitométrie thoracique**

La tomodensitométrie (TDM) thoracique est le gold standard.

Une étude française de 2015, a montré que la TDM thoracique précoce (idéalement dans les 4h après l'arrivée du patient) avait permis de modifier la probabilité diagnostique de 58,9% des patients, et avait entraîné une modification des thérapeutiques antimicrobiennes dans 60,8% des cas<sup>(19)</sup>.

Mais malgré ces performances remarquables qui en font un gold standard, elle présente quelques défauts qui ne permettent pas généraliser son utilisation pour tous les patients suspects de PAC.

C'est un examen radiologique irradiant, bien que les doses moyennes générées pour une TDM thoracique soient généralement faibles comparées aux autres examens scannographiques. Il n'en reste pas moins que le risque de cancer radio-induit n'est pas négligeable.

De plus son coût reste élevé et sa disponibilité dans les différents services reste faible.

### 1.6.3 L'échographie pulmonaire

L'échographie est une technique d'imagerie employant les ultrasons. Ces derniers sont réfléchis par les structures anatomiques avant de revenir vers la sonde d'échographie qui restitue ensuite une image, grâce à un logiciel. L'air, composant majoritairement les poumons ne reflète pas les ultrasons. Seuls des artefacts sont donc visibles sous la surface pulmonaire. C'est pourquoi le poumon était initialement considéré comme peu accessible à l'échographie.

#### 1.6.3.1 L'échographie pulmonaire normale

Une fois les côtes et leurs deux ombres acoustiques identifiées, il est possible d'identifier quelques millimètres dessous la ligne pleurale : hyperéchogène, horizontale ; elle matérialise l'interface pariéto-pulmonaire.

L'ensemble côte - ligne pleurale - côte forme le signe de la chauve-souris.

[Annexe 6]

De cette ligne pleurale, découle des signes statiques et dynamiques.

##### 1.6.3.1.1 *Les signes statiques*

Les lignes A sont des lignes de répétition de la ligne pleurale précédemment décrite, c'est un signe basique de normalité. [Annexe 7]

Les lignes B sont les artefacts en queue de comète. Elles naissent de la ligne pleurale, suivent le mouvement de glissement pleural, descendent à la verticale et se prolongent à l'infini. [Annexe 8]

Il ne faut pas les confondre avec les lignes E (comme emphysème), qui sont des artefacts ne naissant pas de la ligne pleurale.

#### 1.6.3.1.2 *Le signe dynamique normal : le glissement pleural*

Le glissement pleural est visible grâce à un scintillement de la ligne pleurale, témoignant des mouvements respiratoires crânio-caudaux. En mode temps-mouvements (TM) sur l'échographe il donne le signe du « bord de mer ».

#### 1.6.3.1.3 *Le sujet normal*

L'échographie du sujet normal donne donc un glissement pleural, associé à des lignes A majoritaires, et des lignes B absentes ou confinées aux derniers espaces intercostaux dans environ 25% des cas<sup>(20)</sup>.

#### 1.6.3.2 La condensation alvéolaire en échographie

La condensation alvéolaire est une image d'allure tissulaire, dite « hépatisée », à limite profonde irrégulière en marche d'escalier « shred sign ».

Au sein de la condensation, on peut trouver de multiples formations hyperéchogènes, traduisant les bronchogrammes aériques. Ils sont dits dynamiques lorsqu'ils s'épaississent à l'inspiration, cela permet de faire la différence avec les atélectasies.

La condensation alvéolaire peut avoir une dynamique respiratoire ou être totalement fixe. [Annexe 9]

#### 1.6.3.3 L'épanchement pleural

L'épanchement pleural est décrit comme une image hypoéchogène séparant la plèvre pariétale (ligne pleurale) et la plèvre viscérale (le poumon).

Pour le reconnaître, il possède un signe dynamique spécifique : la variation respiratoire de la distance pleurale<sup>(21)</sup>.

Ils sont souvent associés aux condensations alvéolaires, ils forment alors des images dites de PLAPS (« Postero-Latéral Alveolar and/or Pleural Syndrom »). [Annexe 10]

#### 1.6.3.4 Les avantages de l'échographie pulmonaire

Depuis plusieurs années, le développement important de l'échographie a permis d'étudier plus précisément son apport dans l'étude des poumons.

En 1995, Lichtenstein montrait déjà l'utilité de l'échographie pulmonaire dans la recherche de pneumothorax. Son étude avait permis de prouver que la présence d'un glissement pleural à l'échographie permettait d'obtenir une valeur prédictive négative (VPN) de 100% pour le diagnostic de pneumothorax<sup>(22)</sup>.

Il y a 16 ans, en 2004, ce même Lichtenstein a publié une étude, où la totalité des patients inclus ont bénéficié d'une TDM thoracique, ainsi utilisé comme Gold standard pour la détection des pneumopathies dans l'étude.

Ils ont réussi dans cette étude à obtenir une sensibilité de 90% et une spécificité 98% pour le diagnostic de pneumopathie avec l'échographie<sup>(23)</sup>.

Depuis de nombreuses études ont conforté ces résultats, en montrant que ces performances pouvaient approcher celles d'un gold standard<sup>(16,17,24,25,26,27,28,29,30,31)</sup>.

Contrairement à la radiographie et à la tomodensitométrie, cet examen échographique n'est pas irradiant puisqu'ils utilisent les ultrasons.

L'échographie va donc être particulièrement utile chez les femmes enceintes et dans le domaine pédiatrique<sup>(32)</sup>.

Un des nombreux autres avantages que présente l'échographie, est sa disponibilité. La TDM thoracique ou la radiographie doivent dans la plupart des hôpitaux être demandées par les médecins, pour être réalisées et interprétées dans le service de radiologie, ce qui rallonge la durée de prise en charge des patients. Alors qu'avec un échographe portable, comme la plupart des échographes présents dans les services d'urgences, le praticien peut aller directement faire l'examen au lit du patient et en faire sa propre interprétation.

## **1.7 Justification de l'étude**

Il n'est maintenant plus à démontrer que l'échographie pulmonaire semble supérieure en tout point à la radiographie pulmonaire dans la détection de condensations alvéolaires.

En revanche, il semble licite de se demander pourquoi l'échographie pulmonaire n'est pas généralisée pour la détection des condensations alvéolaires ?

Dans les études citées précédemment, toutes les échographies étaient réalisées par des opérateurs experts dans ce domaine.

Seule l'étude de Chiem et al en 2015 tranche avec cela. L'ensemble des échographies sont réalisées par des internes puis comparées avec une échographie d'expert, mais dans l'objectif de mettre en évidence des lignes B et non des condensations alvéolaires<sup>(33)</sup>.

En 2013, Unluer et al ont réalisé une étude pour étudier la performance diagnostique de l'échographie pulmonaire dans la détection des condensations alvéolaires. Les opérateurs étaient alors des seniors novices mais ayant bénéficié de 3h de cours théorique puis de 3h d'entraînement avec un radiologue expert. Ils avaient pu obtenir une sensibilité de 96,4% et une spécificité de 84%<sup>(24)</sup>.

Qu'en serait-il si l'opérateur était un interne novice ? Une condensation alvéolaire est-elle facile à reconnaître en échographie dans ce cas ?

Nous avons mis en place cette étude intitulée PLUS NULS pour Pneumoniae Lung UltraSonography pour les Nuls, afin de déterminer si des internes non formés à l'échographie pouvaient, après visionnage d'un diaporama et d'une vidéo explicative, détecter une condensation alvéolaire et, ce faisant, améliorer la précision diagnostique et la prise en charge des PAC.

## **2 Matériel et méthodes**

---

### **2.1 Objectif et critère d'évaluation principal**

#### **2.1.1 Objectif principal**

L'objectif principal de cette étude est d'étudier les capacités d'échographistes novices à réaliser des échographies pleuro-pulmonaires et à identifier ou non une condensation alvéolaire après une auto-formation courte en comparant leur examen à celui d'opérateurs experts.

#### **2.1.2 Critère d'évaluation principal**

Le critère de jugement principal est le taux de concordance entre les constatations des internes et des médecins experts : existence ou non d'une condensation alvéolaire.

D'après les précédentes études, nous estimons que le taux de concordance entre les novices et les experts serait de 85%.

## **2.2 Objectifs et critères d'évaluation secondaires**

### **2.2.1 Objectifs secondaires**

Les objectifs secondaires de cette étude sont :

- D'évaluer l'apport des données échographiques pour le diagnostic de PAC chez les internes, et l'impact sur les thérapeutiques théoriques qui pourraient être engagées.
- D'évaluer la pertinence du diagnostic de PAC pré et post-échographie pulmonaire par l'interne en comparaison avec un comité d'experts.
- L'évaluation du temps nécessaire à la réalisation de l'échographie pulmonaire.
- L'évaluation de la difficulté d'utilisation de l'échographe des urgences par l'interne en formation.
- L'évaluation des supports proposés pour l'auto-formation des internes.

### **2.2.2 Critères d'évaluation secondaires**

L'échographie pulmonaire pourrait apporter un changement notable dans la probabilité diagnostique de PAC et donc influencer sur la conduite thérapeutique théorique à tenir. La probabilité diagnostique de PAC est évaluée par une échelle simple :

- Très probable : si présence d'un syndrome infectieux, d'un syndrome d'organe, et d'une imagerie compatible.
- Probable : si les items sont retrouvés mais seulement partiellement.
- Peu probable : si aucun des items précédents n'est retrouvé ou diagnostic différentiel très probable.

Nous recueillerons une probabilité diagnostique pré et post-test selon cette échelle, ainsi que l'indication théorique à une antibiothérapie pré et post-test également. Puis, nous étudierons l'apport de l'échographie dans le changement de probabilité diagnostique de PAC mais également l'influence de cette dernière sur l'indication théorique d'antibiotiques.

Un comité d'experts formé d'un urgentiste, un infectiologue ainsi qu'un pneumologue, relira l'ensemble des dossiers à la fin de l'étude afin d'y assigner une probabilité diagnostique de PAC d'après l'échelle décrite ci-dessus après avoir analysé rétrospectivement les comptes rendus d'hospitalisation, ainsi que les résultats biologiques et des radiographies thoraciques. Il est considéré comme le gold-standard pour cette étude.

Nous étudierons la concordance entre les probabilités pré et post-test des internes avec la probabilité diagnostique définie par le comité d'experts en fin d'étude, afin d'étudier la pertinence du diagnostic de PAC par les internes ainsi que l'apport potentiel de l'échographie au diagnostic.

Le nombre de minutes nécessaire à l'interne pour réaliser l'échographie (à partir du moment où il va chercher l'appareil d'échographie, jusqu'au moment où il va le ranger une fois nettoyé) permettra d'étudier le temps de réalisation de ces échographies pulmonaires.

La difficulté d'utilisation de l'échographe des urgences est recueillie grâce à une échelle numérique de 0 à 10 (0 définissant l'absence de difficulté à utiliser l'échographe). Une question à réponse libre est posée afin de préciser la difficulté rencontrée le cas échéant.

Une échelle de satisfaction (Très insatisfait, insatisfait, ni satisfait ni insatisfait, satisfait et très satisfait) sera utilisée à deux reprises pour étudier la satisfaction des internes concernant les supports qu'ils ont eu à leur disposition (diaporama explicatif et vidéo respectivement).

## 2.3 Cadre de l'étude

L'étude PLUS NULS est une étude monocentrique, prospective, observationnelle. Elle se déroule dans le service d'accueil des urgences (SAU) du CHU de Nantes.

Le SAU du CHU de Nantes est l'un des plus importants de France. Sa fréquentation est de plus de 122 568 passages par an, dont 36 495 patients pédiatriques (chiffres 2017), soit plus de 200 passages par jour en moyenne aux urgences adultes.

À leur arrivée aux urgences, les patients sont orientés vers l'une des 4 filières :

- La filière médico-chirurgicale adulte :
  - o Un circuit dit « debout » : pour les patients ne nécessitant pas d'être allongés. Multidisciplinaire, les patients y sont orientés entre 8h et 1h du matin pour de la traumatologie ou de la consultation médicale.
  - o Un circuit pour les patients nécessitant d'être allongés sur un brancard, divisé en 3 secteurs :
    - Un secteur pour les patients ayant une détresse vitale ou potentielle : la SAUV (Salle d'Accueil des Urgences Vitales), composée de 4 salles d'examen.
    - Un secteur traumatologique avec 6 salles d'examen et une salle annexe destinée à la « petite chirurgie et traumatologie » pouvant accueillir 4 patients.
    - Un secteur médical composé de 16 salles d'examen.
- La filière pédiatrique pour les enfants de moins de 15 ans et 3 mois.
- La filière psychiatrique pour tous les patients de plus de 15 ans et 3 mois en souffrance psychique.

Chaque patient, inclus dans l'étude, a été informé et son consentement oral a été recueilli avant la pratique de l'échographie.

## **2.4 Critères d'inclusion et d'exclusion**

Les internes en médecine, en stage dans le service des urgences et les internes de garde sur la période d'inclusion, sélectionnent les patients de plus de 18 ans passant par les urgences chez lesquels ils suspectent une pneumopathie devant l'association d'au moins 3 des items suivants :

- Température > 38°C
- Dyspnée
- Toux
- Douleur thoracique d'allure pleurale
- Oxygéo-requérance
- Foyer de crépitants auscultatoire
- Signes de lutte respiratoire
- Tachycardie.

Les patients mineurs, les patients en fin de vie, pour lesquels est signée une limitation de soin, et les patients nécessitant un scanner thoracique d'emblée, ne sont pas inclus.

## **2.5 Déroulement de la prise en charge**

Chaque patient bénéficie d'une prise en charge habituelle. Ils sont interrogés, examinés, ils bénéficient d'une analyse biologique ainsi que d'une radiographie thoracique de face réalisée dans des conditions standard. Devant un tableau clinique évocateur de PAC, ils sont inclus dans l'étude. Ensuite, une échographie est pratiquée par l'interne en charge du patient.

