REPUBLIQUE DU BENIN

****

UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI

****

FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTÉ

****

UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE DE MÉDECINE

Année : 2022 **N° : 2560**

APPORT DE L'ÉCHOGRAPHIE PULMONAIRE DANS LE DIAGNOSTIC DES INFECTIONS RESPIRATOIRES AIGUËS BASSES AUX URGENCES PÉDIATRIQUES DU CHU-MEL EN 2022 : ÉTUDE PRÉLIMINAIRE

THÈSE

Présentée et soutenue publiquement pour obtenir le grade de

DOCTEUR EN MEDECINE
DIPLÔME D'ÉTAT

Par

RAFIOU Maessarath Achabi Titilayo

Née le 05 Novembre 1995 à Cotonou (Benin)

Directeur de thèse :

M.C.A. WACHINOU Ablo Prudence

Co-Directeur de thèse :

Dr FIOGBE Arnauld

Président du jury :

Pr AGODOKPESSI Gildas

Membres du jury :

Pr YEKPE-AHOUANSOU Patricia

Pr LALYA Francis

M.C.A LAWSON AFOUDA Sonia

Année universitaire : **2021-2022**

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT

REPUBLIQUE DU BENIN
*****
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI

FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE
****

N°1200 /2022/UAC/FSS/VD-Ecoles/VD-UFR Pharma/VD UFR Méd/SGE/CSRH/SA

UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI **FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE**

NOVEMBRE 2022

Université d'Abomey - Calavi LE DOYEN FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

LISTE DU PERSONNEL ENSEIGNANT

DOYEN : Professeur AVAKOUDJO Josué Dejinnin Georges

VICE-DOYEN U.F.R Médecine : Maître de Conférences Agrégé VODOUHE Ulrich Bidossèssi

VICE-DOYEN U.F.R Pharmacie : Maître de Conférences Agrégé GANFON Medessou Yowel Habib

VICE-DOYENNE /ECOLES : Professeur AZON KOUANOU Angèle

Année : 2022-2023 (version novembre 2022)

PROFESSEURS TITULAIRES

1.	Dr HOUINATO Dismand Stéphan.....	Neurologie
2.	Dr ADJIBABI Wassi.....	ORL-Chirurgie Cervico Faciale
3.	Dr MEHINTO Delphin Kuassi.....	Chirurgie Viscérale
4.	Dr GANGBO Flore	Histologie- Embryologie-Cytogénétique
5.	Dr LALEYE Anatole O. A	Histologie-Embryologie-Cytogénétique
6.	Dr AMOUSSOU-GUENOU Marcellin Kuassi.	Biophysique, Médecine Nucléaire
7.	Dr FIOGBE Michel Armand.....	Chirurgie Pédiatrique
8.	Dr HANS-MOEVI Aristote	Orthopédie -Traumatologie
9.	Dr KPADONOU Toussaint Godonou.....	Médecine Physique – Réadaptation
10.	Dr SOUNOUVOU Ignace.....	Ophtalmologie
11.	Dr BIAOU Olivier	Imagerie Médicale
12.	Dr ODOULAMI-YEHOUESSI Lisette.....	Ophtalmologie
13.	Dr ZOUMENOU Eugène.....	Anesthésie-Réanimation
14.	Dr DENAKPO Justin Lewis	Gynécologie Obstétrique
15.	Dr DOSSOU Francis Moïse	Chirurgie Générale
16.	Dr ADEGBIDI Hugues Daniel Gbadébo	Dermatologie Vénérologie
17.	Dr AFFOLABI Dissou.....	Bactériologie-Virologie
18.	Dr ALAO Modjere Ola Maroufou Jules.....	Pédiatrie et Génétique Médicale
19.	Dr ATADOKPEDE Agbomènou Félix.....	Dermatologie- Vénérologie
20.	Dr AWEDE Bonaventure Lucien Sévérin.....	Physiologie
21.	Dr FIOSSI KPADONOU Emilie.....	Pédopsychiatrie
22.	Dr TONATO BAGNAN Josiane Angéline A.	Gynécologie-Obstétrique
23.	Dr ADJIEN Kodjo Constant	Neurologie
24.	Dr OGOUYEMI HOUNTO Aurore Bertille.	Parasitologie
25.	Dr SAGBO Gratien.....	Pédiatrie
26.	Dr SEHONOU Jean	Hépato-Gastro-Entérologie
27.	Dr AGODOKPESSI Gildas	Pneumo-Phtisiologie
28.	ALAMOU Soulé.....	Ophtalmologie
29.	Dr ALLABI Aurel Constant Eustache.....	Pharmacologie Clinique
30.	Dr AVAKOUDJO Josué D. Georges	Urologie-Andrologie
31.	Dr AYELO Ahounmènou Paul	Médecine du Travail
32.	Dr GNONLONFOUN Dieu donné	Neurologie
33.	Dr HOUNKPATIN Benjamin I. Bodounrin.....	Gynécologie Obstétrique
34.	Dr TSHABU AGUEMON Christiane	Gynécologie Obstétrique

Université d'Abomey - Calavi
LE DOYEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

35. Dr ZOMALHETO Zavier Cossi	Rhumatologie
36. Dr YEKPE AHOUANSOU Hermione Patricia Frida..	Imagerie Médicale
37. Dr AGUEMON Badirou Din.....	Santé Publique
38. Dr ALAGNIDE Hountondji Etienne	Médecine Physique et de Réadaptation
39. Dr AZON KOUANOU Angèle	Médecine Interne
40. Dr GBESSI Dansou Gaspard	Chirurgie Générale
41. Dr HINSON Vikkey Antoine	Médecine du Travail
42. Dr HOUNKPE Pierre Claver	Anesthésie-Réanimation
43. Dr LALYA Francis Honorat.....	Pédiatrie et Génétique Médicale
44. Dr VIGAN Jacques	Néphrologie

MAÎTRES DE CONFERENCES AGREGES

1. Dr ASSOUTO A. Pamphile.	Anesthésie –Réanimation
2. Dr AVAKOUDJO François	ORL-Chirurgie Cervico Faciale
3. Dr LAWSON AFOUDA Sonia.....	ORL-Chirurgie Cervico Faciale
4. Dr SISSINTO SAVI DE TOVE Yolande.....	Parasitologie-Mycologie
5. Dr YEMOA Loconon Y. Achille.	Chimie Analytique-Bromatologie
6. Dr AGBODANDE Kouessi Anthelme	Médecine Interne
7. Dr ALIHONOU Thierry	Neurochirurgie
8. Dr BAGNAN TOSSA Léhila.....	Pédiatrie et Génétique Médicale
9. Dr GANFON M. Yowel Habib	Pharmacognosie
10. Dr KEREKOU Annelie Célestine.....	Endocrinologie
11. Dr VODOUHE Ulrich B.	ORL-Chirurgie Cervico Faciale
12. Dr WANVOEGBE Armand.....	Médecine Interne
13. Dr CODJO Houétondji Léopold.....	Cardiologie
14. Dr ABOUBACAR Moufalilou	Gynécologie-Obstétrique
15. Dr ABOUKI Chakiratou Olaïdé Adoukê.....	Ophtalmologie
16. Dr ADJADOHOUN Sonia B.M. Gwladys....	Radiologie, Radiodiagnostic et Imagerie médicale
17. Dr AKODJENOU Joseph	Anesthésie Réanimation
18. Dr AKPADJAN Gbèmawonmédè Fabrice.....	Dermatologie-Vénérologie
19. Dr ALIHONOU Florence Nathalie Yacoba.....	Pédiatrie et Génétique Médicale
20. Dr ANAGONOU Lary Lucrèce.....	Pédopsychiatrie
21. Dr ATTOLOU Sètondji Roger Gilles.....	Chirurgie Générale
22. Dr AZONBAKIN Azandégbé Simon	Histologie-Embryologie-Cytogénétique
23. Dr BIGOT Cédric Egnonwa Parfait	Médecine Légale

Université d'Abomey - Calavi
LE DOYEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

ANNEE 2022

24. Dr BOGNON Gilles Modeste Alain.....	Pédiatrie et Génétique Médicale
25. Dr CHIGBLO Sègla Pascal Eric.....	Chirurgie Orthopédique et Traumatologie
26. Dr DEGBOE Kaï Bérénice Esthelle	Dermatologie-Vénérologie
27. Dr GNANGNON Freddy Houehanou R.....	Cancérologie Chirurgicale
28. Dr HODONOU Dètondji Fred Jean-Martin...	Urologie-Andrologie
29. Dr IMOROU SOUAÏBOU Yacoubou.....	Chirurgie Générale
30. Dr KLIKPO Elvire	Psychiatrie Adulte
31. Dr KPOSSOU Aboudou Raïmi	Gastroentérologie et Hépathologie
32. Dr LAWANI Ismaïl.....	Chirurgie Viscérale
33. Dr MIKPONHOUE OLOU Rose Christelle	Médecine du Travail
34. Dr OGOUDJOBI Ogourindé Mathieu.....	Gynécologie-Obstétrique
35. Dr PADONOU Abiodun Adébola Djossè.....	Traumatologie-Orthopédie
36. Dr PADONOU Caroline Sourou Clémence.....	Pédiatrie et Génétique Médicale
37. Dr PADONOU Sètondji Géraud Roméo.....	Santé Publique
38. Dr SEIDOU Falilatou	Anatomie et Cytologie Pathologique
39. Dr SONOU Djidjoho Joël Arnaud.....	Cardiologie
40. Dr TOGNIFODE Medesse Véronique.....	Gynécologie-Obstétrique
41. Dr WACHINOU Ablo Prudence.....	Pneumo-Phtisiologie
42. Dr YEVI Dodji Magloire Inès.....	Urologie Andrologie
43. Dr ZOHOUN GUIDIGBI Lutécia Myria A.....	Pédiatrie et Génétique Médicale

Université d'Abomey - Calavi
LE DOYEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

MAITRES ASSISTANTS

1. Dr GANDAHO Hugues Jean-Thierry	Neurochirurgie
2. Dr AGBOTON Bruno Léopold	Néphrologie
3. Dr DJOSSOU Médessè David.....	Odontologie Pédiatrique
4. Dr ADJAGBA Mahouna Philippe Dotou	Cardiologie
5. Dr AMOSSOU Labissi François.....	Traumatologie-Orthopédie
6. Dr BADOU Agnès Oladoun	Sociologie et Anthropologie sociale
7. Dr GNINKOUN Comlan Jules.....	Endocrinologie Métabolisme et Nutrition
8. Dr LOKOSSOU Mègnissè S. Houévi Symphorose...	Gynécologie-Obstétrique
9. Dr TOKOUDAGBA Kossi Jean-Marie Dénis.....	Chimie Organique et Chimie des Substances Naturelles
10. Dr ADJOBIMEY Mênonli.....	Santé au Travail
11. Dr BANCOLE POGNON Sylvie Arlette A.....	Chirurgie Buccale
12. Dr ZOHOUN Comlan Gildas Alban	Hématologie
13. Dr AHOUNOU Ernest Stéphane.....	Anesthésie-Réanimation

ADOPTE 2022

14. Dr AÏGBE Nestor.....	Ophtalmologie
15. Dr DANGBEMEY Djima Patrice.....	Gynécologie-Odstrétique
16. Dr DO SANTOS ZOUNON Alexis.....	OTO-Rhino Laryngologie et Chirurgie Cervico-Faciale
17. Dr HOUNKPONOU AMOUSSOU-GUENOU Eliane Kayivi Murielle	Cardiologie
18. Dr LALEYE Christel Marie Fortunat Olatumbossum B.I.	Anatomie
19. Dr MIZEHOUN Gbèdécon Carmelle.....	Nutrition
20. AGBOKPONTO Janvier Engelbert.....	Chimie Analytique
21. Dr ASSANHOU Assogba Gabin.....	Pharmacie Galénique
22. Dr AZA-GNANDJI Guy-Gérard.....	Psychiatrie
23. Dr BAGLO Dédé Priscillia Tatiana.....	Hématologie Biologie
24. Dr GOUKODADJA Oswald.....	Traumatologie Orthopédie
25. Dr SOSSA Jean	Urologie

ASSISTANTS

1. Dr VIGNON Cyprien Kossi.....	Chirurgie Générale
2. Dr LANKPEKO AFFOLABI Clémence M.	Pédiatrie et Génétique Médicale
3. Dr YAKOUBOU YOBO Annatou	Pédiatrie et Génétique Médicale
4. Dr VIGNON Koffi Rodolphe	Hépato-Gastroentérologie
5. Dr AMONLES Yves D.	Psychiatrie
6. Dr HOUESSOU ENIANLOKO TCHIAKPE Nicole Zinhoué	Pédiatrie
7. Dr HOUNDETOUNGAN David Gilles.....	Biophysique
8. Dr DADJO Kinski Aumar.....	Traumatologie Orthopédie
9. Dr HOUEZE Richard Ghislain Constantin.....	Neurologie

Université d'Abomey - Calavi
LE DOYEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

Le Doyen,

Université d'Abomey - Calavi
LE DOYEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA SANTE

Professeur Josué Dejinnin Georges AVAKOUDJO

NOVEMBRE 2022

DÉDICACES

“Gloire et pureté à Allah, la louange est à Allah.

Il n’y a de divinité qu’Allah et Allah est le Plus Grand”

MERCI à Ya ALLAH Soubhanna Wa Ta'anla

Merci beaucoup Seigneur Tout-Puissant pour avoir permis que ce moment arrive enfin. Merci d'avoir veillé sur moi pendant ces années de médecine. Du Sénégal au Bénin, Seigneur tu as toujours été à mes côtés pendant mes études en médecine et dans ma vie en général. Te prier et m'entourer de ta Grâce m'ont permis de reprendre confiance en moi et de tenir bon. J'ai toujours gardé foi en ton œuvre et en ta bénédiction dans ma vie. Mon Dieu, ce parcours qui s'achève de la meilleure façon c'est bien grâce à toute Puissance.

Je te prie de bénir ce travail et de veiller sur moi tout au long de ma future carrière. Je te demande humblement de me faciliter la tâche, d'approfondir mes connaissances et de me guider pour continuer à faire les bons choix. J'ai confiance en toi et je te confie ma vie, celle de ma fille et de mon mari, celles de mes parents, de mes frères et sœurs, de mes amis et collègues.

Amine.

Je dédie ce travail :

- ***A mon père* RAFIOU Falilou et *à ma mère* TOUKOUROU Adissatou**

Merci papa et maman pour tout ce que vous représentez pour moi. Vous m'avez toujours appris le sens de la famille, la générosité, le partage et l'amour. Vous m'avez aidé à grandir personnellement et spirituellement. Vous avez toujours cru en moi, en mes connaissances et en ma maturité. Si vous m'avez orienté vers la médecine, c'est bien parce que vous aviez confiance en ma réussite. Maman et Papa je vous aime de tout mon cœur. C'est grâce à vous que ce rêve se réalise. Grâce à votre amour, vos prières, votre disponibilité et surtout votre soutien sans faille.

Papa, je te remercie pour m'avoir transmis ton honnêteté et ton intégrité. Tu es un homme bon et pieux. Merci pour toutes tes prières pour ma réussite, merci de

m'avoir encouragé à persévérer, merci d'avoir toujours cru en moi. Merci d'être le meilleur père qu'il soit.

Maman, ma super maman, merci pour la femme forte que tu es. Tu m'as toujours appris qu'il fallait travailler pour ce qu'on voulait. J'ai toujours été très admirative de toi et de ta douceur. Tu es une femme formidable et une mère exceptionnelle. Tu as toujours été disponible pour moi, et toujours tout mis en œuvre pour m'aider dans mes études. Merci pour ta générosité, merci pour ton amour et ta force, merci pour ton soutien indéfectible.