## 2.6 Déroutement de l'échographie

Les échographes utilisés pour cette étude sont deux échographes Philips CX 50 de 2011, disponibles dans le service des urgences de Nantes pour les praticiens. Ils sont montés sur chariot, et disposent de 3 sondes d'échographies différentes :

- Une sonde convexe basse fréquence (C5-1).
- Une sonde linéaire haute fréquence (L12-3).
- Une sonde linéaire à visée cardiaque (S5-1).

Une courte vidéographie et un diaporama détaillant la procédure de réalisation d'une échographie pulmonaire sont mis à disposition des internes dans un dossier « PLUS-NULS » sur tous les écrans de saisie des données médicales utilisées au SAU. Ces derniers sont invités à ouvrir ce dossier pour une autoformation « minute » avant la réalisation de l'échographie. [Annexe 11]

On y retrouve les informations essentielles, telles que :

- Mise sous tension de l'appareil
- Réglages, et types de sonde à utiliser
- Zones thoraciques où poser la sonde
- Présentation des images normales et pathologiques fréquemment rencontrées
- Critères diagnostiques du syndrome de condensation alvéolaire en échographie
- Enregistrement de l'examen sur l'échographe.

Les internes sont également incités, via le diaporama, à régler l'appareil avec les pré-réglages « poumon » ou « pleuro-pulmonaire » avant de débiter.

En accord avec la littérature, chaque héli-thorax est séparé en 6 zones d'analyses : 2 antérieures, 2 latérales, et 2 postérieures. [Annexe 12]

L'analyse des régions antérieures et latérales s'effectue sur un patient en décubitus dorsal, tandis que pour l'analyse des régions postérieures, il est recommandé d'asseoir le patient (l'analyse en décubitus latéral de ces régions n'étant réalisée que si le patient ne peut s'asseoir).

La présence d'une condensation alvéolaire unie ou bilatérale, associée ou non à une pleurésie est nécessaire pour retenir le diagnostic échographique de pneumopathie.

## **2.7 Méthodologie de l'étude**

Les internes sont donc invités à réaliser une échographie pulmonaire pour tous leurs patients suspects de PAC, selon les modalités précisées plus haut. Après avoir réalisé cette échographie, ils sont invités à remplir un questionnaire en ligne sur l'application SPHINX. [Annexe 13]

Une échographie pulmonaire de contrôle est ensuite réalisée par un médecin expert en échographie (titulaire d'un DU d'échographie et ayant pratiqué de nombreuses échographies pulmonaires) dans un délai de 24h après celle réalisée par l'interne. Les experts en échographie sont également invités à remplir un questionnaire spécifique, où ils peuvent renseigner les résultats de leurs échographies.

Enfin une relecture de l'ensemble des dossiers est réalisée par un comité d'experts (infectiologue, urgentiste, pneumologue) pour statuer sur une probabilité diagnostique de PAC (avec la même échelle de probabilité utilisée ci-dessus : très probable, probable, peu probable) indépendamment des résultats échographiques.

## **2.8 Calcul du nombre de sujets nécessaires**

N'ayant pas, à notre connaissance, d'études réalisées sur la capacité de détection des condensations alvéolaires par des internes novices en échographie, nous avons estimé que nous pourrions mettre en évidence un taux de concordance entre les experts en échographie et les internes d'au moins 85% en prenant un risque de première espèce de 0,05.

Ainsi, la taille de l'échantillon étudié doit être de : 49 patients. Avec une marge de 10%, nous estimons donc que nous devons recruter 55 patients dans cette étude.

## **2.9 Traitement des données**

Le recueil des données est réalisé auprès des internes et des séniors experts via un formulaire SPHINX. Les données recueillies sont exportées dans une base Excel.

Les données des patients inclus dans l'étude sont maintenues confidentielles via un code d'anonymisation qui leur est attribué.

La règle de codage est la suivante : chaque patient se verra attribuer un numéro de code dans l'ordre d'inclusion de ces derniers (ex : le premier patient inclus, s'appellera « patient N°1 »)<sup>(32)</sup>.

## **2.10 Analyse statistique**

Les valeurs quantitatives sont analysées sous formes de moyennes, et les valeurs qualitatives sous formes de pourcentage.

Analyse comparative des variables qualitatives avec utilisation d'un test de Kappa de Cohen. Dans ce cas le seuil de significativité est fixé à 5%.

## 3 Résultats

---

Cette étude a débuté au début de l'été 2019, mais peu de patients ont pu être inclus en période estivale du fait du faible nombre de PAC et de la faible disponibilité des experts.

Nous rapportons donc les résultats préliminaires, avec des conclusions sous réserve du faible nombre de patients inclus.

### 3.1 Population de l'étude

#### 3.1.1 Diagramme de flux

Sur 24 patients dont les échographies ont été réalisées par les internes, seulement 11 (45,8%) ont pu avoir un contrôle par les seniors experts en échographie et ont été analysés pour l'ensemble des critères de jugement. Nous avons cependant étudié l'ensemble des patients pour les critères de jugement secondaire (pas d'incidence de l'échographie expert) et les rapportons pour résultats préliminaires.

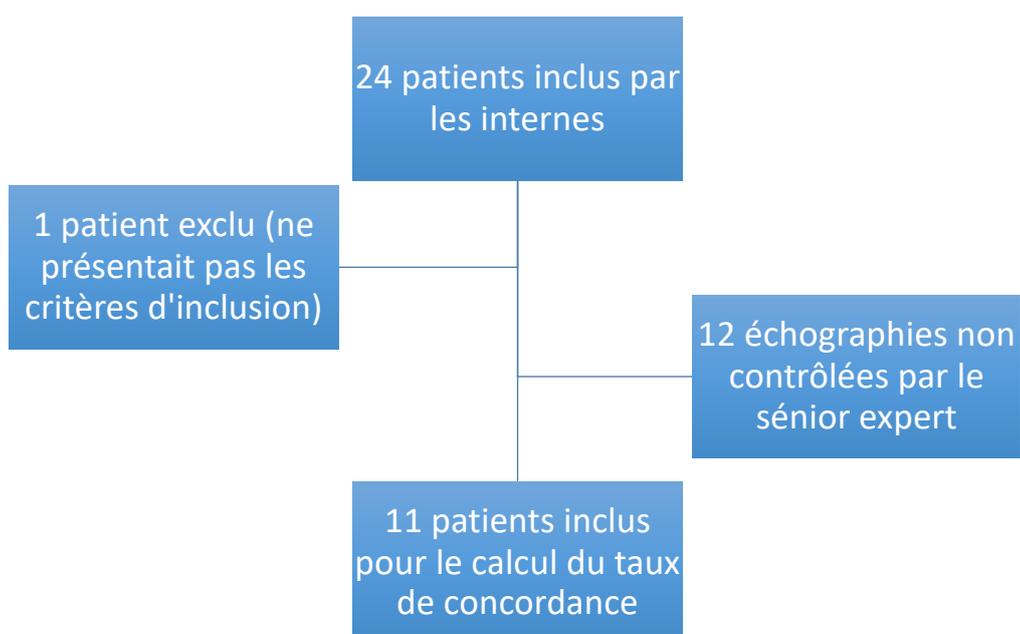


Figure 1 : Diagramme de flux PLUS NULS

### 3.1.2 Age et sexe

Parmi les patients inclus par les internes, il y avait 8 femmes (soit 34,7%) et 15 hommes (soit 65,2%). L'âge moyen était de 68,8 ans. 47,8% des patients ont plus de 75 ans et 69,6% ont plus de 65 ans.

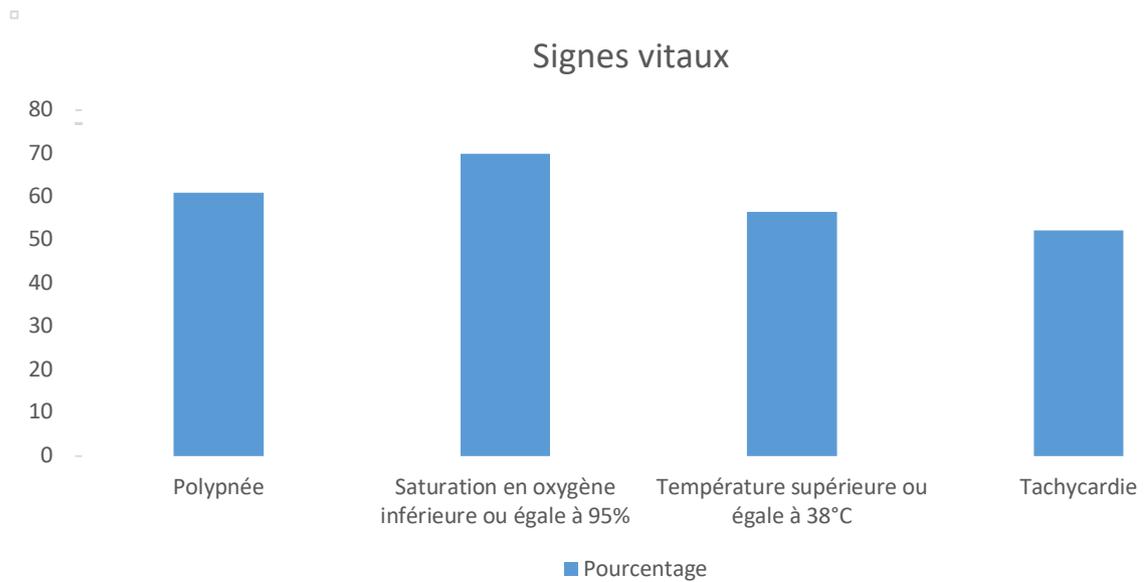
	Age minimum	Age maximum	Moyenne
Femmes	33	91	67,8
Hommes	21	92	69,3
Total	21	92	68,8

**Tableau 1 : Age en années et sexe des patients.**

### 3.1.3 Signes vitaux

13 patients (soit 56,5%) avaient une température supérieure ou égale à 38°C, aucun patient n'est arrivé hypotherme. Les patients ne présentaient pas non plus de tableau de choc, ni d'hypotension artérielle. Ils étaient 52,2% (12 patients) à être tachycardes.

14 patients (soit 60,9%) étaient polypnéiques, et 69,6% des patients (16 patients) présentaient une saturation en oxygène inférieure ou égale à 95% à leur arrivée au SAU.



**Figure 2 : Signes vitaux des patients inclus.**

### 3.1.4 Symptomatologie clinique

Un seul patient présentait des signes de lutte dans notre série. Les deux signes cliniques les plus courants sont la dyspnée, présente chez 15 patients (65,2%), et la toux, présente chez 14 patients (60,9%). 10 patients (43,5%) sont expectorants, et seulement 10 présentent un foyer de crépitants unilatéral à l'auscultation.

Signes cliniques	Population	Pourcentage (%)
Dyspnée	15	65,2
Toux	14	60,9
Expectorations	10	43,5
Douleur thoracique latéralisée	8	34,8
Foyer de crépitant unilatéral	10	43,5
Signes de lutte	1	4,3
Oedèmes des membres inférieurs	4	17,4
Foyer de crépitants bilatéraux	9	39,1

**Tableau 3 : Principaux signes cliniques des patients inclus.**

### 3.1.5 Signes biologiques

Aucun patient ne présentait de neutropénie au bilan biologique prélevé aux urgences. La CRP a été dosée pour 5 patients, une seule était normale. Un patient n'avait pas d'hyperleucocytose mais une neutrophilie. Deux patients présentaient une thrombocytose sans présenter d'hyperleucocytose ou neutrophilie.

Le fibrinogène n'a été dosé chez aucun patient.

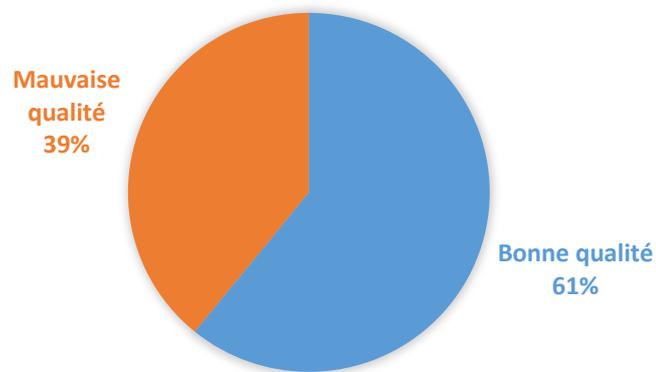
Signes biologiques	Population	Pourcentage
Hyperleucocytose	11	47,8
Neutrophilie	12	52,2
Thrombocytose	3	13,0

**Tableau 4 : Principaux signes biologiques des patients inclus.**

### 3.1.6 Radiographies thoraciques

5 patients avaient un antécédent susceptible de modifier la radiographie thoracique. Deux antécédents de valves aortiques mécaniques, un antécédent de thoracotomie pour pontage, un antécédent de tuberculose et un antécédent de pneumopathie. Presque 40% des radiographies sont considérées de mauvaise qualité.

#### QUALITÉ ESTIMÉE DES RADIOGRAPHIES

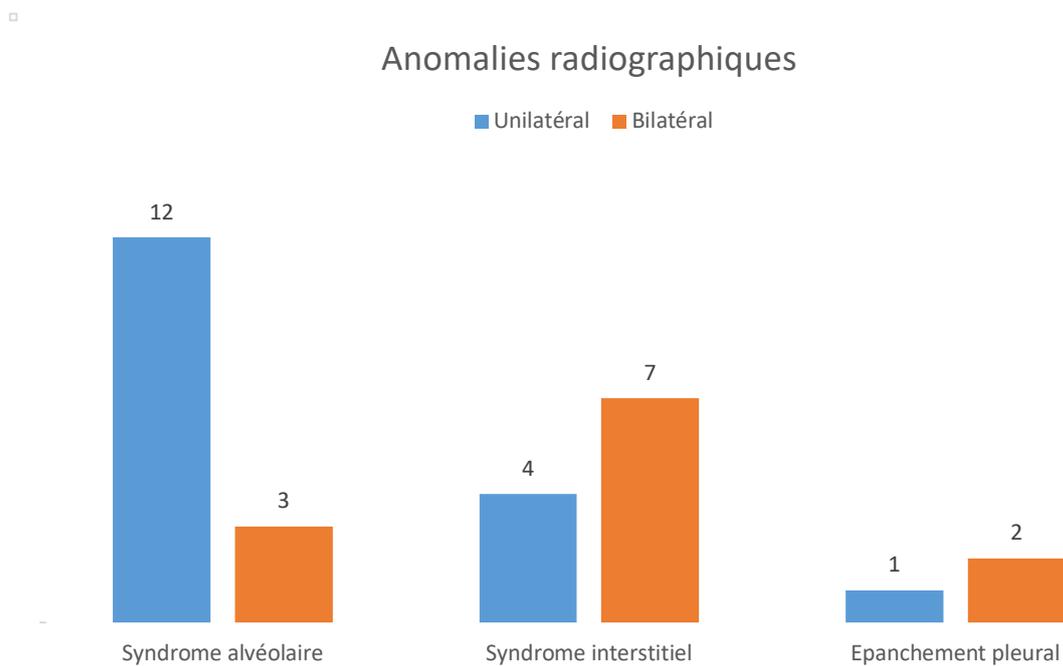


**Figure 3 : Qualités des radiographies thoraciques selon les internes.**

Une seule radiographie a été considérée comme normale par les internes. Un peu plus de la moitié des radiographies (52,2%) ont permis d'authentifier une condensation alvéolaire.

Anomalies radiographiques		Population	Pourcentage
Syndrome alvéolaire	Systematisé	12	52,2
	Bilatéral	3	13,0
Syndrome interstitiel	Unilatéral	4	17,3
	Bilatéral	7	30,4
Epanchement pleural	Unilatéral	1	4,3
	Bilatéral	2	8,7
Autre		2	8,7

**Tableau 5 : Principales anomalies radiographiques.**



**Figure 4 : Principales anomalies radiographiques.**

### 3.1.7 Échographie pulmonaire pratiquée par les internes

De nombreux internes ont pu participer à cette étude.

La répartition des différentes spécialités des internes est assez homogène avec un tiers des internes en médecine générale, plus d'un tiers en médecine d'urgence et un peu moins d'un tiers venant d'autres spécialités médicales.

Spécialité médicale	Population	Pourcentage
Médecine Générale	8	34,8
Médecine d'Urgence	9	39,1
Autre spécialité	6	26,1

**Tableau 6 : Spécialités des différents internes en médecine pratiquant l'échographie pulmonaire.**

Plus de la moitié des internes ayant pratiqué les échographies étaient des internes de 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> semestre. Un quart des échographies étaient faites par des internes de 3<sup>ème</sup> ou 4<sup>ème</sup> semestre.

Année d'internat	Population	Pourcentage
1 <sup>er</sup> année	12	52,2
2 <sup>ème</sup> année	5	21,7
3 <sup>ème</sup> année	3	13,0
4 <sup>ème</sup> année	3	13,0

**Tableau 7 : Année d'étude des internes pratiquant les échographies.**

Presque deux tiers des échographies (56,5%) ont été pratiquées par des internes sans expérience, puisque n'en n'ayant pas fait plus de 5 dans leur pratique médicale. Un seul interne expérimenté a fait une échographie pulmonaire.

Expérience échographique	Population	Pourcentage
< 5 échographies	13	56,5
Entre 5 et 25 échographies	9	39,1
> 25 échographies	1	4,3

**Tableau 8 : Expérience échographique des internes.**

### 3.2 Critère de jugement principal

Pour chaque patient, toutes zones confondues, il y a au total 12 zones de discordance entre les internes et les séniors sur les 66 zones d'étude échographique. Cela représente 18,2% de discordance, et donc un accord entre l'interne et le sénior sur 81,8% des zones thoraciques étudiées.

N° patient	Nombre de CA* vu par interne	Nombre de CA vu par l'expert	Nombre de zones avec discordance
4	1	4	3
5	2	4	2
6	1	0	1
10	1	2	1
15	1	1	0
16	1	2	1
17	4	2	2
18	3	1	2
20	1	1	0
25	1	1	0
26	0	0	0
<b>Total</b>	16	18	12

\* CA : Condensation alvéolaire

**Tableau 9 : Nombre de zones d'étude échographique avec discordance interne / expert.**

La concordance interne / expert, exprimée par le coefficient kappa, est de 0 dans la zone antérieure droite.

Zone antérieure droite		Experts		
		Oui*	Non	Total
Internes	Oui*	0	2	2
	Non	0	9	9
	Total	0	11	11

\* Oui : correspond à « condensation alvéolaire vue »

**Tableau 10 : Détail des concordances internes / experts dans ladite zone.**

Le coefficient Kappa de la zone latérale droite est de 0,083, soit une concordance réelle non attribuée au hasard de 8,3%.

Zone latérale droite		Experts		
		Oui	Non	Total
Internes	Oui	1	2	2
	Non	2	6	8
	Total	3	8	11

**Tableau 11 : Détail des concordances internes / experts dans ladite zone.**

Le coefficient Kappa de la zone latérale droite est de 0,645, soit une concordance réelle non attribuée au hasard de 64,5%.

Zone postérieure droite		Experts		
		Oui	Non	Total
Internes	Oui	5	0	5
	Non	2	4	6
	Total	7	4	11

**Tableau 12 : Détail des concordances internes / experts dans ladite zone.**

Le coefficient Kappa n'est pas applicable ici car le dénominateur serait de 0.

Zone antérieure gauche		Experts		
		Oui	Non	Total
Internes	Oui	0	0	0
	Non	0	11	11
	Total	0	11	11

**Tableau 13 : Détail des concordances internes / experts dans ladite zone.**

Le coefficient Kappa de la zone latérale gauche est de 0,389 soit 38,9% de concordance réelle non attribuable au hasard.

Zone latérale gauche		Experts		
		Oui	Non	Total
Internes	Oui	1	1	2
	Non	1	8	9
	Total	2	9	11

**Tableau 14 : Détail des concordances internes / experts dans ladite zone.**

Le coefficient Kappa de la zone latérale gauche est de 0,645 soit 64,5%.

Zone postérieure gauche		Experts		
		Oui	Non	Total
Internes	Oui	4	0	4
	Non	2	5	7
	Total	6	5	11

**Tableau 15 : Détail des concordances internes / experts dans ladite zone.**

Un seul coefficient Kappa ne peut être calculé du fait d'un dénominateur qui serait égal à 0.

Le taux de concordance réelle non attribuable au hasard sur l'ensemble des échographies entre les internes et les experts, revu par zone, est donc de 62,1%.

Zone étudiée	Coefficient Kappa
Antérieure droite	0
Latérale droite	0,083
Postérieure droite	0,645
Antérieure gauche	NA
Latérale gauche	0,389
Postérieure gauche	0,645
Total	0,621

**Tableau 16 : Coefficient Kappa par zone étudiée et coefficient total.**

Chaque échographie réalisée par les internes a pour but de visualiser si oui ou non une image de condensation alvéolaire a été vue afin de conclure au diagnostic.

Le tableau met en évidence les conclusions des internes et des experts après leurs échographies, ainsi que la concordance de leurs conclusions ou non.

Une seule conclusion d'interne n'est pas concordante avec celle de l'expert en échographie, l'interne pensait en avoir vu au moins une alors qu'il n'y en avait aucune de visible.

La concordance entre les conclusions des internes et des experts en échographie s'élève donc à presque 91%.

N° patient	CA vu par interne ou non	CA vu par l'expert ou non	Concordance Interne / Sénior
4	Oui	Oui	Oui
5	Oui	Oui	Oui
6	Oui	Non	Non
10	Oui	Oui	Oui
15	Oui	Oui	Oui
16	Oui	Oui	Oui
17	Oui	Oui	Oui
18	Oui	Oui	Oui
20	Oui	Oui	Oui
25	Oui	Oui	Oui
26	Non	Non	Oui

**Tableau 17 : Concordance interne / sénior sur la conclusion de l'échographie.**

### **3.3 Critères de jugement secondaires**

#### **3.3.1 Apport de l'échographie pour le diagnostic de PAC chez les internes**

Après interrogatoire de leurs patients, examen clinique, puis radiographie thoracique, les internes considèrent le diagnostic de PAC « très probable » pour 12 patients, soit 52,2% des cas.

Les internes estiment la probabilité de PAC de « probable » seulement dans 47,8% des cas.

Aucun en revanche n'estime la probabilité de PAC comme « peu probable » avant l'échographie pulmonaire.

Probabilité PAC pré- échographie	Population	Pourcentage
Très probable	12	52,2
Probable	11	47,8
Peu probable	0	0

**Tableau 18 : Probabilité diagnostique de PAC après radiographie, avant échographie.**

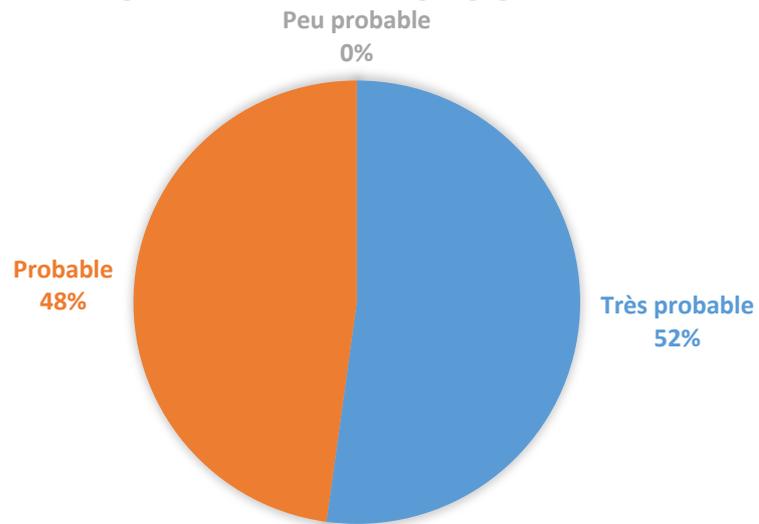
21 patients, soit 91,3% des patients sont considérés comment ayant une probabilité de PAC très probable après l'échographie pulmonaire.

2 patients ont une probabilité évaluée comme probable.

Probabilité PAC post-échographie	Population	Pourcentage
Très probable	21	91,3
Probable	2	8,6
Peu probable	0	0

**Tableau 19 : Probabilité diagnostique de PAC après radiographie, après échographie.**

### PROBABILITÉ PRÉ-ÉCHOGRAPHIE



### PROBABILITÉ POST-ÉCHOGRAPHIE

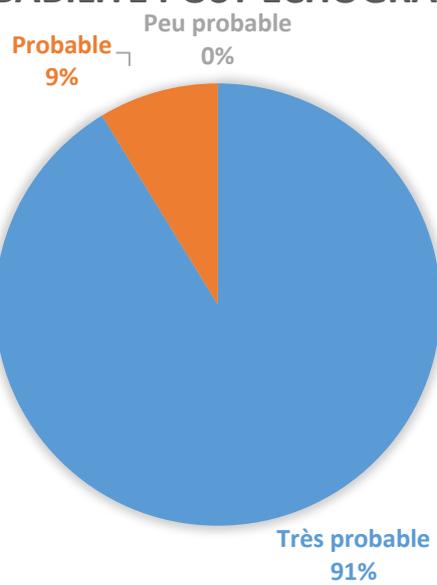


Figure 5 : Probabilité diagnostique de PAC pré et post-échographie pulmonaire.

### 3.3.2 Apport de l'échographie pour les internes dans l'indication théorique d'une antibiothérapie

Seuls 2 patients n'avaient pas d'indication à une antibiothérapie avant l'échographie pulmonaire.

Antibiothérapie	Population	Pourcentage
Oui	21	91,3
Non	2	8,6

**Tableau 20 : Indication théorique à une antibiothérapie, avant échographie.**

L'échographie pulmonaire n'a modifié l'indication théorique à une antibiothérapie pour 1 seul patient seulement.

Antibiothérapie	Population	Pourcentage
Oui	22	95,7
Non	1	4,3

**Tableau 21 : Indication théorique à une antibiothérapie, après échographie.**

### 3.3.3 Évaluation de la pertinence diagnostic de PAC pré et post-échographie pulmonaire en comparaison au comité expert

N° patient	Probabilité diagnostique selon interne avant échographie	Probabilité diagnostique selon interne après échographie	Probabilité diagnostique selon comité d'expert
1	Probable	Très probable	Probable
2	Probable	Très probable	Peu probable
3	Très probable	Très probable	Peu probable
4	Très probable	Très probable	Très probable
5	Très probable	Très probable	Très probable
6	Très probable	Très probable	Probable
8	Très probable	Très probable	Peu probable
9	Probable	Très probable	Très probable
10	Très probable	Très probable	Très probable
12	Probable	Probable	Peu probable
13	Très probable	Très probable	Très probable
14	Probable	Très probable	Probable
15	Très probable	Très probable	Très probable
16	Très probable	Très probable	Très probable
17	Probable	Très probable	Peu probable
18	Très probable	Très probable	Peu probable
19	Probable	Très probable	Probable
20	Probable	Très probable	Peu probable
22	Très probable	Très probable	Très probable
23	Très probable	Très probable	Très probable
24	Probable	Très probable	Très probable
25	Probable	Très probable	Très probable
26	Probable	Probable	Peu probable

**Tableau 22 : Probabilité diagnostique de PAC par les internes avant et après échographie, et par le comité d'expert.**

Avant la pratique de l'échographie pulmonaire, la concordance de probabilité diagnostique de PAC avec le comité d'expert est de 39,1%.

Après l'échographie, la concordance de probabilité avec le comité d'expert est de 47,8%.

L'échographie a permis de reclasser correctement 3 patients par rapport au comité d'expert, soit 13% des patients.