Papa et Maman, J'espère que ce travail vous rendra fiers de moi, comme je suis fière d'être votre enfant et d'être aimée de vous. Je vous aime en retour, éternellement. Je prie Allah pour qu'il vous le rende de la meilleure façon qu'il soit. Que ce travail puisse être le résultat de vos efforts.

Puisse Allah veiller sur vous. Amine.

- ***A mon frère et mes sœurs*** **: Mouhid, Samiath et Amanath RAFIOU.**

Vous êtes la meilleure fratrie qu'il soit. Je vous aime du fond de mon cœur. Je ne saurai jamais vous remercier pour votre aide et votre présence à chaque instant. Vous avez beaucoup participé à mon évolution. Je prie Dieu que nous restions unis.

- ***A ma fille*** **Aaliyah MAMAH**

Ma préférée, ce travail est aussi pour toi. Merci de me donner la force et le courage. Je t'aime fort.

- ***A mon mari*** **Hadir MAMAH**

Je rends grâce à Dieu de t'avoir dans ma vie. Tu m'as toujours appelé ‘’**Docteur ‘’** parce que tu as toujours cru en moi. Tu es d'un vrai soutien physique, financier et surtout émotionnel. Merci de m'aider à y arriver. Merci de toujours croire en moi et en ma réussite. Chaque fois que j'ai eu un coup de mou, tu as toujours su me faire comprendre que ma valeur ne changeait aucunement après un échec. Merci de voir en moi une personne de valeur et de m'aider à m'améliorer chaque jour. Tu es le meilleur. Je t'aime.

- ***A mes cousines*** **Imane ALIDOU et Hanane OMICHESSAN**

Merci beaucoup pour tout, les filles. Vous avez beaucoup fait pour moi. Vous avez beaucoup participé à mon évolution. Merci pour le soutien et les encouragements. Merci pour tout l'amour que vous me portez. Je vous aime tout autant.

- ***A mes tantes*** **Rachidatou TOUKOUROU, Basta TOUKOUROU et Thérèse VINOU.**

Merci pour votre présence et les encouragements de toutes formes. Merci pour toute l'affection que vous me portez. Je vous aime beaucoup.

- ***A ma deuxième maman,*** **Abiba SABE.**

Merci beaucoup pour ton soutien et ton accompagnement. Merci beaucoup pour ton aide avec Aaliyah pour que je puisse rester concentrée et évoluer sur ce travail. Je t'embrasse très fort.

- **A Nandjiath SANNI et *mes neveux* ADELEGAN Eniola, Hamdaane et Djibola RAFIOU**

Merci du fond du cœur pour votre amour. Merci pour votre présence et votre bonne humeur. Merci de faire de moi la tatie la plus comblée. Vous me donnez beaucoup d'amour, je vous porte dans mon cœur.

- **A moi-même.**

Ma chère, continue de croire en toi. Le meilleur reste encore à venir.

- **A toutes les personnes qui m'ont témoigné de l'amour et qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce travail.**

Merci du fond du cœur !

REMERCIEMENTS

Au Docteur Véronique SUTTELS, sans qui ce travail n'aurait sûrement pas été pareil.
Chère Docteur, votre sympathie, vos conseils, vos critiques constructives et votre disponibilité ne m'ont jamais fait défaut tout au long de ce travail. Je vous en suis profondément reconnaissante. Merci pour l'opportunité et la disponibilité.

Soyez bénie !

Au Docteur Omonyélé LADIPO,

Vous avez toujours été très compréhensive avec moi. Votre rigueur et votre amour pour le travail bien fait font de vous un médecin exceptionnel. Je vous remercie pour votre implication dans la bonne conduite de ce travail de recherche. Dieu vous bénisse.

Au personnel médical et paramédical des Urgences pédiatriques du Centre Hospitalier Universitaire de la Mère et de l'Enfant Lagune. **Dr YAKOUBOU, Dr Marlyse HOUNYEME, Dr Stéphane TOTIN, Mme GAYI et tout le reste,**

Vous m'avez d'emblée accueilli et intégré avec enthousiasme dans les activités du service. Vous avez toujours fait preuve de spontanéité pour satisfaire mes requêtes dans le cadre de mon travail de recherche. Merci infiniment.

A mon groupe de stage interné,

Ensemble nous avons vécu des moments qui nous ont beaucoup rapprochés. Merci pour l'entraide et la cohésion.

Merci particulièrement à **Jodel G., Rosine G., Marielle A., Teddy A., Cadnel L., Walé A., Farid A**. Vous m'avez beaucoup apporté votre soutien.

Mention spéciale à **Orphé G., Océane G. et Espérancia W**. Vous comptez beaucoup pour moi.

Ce fut une très belle expérience partagée ensemble. Brillante carrière médicale à vous.

A mes collègues de la 44ème promotion de médecins de la Faculté des Sciences de la Santé (FSS) de Cotonou. Brillante carrière médicale à vous.

HOMMAGES

***A notre Maître*, le Dr Gildas AGODOKPESSI, Professeur titulaire de Pneumologie-phtisiologie,**

Cher Maître,

Nous avons toujours été très admirative de votre pédagogie et de votre simplicité. Vous forcez l'admiration ; tant par votre amour du travail bien fait, et votre rigueur scientifique, que par votre spontanéité, votre ouverture d'esprit et votre disponibilité. Vous nous avez donné l'amour de la pneumologie. Nous sommes convaincue que nous apprendrons encore plus à vos côtés. Merci pour vos enseignements et conseils.

Hommages respectueux !

***A notre Directeur de thèse*, le Dr Ablo Prudence WACHINOU, Maitre de Conférences Agrégé en Pneumo-phtisiologie,**

Dès le début, vous nous avez accueillie avec beaucoup de simplicité. Nous vous avons apprécié, de par votre discipline, votre pondération et votre assiduité professionnelle. Cher Maître, vous avez toujours su nous consacrer du temps, en dépit de vos multiples occupations. Votre bienveillance, votre réactivité, vos éclaircissements, vos enseignements et votre souci du détail, ont grandement contribué à l'aboutissement de ce travail. Vous nous avez toujours poussé à nous surpasser. A vos côtés, nous avons beaucoup appris dans le cadre de ce travail et nous vous en savons gré. Merci pour tout Cher Maitre.

Hommages respectueux !

***A notre Co-directeur de thèse,* le Dr Arnauld FIOGBE.**

Malgré vos multiples tâches, vous avez toujours mis à notre disponibilité vos compétences en matière de recherche scientifique. Retrouvez ici l'expression de notre reconnaissance et de notre respectueuse considération.

Hommages respectueux !

A notre Président du jury

C'est un honneur que vous nous faites en acceptant de présider le jury de notre soutenance de thèse. Permettez-nous Cher Maître de vous exprimer notre reconnaissance et notre respect, tout en vous assurant que vos remarques, critiques et suggestions seront prises en compte pour l'amélioration de ce travail.

Hommages respectueux !

***Aux honorables Membres du jury**

Chers Maîtres, nous sommes honorée que vous acceptiez de juger ce travail, et nous vous remercions. Vos compétences scientifiques nous aideront à améliorer la qualité de cette thèse.

Hommages respectueux !

***A tous nos Maîtres de la Faculté des Sciences de la Santé**

Soucieux de maintenir haut le flambeau de l'excellence dans notre faculté, vous ne ménagez aucun effort pour nous offrir une formation de qualité. Nous vous en remercions, et nous tâcherons de vous faire honneur.

Hommages respectueux !

PAR DÉLIBÉRATION,

LA FACULTÉ DES SCIENCES DE LA SANTÉ DE COTONOU A ARRÊTÉ QUE LES OPINIONS ÉMISES DANS CETTE THÈSE N'ENGAGENT QUE SON AUTEUR.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

BTS : British Thoracic Society

CHU-MEL : Centre Hospitalier Universitaire de la Mère et de l'Enfant Lagune

CNHUP : Centre National Hospitalier Universitaire de Psychiatrie

CHUZ-SL : Centre Hospitalier Universitaire de Zone Suru-Léré

CNHU-HKM : Centre National Hospitalier Universitaire Hubert Koutoukou Maga

CNHU-PPC : Centre National Hospitalier Universitaire de Pneumo-phtisiologie de Cotonou

CO2 : Dioxyde de carbone

CRP : C- reactive protein

FR : Fréquence respiratoire

GFRUP : Groupe francophone de réanimation et urgences pédiatriques

G/L : Giga par litre

HIA-CHU : Hôpital d'instruction des Armées Centre Hospitalier Universitaire

IRA : Infections respiratoires aigues

IRAB : Infections respiratoires basses aigues

LUS : Lung ultrasound (échographie pulmonaire)

ml : Mililitres

MHz : Mégahertz

NFS : Numération formule sanguine

OMA : Otite moyenne aigue

OMS : Organisation mondiale de la santé

O2 : Oxygène

PCT : Procalcitonine

POCUS : Point-of-care ultrasonography (Echographie au chevet du malade)

PNN Polynucléaires Neutrophiles

PRR : Pathogen recognition receptors

QAID : Quadrant antéro-inférieur droit

QAIG : Quadrant antéro-inférieur gauche

QASD : Quadrant antéro-supérieur droit

QASG : Quadrant antéro-supérieur gauche

QLD : Quadrant latéral droit

QLG : Quadrant latéral gauche

QSLD : Quadrant supero-latéral droit

QSLG : Quadrant supero-latéral gauche

QPID : Quadrant postéro-inférieur droit

QPIG : Quadrant postéro-inférieur gauche

QPSD : Quadrant postéro-supérieur droit

QPSG : Quadrant postéro-supérieur gauche

RxT : Radiographie thoracique

SIDA : Syndrome d'Immunodéficience aquise

TB : Tuberculose

TETU : Triage Evaluation pour le Traitement des Urgences

VAI : Voies aériennes inférieures

VRS :Voies respiratoires supérieures

µm : Microgrammes

<	: Inférieur
>	: Supérieur
%	: Pourcentage

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

FIGURES

Figure n°1: Coupe longitudinale de l'épithélium respiratoire montrant le transport muco-ciliaire 16
Figure n°2: Jonctions intercellulaires de l'épithélium respiratoire 17
Figure n° 3 : Niveau sonore perceptible par l'oreille 28
Figure n° 4 : Composantes d'une sonde échographique 29
Figure n° 5 : Atténuation des faisceaux ultrasonores 32
Figure n° 6 : Résolution latérale 33
Figure n° 7: Les différents types de sondes de la gauche vers la droite, linéaire haute fréquence, convexe basse fréquence, sonde cardiaque basse fréquence 33
Figure n° 8: Appareil mobile et Sonde Butterfly IQ+ 34
Figure n° 9 : Échogénicité des tissus 35
Figure n° 10 : Vessie anéchogène 35
Figure n° 11 : Foie homogène à l'ultrason 36
Figure n° 12 : Calcul biliaire hyperéchogène avec cône d'ombre postérieur 37
Figure n° 13: Poumons sec avec cône d'ombre costal 38
Figure n° 14 : Vessie anéchogène avec renforcement postérieur 38
Figure n° 15 : Réverbération de la plèvre 39
Figure n° 16 : Préréglage disponible avec la sonde Butterfly 41
Figure n° 17 : Barre d'outils de l'application Butterfly 42
Figure n° 18 : Marqueur d'orientation des images échographiques 43
Figure n° 19 : Coupe transversale et longitudinale 44
Figure 20 : Poumon sec au Mode B 45
Figure 21 : Signe du code barre au mode temps mouvement à l'échographie pulmonaire 46

Figure n° 22 : Poumon sec (Profil A) en mode B 47

Figure n°23 : Poumon sec (signe de bord de Mer) en mode TM 48

Figure 24 : Lignes B à l'échographie pulmonaire 49

Figure n°25 : Syndrome interstitiel à l'échographie pulmonaire 49

Figure n° 26 : Consolidations alvéolaires à l'échographie pulmonaire 50

Figure n° 27 : Épanchement pleural liquidien à l'échographie pulmonaire en mode B et TM 53

Figure n° 28 : Pneumothorax (point poumon et signe du code barre en mode TM) [54

Figure n° 29 : Marquage des zones thoraciques pour la procédure standardisée d'échographie pulmonaire pédiatrique 71

Figure n° 30 : Répartition des patients souffrant d'IRAB en fonction de la tranche d'âge, CHUMEL 2022. 77

Figure n° 31 : Répartition des patients selon les signes ayant motivé la consultation aux urgences pédiatriques du CHUMEL 2022. 78

Figure n° 32 : Répartition des enfants vus aux urgences selon les signes de lutte, CHUMEL 2022. 79

Figure n° 33 : Répartition des enfants vus aux urgences selon l'état nutritionnel, CHUMEL 2022. 80

Figure n° 34 : Répartition des enfants vus aux urgences selon les signes à l'auscultation, CHUMEL 2022. 81

Figure n° 35 : Répartition des lésions échographiques selon les quadrants du thorax. CHUMEL 2022. 84

Figure n° 36 : Répartition des lésions selon la taille au LUS, CHUMEL 2022. 84

TABLEAUX

Tableau I : Limites supérieures de la fréquence respiratoire selon l'âge....…...7

Tableau II : Formes cliniques de pneumopathies aiguës de l'enfant ……26

Tableau III :Caractéristiques ultrasonographiques des différentes infections respiratoires basses chez l'enfant …….. 56

Tableau IV : Répartition des patients selon le diagnostic, CHUMEL 2022…...81

Tableau V :Répartition des lésions retrouvées au LUS, CHUMEL 2022. …...82

Tableau VI **:**Effectif des lésions selon les cadrans, CHUMEL 2022. ……..83

Tableau VII **:**Répartition selon les caractéristiques de la pleurésie au LUS, CHUMEL 2022**.** ……..…85

Tableau VIII **:**Répartition selon les lésions retrouvées à la RxT, CHUMEL 2022……..86

Tableau IX **:**Comparaison LUS et RxT sur les lésions parenchymateuses, CHUMEL 2022……..…….. 87

Tableau X **:**Comparaison LUS et RxT pour la pleurésie, CHUMEL 2022. ……..… 87

Tableau XI :Répartition LUS et diagnostic clinique retenu, CHUMEL 2022……..88

Tableau XII **:**Répartition du taux de polynucléaires des enfants vus aux urgences en fonction des anomalies au LUS, CHUMEL 2022. ……. 89

Tableau XIII **:**Répartition de la CRP des patients souffrant d'IRAB en fonction des anomalies au LUS, CHUMEL 2022……..89

Tableau XIV **:**Répartition du traitement antibiotique chez les enfants souffrant d'IRAB en fonction des anomalies au LUS, CHUMEL 2022. ……..……..……..90

Tableau XV :Cas cliniques……..…..…….……..91

SOMMAIRE

INTRODUCTION…… 1

I. GENERALITES …… 6

1. Définitions ……7

2. Rappels ……..…….. 9

3. Infections respiratoires basses aiguës de l'enfant ……...18

4. Echographie pulmonaire et infections respiratoires basses de l'enfant …..……28

5. Revue de littérature ……...……..54

II. CADRE ET METHODE D'ETUDE…….. 58

1. Cadre d'étude …… 59

2. Méthode d'étude ……65

III. RESULTATS ……..……75

1. Caractéristiques épidémiologiques et cliniques …….. 76
2. Description des lésions au LUS ……...……... 82
3. Description des lésions à la radiographie …… 85
4. Comparaison des lésions au LUS et à la radiographie …… 86
5. Corrélations ……...…….. 88
6. Quelques cas cliniques. ……...…… 91

IV. DISCUSSION ……...……. 92

1. Atteinte des objectifs fixés ……..…….... 93
2. Forces et limites de l'étude ……...……94
3. Comparaison des résultats de l'étude à ceux de la littérature …….……. 95

CONCLUSIONS ET SUGGESTIONS ……...……106

CONCLUSION ……..… 107

SUGGESTIONS ……..108

REFERENCES ……..... 110

ANNEXES …… A

TABLE DES MATIERES ……O

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les infections respiratoires aiguës (IRA) sont des pathologies courantes des enfants dès le jeune âge et qui peuvent s'avérer potentiellement mortelles. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), elles constituent un sérieux problème de santé publique aussi bien dans les pays en développement que dans les pays développés. Les IRA sont une cause de morbidité et de mortalité élevées, en particulier chez les nourrissons et les jeunes enfants. Elles sont estimées à plus de 238 millions de cas dans le monde, dont 50% de décès surviennent en Afrique subsaharienne **[1]** .