### 3.3.4 Évaluation des performances diagnostiques de l'échographie pratiquée par les internes

Parmi les probabilités étiquetées de « probable » par le comité d'expert, un grand nombre ont une radiographie thoracique peu compatible, malgré une évolution concordante avec le diagnostic de PAC. Même si ce diagnostic n'est pas retenu comme « très probable », le diagnostic de PAC reste celui le plus probable. On peut donc considérer comme « ayant une PAC » les patients avec une probabilité diagnostique de « probable » et « très probable ».

Le test diagnostique est considéré comme positif si au moins une condensation alvéolaire est vue à l'échographie de l'interne.

Il n'existe qu'un seul faux négatif parmi les 15 patients malades.

En revanche, il existe 6 faux positifs.

Cela correspond à une sensibilité de 93,3% et une spécificité de 25%.

La valeur prédictive positive est de 70%, la valeur prédictive négative est de 66,7%.

	Malade	Non malade	Total
Test +	14	6	20
Test -	1	2	3
Total	15	8	23

**Tableau 23 : Tableau de contingence**

### 3.3.5 Évaluation du temps estimé à faire l'échographie pulmonaire

Un interne a mentionné le temps de 0 minute pour faire son échographie. Cette réponse étant aberrante, Nous lui attribuons la valeur de la moyenne pour le calcul de moyenne.

La moyenne passée par les internes à faire l'échographie pulmonaire des patients était de 23 minutes.

La médiane est de 25 minutes.

	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane
Temps (min)	5	40	23	25

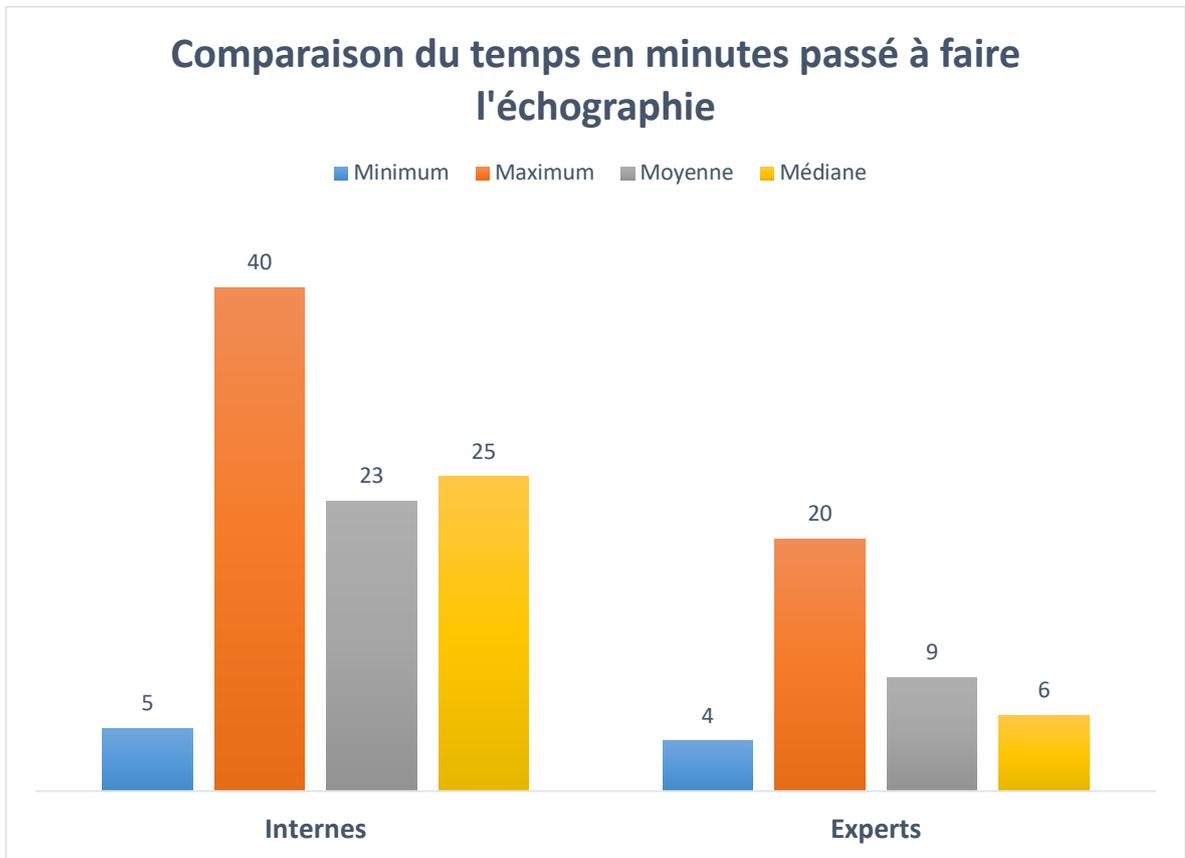
**Tableau 24 : Temps moyen passé par les internes à faire l'échographie en minute.**

Les experts en échographie ont passé en moyenne 9 minutes à faire les échographies. La plus rapide ayant été faite en 4 minutes, et la plus longue en 20 minutes.

La médiane est de 6 minutes.

	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane
Temps (min)	4	20	9	6

**Tableau 25 : Temps moyen passé par les experts à faire l'échographie en minute.**



**Figure 6 : Temps passé par les internes / experts à faire l'échographie pulmonaire : Minimum, maximum, moyenne, médiane.**

### 3.3.6 Évaluation de la difficulté ressentie à pratiquer l'échographie pulmonaire

Un seul interne a émis une difficulté minimale pour pratiquer l'échographie pulmonaire, il avait une expérience déclarée comme entre 5 et 25 échographies pulmonaires pratiquées.

Un seul interne également a émis une difficulté maximale pour faire l'échographie, il avait une expérience nulle en échographie pulmonaire.

La difficulté moyenne pour pratiquer ces échographies est calculée à 5, soit une difficulté moyenne.

	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane
Difficulté	1	10	5,0	5

**Tableau 26 : Appréciation de la difficulté à effectuer l'échographie sur une échelle de 0 à 10.**

Lorsque la difficulté est appréciée à 4 et plus sur l'échelle proposée, les internes sont invités à répondre à une question sur la nature de cette dernière.

Les différentes difficultés sont classées dans 3 familles différentes :

- Liées au patient
- Liées à l'échographie
- Liées à l'inexpérience en échographie pulmonaire.

17 internes (soit 73,9%) ont déclaré une difficulté strictement supérieure à 3.

Un seul interne n'a pas répondu à la question concernant la difficulté qu'il avait rencontré.

5 internes ont rapporté des difficultés liées au patient : soit pour sa mobilisation liée à son asthénie ou son surpoids, soit pour sa faible échogénicité.

8 internes ont rapporté des difficultés liées à leur inexpérience en échographie pulmonaire : soit pour des difficultés à se repérer sur le plan anatomique, ou à décrire les signes échographiques qu'ils voyaient, ou par exemple à trouver un bon positionnement de sonde pour atteindre l'image qu'ils souhaitaient. Et enfin, 3 internes ont rapporté des difficultés liées à l'appareil échographique en lui-même.

□

### DIFFICULTÉS À PRATIQUER L'ÉCHOGRAPHIE PULMONAIRE

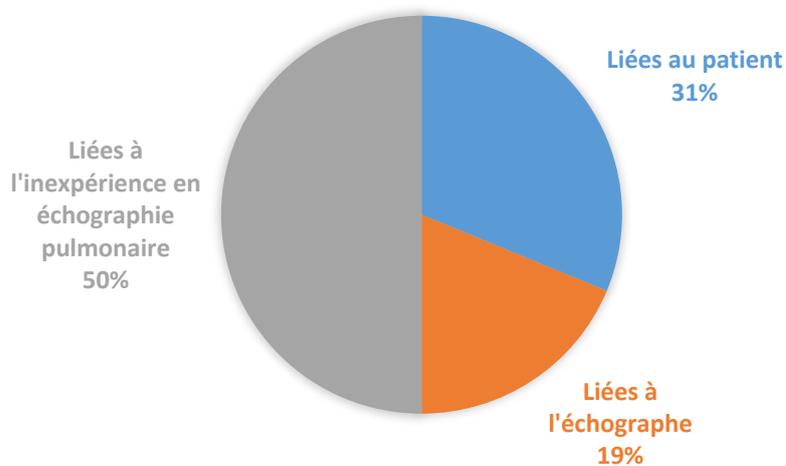


Figure 7 : Difficultés à pratiquer l'échographie pulmonaire.

#### 3.3.7 Évaluation du diaporama pour l'autoformation à l'échographie pulmonaire

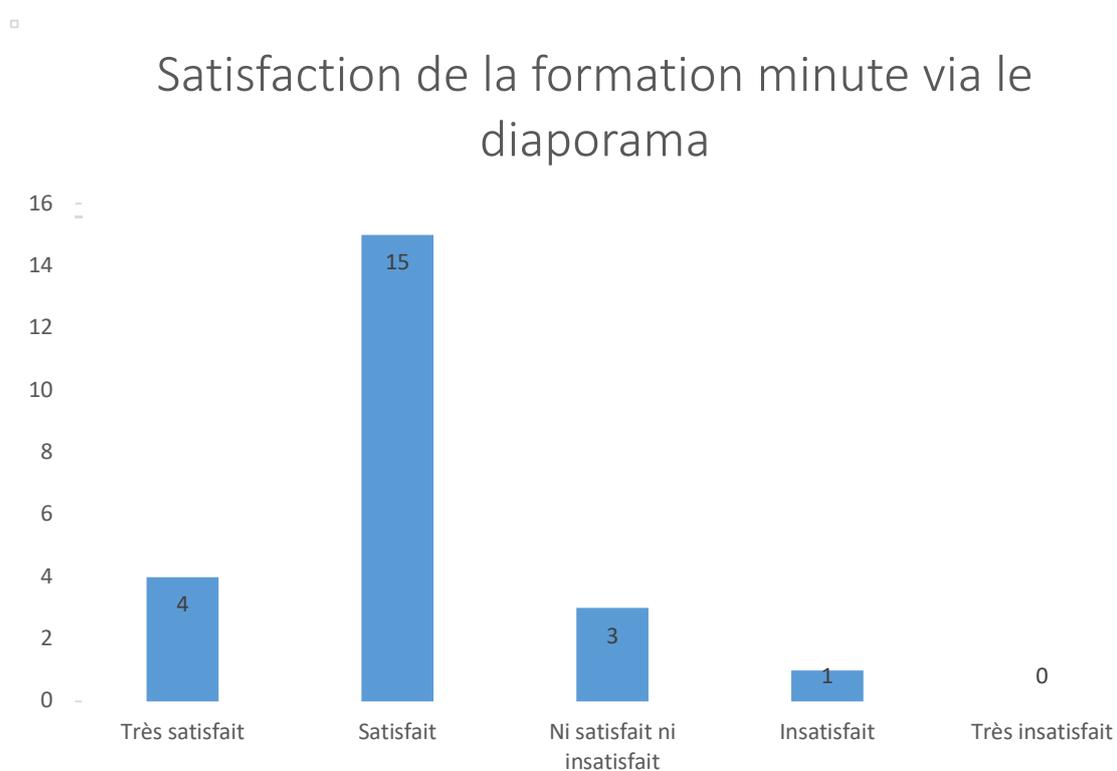
Deux tiers des internes sont satisfaits de la formation minute via le diaporama explicatif de l'échographie pulmonaire.

4 internes (soit 17,4%) sont très satisfaits du diaporama de formation.

1 seul interne n'est pas satisfait, aucun n'est très insatisfait.

	Population	Pourcentage
Très satisfait	4	17,4
Satisfait	15	65,2
Ni satisfait ni insatisfait	3	13,0
Insatisfait	1	4,3
Très insatisfait	0	0

**Tableau 27 : Satisfaction de la formation minute via le diaporama.**



**Figure 8 : Satisfaction de la formation minute via le diaporama.**

### 3.3.8 Évaluation de la vidéo pour l'autoformation à l'échographie pulmonaire

6 internes (soit 26,1%) se disent très satisfaits de la vidéo explicative pour l'autoformation à l'échographie pulmonaire.

14 internes (soit 61,0%) se disent satisfaits de cette vidéo explicative.

Seulement 1 interne est très insatisfait de la vidéo, aucun n'est insatisfait.

	Population	Pourcentage
Très satisfait	6	26,1
Satisfait	14	60,9
Ni satisfait ni insatisfait	3	13,0
Insatisfait	0	0
Très insatisfait	1	4,3

Tableau 28 : Satisfaction de la formation minute via la courte vidéo.