Selon les plus récentes estimations, dans le monde, les IRA sont à elles seules responsables de 18,1% des décès chez l'enfant [**2]** . Elles sont plus fréquentes chez les enfants de moins de cinq ans, mais elles peuvent affecter les enfants de tous âges. Si les IRA sont responsables de 25% à 33% des décès frappant les nourrissons de bas âge, la presque totalité de ces décès sont liés aux infections respiratoires aiguës basses, en particulier la pneumonie **[3]**. Elle est la première cause infectieuse de mortalité chez l'enfant dans le monde. En 2015, 922 136 enfants de moins de cinq ans sont décédés de pneumonie et 740 180 en 2019, soit 14% de tous les décès dans cette tranche d'âge. En Afrique, elle représente 21% des décès. Ce taux monte à 28% si on inclut la période néo-natale de quatre semaines après la naissance, soit près d'un tiers (1/3) des décès **[3]** . C'est pourquoi, l'élaboration de directives relatives à la prise en charge clinique des infections aiguës des voies respiratoires dans le cadre des soins de santé primaires reste une des activités prioritaires de l'OMS **[1,2]**.

Ces directives mettent en avant l'importance de l'examen clinique qui peut cependant présenter certaines limites. En effet, les caractéristiques cliniques des

pneumonies peuvent varier selon l'âge du patient et les critères diagnostiques cliniques ne sont pas toujours spécifiques. Cela signifie que l'examen clinique seul peut ne pas être suffisant pour diagnostiquer une pneumonie de manière précise. Ainsi selon la British Thoracic Society, les critères cliniques sont insuffisants pour une bonne prise en charge des pneumonies de l'enfant. Elle recommande donc une association de l'examen clinique à des examens paracliniques **[4]**.

Au nombre de ces examens paracliniques, figure la radiographie thoracique (RxT) qui est un examen radiologique important pour l'investigation des pneumopathies aiguës. Elle consiste à réaliser un cliché radiologique à l'aide de Rayons X pour visualiser le parenchyme pulmonaire. L'image ainsi obtenue permet de notifier la présence de foyers de condensations parenchymateuses et/ou de complications pleurales (épanchement pleural liquidien ou gazeux). La radiographie pulmonaire est généralement très précise dans le diagnostic de la pneumonie, mais elle n'est pas toujours disponible dans les formations sanitaires de première ligne ou dans les milieux à ressources limitées. Lorsqu'elle est disponible, elle peut être coûteuse et donc inaccessible financièrement pour certaines personnes. Cela peut poser des problèmes pour le diagnostic et le traitement des pneumonies dans ces régions.

A ce moyen d'imagerie d'exploration des poumons, peut s'ajouter l'échographie pulmonaire. Il s'agit d'une technique d'imagerie médicale qui utilise les ultrasons pour obtenir des images des poumons et de la paroi thoracique **[5]** . Cette technique est peu réalisée sous nos cieux, car peu accessible, onéreuse et d'utilité méconnue auparavant dans le diagnostic des pleuro-pneumopathies aiguës. L'échographie a considérablement progressé ces dernières années, grâce à l'utilisation de sondes à haute fréquence et à la mise au point de techniques spéciales pour améliorer la qualité des images obtenues [**6**]. Par ailleurs, le nouveau concept d'échographie sur

une puce portable, qui peut être connectée sur un appareil mobile, pourrait être intégré à l'examen clinique standard réalisé par le clinicien, sans entraîner de coûts, de temps, de radiations ou de consultations spécialisées supplémentaires **[5]**. Sa technique est facile à apprendre et accessible pour tout clinicien, du généraliste au médecin spécialiste. Dans le cas de la pédiatrie, le fait que l'échographie soit un examen non irradiant peut constituer un avantage important. De plus, cette nouvelle technique d'échographie pulmonaire au point d'intervention (point of care ultrason ou POCUS) serait particulièrement intéressante pour les soins médicaux dans les pays à ressources limitées **[5,6]**.

Bien que l'échographie pulmonaire ne soit pas systématiquement intégrée dans le bilan diagnostique des nourrissons et des enfants atteints de maladies respiratoires, les études récentes suggèrent qu'elle pourrait être un outil intéressant dans l'évaluation clinique des enfants suspects de pneumopathies aiguës comme la bronchiolite, la pneumonie (bactérienne ou virale), la tuberculose pulmonaire ou le syndrome thoracique aigu du patient drépanocytaire. Malgré la morbi-mortalité importante des infections respiratoires aiguës pédiatriques en Afrique subsaharienne, il existe très peu de données publiées sur l'échographie pulmonaire dans les pneumopathies aiguës en pédiatrie **[5].**

C'est tout l'intérêt de ce projet de recherche qui permettra à terme, de déterminer la place de l'échographie pulmonaire réalisée au lit du malade dans l'investigation des infections respiratoires aiguës aux urgences pédiatriques, à travers des objectifs bien précis.

OBJECTIFS

Objectif général

Etudier l'apport de l'échographie pulmonaire dans le diagnostic des affections respiratoires aiguës basses aux urgences pédiatriques du CHUMEL en 2022.

Objectifs spécifiques

- Décrire les lésions objectivées à l'échographie pulmonaire chez les enfants présentant une infection respiratoire aiguë basse aux urgences pédiatriques du Centre Hospitalier Universitaire de la Mère et de l'Enfant Lagune en 2022 ;

- Décrire les lésions objectivées à la radiographie pulmonaire chez les enfants présentant une infection respiratoire aiguë basse aux urgences pédiatriques du Centre Hospitalier Universitaire de la Mère et de l'Enfant Lagune en 2022 ;

- Comparer les lésions échographiques aux lésions radiographiques ;

- Établir une corrélation entre les résultats de l'échographie avec le diagnostic retenu, le traitement (*antibiotique ou non*) et les biomarqueurs biologiques *(NFS, CRP).*

I-GENERALITES

1.1. Définitions [7,8,9]

- **Infections respiratoires basses :** les infections respiratoires basses sont une atteinte inflammatoire des voies respiratoires situées en dessous des cordes vocales. Elles sont d'origine infectieuse et peuvent être causées par des bactéries et/ou des virus. On identifie les bronchites ou trachéobronchites, bronchiolites et pneumonies **[7].**

- **Détresse respiratoire** : c'est un état clinique accompagné d'une augmentation du travail respiratoire avec la mise en jeu des muscles respiratoires accessoires permettant d'assurer une oxygénation artérielle normale.

La détresse respiratoire est marquée par la survenue d'une modification du rythme respiratoire, l'apparition d'une cyanose et/ou de signes de lutte. La fréquence respiratoire est augmentée pour l'âge, ou au contraire, il existe une bradypnée expiratoire. La connaissance des valeurs physiologiques de la fréquence respiratoire (FR) et du rythme respiratoire en fonction de l'âge est nécessaire pour diagnostiquer une anomalie. Les limites supérieures de normalité de la fréquence respiratoire en fonction de l'âge selon le groupe francophone de réanimation et urgences pédiatriques (GFRUP) sont représentées dans le tableau I **[7,8].**

Tableau I : Limites supérieures de la fréquence respiratoire selon l'âge

	Nouveau-né (J1)	**Nouveau-né (<30 j)**	**Nourrisson (≤ 2ans)**	**Enfant (≤ 10ans)**
Fréquence respiratoire (cycles / min)	> 60	> 40	> 30	> 20

- **Les signes de lutte** sont le tirage (intercostal, sous claviculaire, sous et sus-sternal), l'entonnoir xiphoïdien, le battement des ailes du nez, balancement thoraco-abdominal **[8].**

- **L'insuffisance respiratoire** : elle correspond à l'incapacité du système respiratoire à maintenir des niveaux sanguins adéquats d'O2 et plus ou moins de CO2. L'hypoxémie est constante, mais l'hypercapnie ne fait pas partie des critères de définition de l'insuffisance respiratoire aiguë **[8].** L'insuffisance respiratoire peut exister sans détresse respiratoire et vice-versa.

- **POCUS (Point Of Care UltraSonography) :** ce terme désigne la pratique de l'échographie par des professionnels de santé formés pour diagnostiquer des problèmes. Cet examen échographique consiste à utiliser des ultrasons pour répondre à des questions cliniques spécifiques ou guider une procédure au point « d'intervention », que ce soit dans un hôpital ou dans un endroit éloigné. Il fournit un moyen rapide et non invasif d'accélérer le diagnostic et de traiter le patient plus efficacement **[8].** Cette échographie est réalisée au cours de la consultation médicale et correspond à un prolongement de l'examen clinique ; elle est ainsi qualifiée d'acte de « débrouillage ». Elle peut être réalisée avec tout type d'appareil d'échographie (portable ou statique) **[9].**

1.2. Rappels

1.2.1. Rappel embryologique [10]

Le revêtement épithélial d'origine endoblastique du larynx, la trachée, les bronches et les alvéoles s'explique par le fait que l'appareil respiratoire dérive d'un diverticule de la paroi ventrale de l'intestin intérieur.

Ces organes ont des éléments cartilagineux et musculaires provenant du mésoblaste. On distingue 4 stades de développement.

- Stade I : 4^{e} semaine

Le septum oesophago-trachéal sépare l'intestin antérieur du bourgeon trachéo-bronchique. A partir des arcs branchiaux, il se forme une communication qui reste ouverte au niveau du larynx ; les bourgeons bronchiques donnent à leur extrémité distale deux bronches lobaires et deux lobes à gauche ; trois bronches lobaires et trois lobes à droite.

- Stade II : de la 5^{e} à la 17^{e} semaine.

  Stade pseudo-glandulaire. A ce stade, les voies de conductions du poumon adulte sont mises en place avec un début de cytodifférenciation de l'épithélium.

- Stade III : de la 15^{e} à la 25^{e} semaine.

Les bourgeons périphériques et les rosettes épithéliales se développent et se transforment en canaux. Ainsi, les cellules aplaties qui sont en contact intime avec l'endothélium vasculaire vont remplacer les cellules cubiques de l'épithélium respiratoire.

- Stade IV : à la 28e semaine. Possibilité d'échanges gazeux entre le sang et l'air des alvéoles primitives.

Avant la naissance, les cellules épithéliales de type 2 secrètent dans le poumon un liquide qui forme un revêtement mince phospholipidique sur la membrane alvéolaire. Ce liquide est pauvre en protéines et contient du mucus et le surfactant.

Le liquide alvéolaire est résorbé lors de la première respiration mais non le surfactant. Ce phénomène réduit la tension superficielle au niveau de la membrane alvéolaire empêchant ainsi le collapsus alvéolaire à l'expiration ; la maladie des membranes hyalines est due à un déficit de surfactant.

Les poumons se développent après la naissance principalement par l'augmentation en nombre des alvéoles et des bronchioles. La formation alvéolaire se poursuit pendant les 10 premières années.

1.2.2. Rappel anatomique sur l'appareil respiratoire de l'enfant

L'appareil respiratoire est composé **[11,12, 13,14]** :

- des voies aériennes allant des fosses nasales aux bronchioles se terminant par les alvéoles ;
- de la plèvre ;
- de la cage thoracique ;
- et de la vascularisation pulmonaire .

1.2.2.1. Les voies aériennes inferieures (VAI)

Elles sont intrathoraciques. Il s'agit de la trachée et des bronches dont le calibre rétrécit jusqu'au canaux alvéolaires.

- La trachée

Voie respiratoire extra pulmonaire, c'est un conduit fait de plusieurs anneaux cartilagineux incomplets en fer à cheval séparés par des dépressions. Elle se termine en bas par la bifurcation trachéale et donne naissance aux bronches souches droite et gauche.

- L'arbre bronchique

C'est un composé de divisions successives asymétriques à partir de la bifurcation trachéale fait de haut en bas de bronches souches, de bronches lobaires, de bronches segmentaires, de bronches sub-segmentaires, de bronchioles, de bronchioles terminales, de bronchioles respiratoires, de canaux alvéolaires et d'alvéoles pulmonaires **.** Les alvéoles pulmonaires sont le lieu des échanges gazeux.

1.2.2.2. La plèvre

La plèvre est une membrane mince qui recouvre les poumons et qui est composée de deux feuillets. Un feuillet externe ou pariétal, adhérant aux parois de la cage thoracique, qui se réfléchit au niveau du hile du poumon et un feuillet interne ou viscéral. Ces feuillets sont limités par le mésothélium qui borde une cavité quasiment virtuelle, la cavité pleurale contenant le liquide pleural qui favorise le glissement des deux feuillets l'un par rapport à l'autre pendant la respiration **[11].**

1.2.2.3. Les poumons

Les poumons sont des organes semblables à des sacs spongieux mobiles dans la cage thoracique qui sont attachés au niveau de la racine pulmonaire et entourés par la plèvre. Le poumon droit comprend trois lobes : le lobe supérieur, le lobe moyen et le lobe inférieur. Le poumon gauche comprend deux lobes : le lobe supérieur et le lobe inférieur **[13].** Les poumons contiennent les bronches, les bronchioles et les alvéoles **[12].**

1.2.2.4. Les muscles respiratoires et la cage thoracique

Les muscles respiratoires sont inspiratoires et expiratoires.

❖ Les muscles inspiratoires **:** Le diaphragme est le principal muscle inspiratoire. Il augmente le volume de la cage thoracique dans les deux dimensions verticale et antéro-postérieure. Les muscles inspiratoires accessoires tels que les intercostaux externes, les scalènes, le sterno-cléido-mastoïdien, les dentelés, les pectoraux et les trapèzes, ont une faible efficacité en cas de paralysie du diaphragme **[13].**

❖ Les muscles expiratoires sont : les muscles abdominaux et les intercostaux internes. Ils interviennent surtout dans l'expiration forcée **[15].**

1.2.2.5. La vascularisation pulmonaire

Pour que les poumons fonctionnent correctement, une bonne vascularisation est essentielle. Cela est assuré par l'artère pulmonaire, qui transporte le sang provenant de la circulation systémique vers les poumons. Les veines pulmonaires transportent le sang oxygéné du poumon au cœur, d'où il est distribué dans tout l'organisme. Les

parenchymes pulmonaires sont irrigués par les artères bronchiques, qui proviennent de l'aorte, à l'exception des alvéoles, qui sont irriguées par la circulation pulmonaire **[13].**

1.2.3. Rappel physiologique de l'appareil respiratoire [9,

L'appareil respiratoire de l'enfant évolue et se modifie constamment jusqu'à l'âge de douze ans environ. Le cou de l'enfant étant plus court que celui de l'adulte, ses structures respiratoires sont plus rapprochées les unes des autres **[9].** Jusqu'à l'âge d'environ trois mois, la respiration du nourrisson est principalement nasale. De ce fait, une obstruction du nez par des sécrétions peut entraîner une augmentation du travail respiratoire et conduire à l'insuffisance respiratoire (IR) **[12].**

Le diamètre des voies respiratoires de l'enfant est plus petit que chez l'adulte et s'obstrue plus facilement en cas d'œdème **[12].** Les poumons sont immatures à la naissance avec une interface air-alvéoles de 3 m^2 comparée aux 70 m^2 d'interface chez l'adulte. Par conséquent, la détérioration respiratoire de l'enfant sera plus rapide étant donné que le territoire pulmonaire pouvant être recruté est moins important **[11].**

L'appareil respiratoire a trois principales fonctions :

- l'hématose, qui consiste en l'échange d'oxygène et de dioxyde de carbone entre l'air et le sang ;
- la protection de l'organisme contre les germes nocifs inhalés ;

- la production de différentes substances, en particulier le surfactant, que nous n'aborderons pas.