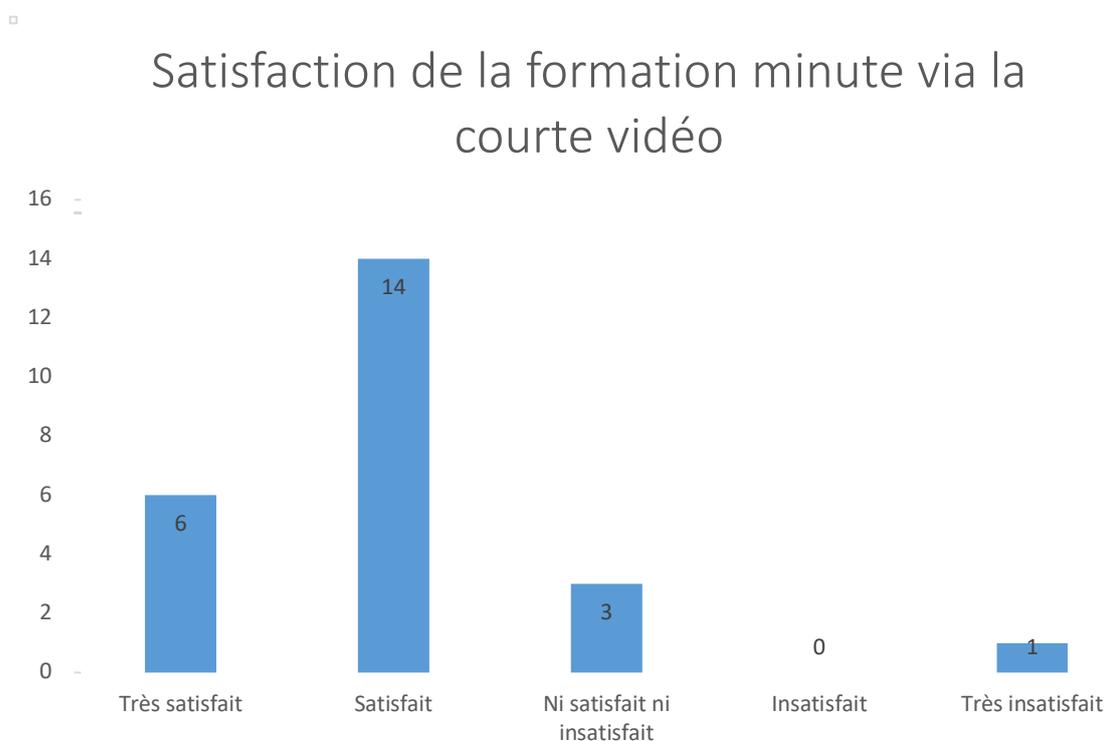


Figure 9 : Satisfaction de la formation minute via la courte vidéo.

## 4 Discussion

---

### 4.1 Concernant notre objectif principal

En tenant compte du caractère limité des résultats préliminaires de cette étude prospective observationnelle conduite dans les urgences du CHU de Nantes, nous pouvons voir que les internes novices en échographie réussissent à identifier les condensations alvéolaires. Il existe un accord entre les internes pratiquant l'échographie et les experts dans presque 82% des cas, soit seulement 18% de discordance entre les novices et les experts. Le coefficient Kappa permet de se rendre compte de la concordance réelle non attribuable au hasard. Il s'élève dans notre étude à 0,621 ; soit 62,1% de concordance réelle non attribuable au hasard, avec un petit p significatif à 0,026. Cet indice Kappa révèle une concordance forte entre les internes novices et les experts en échographie<sup>(34)</sup>.

En 2014, une étude italienne menée en soins intensifs pédiatriques par Esposito et al, s'est intéressée à la détection des condensations alvéolaires par un interne. Ce dernier était le seul à pratiquer les échographies, après avoir suivi un cours théorique de 3h sur l'échographie pulmonaire, puis pratique de 4h auprès d'un radiologue expert en échographie. Il a pratiqué au cours de l'étude 103 échographies, ce qui lui a permis d'acquérir une grande expérience dans ce domaine au fil de l'étude. Les performances échographiques de cet interne n'ont pas été vérifiées par un expert en échographie<sup>(35)</sup>.

La dernière étude, en date de 2019, a été menée par Karimi et al. Un interne entraîné faisait les échographies dans le but de détecter des condensations alvéolaires chez des patients suspects de PAC, mais sous la supervision d'un sénior, et sans comparaison avec un expert<sup>(31)</sup>.

Nous n'avons pas à notre connaissance d'étude ayant permis de comparer des internes novices, ou peu entraînés, à des experts pour la détection des condensations alvéolaires par l'échographie pulmonaire.

Si l'on tient compte de l'identification d'une seule condensation alvéolaire par les internes en faisant abstraction de la présence d'autres foyers retrouvés par les experts (une condensation suffit à faire poser l'indication d'une antibiothérapie), la concordance des conclusions des internes et des experts est de 91%. La concordance entre internes novices en échographie pulmonaire et experts est forte.

## **4.2 Concernant nos objectifs secondaires**

Plusieurs études ont déjà montré que le diagnostic clinique et radiologique de PAC n'était ni sensible, ni reproductible<sup>(10,11,16)</sup>. Nos résultats le confirment car, près de la moitié des patients se voient attribuer une probabilité de PAC après examen clinique et radiographique de « probable », soit un diagnostic incertain. Une fois l'échographie pratiquée, plus de 80% des patients s'étant vus attribuer une probabilité diagnostique de « probable » ont été reclassés parmi les probabilités diagnostiques de PAC de « très probable ». Le diagnostic de PAC paraît donc bien plus évident, l'échographie est d'un apport diagnostique important. La thèse du Dr Boucher en 2017 avait pour but d'étudier la modification de probabilité diagnostique de PAC avant et après une échographie pulmonaire, pratiquée dans cette étude par des médecins urgentistes. L'échographie avait permis de modifier la probabilité diagnostique de PAC pour 70% des patients<sup>(36)</sup>.

L'échographie n'a en revanche que peu d'impact sur l'indication théorique à une antibiothérapie dans notre étude, puisque seulement un patient supplémentaire présente une indication théorique à l'antibiothérapie après l'échographie. Ceci est lié très probablement au fait que même avec une probabilité considérée par les internes comme « probable », ils considéraient que le patient avait une indication théorique à l'antibiothérapie.

Un comité d'expert composé d'un médecin urgentiste, d'un infectiologue et d'un pneumologue a relu l'ensemble des dossiers à posteriori afin de déterminer une probabilité diagnostique de PAC, cette probabilité était considérée comme notre Gold Standard. Il n'y a que peu de concordance entre la probabilité diagnostique de PAC émise par les internes avant échographie et celle de notre comité d'expert. En effet, seulement 39% des patients ont une probabilité concordante.

Après échographie, la probabilité diagnostique de PAC par les internes est modifiée dans plus de 80% des patients comme vu précédemment. En revanche, la probabilité diagnostique de PAC des internes n'est reclassée correctement que pour 13% des patients. Ceci entraîne une concordance globale après échographie pour 47,8% des patients.

Ce faible résultat de concordance peut s'expliquer par le fait que, dans la majorité des dossiers de patients pour lesquels la probabilité diagnostique de PAC a été étiquetée de « probable » par le comité d'expert, il n'y avait pas d'images radiologiques ou scannographiques compatibles avec une PAC. Il n'en reste pas moins que pour ces patients-là, la PAC était tout de même le diagnostic le plus probable.

Partant de ce fait, nous avons considéré comme « ayant une PAC » les patients pour lesquels le comité d'experts avait attribué une probabilité diagnostique de PAC de « très probable » et « probable ». Étaient considérés comme « PAC exclue » les patients ayant une probabilité de PAC étiquetée de « peu probable » par le comité d'experts.

Nous avons également considéré comme positive une échographie faite par l'interne retrouvant au moins une condensation alvéolaire.

La sensibilité diagnostique de l'échographie faite par les internes s'élève à 93,3% dans notre étude. Deux récentes méta-analyses, faites par Alzahrani et al en 2017 et Xia et al en 2016, ayant pour but de déterminer les performances diagnostiques de l'échographie dans les PAC, confirment ces mêmes chiffres : 85% et 90,4% de sensibilité respectivement<sup>(28,27)</sup>. Dans ces deux méta-analyses, toutes les échographies étaient réalisées par des experts dans ce domaine, sauf dans l'étude de Esposito et al où les échographies étaient pratiquées par un seul et même interne entraîné et ayant pratiqué à la fin de l'étude plus de 100 échographies pulmonaires.

Notre spécificité diagnostique n'est que de 25%, ceci révèle une part importante de patients faux positifs dans notre étude. L'étude de Bourcier et al datant de 2014, ayant pour but d'étudier les performances diagnostiques de l'échographie pulmonaire, retrouve également une spécificité médiocre de 57% avec 9 faux positifs dans l'étude<sup>(17)</sup>. L'étude de Berlet et al en 2015, a également retrouvé des chiffres de spécificité d'environ 58%. Cette étude avait pour but de détecter les condensations alvéolaires avec l'échographie chez des patients suspect de PAVM<sup>(37)</sup>. Les échographies étaient alors pratiquées par un médecin urgentiste entraîné. Ceci peut traduire la difficulté à différencier probablement une condensation alvéolaire d'une atelectasie par la reconnaissance des bronchogrammes aériques dynamiques.

Étude	Année	Unité Fonctionnelle	Taille échantillon	Opérateur de l'échographie pulmonaire (EP)	Aveugle	Se / Sp de l'échographie pour le diagnostic de PAC
Lichtenstein(23)	2004	Soins intensifs	117 adultes	2 médecins urgentistes experts	Oui	90% / 98%
Parlamento(38)	2009	Urgences	49 adultes	1 médecin expert	Non	97% / NA (TDM thoraciques tous positifs)
Reissig(39)	2012	Urgences	362 adultes	Médecins entraînés (< 100 EP)	Oui	93% / 98%
Cortellaro(16)	2012	Urgences	120 adultes	1 médecin expert	Oui	98% / 95%
Bourcier(17)	2014	Urgences	144 adultes	5 médecins urgentistes entraînés	Non	95% / 57%
Esposito(35)	2014	Soins intensifs	103 enfants	1 interne, toujours le même, entraîné	Oui	98% / 95%
Berlet(37)	2015	Soins intensifs	57 adultes	Médecins des soins intensifs expérimenté	Oui	100% / 58%

<b>Karimi(31)</b>	2019	Urgences	280 adultes	Internes en médecine, entraînés, sous supervision d'un expert.	Non	94% / NA (TDM thoraciques tous positifs)
<b>Chavez(25)</b>	2014	Méta-analyse	10 études, 1172 adultes	Echographistes experts et médecins entraînés	Oui	94% / 96%
<b>Ye(26)</b>	2015	Méta-analyse	5 études, 742 adultes	Médecins entraînés	Oui (sauf l'étude de Bourcier)	95% / 90%
<b>Xia(27)</b>	2016	Méta-analyse	14 études, 1911 adultes	Médecins entraînés, et 1 étude avec échographiste	Oui (sauf l'étude de Bourcier)	90% / 88%
<b>Long(29)</b>	2017	Méta-analyse	12 études, 1515 adultes	Non décrit	Oui (sauf l'étude de Bourcier)	88% / 86%
<b>Alzahrani(28)</b>	2017	Méta-analyse	20 études (5 en pédiatrie), 2513 patients	Radiologues, échographistes experts, médecins entraînés	16 en aveugle, 4 non	85% / 93%
<b>Orso(30)</b>	2018	Méta-analyse	17 études, 5108 adultes	Radiologues, médecins expérimentés	9 oui, 8 non	92% / 93%
<b>PLUS NULS</b>	2019	Urgences	11 patients, objectif : 55 patients	Internes novices	Non	93% / 25%

**Tableau 29 : Différentes études et méta-analyses citées dans la thèse.**

L'échographie a pu être pratiquée pour la totalité des patients inclus, soit une faisabilité de 100%. Près de 75% des internes ont déclaré une difficulté de réalisation de l'échographie strictement supérieur à 3 sur une échelle de 0 à 10, avec une moyenne et une médiane de 5. Les principales difficultés rencontrées étaient liées à l'inexpérience des internes en échographie, qui avaient souvent des difficultés soit à se repérer d'un point de vue anatomique, où à bien positionner la sonde d'échographie par exemple. Un tiers également des internes a rapporté des difficultés liées aux patients : le patient était soit difficile à mobiliser pour passer sa sonde d'échographie, soit peu échogène par exemple.

Cela est traduit par l'allongement du temps moyen passé par les internes à effectuer les échographies qui est de 23 minutes. Les experts en échographie, ont mis 9 minutes en moyenne à faire les échographies, soit 14 minutes de moins que les internes.

L'étude de Cortellaro et al, faite en 2012, avait pour objectif de déterminer les performances diagnostiques de l'échographie pulmonaire et de la radiographie thoracique dans le diagnostic de PAC en comparaison avec le gold standard qui était le scanner thoracique. La faisabilité de l'échographie rapportée dans cette étude était de 100%, il était également rapporté le temps moyen passé à faire les échographies qui était de 5 min. Les échographies étaient toutes réalisées par un expert en échographie(16). Cependant dans la méta-analyse de Long et al, publiée en 2017, tenant compte de 12 études sur l'échographie pulmonaire toutes réalisées entre 2009 et 2015, le temps moyen passé par les experts à réaliser les échographies était de 13 minutes, ce qui est tout à fait concordant avec le temps moyen de réalisation de l'échographie de nos expert(29).

Les internes sont globalement satisfaits de cette auto-formation « minute » à l'échographie pulmonaire. 82,6% et 87% des internes sont satisfaits et très satisfait du diaporama de présentation de l'échographie et de la courte vidéo explicative respectivement. Notre support de formation se voulait concis pour ne pas décourager les internes par un temps de formation trop long. En ce sens la vidéographie est plébiscitée pour sa facilité d'utilisation car c'est un support visuel dynamique de mise en situation.

### **4.3 Il existe cependant quelques limites**

La principale limite est pour le moment l'insuffisance de puissance ne nous permettant pas de conclure, même si ces résultats préliminaires sont très encourageants. Pour avoir la puissance nécessaire nous devons encore recruter 44 patients qui devront tous avoir une échographie de contrôle par un sénior expert.

Dans le secteur médecine du SAU du CHU de Nantes, les internes doivent s'occuper de 4 patients en même temps en journée, et de 5 à 6 patients en même temps en nuit profonde. La charge de travail est conséquente ce qui explique que l'ensemble des internes ne souhaite pas prendre du temps supplémentaire pour faire une échographie. Ceci explique donc un biais de sélection inévitable, car seuls les plus motivés des internes réalisent les échographies.

De plus, les séniors experts en échographie sont occupés avec leurs activités cliniques respectives sur lesquels ils sont assignés sur la journée. Il n'est donc pas toujours évident pour eux de se libérer afin de venir faire l'échographie de contrôle des patients.

Cette étude présente également de façon inévitable un biais de classement, du fait de son mode de recrutement. Les critères d'inclusions de l'étude entraînent une sélection de patient « suspect » de PAC, ce qui a pu entraîner les internes et experts, du fait de leur examen clinique et/ou de la radiographie, à effectuer des recherches plus longues ou plus approfondies lors de la réalisation de leurs échographies.

Les internes n'étaient pas en aveugle de la situation clinique, biologique ni radiologique du patient puisqu'ils prenaient eux même en charge ces derniers. Les experts savaient également qu'ils étaient sollicités pour contrôler une échographie liée à une suspicion de pneumopathie.

## 5 Conclusion

---

L'échographie pulmonaire a déjà démontré son grand intérêt dans le diagnostic de PAC, du fait d'une sensibilité et spécificité diagnostiques pour les condensations alvéolaires proche de celles du gold standard : la TDM thoracique.

Les résultats préliminaires présentés ici permettent de montrer que même des internes, novices, peu formés, peuvent efficacement utiliser un échographe afin de diagnostiquer des condensations alvéolaires.

Ces résultats échographiques dans la détection des condensations alvéolaires sont accessibles même pour les débutants. Il est donc important d'utiliser l'échographie pulmonaire dans notre pratique courante, de développer les formations à cette technique, et les rendre accessibles sous plusieurs supports.

Notre formation (vidéo courte et diaporama), même si rudimentaire, a donné aux internes les bases échographiques nécessaires pour détecter une condensation alvéolaire.

Nous pensons donc qu'il est possible de développer son utilisation courante dans le diagnostic de PAC et ceux même par des opérateurs inexpérimentés.

Il serait intéressant dans une prochaine étude, de comparer le diagnostic de PAC aux urgences du CHU de Nantes avec un bras radiographie pulmonaire uniquement et un bras échographie pulmonaire uniquement. L'étude permettrait d'analyser les performances diagnostiques, le temps de passage aux urgences, et le coût.

## **Bibliographie**

1. World Health Organization. Top 10 causes of death. World Health Organization. Geneva, Switzerland. May, 2018.
2. Collège Pneumo Infections respiratoires. Infections broncho-pulmonaires. Collège de pneumologie. Septembre, 2018.
3. Almirall J, Bolibar I, Vidal J, Sauca G, Coll P, Niklasson B, et al. Epidemiology of community-acquired pneumonia in adults: a population-based study. *Eur Respir J.* avr 2000;15(4):757-63.
4. Almirall J, Güell E, Capdevila JA, Campins L, Palomera E, Martinez R, et al. Epidemiología de la sepsis grave adquirida en la comunidad. Estudio de base poblacional. *Med Clínica.* août 2016;147(4):139-43.
5. Casez P, Fauconnier J, Jorgensen L, Gutterman EM, Gray S, Munson S, et al. Longitudinal DRG-based survey of all-cause and pneumococcal pneumonia and meningitis for inpatients in France (2005–2010). *Médecine Mal Infect.* nov 2015;45(11-12):446-55.
6. Glover-Bondeau PA-S. La pneumonie, fléau d'aujourd'hui. Février, 2009.
7. Brown PD, Lerner SA. Community-acquired pneumonia. *The Lancet.* oct 1998;352(9136):1295-302.
8. Marchello C, Dale AP, Thai TN, Han DS, Ebell MH. Prevalence of Atypical Pathogens in Patients With Cough and Community-Acquired Pneumonia: A Meta-Analysis. *Ann Fam Med.* 1 nov 2016;14(6):552-66.
9. CMIT. ECN PILLY: maladies infectieuses et et tropicales. Place of publication not identified: MED-LINE EDITIONS - EDUC; 2017.
10. Wipf JE, Lipsky BA, Hirschmann JV, Boyko EJ, Takasugi J, Peugeot RL, et al. Diagnosing Pneumonia by Physical Examination: Relevant or Relic? *Arch Intern Med.* 24 mai 1999;159(10):1082.
11. Lichtenstein D, Grenier P. Comparative Diagnostic Performances of Auscultation, Chest Radiography, and Lung Ultrasonography in Acute Respiratory Distress Syndrome. 2004;100(1):7.
12. Neuhaus T, Ewig S. DEFINING SEVERE COMMUNITY-ACQUIRED PNEUMONIA. *Med Clin North Am.* nov 2001;85(6):1413-25.

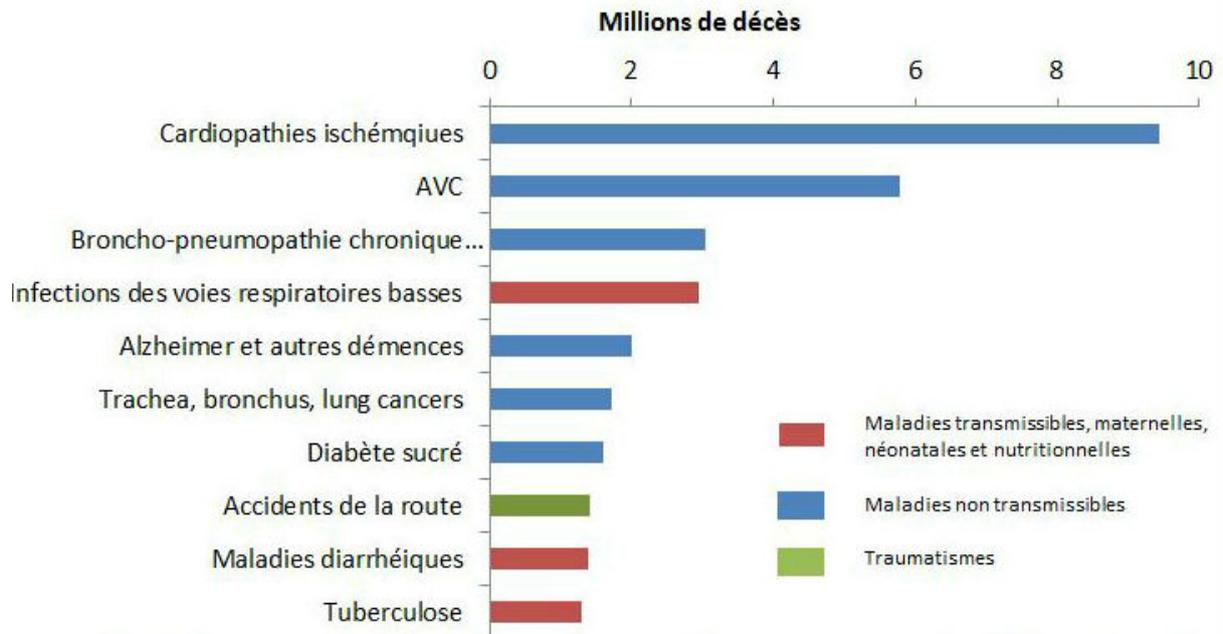
13. Long B, Koyfman A. Best Clinical Practice: Blood Culture Utility in the Emergency Department. *J Emerg Med.* nov 2016;51(5):529-39.
14. Musher DM, Montoya R, Wanahita A. Diagnostic Value of Microscopic Examination of Gram-Stained Sputum and Sputum Cultures in Patients with Bacteremic Pneumococcal Pneumonia. *Clin Infect Dis.* 15 juill 2004;39(2):165-9.
15. Bellew S, Grijalva CG, Williams DJ, Anderson EJ, Wunderink RG, Zhu Y, et al. Pneumococcal and Legionella Urinary Antigen Tests in Community-acquired Pneumonia: Prospective Evaluation of Indications for Testing. *Clin Infect Dis.* 30 mai 2019;68(12):2026-33.
16. 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.* janv 2012;29(1):19-23.
17. Bourcier J-E, Paquet J, Seinger M, Gallard E, Redonnet J-P, Cheddadi F, et al. Performance comparison of lung ultrasound and chest x-ray for the diagnosis of pneumonia in the ED. *Am J Emerg Med.* févr 2014;32(2):115-8.
18. Guyot S-L. Interprétation de la radiographie de thorax dans le service d'accueil des urgences: évaluation de la pertinence et étude d'impact: étude observationnelle prospective aux urgences du CHU de Nantes [Thèse d'exercice]. [France]: Université de Nantes. Unité de Formation et de Recherche de Médecine et des Techniques Médicales; 2016.
19. Claessens Y-E, Debray M-P, Tubach F, Brun A-L, 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.
20. Lichtenstein D, Mézière G, Biderman P, Gepner A, Barré O. The Comet-tail Artifact: An Ultrasound Sign of Alveolar-Interstitial Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med.* nov 1997;156(5):1640-6.
21. Lichtenstein D, Hulot JS, Rabiller A, Tostivint I, Mezière G. Feasibility and safety of ultrasound-aided thoracentesis in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med.* sept 1999;25(9):955-8.
22. Lichtenstein DA, Menu Y. A bedside ultrasound sign ruling out pneumothorax in the critically ill. Lung sliding. *Chest.* nov 1995;108(5):1345-8.

23. Lichtenstein DA, Lascols N, Mezière G, Gepner A. Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill. *Intensive Care Med.* févr 2004;30(2):276-81.
24. Unluer E, Karagoz A, Senturk G, Karaman M, Olow K, Bayata S. Bedside lung ultrasonography for diagnosis of pneumonia. *Hong Kong J Emerg Med.* mars 2013;20(2):98-104.
25. 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.* 2014;15(1):50.
26. Ye X, Xiao H, Chen B, Zhang S. Accuracy of Lung Ultrasonography versus Chest Radiography for the Diagnosis of Adult Community-Acquired Pneumonia: Review of the Literature and Meta-Analysis. Chalmers JD, éditeur. *PLOS ONE.* 24 juin 2015;10(6):e0130066.
27. Xia Y, Ying Y, Wang S, Li W, Shen H. Effectiveness of lung ultrasonography for diagnosis of pneumonia in adults: a systematic review and meta-analysis. *J Thorac Dis.* oct 2016;8(10):2822-31.
28. Alzahrani SA, Al-Salamah MA, Al-Madani WH, Elbarbary MA. Systematic review and meta-analysis for the use of ultrasound versus radiology in diagnosing of pneumonia. *Crit Ultrasound J [Internet].* déc 2017 [cité 10 mars 2019];9(1). Disponible sur: <http://criticalultrasoundjournal.springeropen.com/articles/10.1186/s13089-017-0059-y>
29. Long L, Zhao H-T, Zhang Z-Y, Wang G-Y, Zhao H-L. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults. *Medicine (Baltimore) [Internet].* 20 janv 2017 [cité 19 nov 2019];96(3). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5279077/>
30. Orso D, Guglielmo N, Copetti R. Lung ultrasound in diagnosing pneumonia in the emergency department: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Emerg Med.* oct 2018;25(5):312-21.

31. Karimi E. Comparing Sensitivity of Ultrasonography and Plain Chest Radiography in Detection of Pneumonia; a Diagnostic Value Study. *Arch Acad Emerg Med* [Internet]. 22 janv 2019 [cité 31 oct 2019];7(1). Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6377225/>
32. Jones BP, Tay ET, Elikashvili I, Sanders JE, Paul AZ, Nelson BP, et al. Feasibility and Safety of Substituting Lung Ultrasonography for Chest Radiography When Diagnosing Pneumonia in Children. *Chest*. juill 2016;150(1):131-8.
33. Chiem AT, Chan CH, Ander DS, Kobylivker AN, Manson WC. Comparison of Expert and Novice Sonographers' Performance in Focused Lung Ultrasonography in Dyspnea (FLUID) to Diagnose Patients With Acute Heart Failure Syndrome. Costantino T, éditeur. *Acad Emerg Med*. mai 2015;22(5):564-73.
34. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*. mars 1977;33(1):159-74.
35. Esposito S, Papa SS, Borzani I, Pinzani R, Giannitto C, Consonni D, et al. Performance of lung ultrasonography in children with community-acquired pneumonia. *Ital J Pediatr*. 17 avr 2014;40:37.
36. Boucher E. Intérêt de l'échographie pulmonaire dans le diagnostic des pneumopathies aigües communautaires : étude pilote. Nantes; 2017.
37. Berlet T, Etter R, Fehr T, Berger D, Sendi P, Merz TM. Sonographic patterns of lung consolidation in mechanically ventilated patients with and without ventilator-associated pneumonia: A prospective cohort study. *J Crit Care*. avr 2015;30(2):327-33.
38. Parlamento S, Copetti R, Di Bartolomeo S. Evaluation of lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in the ED. *Am J Emerg Med*. mai 2009;27(4):379-84.
39. Reissig A, Copetti R, Mathis G, Mempel C, Schuler A, Zechner P, et al. Lung Ultrasound in the Diagnosis and Follow-up of Community-Acquired Pneumonia. *Chest*. oct 2012;142(4):965-72.

## Annexe 1 : Top 10 cause of death.

### les 10 principales causes de mortalité - 2016



Source: Global Health Estimates 2016: Deaths by Cause, Age, Sex, by Country and by Region, 2000-2016. Geneva, World Health Organization; 2018.