1.2.2.1. L'hématose

La fonction respiratoire sert à approvisionner l'organisme en oxygène pour répondre aux besoins des organes qui en consomment pour leur activité. L'apport en oxygène est couplé à l'élimination du dioxyde de carbone (CO2), déchet du métabolisme cellulaire.

La respiration associe deux fonctions : la mécanique ventilatoire (phases inspiratoire et expiratoire) et les échanges gazeux (O2-CO2) au niveau des alvéoles pulmonaires, via la membrane alvéolo-capillaire **[11].**

1.2.2.2. La fonction de défense et d'épuration [11,14,16]

Les voies respiratoires inférieures sont normalement stériles, car il existe une protection efficace contre les agents infectieux et les microorganismes qui assure la défense de l'espace d'échange gazeux **[14].**

i. Défenses Physiologiques

Elle constitue la première ligne de défense située dans les voies aériennes supérieures et inférieures, et comporte essentiellement 3 éléments.

- **La filtration aérodynamique [11, 16]**

La barrière nasale formée par les constituants du nez et de l'arbre bronchique, tels que les dédales, les bifurcations bronchiques et la pilosité nasale est l'une des premières lignes de défense de l'organisme contre les particules en suspension dans

l'air. Ces structures agissent comme un filtre qui retient les particules de grande taille (supérieures à 10 microgrammes), permettant ainsi de protéger les poumons des substances nocives. Cependant, en cas d'obstruction nasale, cette barrière de protection peut être compromise et les particules peuvent pénétrer plus facilement dans les poumons **[16].**

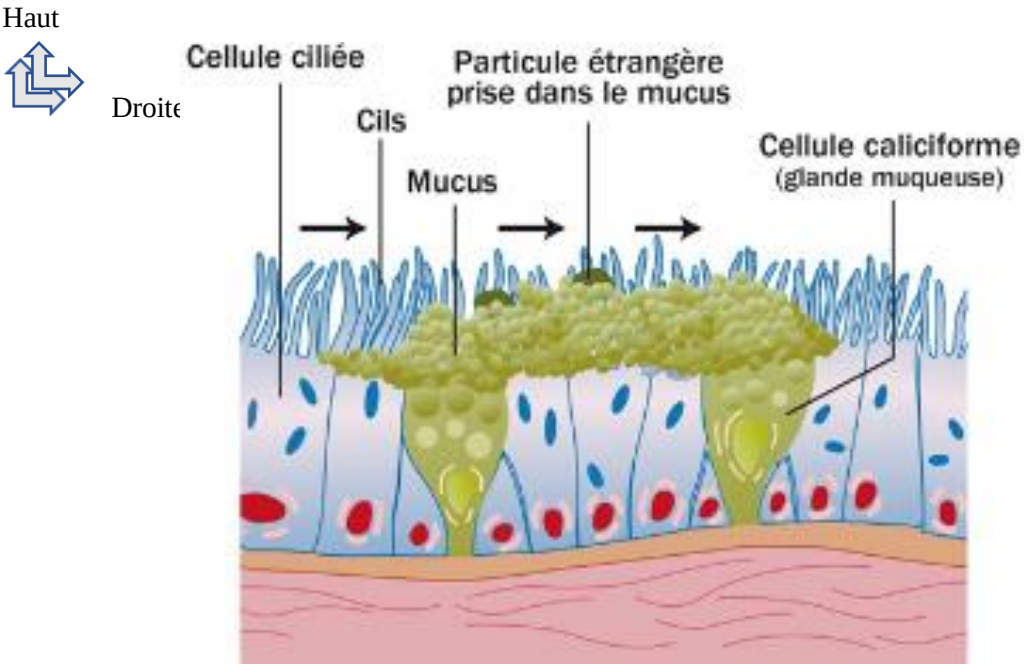
- **Les réflexes d'expulsion : toux et éternuement**

La toux est un mouvement de respiration profonde suivi d'une expiration forcée, avec une glotte fermée qui s'ouvre brusquement pour produire la phase expulsive. Elle contribue à éliminer les débris et le mucus, notamment lorsqu'ils sont infectés **[11].**

L'éternuement, quant à lui, est un mouvement d'expiration brusque et bruyant, qui peut être semi-autonome ou involontaire. Il est provoqué par un stimulus mécanique ou chimique détecté par les récepteurs sensitifs de la muqueuse nasale, et qui entraîne un mouvement subi et convulsif des muscles inspirateurs **[11].**

- **Le transport mucociliaire :** système de clairance des conduits aériens.

Il se compose de deux éléments principaux : le mucus, qui forme un tapis dans les conduits, et les cils, qui sont des structures mobiles situées sur les cellules épithéliales et qui permettent de déplacer le mucus de manière coordonnée. Le mucus joue également un rôle de défense en raison de sa composition chimique, qui lui permet de capturer et de neutraliser les bactéries **[11,16].**



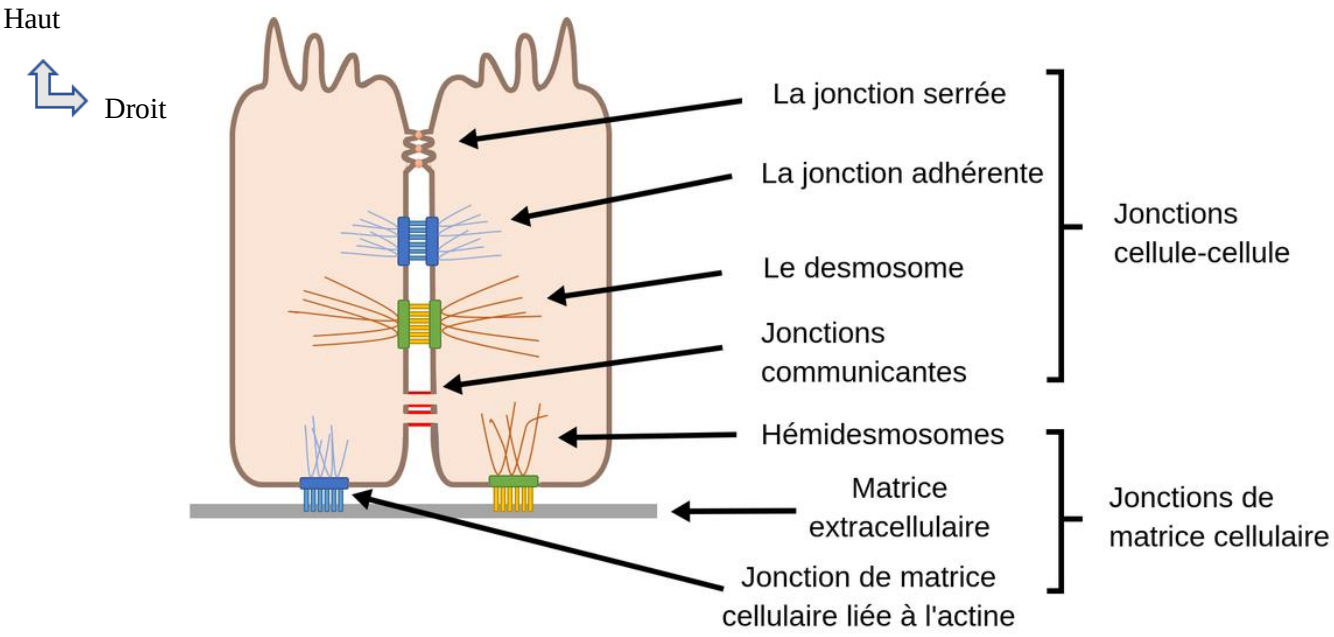
<u>Figure n°1:</u> Coupe longitudinale de l'épithélium respiratoire montrant le transport muco-ciliaire [17]

ii. Défenses physiques

La seconde ligne de défense est assurée par des complexes jonctionnels intercellulaires, qui permettent de maintenir l'étanchéité de l'épithélium et agissent comme une barrière contre l'entrée et la diffusion de pathogènes dans les voies respiratoires. Il existe plusieurs types de complexes jonctionnels :

- Les jonctions serrées sont les plus importantes pour le maintien de l'intégrité de l'épithélium. Elles rendent l'épithélium imperméable aux agents extérieurs
- Les jonctions intermédiaires permettent l'adhésion des cellules épithéliales voisines.

- Les jonctions communicantes sont des canaux qui permettent la diffusion de molécules entre les cellules voisines.
- Les desmosomes sont des jonctions intercellulaires qui permettent une forte adhérence entre les cellules et confèrent une résistance mécanique aux tissus.



<u>Figure n°2</u>: Jonctions intercellulaires de l'épithélium respiratoire [18]

iii. Défenses immunologiques

Lorsque les défenses mécaniques et physiques sont dépassées, ou qu'elles sont inefficaces, le système immunitaire respiratoire assure la continuité de la lutte contre les micro-organismes **[19].**

L'épithélium respiratoire a un double rôle, en tant que "senseur", il détecte la présence de pathogènes par la présence de PRR (Pathogen Recognition Receptors) qui déclenchent une réaction inflammatoire après activation ; et en tant qu'effecteur immunitaire capable de déclencher et réguler une réponse inflammatoire **[20].**

1.3. Infections respiratoires aiguës basses (IRAB) de l'enfant

1.3.1. Epidémiologie

Les infections respiratoires aiguës basses (IRAB) sont une catégorie de maladies qui touchent le parenchyme pulmonaire, les bronches et la trachée. Elles sont particulièrement fréquentes chez les enfants de bas âge dans les pays en développement, et sont souvent la cause principale de morbidité et de mortalité dans cette population. Les pneumonies sont l'un des types d'infections respiratoires aiguës basses les plus courants **[20,21].**

La pneumonie est la première cause de mortalité infectieuse chez les enfants à travers le monde **[22,23,24].** En 2019, 740 180 enfants de moins de 5 ans sont décédés de suites de pneumonie, soit 14% de tous les décès dans cette tranche d'âge. Chez les enfants de 1 à 5 ans, la pneumonie est responsable de 22 % des décès **[3].** La pneumonie à pneumocoques est plus meurtrière que le paludisme, la rougeole et le SIDA réunis alors que 30 % seulement des malades ont accès aux traitements.

Bien que la plupart des décès dus aux infections respiratoires aiguës soient causés par des infections des voies respiratoires inférieures, toutes les IRAB ne sont pas graves : par exemple, la bronchite, qui est assez fréquente, est rarement mortelle **[14,22].**

La bronchiolite aiguë constitue un problème de santé publique de par son incidence croissante, de sa morbidité et de son caractère épidémique. Cette pathologie, qui

touche principalement les nourrissons, est l'une des infections respiratoires aiguës les plus courantes **[25]**. Elle se produit de manière endémo-épidémique chaque année pendant les deux premières années de vie, généralement limitée aux deux premiers épisodes, et elle est plus fréquente en hiver dans les pays tempérés **[26].**

Les basses températures et l'humidité, le surpeuplement qui favorise la promiscuité, la prématurité et l'âge inférieur à 3 mois, la malnutrition protéino-énergique, le déficit immunitaire congénital ou acquis et le bas niveau socio-économique sont des facteurs qui influencent grandement la survenue des infections respiratoires aiguës chez les enfants **[26].**

1.3.2. Pathogénie

En fonction de la localisation de l'atteinte, il existe 3 grands tableaux d'infection respiratoire aiguë basse : les bronchiolites, les bronchites et les pneumonies,

1.3.2.1. Bronchiolite aigue

La bronchiolite est une infection virale des voies respiratoires inférieures qui se caractérise par l'obstruction des petites voies respiratoires causée par une inflammation aiguë, un œdème et une nécrose des cellules épithéliales qui recouvrent ces voies, ainsi que par une augmentation de la production de mucus. Le virus respiratoire syncytial est la cause la plus fréquente de bronchiolite, mais d'autres virus, tels que l'influenza, le rhinovirus, l'adénovirus et le para-influenza, peuvent également entraîner un tableau clinique similaire **[21].**

1.3.2.2. Pneumonies communautaires

Les pneumonies sont des infections des alvéoles pulmonaires, des bronches terminales et/ou de l'interstitium pulmonaire **[24].**

Les virus et les bactéries sont les principaux agents pathogènes responsables de pneumonies chez l'enfant, mais il est difficile de déterminer leur part respective. De nombreuses études ont montré que les infections bactériennes compliquent souvent les infections virales **[3].**

Les virus responsables sont le virus syncitial respiratoire et les virus para influenzae I et II ou rhinovirus. Leur porte d'entrée est surtout nasale, ils entraînent des lésions locales ou étendues à tout le tractus respiratoire en se fixant sur les cellules épithéliales. Les bactéries plus fréquentes sont : l'Haemophilus influenzae, le pneumocoque et le staphylocoque. L'étendue, la localisation et la systématisation des lésions déterminent la gravite du tableau clinique **[27].**

1.3.3.Diagnostic clinique et attitude thérapeutique

1.3.3.1. Bronchiolite aigüe

- **Diagnostic positif**

La bronchiolite est fréquente chez les nourrissons de moins de 2 ans. Elle débute fréquemment par une rhinopharyngite, ensuite s'installe une polypnée avec frein expiratoire +/- wheezing, une toux avec distension thoracique. Souvent, il existe des signes de lutte : battement des ailes du nez, tirages, balancement thoraco-abdominal.

La cyanose est inconstante. Des râles sibilants et parfois des crépitants sont perçus à l'auscultation. Il s'agit obligatoirement d'un premier ou deuxième épisode. Il peut s'y associer des troubles digestifs et une fièvre inconstante, modérée **[21,22,27].**

La décision d'hospitalisation s'appuie sur le jugement clinique et la présence ou non de signes de gravité.

➢ Signes de gravité

Les signes de gravité d'une bronchiolite peuvent inclure : un âge inférieur à 6 semaines, une mauvaise tolérance alimentaire, l'existence d'une cardiopathie sous-jacente, le terrain immunodéprimé et la prématurité inférieure à 34 semaines d'aménorrhée **[21].**

➢ Paraclinique

En ambulatoire, les examens complémentaires sont inutiles devant une bronchiolite non compliquée. En cas d'hospitalisation, on réalise les examens suivants :

- la Numération Formule Sanguine (NFS), C Reactive Protein (CRP) dans les cas de surinfection ;
- les Gaz du sang pour mesure de la capnie s'il existe une pathologie sous-jacente ou des signes de gravité
- l'ionogramme sanguin pour évaluer l'état d'hydratation et
- la Recherche du VRS et autres virus sur sécrétions nasopharyngées par immunofluorescence directe, uniquement à but épidémiologique **[28,30,31].**

Les examens d'imagerie médicale ne sont pas recommandés en cas de bronchiolite simple du nourrisson.

La **radiographie thoracique de face** est réalisée dans les cas où la gravité de l'évolution laisse supposer un autre diagnostic et présence de signes de gravité **[21,29].**

La RxT peut être normale ou mettre en évidence des signes de distension thoracique tels que :

- une hyperclarté parenchymateuse ;
- un abaissement des coupoles diaphragmatiques et ouverture de l'angle costo-diaphragmatique ;
- une horizontalisation des côtes et
- la visualisation de plus de 8 espaces Intercostaux antérieurs

➢ **Attitude thérapeutique**

Le traitement est symptomatique par désobstruction rhinopharyngée, alimentation fractionnée, hydratation suffisante, suppression des nuisances (pollution, tabagisme passif), oxygénothérapie au besoin sous contrôle de la saturation transcutanée et antipyrétique si nécessaire.