## Annexe 2 : Score CRB 65.

<b>Critères du score CRB 65</b>	<b>Conduite à tenir</b>
<b>C</b> : Confusion <b>R</b> : Fréquence respiratoire $\geq 30$ / mn <b>B</b> : Pression artérielle systolique $< 90$ mmHg ou Pression artérielle diastolique $\leq 60$ mmHg <b>65</b> : Age* $\geq 65$ ans	0 critère : traitement ambulatoire possible  $\geq 1$ critère : évaluation à l'hôpital
<b>C</b> pour confusion, <b>R</b> pour respiratoire, <b>B</b> pour blood pressure et <b>65</b> pour 65 ans.	
* Plus que l'âge civil, l'âge physiologique - notamment chez les patients sans co-morbidité - est à prendre en compte	

**Annexe 3 : Score de Fine : PSI/PORT.**

<b>Pneumonia Seveiry Index (PSI) Scoring System</b>	
<b>Characteristic</b>	<b>Points</b>
Age – Men	Yrs.
Age – Women	Yrs. – 10
Nursing Home Resident	10
<b>Co-morbidity</b>	
Neoplastic disease	10
Liver disease	20
CCF	10
Cerebro-vasc. Disease	10
Renal disease	10
<b>Examination</b>	
Altered mental state	20
Resp. $\geq$ 30	20
Syst BP <90	20
Temp <35 or $\geq$ 40C	15
Pulse $\geq$ 125	10
<b>Investigations</b>	
Arterial pH < 7.35	30
Urea $\geq$ 11 mmol/L	20
Na <130	20
Glucose $\geq$ 14	10
Hct <30%	10
PaO <sub>2</sub> <60 mmHg or SaO <sub>2</sub> (air) < 90%	10
Pleural effusion	10

<b>Pneumonia Seveiry Index (PSI) Scoring System</b>		
<b>Score</b>	<b>PSI Risk Class</b>	<b>30-day mortality</b>
PSI Risk Class 1 = Age >50 & NO - Malignancy, CCF, Cerebro-vasc, Renal or Liver disease & Normal Mental state, P<125, Resp <30, Syst BP >90, Temp 35-40C.		
	1	0.1%
$\leq$ 70	2	0.6%
71-90	3	0.9%
91-130	4	9.3%
>130	5	27%

**Annexe 4 : Score de CURB 65 ou BTS.**

		<b>Score</b>
<b>C</b>	Confusion	1
<b>U</b>	Urea >7 mmol/L	1
<b>R</b>	Resp. $\geq$ 30	1
<b>Bp</b>	Syst. $\leq$ 90mmHg or Diast. $\leq$ 60	1
<b>65 yr</b>	Age > 65 yr.	1

<b>CURB-65 Score</b>	<b>Risk Group</b>	<b>30-day mortality</b>	<b>Management</b>
0-1	1	1.5%	Home
2	2	9.2%	Likely to need admission
3-5	3	22%	Admit. Manage as severe.

### Annexe 5 : Score de ATS.

#### 3 critères mineurs

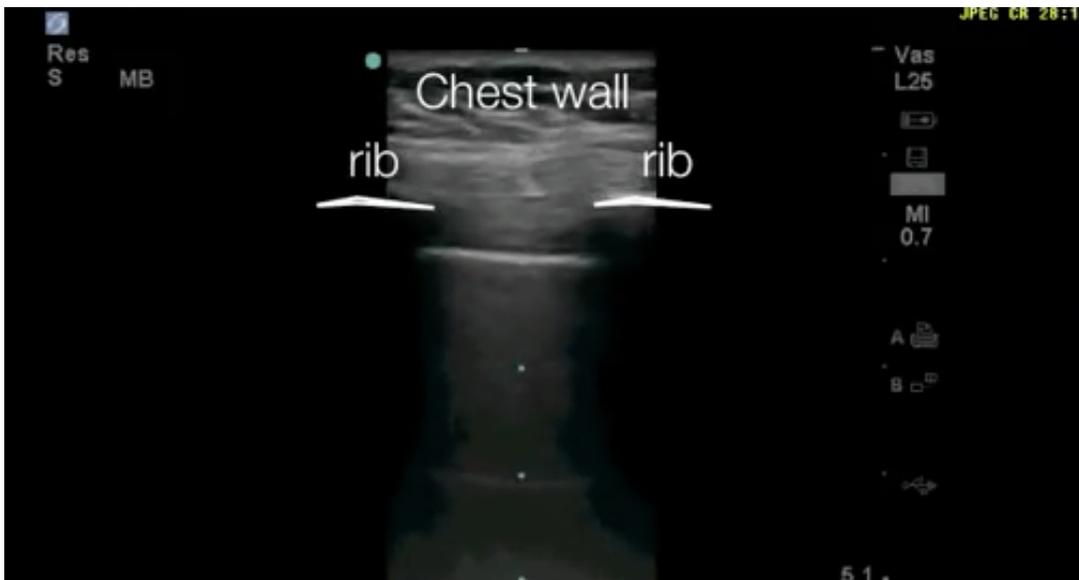
- $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 250$
- Atteinte plurilobaire
- $\text{PAS} \leq 90$  mmHg

#### 2 critères majeurs

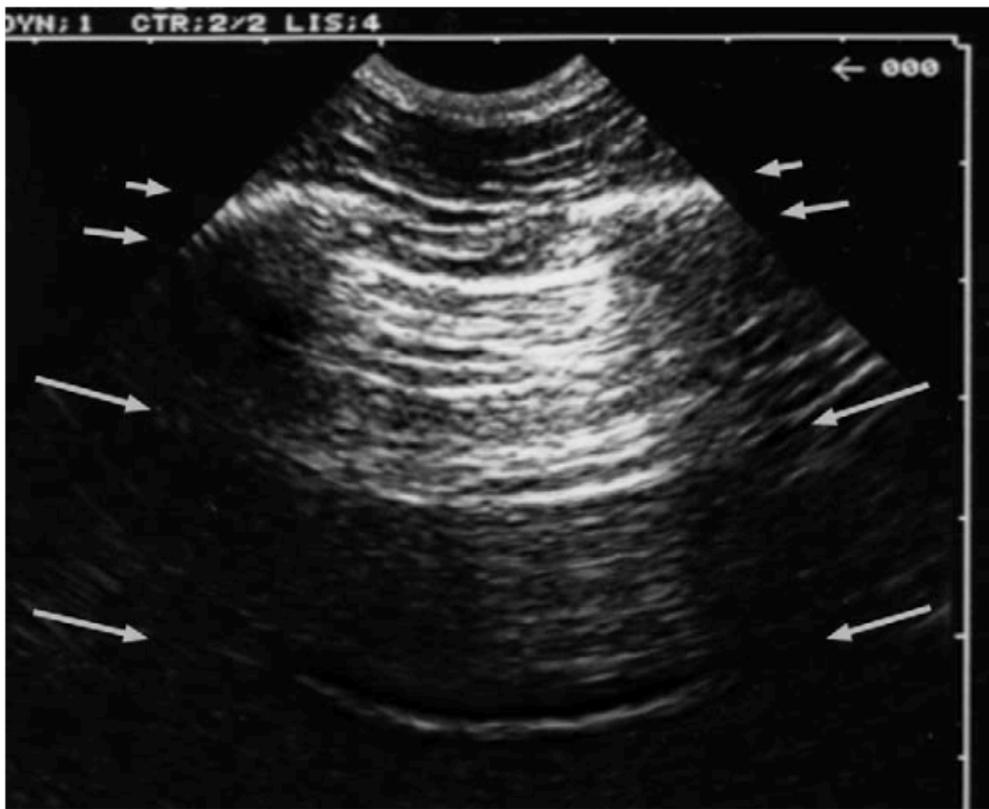
- Nécessité d'une ventilation mécanique
- Choc septique

La présence de 2 critères mineurs ou d'un critère majeur prédit la nécessité d'une admission en soins intensifs avec une sensibilité de 78 %, une spécificité de 94 %, VPP 75 % et VPN 95 %

### Annexe 6 : Signe de la chauve-souris.



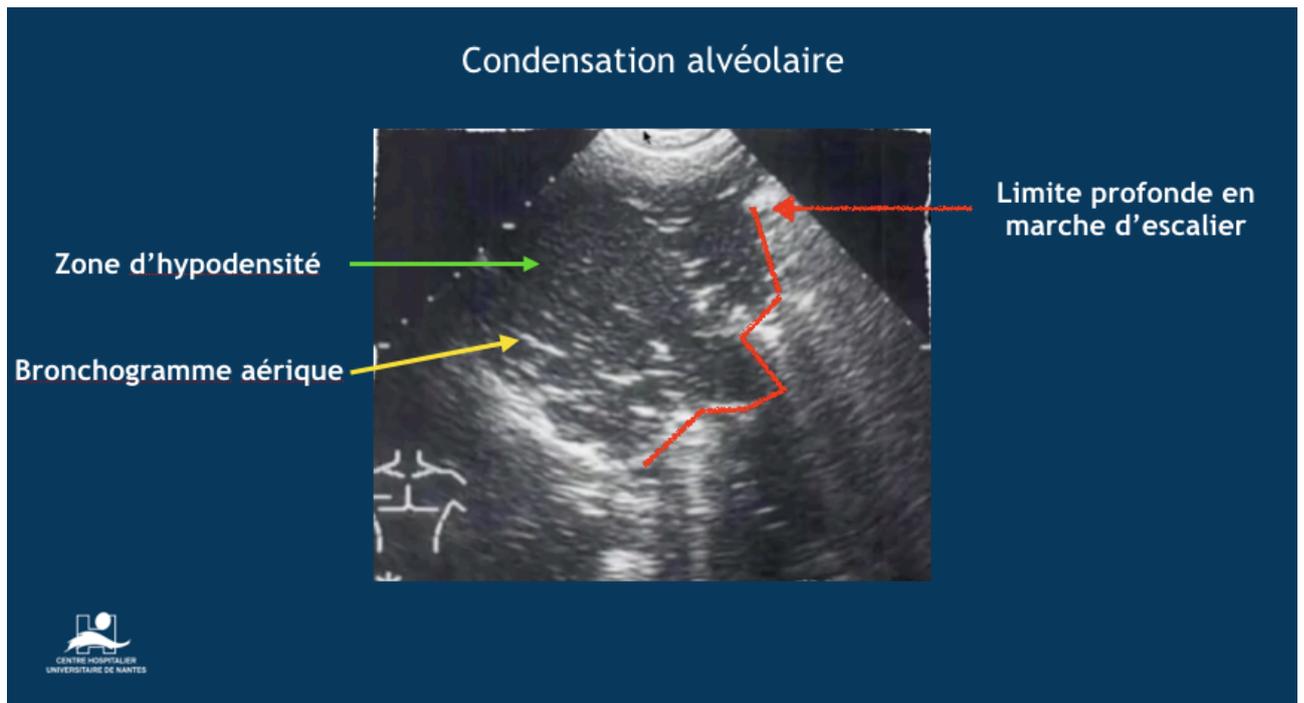
Annexe 7 : Lignes A.



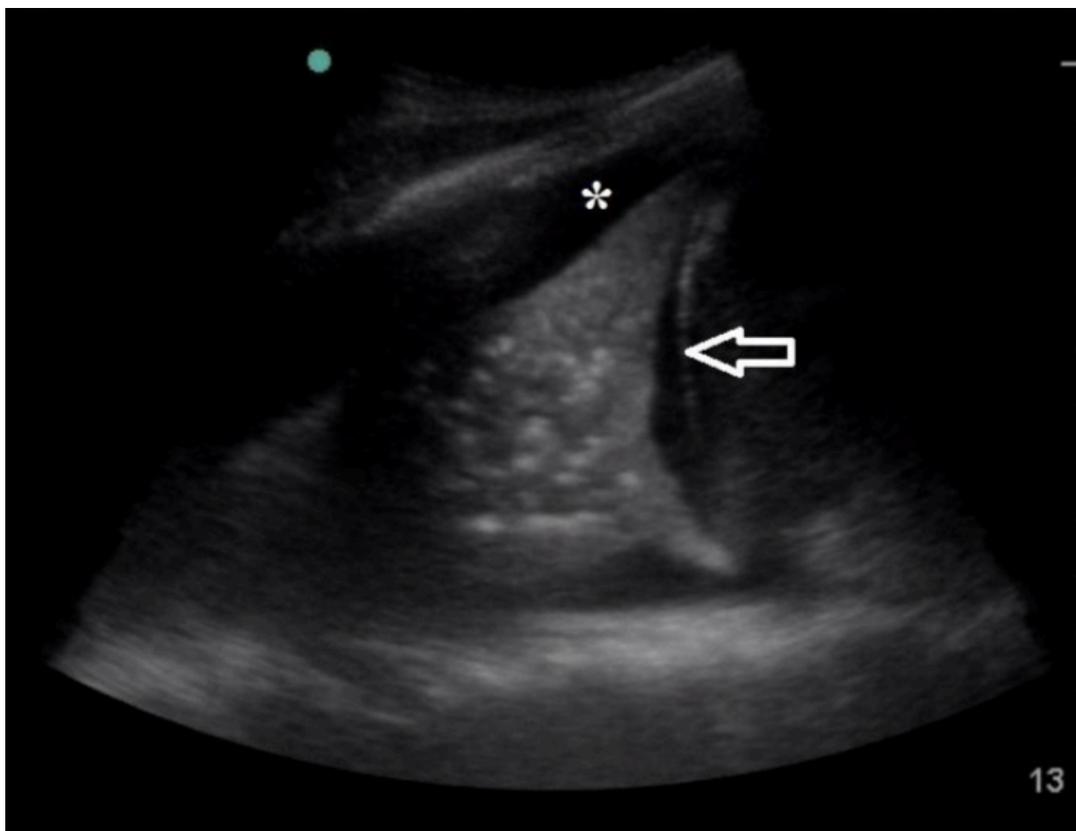
Annexe 8 : Lignes B.



**Annexe 9 : Condensation alvéolaire.**



**Annexe 10 : Image de PLAPS (Postero-Lateral Alveolar and / or Pleural Syndrom).**



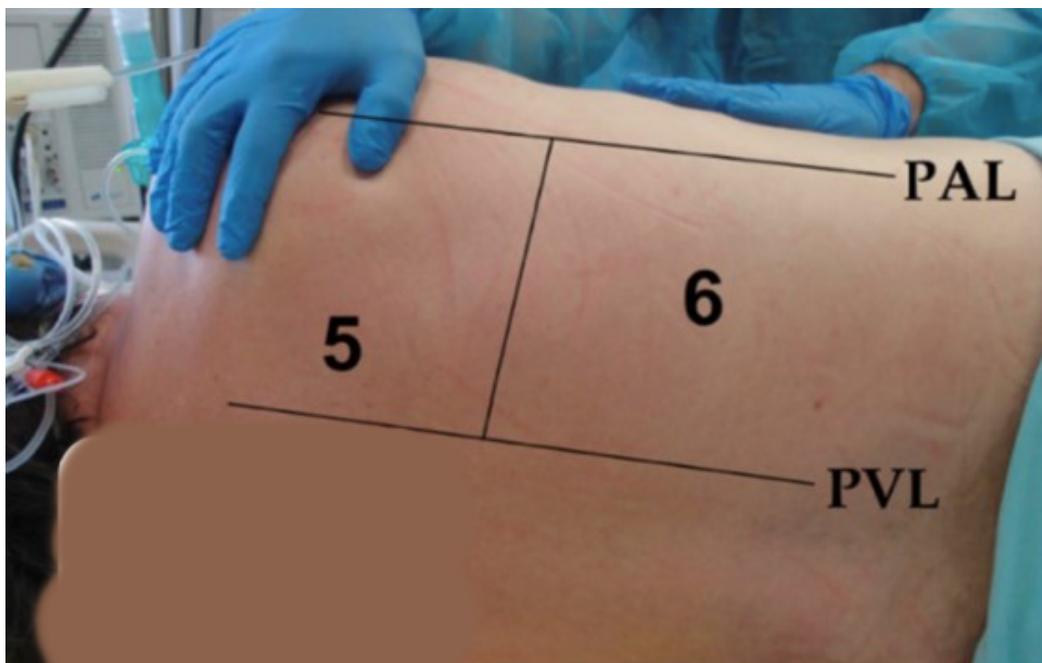
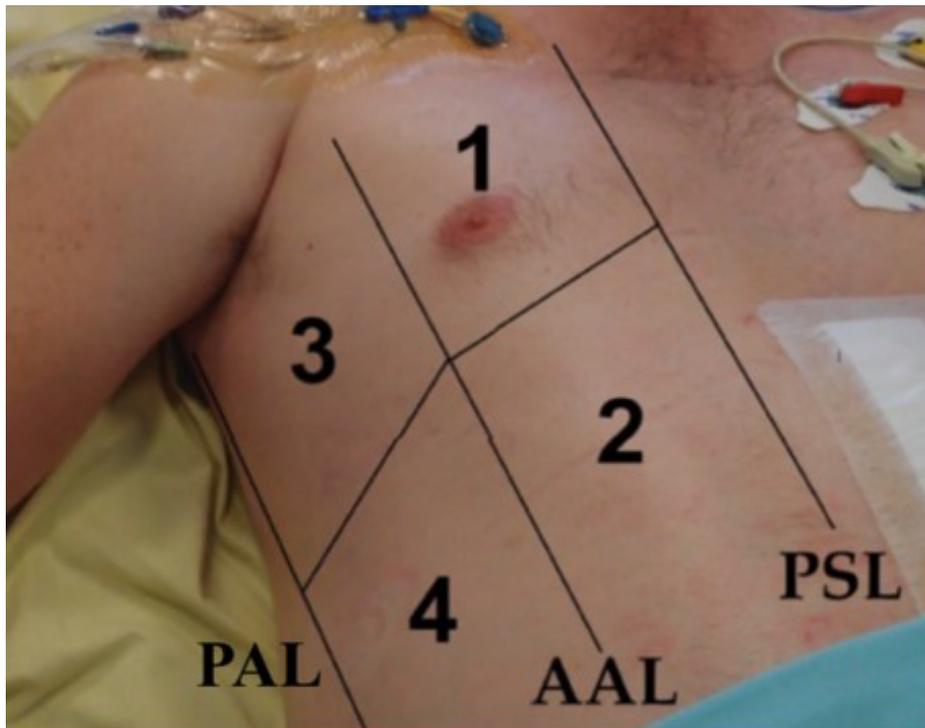
## Annexe 11 : Démarche à suivre pour inclure un patient.

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

- 1ère étape : Visionner la vidéo PLUS NULS (pour la première échographie pulmonaire au moins).
- 2ème étape : Prendre connaissance du diaporama de présentation PLUS NULS.
- 3ème étape : Coller une étiquette sur la feuille dédiée pour avoir le N° patient.
- 4ème étape : Faire l'échographie pulmonaire (Ne pas oublier d'enregistrer les images en appuyant sur « End Exam »).
- 5ème étape : Remplir le questionnaire en ligne (lien vers le questionnaire : <https://sphinx.chu-nantes.fr/v4/s/evc1vo>)
- 6ème étape : Envoyer un mail à "[bp-uic-urgences-samu@chu-nantes.fr](mailto:bp-uic-urgences-samu@chu-nantes.fr)" en stipulant que vous avez fait l'écho du patient avec son nom, prénom et numéro du patient.



**Annexe 12 : Zones d'analyses échographique de l'hémi-thorax droit.**



## Annexe 13 : Formulaire en ligne PLUS NULS

### ***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 5 échographies pulmonaires
  - Entre 5 et 25 échographies pulmonaires
  - Plus de 25 échographies pulmonaires
-

## Le patient :

---

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

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Dyspnée                         | <input type="checkbox"/> Toux                                      |
| <input type="checkbox"/> Expectorations                  | <input type="checkbox"/> Douleur thoracique latéralisée            |
| <input type="checkbox"/> Signes de lutte respiratoire    | <input type="checkbox"/> Oxygéo-requérance                         |
| <input type="checkbox"/> Foyer de crépitant unilatéral   | <input type="checkbox"/> Turgescence jugulaire                     |
| <input type="checkbox"/> Reflux hépatologie-jugulaire    | <input type="checkbox"/> Oedèmes des membres inférieurs bilatéraux |
| <input type="checkbox"/> Foyers de crépitants bilatéraux | <input type="checkbox"/> Syndrome pleural                          |
| <input type="checkbox"/> Aucun de ces signes             | <input type="checkbox"/> Autre                                     |

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"/> Hyperfibrinogénémie (> 4 g/l) |
| <input type="checkbox"/> Aucun de ces signes                 | <input type="checkbox"/> Autre                         |

Autre :

---

## Radiographie thoracique :

---

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

- Oui  
 Non
- 

### Si oui, le ou lesquels ?

---

**Heure d'interprétation radiographie :**

(Exemple : 10:54)

---

**La radiographie est-elle de bonne qualité ?**

- Oui
  - Non
- 

**Si non, pourquoi ?**

---

**Cette radiographie est-elle normale ?**

- Oui
- Non

**Si non, quelles anomalies avez-vous mis en évidence ?**

- Syndrome de condensation alvéolaire systématisé
- Syndrome alvéolaire bilatéral en "aile de papillon"
- Syndrome interstitiel unilatéral
- Syndrome interstitiel bilatéral
- Epanchement pleural liquidien unilatéral
- Epanchement pleural liquidien bilatéral
- Autre

Autre :

## **Le diagnostic de pneumopathie aiguë infectieuse 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

# Echographie thoracique :

---

Rappel : chaque hémithorax est divisé en 6 zones :

- 2 zones antérieures
  - 2 zones latérales
  - 2 zones postérieures
- 

Zones antérieures et latérales :



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

Autre :

---

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

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

Autre :

---

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

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

Autre :

---

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

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

Autre :

---

**Concernant les zones latérales de l'hémithorax gauche : (cocher si présence)**

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

Autre :

---

**Concernant les zones postérieures de l'hémithorax gauche : (cocher si présence)**

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

Autre :

---

**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 : 00:06

---

**Appréciation globale de la difficulté d'utilisation de l'échographe :**

0  10

0 : Aucune difficulté et 10 : difficulté maximale

---

**Quelles sont les difficultés que vous avez rencontrées ?**

---

**Evaluation du diaporama de présentation de l'échographie pulmonaire :**

Très insatisfait  Très satisfait

Evaluation de la vidéo de présentation de l'échographie pulmonaire :

Très  
insatisfait



Très satisfait

## **Le diagnostic de pneumopathie aiguë infectieuse 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

## Liste des tableaux

- Tableau 1** : Age en années et sexe des patients.
- Tableau 2** : Signes vitaux des patients inclus.
- Tableau 3** : Principaux signes cliniques des patients inclus.
- Tableau 4** : Principaux signes biologiques des patients inclus.
- Tableau 5** : Principales anomalies radiographiques.
- Tableau 6** : Spécialités des différents internes en médecine pratiquant l'échographie pulmonaire.
- Tableau 7** : Année d'étude des internes pratiquant les échographies.
- Tableau 8** : Expériences échographiques des internes.
- Tableau 9** : Nombre de zones d'étude échographique avec discordance interne / expert.
- Tableau 10** : Détail des concordances internes / experts dans ladite zone.
- Tableau 11** : Détail des concordances internes / experts dans ladite zone.
- Tableau 12** : Détail des concordances internes / experts dans ladite zone.
- Tableau 13** : Détail des concordances internes / experts dans ladite zone.
- Tableau 14** : Détail des concordances internes / experts dans ladite zone.
- Tableau 15** : Détail des concordances internes / experts dans ladite zone.
- Tableau 16** : Coefficient Kappa par zone étudiée et total.
- Tableau 17** : Concordance interne / sénior sur la conclusion de l'échographie.
- Tableau 18** : Probabilité diagnostique de PAC après radiographie, avant échographie.
- Tableau 19** : Probabilité diagnostique de PAC après radiographie, après échographie.
- Tableau 20** : Indication théorique à une antibiothérapie, avant échographie.
- Tableau 21** : Indication théorique à une antibiothérapie, après échographie.
- Tableau 22** : Probabilité diagnostique de PAC par les internes avant et après échographie, et par le comité d'expert.
- Tableau 23** : Tableau de contingence.
- Tableau 24** : Temps moyen passé par les internes à faire l'échographie en minute.

**Tableau 25** : Temps moyen passé par les experts à faire l'échographie en minute.

**Tableau 26** : Appréciation de la difficulté à effectuer l'échographie sur une échelle de 0 à 10.

**Tableau 27** : Satisfaction de la formation minute via le diaporama.

**Tableau 28** : Satisfaction de la formation minute via la courte vidéo.

**Tableau 29** : Différentes études et méta-analyses citées dans la thèse.

## **Liste des figures**

**Figure 1** : Diagramme de PLUS NULS

**Figure 2** : Signes vitaux des patients inclus.

**Figure 3** : Qualités des radiographies thoraciques selon les internes.

**Figure 4** : Principales anomalies radiographiques.

**Figure 5** : Probabilité diagnostique de PAC pré et post-échographie pulmonaire.

**Figure 6** : Qualités des radiographies thoraciques selon les internes.

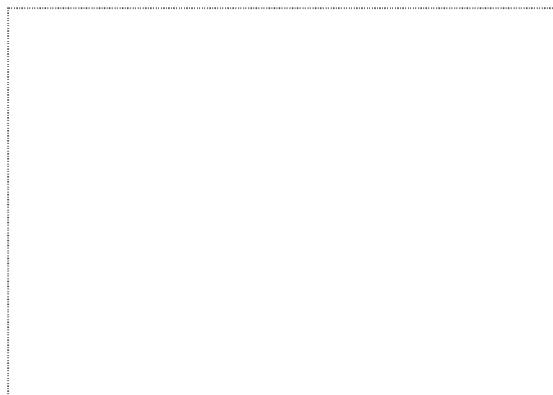
**Figure 7** : Difficultés à pratiquer l'échographie pulmonaire.

**Figure 8** : Satisfaction de la formation minute via le diaporama.

**Figure 9** : Satisfaction de la formation minute via la courte vidéo.

**Vu, le Président du Jury,**

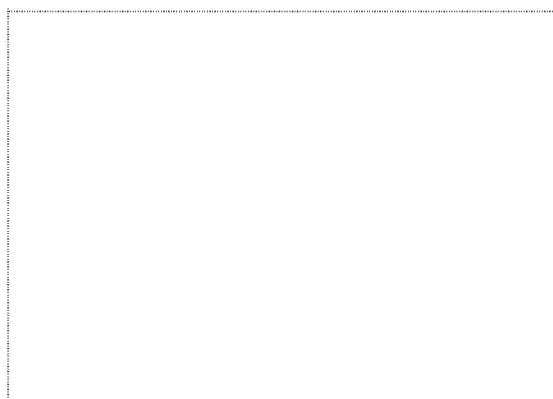
(tampon et signature)



Titre Prénom NOM

**Vu, le Directeur de Thèse,**

(tampon et signature)



Titre Prénom NOM

**Vu, le Doyen de la Faculté,**



**NOM** : Patron

**PRENOM** : Anthony

**Titre de Thèse** : Utilisation de l'échographie pulmonaire pour le diagnostic des pneumopathies aiguës communautaires (PAC) dans un service d'urgence par des opérateurs non ou peu expérimentés après une formation courte : évaluation des performances diagnostiques et étude d'impact. Résultats préliminaires.

### **RESUME (10 lignes)**

**Introduction** : Les PAC sont des infections fréquentes, qui peuvent être sévères. C'est la première cause de décès par pathologie infectieuse dans le monde. L'échographie pulmonaire, grâce à ses performances, joue un rôle de plus en plus important dans le diagnostic de cette pathologie.

**Objectif** : L'objectif principal de cette étude est de montrer que des échographistes novices sont capables de détecter des condensations alvéolaires, après une auto-formation brève (diaporama et vidéographie).

**Méthodes** : Les patients inclus étaient des adultes suspects de PAC admis aux urgences du CHU de Nantes. Après une prise en charge diagnostique classique, les internes pratiquaient une échographie pulmonaire dans le but de détecter une condensation alvéolaire. L'échographie était contrôlée dans les 24h suivantes par un expert en échographie pulmonaire afin de pouvoir comparer les résultats.

**Résultats préliminaires** : Nous avons étudié 11 patients : sur les 66 zones thoraciques étudiées en échographie, 12 sont discordantes entre internes et experts. La concordance entre internes et experts est de 81,8%. L'indice kappa global calculé est de 0,621 avec  $p < 0,05$ .

**Conclusion** : Les internes, novices en échographie, ont réussi à identifier les condensations alvéolaires avec une concordance forte avec les experts en échographie. Ceci montre, sous réserve de la faible puissance, que même les novices en échographie pulmonaire peuvent détecter des condensations alvéolaires et améliorer la pertinence diagnostic de PAC.

### **MOTS-CLES**

Pneumopathie aiguë communautaire, échographie pulmonaire, diagnostic