Trois indications de l'antibiothérapie : otite moyenne aigue (OMA) purulente, température supérieure à 38,5°C au-delà de 3 jours, foyer pulmonaire radiologiquement documenté **[28]**.

➢ **Surveillance**

La surveillance du traitement d'une bronchiolite est importante pour s'assurer son efficacité et pour détecter rapidement les complications **[29]**. Les éléments à prendre en compte lors de la surveillance d'un traitement de bronchiolite : un monitoring cardiorespiratoire, l'intensité des signes de lutte ; l'évaluation de l'état de conscience ; les coloration, température et poids **[28]**.

➢ **Traitement préventif**

La prévention de la transmission du virus passe par ces quelques conseils d'hygiène :

- lavage des mains avec solution hydroalcoolique avant de prendre un nourrisson dans les bras ;
- aération l'espace de vie ;
- éviter d'embrasser un nourrisson sur le visage ou les mains ;
- port d'un masque ;
- éviction du tabagisme passif et
- éviction des collectivités et des lieux publics en période d'épidémie si possible **[21,28].**

1.3.3.2. Pneumonies communautaires

➢ **Diagnostic clinique**

Le tableau clinique de pneumonie est un tableau polymorphe associant des signes fonctionnels respiratoires et une fièvre élevée. La triade clinique classique comprend

la polypnée avec ou sans signes de lutte, la toux et la fièvre. Les signes auscultatoires peuvent être une diminution du murmure vésiculaire, des râles crépitants et un souffle tubaire **[22].**

Il est primordial de rechercher des signes de gravité afin de pouvoir adapter l'attitude thérapeutique.

- **Signes de gravité**
  - Signes en faveur d'un sepsis sévère
  - Insuffisance respiratoire,
  - Impossibilité de s'alimenter,
  - Images radiologiques en faveur d'une pleurésie, d'adénopathie, d'une pneumonie étendue ou d'un abcès **[23].**

Selon la présence ou l'absence de signes de gravité, certaines pneumonies peuvent nécessiter une hospitalisation.

- **Critères d'hospitalisation**

Les critères d'hospitalisation dépendent de la gravité de l'état du patient. On peut citer entre autres : l'âge inférieur à 6 mois, des troubles hémodynamiques, une insuffisance respiratoire, l'impossibilité de boire ou de s'alimenter, l'échec du traitement ambulatoire, la présence d'une cardiopathie congénitale ou d'une pathologie respiratoire chronique, le terrain immunodéprimé, une insuffisance rénale et/ou syndrome néphrotique **[27].**

➢ **Paraclinique**

Les signes paracliniques d'une pneumonie chez l'enfant :

A la **biologie** :

- un syndrome infectieux biologique fait d'une hyperleucocytose à prédominance leucocytaire en cas d'infection bactérienne
- la CRP est généralement positive mais non spécifique.
- la procalcitonine (PCT) confirme l'étiologie bactérienne.
- l'hémoculture n'est pas toujours nécessaire.

La **radiographie thoracique de face** montre une ou plusieurs opacités parenchymateuses et bien limitées selon la localisation **[23,30].**

➢ **Attitude thérapeutique**

La prise en charge d'une pneumonie de l'enfant inclut le nursing, le maintien d'un bon état d'hydratation, le traitement de la fièvre l'oxygénothérapie et une antibiothérapie efficace.

L'antibiothérapie est initialement probabiliste dans les cas où est suspectée une étiologie bactérienne, guidée par un faisceau d'arguments d'après le terrain, les signes cliniques et radiologiques plus ou moins les résultats biologiques.
L'amoxicilline est l'antibiotique de choix. En cas d'allergie, les céphalosporines de 3e génération injectable sont l'alternative et l'hospitalisation est indiquée. L'acide clavulanique peut être ajouté au traitement en cas de vaccination incomplète ou absente contre *Haemophilus influenzae* ou en présence d'une otite moyenne aiguë.

Un macrolide est généralement prescrit en premier choix, lorsqu'il s'agit d'une bactérie atypique **[29,30,32]**.

1.3.3.3. Formes cliniques

Les pneumopathies aigues peuvent avoir plusieurs expressions cliniques comme regroupées dans le tableau II **[30]**

Tableau II : Formes cliniques de pneumopathies aigues de l'enfant

	Pneumopathie virale	**Pneumonie franche lobaire aigue**	**Staphylococcie pleuro-pulmonaire**	**Pneumopathie atypique**
Terrain	Tout âge	Tout âge	Nourrissons	> 5 ans
Début	Brutal	Brutal	Progressif	Progressif
Fièvre	> 38,5°	> 38,5°	> 39°	> 38,5°
Etat général	Conservé	Altéré	Altéré	Conservé
Symptômes respiratoires	Rhino-pharyngite toux,	Polypnée, douleur thoracique, râles crépitants en foyer, souffle tubaire	Polypnée intense	Toux sèche persistante, wheezing
Symptômes extra-respiratoires	Conjonctivite	Douleurs abdominales, méningisme, herpès labial	Météorisme abdominal, atteinte cutanée	Signes digestifs, myalgies, arthralgies, méningisme
Radiographie thoracique	Infiltrat inhomogène, distension thoracique	Opacité alvéolaire systématisée +/– épanchement pleural	Réactions pleurales, images bulleuses, pneumothorax,	Opacité alvéolo-interstitielle, uni ou bilatérale
Biologie	Possible leucopénie	Hyperleucocytose CRP élevée	Hyperleucocytose modérée	Peu perturbée, non spécifique
Thérapeutique	Traitement symptomatique	Amoxicilline	Bêtalactamines	Macrolides

1.4. Echographie pulmonaire et infections respiratoire basses aiguës

1.4.1. Bases physiques de l'échographie [6]

L'échographie est une technique d'imagerie médicale qui utilise des ondes ultrasonores de haute fréquence pour produire des images en temps réel du corps humain. L'échographie pulmonaire (LUS) est une technique facile à apprendre et non ionisante. Au cours des dernières décennies, elle est devenue un outil de diagnostic émergent pour le diagnostic de la pneumonie chez les adultes et les enfants, avec une sensibilité et une spécificité remarquable, ce qui en fait une option de diagnostic précieuse pour de nombreux professionnels de santé.

Les ultrasons sont des ondes sonores de haute fréquence, au-dessus de 20 000 périodes par seconde (20 kHz). Ces ondes inaudibles pour l'homme de l'ordre de 1.5 et 25 MHZ peuvent être transmises en faisceaux et sont utilisées pour l'exploration des tissus de l'organisme.

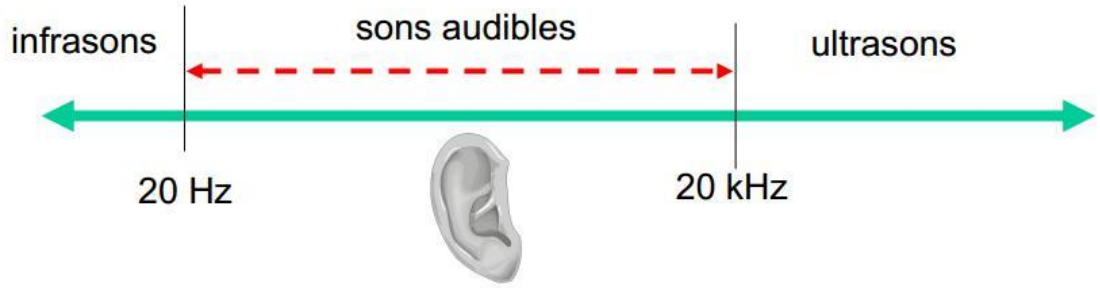
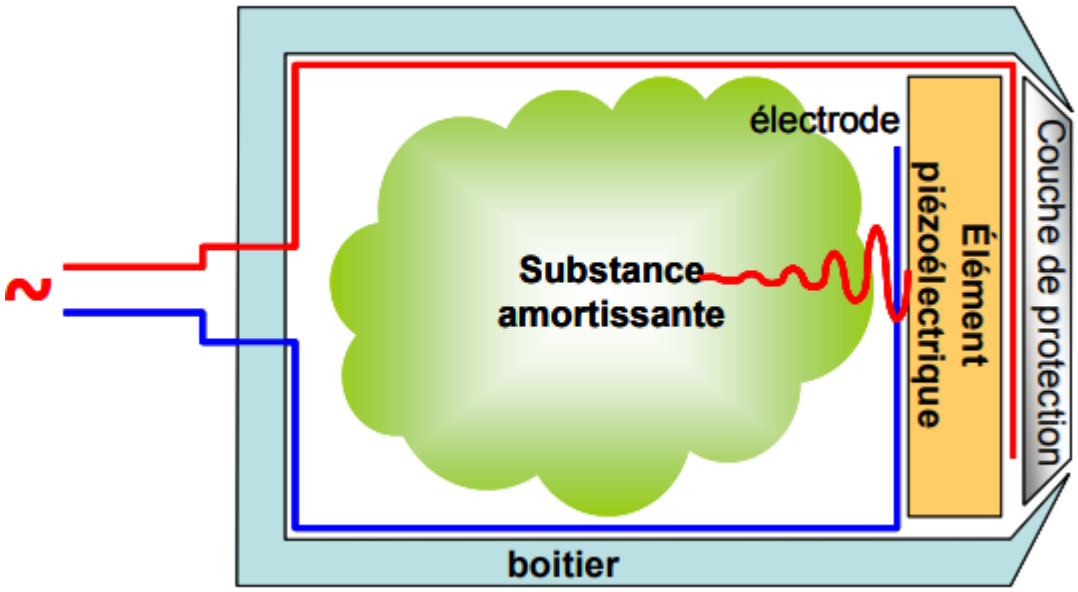


Figure n° 3 : Niveau sonore perceptible par l'oreille [33]

1.4.2. Description d'une sonde échographique [33]

La sonde échographique est constituée d'un boitier protecteur dans lequel est logé le cristal piézoélectrique. Ce cristal est bordé en avant et en arrière par deux électrodes permettant l'excitation du cristal, l'émission des US et le recueil du signal après excitation du cristal par un US réfléchi. Le cristal piézoélectrique est protégé en avant par une couche de protection et joue le rôle d'un adaptateur d'impédance acoustique. Derrière le cristal est placée une couche amortissante permettant de réduire au minimum le temps de vibration et réduisant ainsi la durée d'émission de l'US émis. Cette substance amortissante absorbe tout US émis vers l'arrière évitant ainsi des échos parasites. Ces données sont résumées pas la figure n°4.



<u>Figure n° 4</u> : Composantes d'une sonde échographique [33]

1.4.2.1.Production et propagation des ultrasons [33,34]

Le faisceau ultrasonore est produit par une sonde qui est placée au contact de la peau. Dans la sonde, il existe une rangée de cristaux piézo-électriques. Ces cristaux ont la propriété de changer de forme lorsqu'on leur applique un courant électrique. La stimulation électrique qui fait osciller le cristal à sa fréquence de résonnance permet la conversion de l'énergie électrique en énergie sonore.

L'onde sonore se propage à travers les tissus et des interactions surviennent entre l'onde sonore et les tissus. Il est nécessaire d'utiliser un gel liquide sur la surface de la sonde pour améliorer le contact entre la peau du patient et la surface de la sonde. L'eau peut aussi être utilisée à cette fin.

À chaque interface, la vague sonore peut être réfractée ou réfléchie. La réfraction survient quand l'onde sonore est transmise à travers l'interface (changent de direction sans être nécessairement réfléchies).

L'onde réfléchie (renvoyée en arrière) est d'un plus grand intérêt. Il y a réflexion lorsque la taille de l'interface est du même ordre ou plus grande que la longueur d'onde des ultrasons utilisés. Lorsque la taille de l'interface est inférieure à la longueur d'onde, on parle de **diffusion**.

En effet, les ondes sonores réfléchies vers la sonde frappent le cristal piézo-électrique et l'énergie sonore est convertie par le cristal en énergie électrique. En calculant le temps mis par le son pour partir de la sonde et à y revenir, l'échographe en déduit la distance à laquelle se trouve le réflecteur. De même, l'intensité de l'onde sonore réfléchie est utilisée pour calculer la réflectivité de l'objet. Chaque milieu à une vitesse de propagation différente. Une valeur de moyenne de 1540 m/s sera utilisée par le calculateur de l'échographe.

Distance entre la sonde et l'interface concernée (m) = [Temps de vol (s) X 1540 (m/s)]/ 2

1.4.2.2.Résolution [33,34]

La résolution est définie comme la capacité de discriminer deux points distincts pour les appareils d'échographie, cela peut être mesuré dans deux plans : axial et latéral.

i.Résolution longitudinale ou axiale

C'est la distance minimale séparant deux points situés sur l'axe du faisceau d'ultrasons, et qui soit perceptible sur l'image. Cette distance est de l'ordre de la longueur d'onde λ. Pour un milieu donné où la célérité est constante ; la longueur d'onde et la fréquence sont inversement proportionnelles : Si F ⬆ , λ ⬇ . Afin d'avoir une meilleure résolution, il faut diminuer λ donc augmenter la fréquence de l'ultrason. (F = 10 MHz meilleure que F = 2 MHz). Cependant si F augmente, atténuation augmente.

L'atténuation signifie que lorsque le faisceau d'ultrasons se déplace à travers le corps, il perd de sa force et ramène moins d'informations à la sonde au fur et à mesure qu'elle s'approfondit. Ainsi, les hautes fréquences sont réservées à l'exploration des structures superficielles.

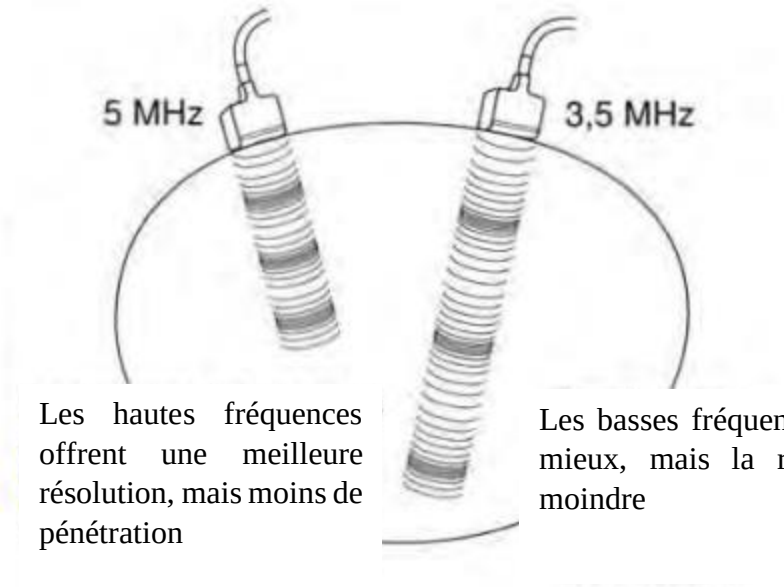


Figure n° 5 : Atténuation des faisceaux ultrasonores [33]

ii.Résolution latérale

C'est la distance minimale séparant deux points situés dans un plan perpendiculaire à l'axe du faisceau US, qui soit perceptible sur l'image. Si les échos de A et de B reviennent sur la sonde en même temps, on ne les distingue pas. La résolution latérale dépend de la finesse du faisceau ultrasonore et de la fréquence des US.

Le faisceau d'US devient plus fin, mais la profondeur d'exploration diminue si on augmente la fréquence des US. Or le faisceau d'US est directif à son émission, puis devient divergent. Donc on peut subdiviser le faisceau d'US en deux parties : une partie proximale (directive) et une partie distale (divergente). La partie du Fx d'ultrasons qui offre la meilleure résolution latérale est la partie proximale.

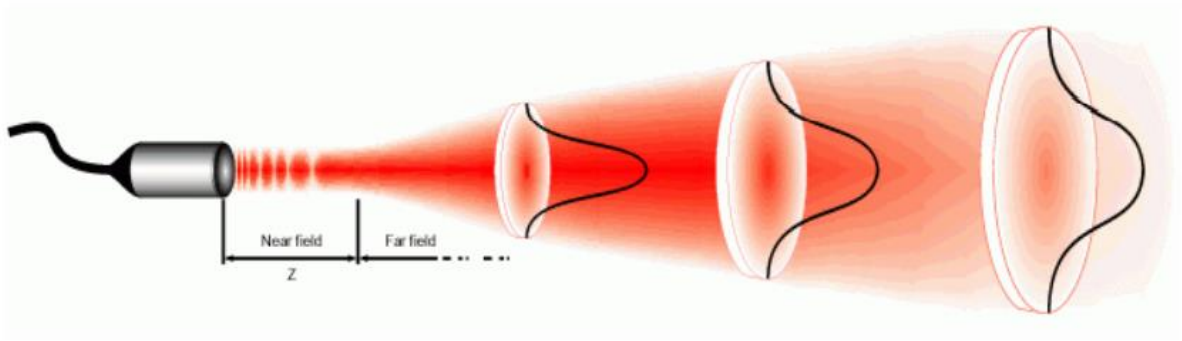


Figure n° 6 : Résolution latérale [33]

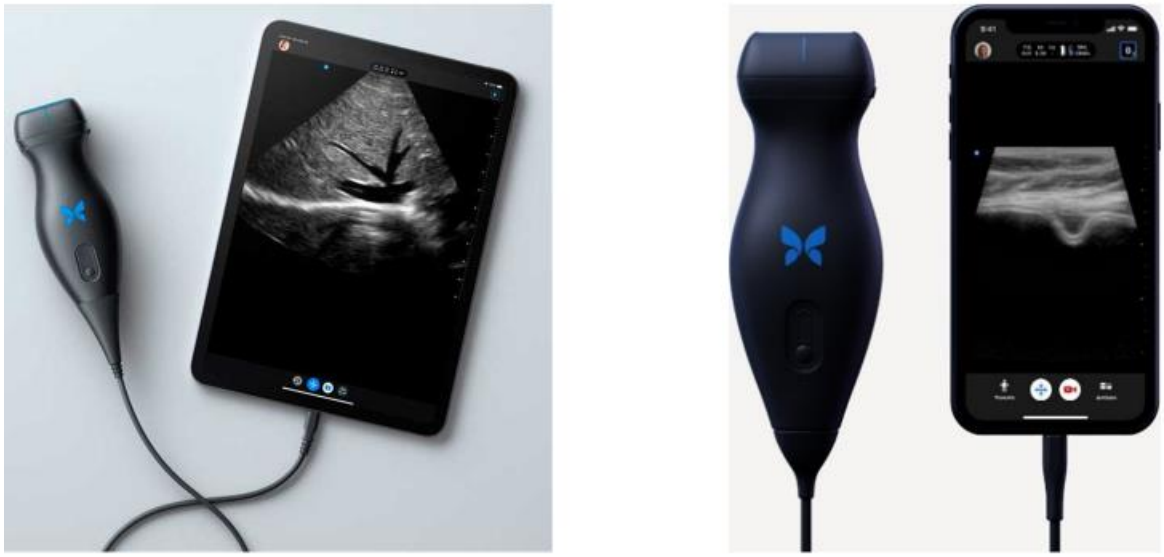
1.4.2.3.Sondes [6,33,34]

Il existe différents types de sondes d'échographie. Les sondes de basse fréquence pour les structures profondes et les sonde de haute fréquence pour les structures superficielles.



Figure n° 7: Les différents types de sondes de la gauche vers la droite, linéaire haute fréquence, convexe basse fréquence, sonde cardiaque basse fréquence

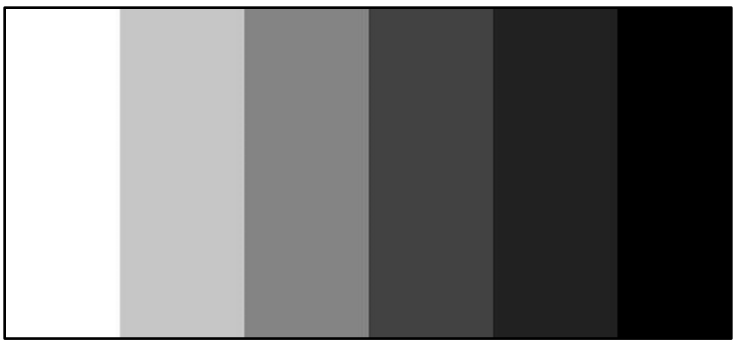
L'évolution technologique a permis de créer des sondes multi fréquences telles que la sonde **Butterfly IQ**, pouvant produire dans une certaine limite, des hautes fréquences de l'ordre de 01 à 10MHz. Ceci permet de mieux adapter les réglages de la sonde en fonction de la morphologie du patient et de la profondeur de l'organe observé. Elle est portable, rechargeable, se branche sur un appareil mobile via un connecteur Lightning ou USB type C et s'utilise uniquement avec l'application mobile Butterfly (IOS/Android). Elle est fournie avec un chargeur sans fil et son autonomie est ≥ 2 heures pour une acquisition en continu en mode M par rapport à une acquisition traditionnelle.



<u>Figure n° 8:</u> Appareil mobile et Sonde Butterfly IQ+ [36]

1.4.2.4. Échogénicité des tissus [6,33]

On distingue trois (3) grands types d'écho fondamentaux allant du noir au blanc. L'échogénicité d'un tissu dépend principalement de son homogénéité tissulaire, de sa vascularisation, de sa teneur en graisse et en tissu fibreux



OS	ORGANES	LIQUIDE

Figure n° 9 : Échogénicité des tissus [33]

i. Les structures anéchogènes

Ce sont des structures qui ne contiennent pas d'échos. On les appelle également structure trans-sonore (vésicule biliaire, vessie, kyste, sang, épanchements). Elles apparaissent noires à l'écran. C'est des structures liquidiennes pures. L'aspect trans-sonore est toujours associé à un renforcement postérieur.

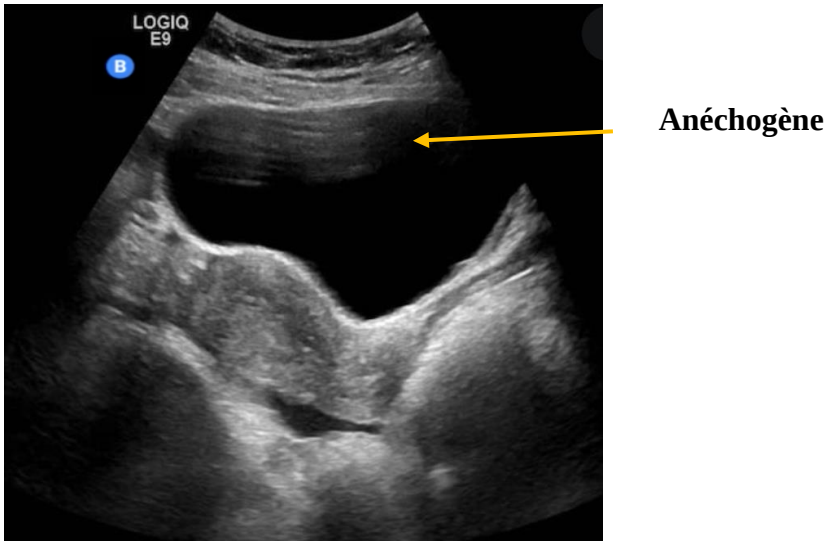
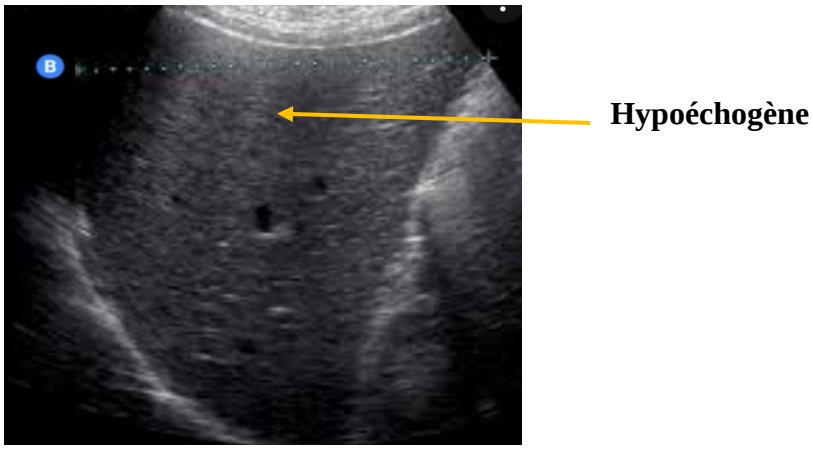


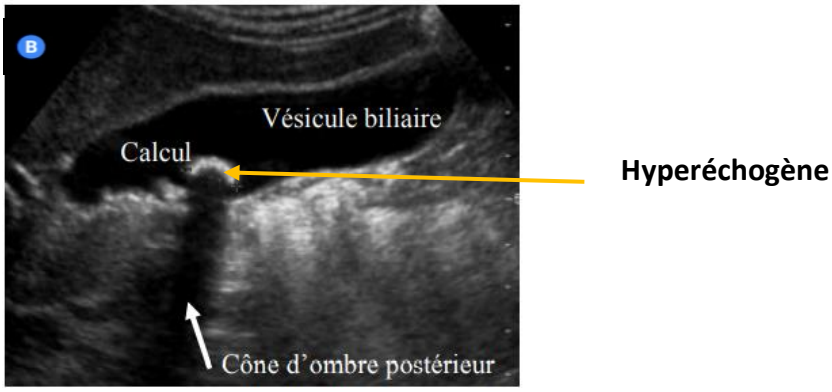
Figure n° 10 : Vessie anéchogène [34]

ii.Les échos de structure

Toutes les variantes du gris sont composées d'écho de faible amplitude correspondant à une réflexion diffuse et à une dispersion des ultrasons dans des milieux relativement homogènes. Ces échos de structure constituent l'essentiel de l'image échographique et permettent d'imager les organes parenchymateux à une échelle tissulaire. On distingue des structures **hypoéchogènes** qui apparaissent relativement sombres (gris foncé) ; des structures **hyperéchogènes** qui sont à l'origine d'un nombre important de réflexions des ultrasons et qui forment une image claire sur l'écran. Cet aspect se voit essentiellement lors des calcifications dans les tissus mous (lithiase). Cet aspect hyperéchogène s'accompagne souvent d'un cône d'ombre postérieur.



<u>Figure n° 11</u> : Foie homogène à l'ultrason [35]



<u>Figure n° 12</u> : Calcul biliaire hyperéchogène avec cône d'ombre postérieur [35]

1.4.2.5. Artefacts [6,33-35]

Les artéfacts de l'image d'échographie sont les échos qui ne correspondent pas à une structure anatomique.

- Cône d'ombre

Quand le faisceau d'ultrasons frappe une interface fortement réflective, par exemple un calcul dans la vésicule, la majorité des ultrasons sont réfléchis. Ainsi l'objet crée une ombre avec une ligne noire appelée cône d'ombre.

- Renforcement postérieur

Quand les ultrasons passent à travers une zone peu réfléchissante, les structures plus profondes sont frappées par des ondes ultrasonores produisant une plus grande réflexion. Ce phénomène est connu sous le terme de renforcement postérieur habituellement retrouvé dans les structures liquidiennes comme le kyste.

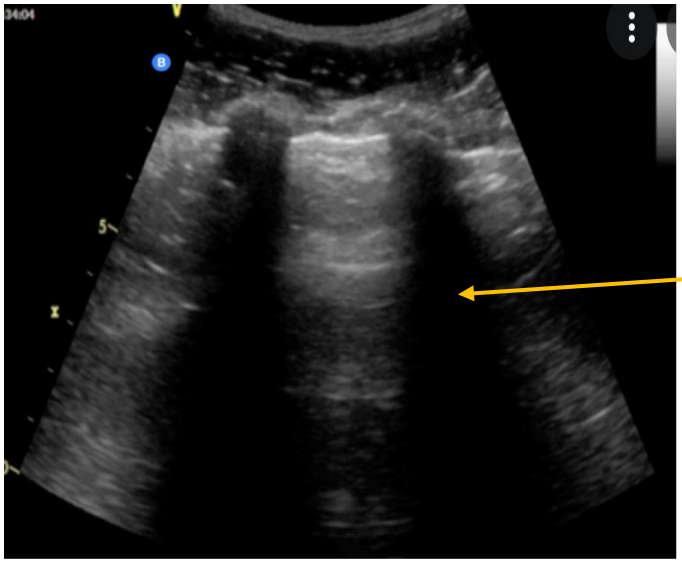


Figure n° 13: Poumons sec avec cône d'ombre costal [35]

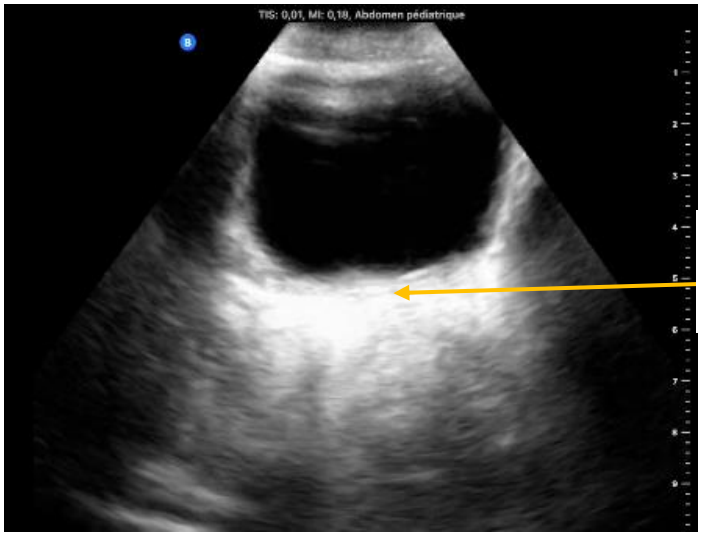


Figure n° 14 : Vessie anéchogène avec renforcement postérieur [35]

➢ Réverbérations

Il s'agit de bandes d'échos parallèles espacées par des interlignes régulières. Les réverbérations surviennent aux interfaces entre milieux adjacents ayant des impédances acoustiques très différentes.

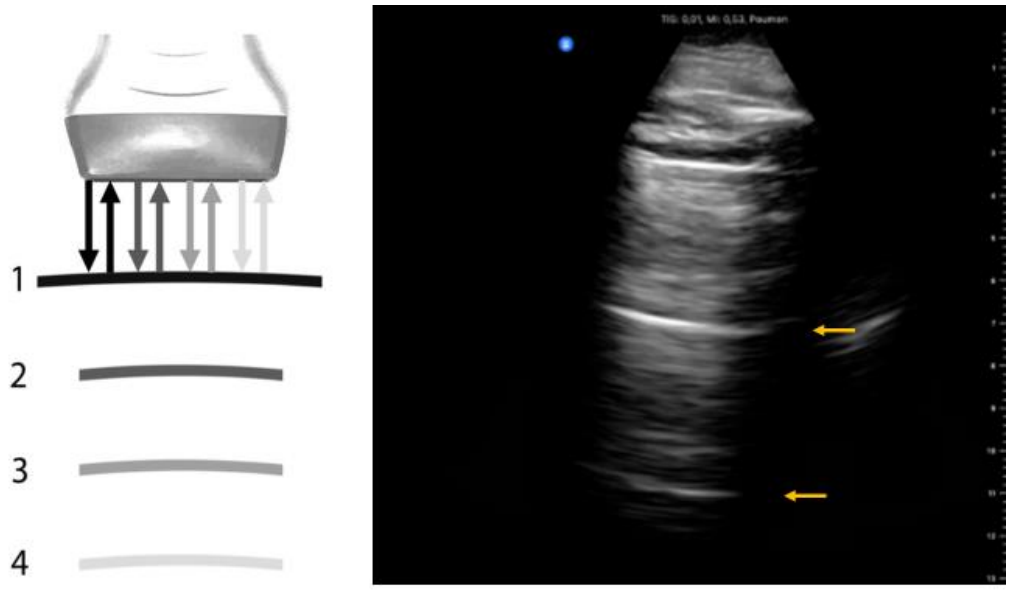


Figure n° 15 : Réverbération de la plèvre [35]

1.4.3. Mode d'emploi de la sonde Butterfly IQ

Il existe différents types d'échographes, allant du plus complexe au plus simple. Le Butterfly iQ/Butterfly iQ+ est un appareil portatif d'échographie diagnostique généraliste. Le système se compose de trois éléments : un appareil électronique personnel (Apple® ou Android) compatible, y compris les téléphones et les tablettes (appareil mobile) ; l'application Butterfly iQ, téléchargée et installée sur l'appareil mobile compatible et la sonde Butterfly iQ/Butterfly iQ+ qui se connecte à l'appareil mobile pour générer et recevoir des signaux ultrasonores [34,36].

1.4.3.1. Appareil mobile [34]

L'appareil mobile n'est pas fourni avec l'appareil d'échographie Butterfly iQ/Butterfly iQ+. Il faut l'acheter séparément. Il est donc nécessaire de vérifier la compatibilité de l'appareil mobile avec la sonde Butterfly avant tout achat. Cette compatibilité dépend d'une part d'une configuration minimale requise du système. À cet effet, seules les versions Apple IOS 14.0 et Android 9 ou version ultérieure sont compatibles. D'autre part l'appareil doit répondre aux réglementations médicales afin de fournir une expérience d'imagerie médicale fiable, sécurisée et qui favorise des diagnostics précis. Ce dernier point conditionne la compatibilité des appareils de nouvelle génération malgré le respect de la configuration minimale requise.

1.4.3.2. Application Butterfly IQ [34, 35,36]

Une connexion Internet est nécessaire pour télécharger, installer ou mettre à jour l'application Butterfly iQ , à partir de l'App Store d'Apple ou le Google PlayStore. L'application est téléchargeable gratuitement sur l'App Store. L'application et la création d'un compte Butterfly sont nécessaires pour utiliser le système d'échographie personnelle Butterfly iQ/ Butterfly iQ+.

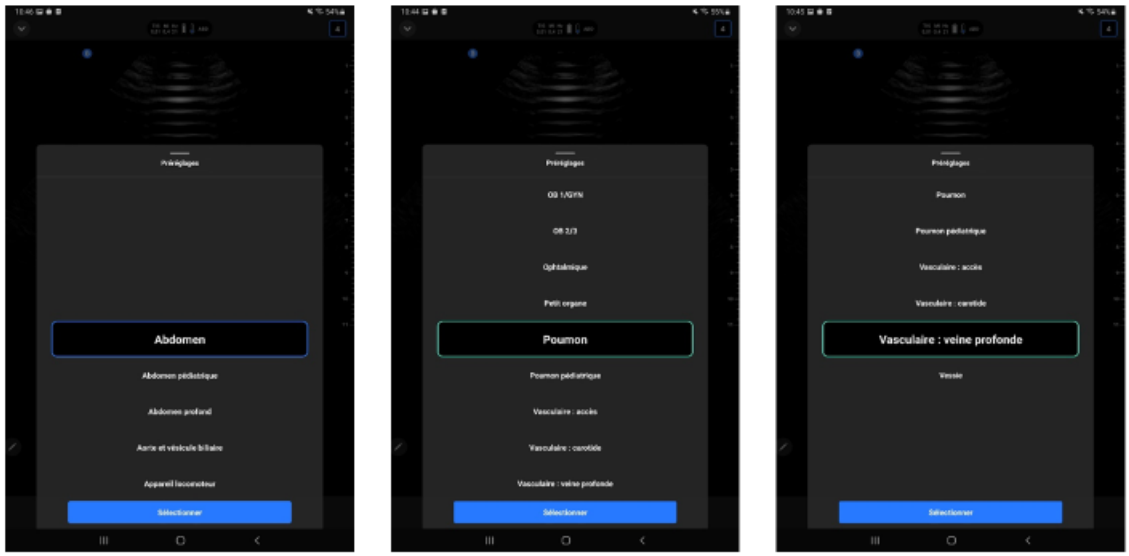
La principale fonction de l'application Butterfly iQ est l'échographie diagnostique généraliste destinée à l'usage des professionnels de santé qualifiés et formés pour permettre la visualisation et la mesure des structures anatomiques du corps humain.

➢ Aperçu de l'interface utilisateur

Des informations concernant l'indice mécanique et thermique sont disponibles depuis l'interface utilisateur de l'application. Celles-ci sont affichées en haut de l'écran. La barre d'outils située en bas de l'écran peut être utilisée pour sélectionner les préréglages, les modes ou les outils souhaités et effectuer des captures ou des arrêts sur image.

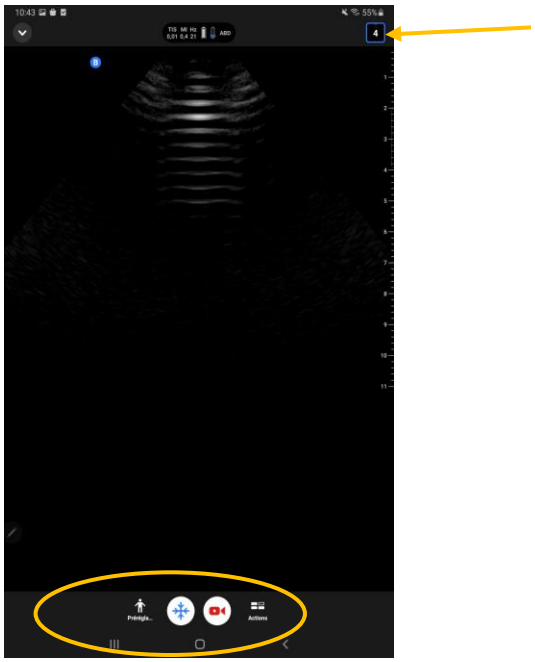
➢ Préréglages

Les préréglages sont un ensemble prédéfini de valeurs de paramètres d'acquisition des images. Une fois sélectionnée, l'application Butterfly iQ utilise automatiquement l'ensemble correspondant des valeurs de paramètres d'acquisition des images. Plusieurs préréglages sont disponibles.



<u>Figure n° 16</u> : Préréglage disponible avec la sonde Butterfly [36]

Une fois la sonde connectée à l'appareil mobile, il est important de saisir les données relatives aux patients pour commencer un examen. À partir de l'écran de balayage principal, il est possible d'effectuer un arrêt sur image , de réaliser des captures d'images et d'enregistrer des extraits vidéos à l'aide de la barre d'outils située en bas de l'écran.

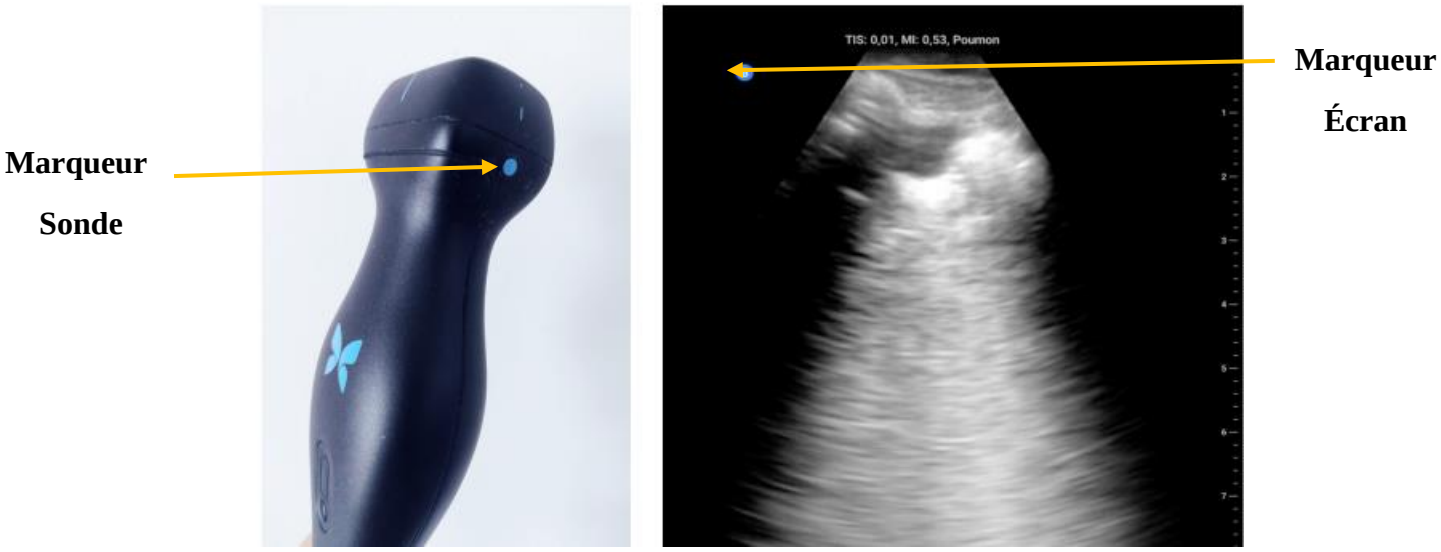


<u>Figure n° 17</u> : Barre d'outils de l'application Butterfly [36]

Les captures sont consultables depuis la galerie située dans le coin supérieur droit de l'écran avant de terminer l'examen. Pour clôturer une consultation, cliquer sur la galerie et suivre les étapes à l'écran pour télécharger l'examen. Pendant un examen, balayer l'écran horizontalement pour régler le gain et verticalement pour régler la profondeur.

1.4.3.3. Sonde Butterfly IQ+ [33,34,35,36]

- Le haut et le bas : le haut de l'écran représente le début du faisceau ultrasonore et le bas la fin de l'exploration dépendant de la fréquence des ultrasons, du réglage et de la profondeur faite. La profondeur est matérialisée par une échelle sur le bord droit de l'écran. Ainsi le haut de l'écran correspond à la peau du patient et le bas de l'écran à la profondeur.
- La droite et la gauche : sur chaque sonde, il y a sur un côté, un repère soit lumineux, soit une encoche ou un petit relief qui correspond sur l'écran à un petit logo en haut et sur un côté de l'écran.



<u>Figure n° 18</u> : Marqueur d'orientation des images échographiques [35]

- Les coupes : il existe deux types de coupes à partir desquelles on peut créer des coupes intermédiaires. Ce sont les coupes transversales et les coupes longitudinales

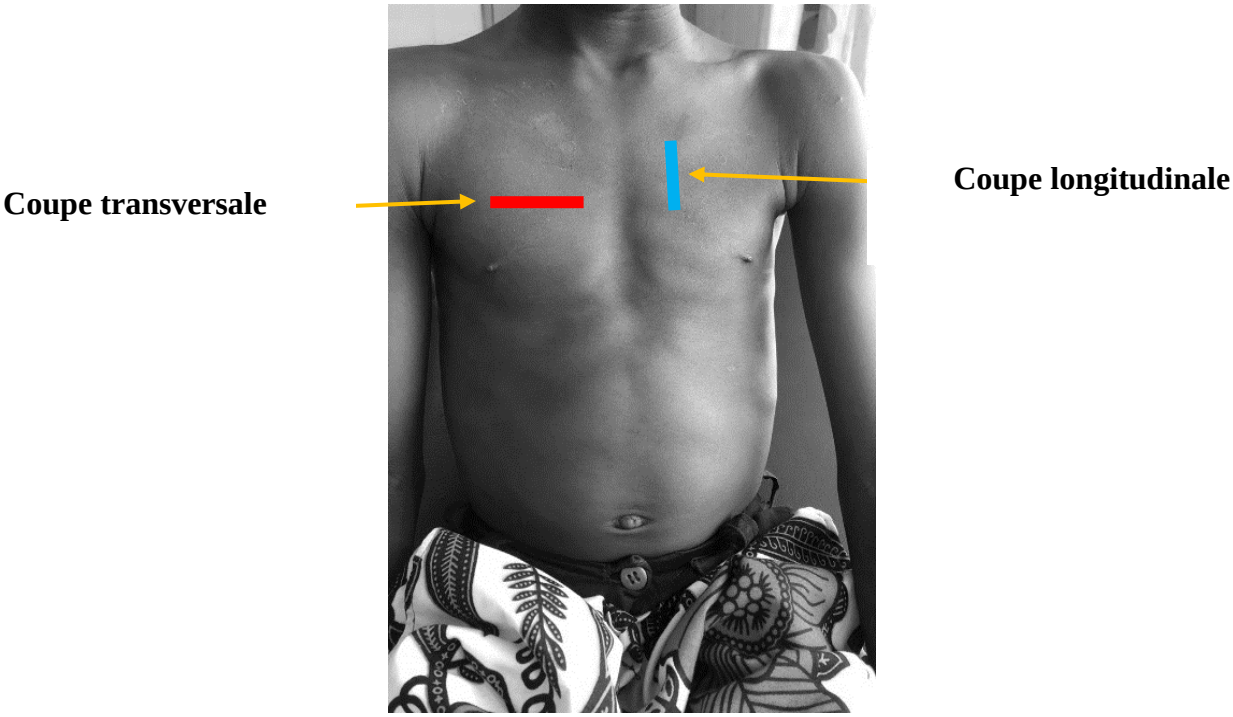


Figure n° 19 : Coupe transversale et longitudinale

Dans les deux cas, la sonde est tenue perpendiculairement à la peau. La sonde à ultrasons doit être tenue légèrement dans la main, avec le marqueur de la sonde face à la droite du patient ou vers la tête du patient. Pour tous les examens échographiques, sauf échocardiographie, le marqueur de la sonde est orienté vers la gauche.

1.4.4. Les modes d'imagerie [6,33,35,36]

- ***Mode B (temps réel)***

Le mode B s'affiche par défaut lors de la sélection d'un préréglage. La luminosité de chaque pixel correspond à l'intensité de signal réfléchi par le tissu lors de l'échographie. Chaque écho est représenté par un point lumineux (brillance) le long de la ligne de base (faisceaux ultrasonores). Il en résulte une ligne de points plus ou

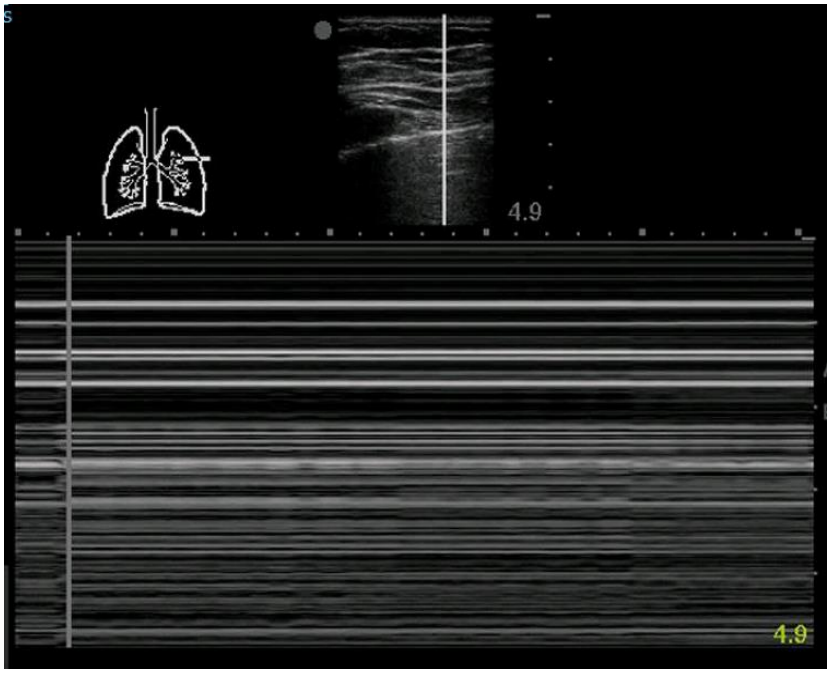
moins brillants. En effectuant un balayage du faisceau d'ultrasonore, on obtient une image bidimensionnelle (2D). Les principaux avantages du mode B sont : une constitution instantanée de l'image (en 2D) et le changement de coupe en continu (temps réel) puisque le temps nécessaire à l'obtention d'une coupe est très court.



<u>Figure 20</u> : Poumon sec au Mode B [34]

- ***Mode TM (temps mouvement)***

Lorsqu'un même faisceau ultrasonore est observé en continu, les mouvements des objets traversés par le faisceau font varier la position et l'intensité des ultrasons recueillis par la sonde au cours du temps. La représentation des variations de la position et de la brillance des échos en fonction du temps constitue le mode M (mouvement) ou TM (temps mouvement). Ce mode permet d'obtenir une résolution temporelle supérieure au mode B et de pouvoir observer des événements très rapides.



<u>Figure 21</u> : Signe du code barre au mode temps mouvement à l'échographie pulmonaire [35]

1.4.4. Sémiologie de l'échographie pleuropulmonaire [6,34,35]

Les ultrasons ne sont pas conduits au-delà de la plèvre lorsque le poumon est normalement aéré. Lorsque pour des raisons pathologiques (OAP, infection), le ratio tissu/gaz pulmonaire diminue, des artefacts verticaux apparaissent. L'interprétation de ces artefacts verticaux a donné naissance à une sémiologie "échographique" pulmonaire. Lorsque la perte en aération est complète (hépatisation pulmonaire), alors le poumon apparaît comme une structure tissulaire conduisant les ultrasons et devient parfaitement visible en échographie. L'utilisation de cette sémiologie permet le diagnostic de lésions radiologiques élémentaires (syndrome interstitiel, syndrome alvéolo-interstitiel, hépatisation) avec des performances diagnostiques bien supérieures à celles de la radiographie de thorax faite au lit.

- Aspect normal

Le parenchyme pulmonaire normal (poumon sec) est caractérisé par la ligne pleurale, hyperéchogène entre deux côtes avec leurs cônes d'ombre postérieurs. Cette ligne pleurale est animée d'un mouvement de glissement pleural facilement visualisé. On peut observer des artefacts horizontaux de répétition de l'interface pariéto-pulmonaire en mode B, appelés lignes A. Ces lignes A sont hyperéchogènes et parallèles à la ligne pleurale. En mode TM, un poumon est représenté par des artéfacts réalisant le **signe de bord de Mer**.

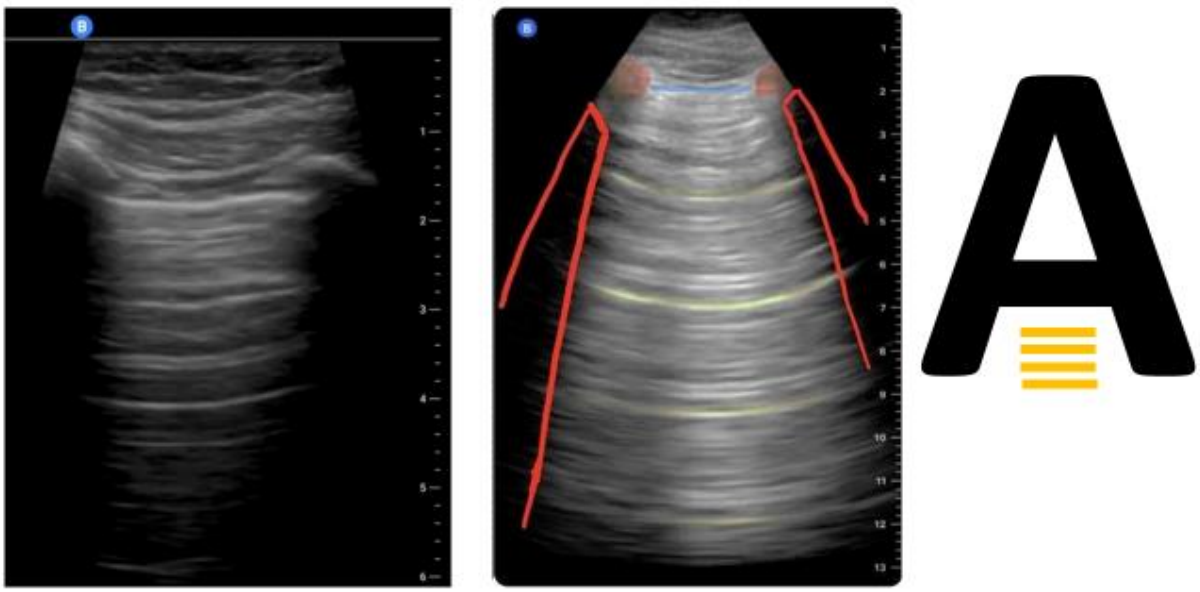
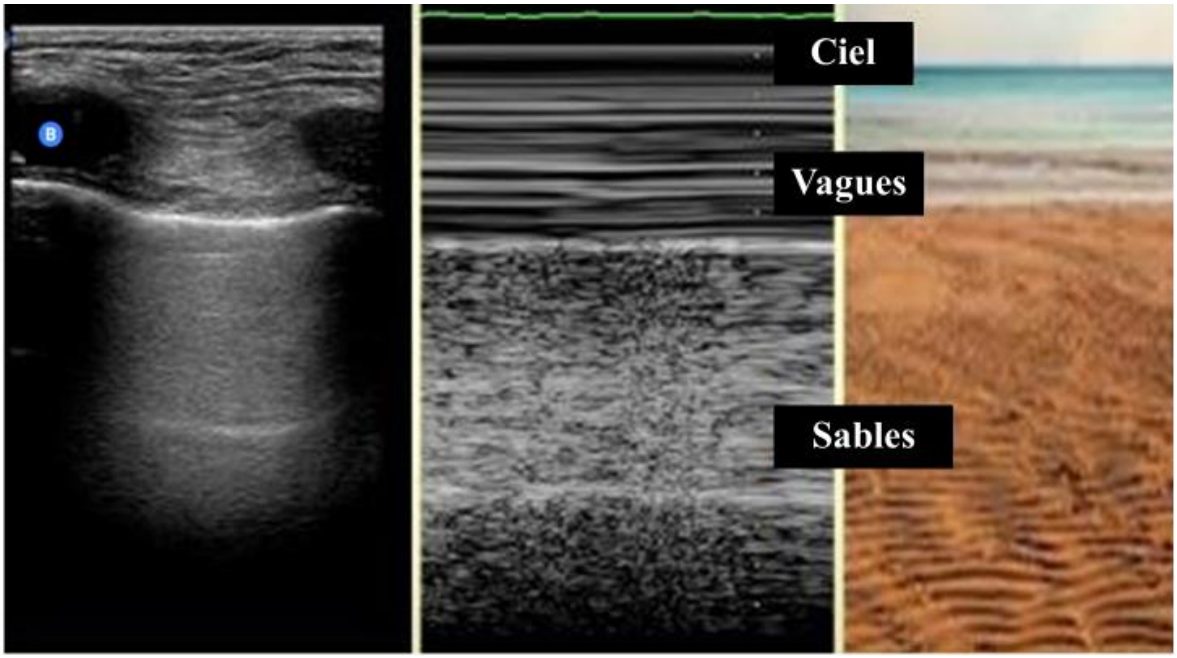


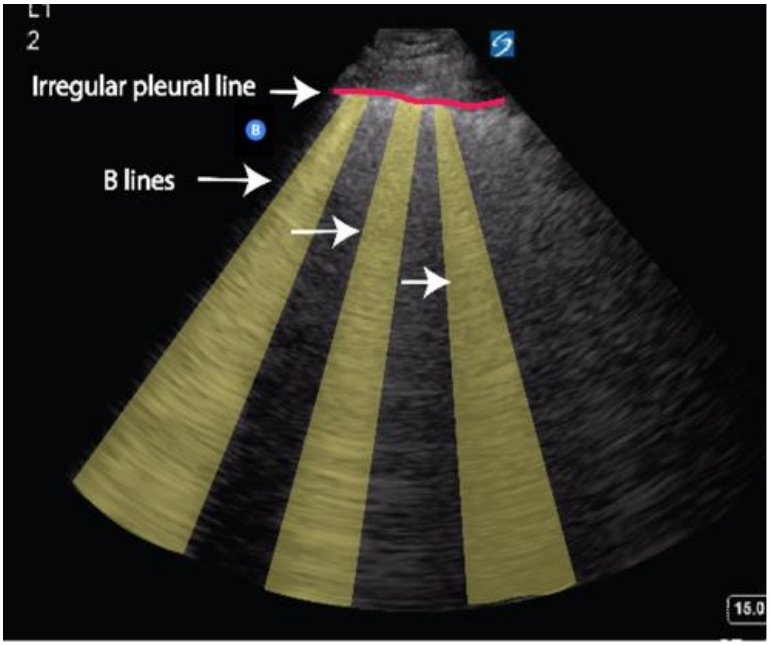
Figure n° 22 : Poumon sec (Profil A) en mode B [35]



<u>Figure n°23</u> : Poumon sec (signe de bord de Mer) en mode TM [35]

- Les lignes B

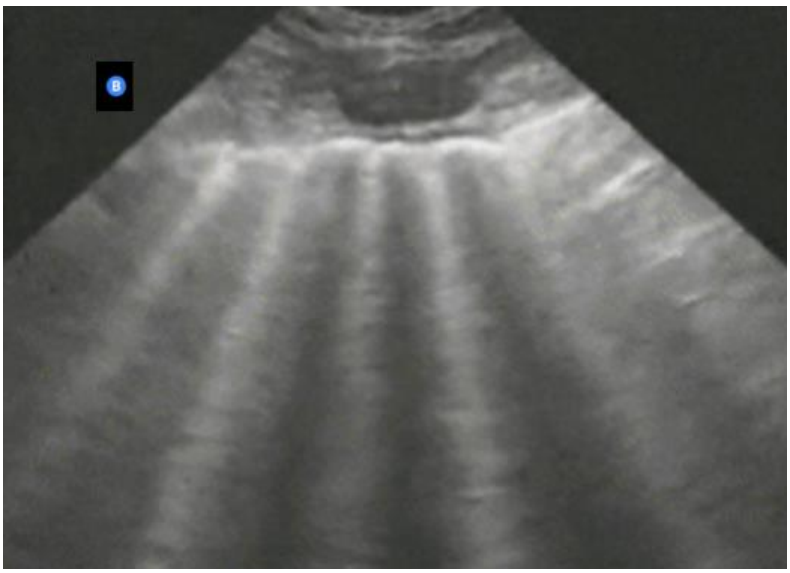
Les lignes B sont des artefacts verticaux hyperéchogènes en queue de comète qui naissent de la ligne pleurale, lui sont perpendiculaires, suivent le glissement pleural et se prolongent sans épuisement. Elles témoignent de la transmission des ultrasons au-delà de la plèvre rendue possible par une diminution de l'aération du poumon.



<u>Figure 24</u> : Lignes B à l'échographie pulmonaire [35]

- Syndrome interstitiel

Plusieurs lignes B simultanément visibles (≥3) signent le **syndrome interstitiel.**



<u>Figure n°25</u> : Syndrome interstitiel à l'échographie pulmonaire [35]

➢ Consolidation alvéolaire

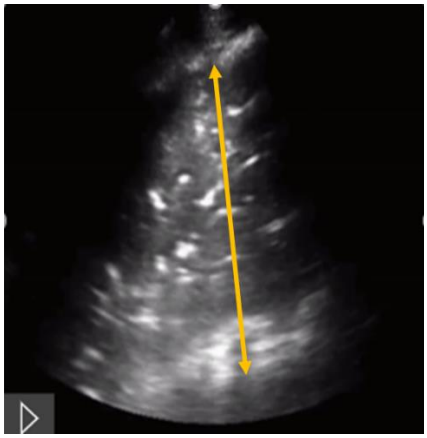
Elle se présente comme une image d'allure tissulaire, « hépatisée », à limite profonde déchiquetée (à moins que l'ensemble du lobe ne soit consolidé). Elle peut avoir une dynamique respiratoire dans l'axe cranio caudal ou être totalement fixe, mais ne donne pas le signe de la « sinusoïde ». L'échographie précise de nombreux points. Le volume (consolidation mineure ; modérée ; majeur), la localisation selon le lobe, les signes associés (pleurésie, abcès...), et échostructure interne. La présence au sein du foyer de consolidation, des images punctiformes hyperéchogènes, traduit les bronchogrammes aériques qui peuvent être animés d'un mouvement centrifuge inspiratoire. Ce signe du « bronchogramme aérien dynamique » distingue les consolidations infectieuses des atélectasies.



Consolidation mineure 0.5 - 2cm



Consolidation modérée 2 - 5cm



Consolidation majeure > 5cm + bronchogrammes aériques

<u>Figure n° 26</u> : Consolidations alvéolaires à l'échographie pulmonaire [35]

➢ Épanchement pleural

Il se recherche dans les zones déclives du thorax. Un abord abdominal sous-costal identifie une collection d'échostructure variable, aux limites régulières avec

renforcement postérieur et doté d'un signe dynamique spécifique (signe de la sinusoïde au mode M). Si visible, le poumon se présente soit, sous la forme d'une ligne pleurale brillante s'il reste ventilé ou soit sous la forme d'une consolidation (signe de la méduse).

En mode B

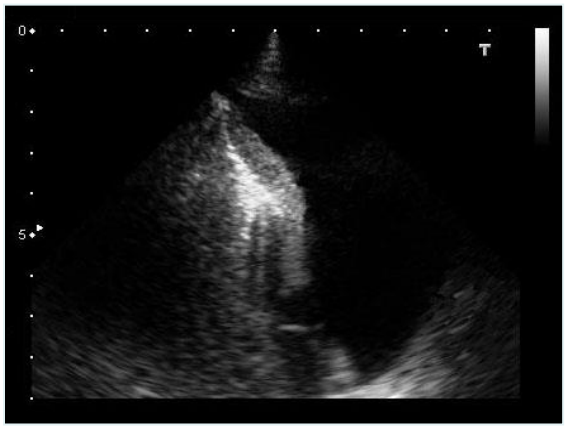


Image anéchogène, homogène

Pleurésie transsudative

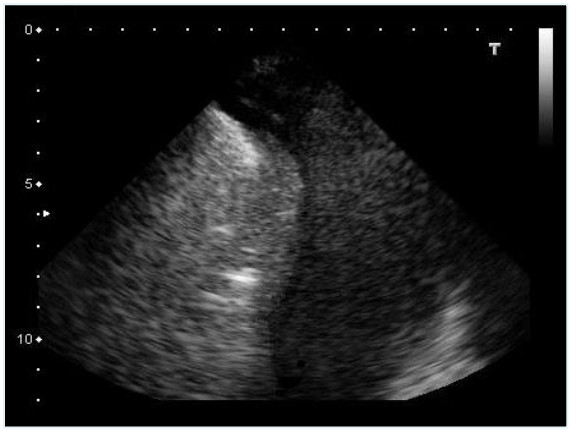
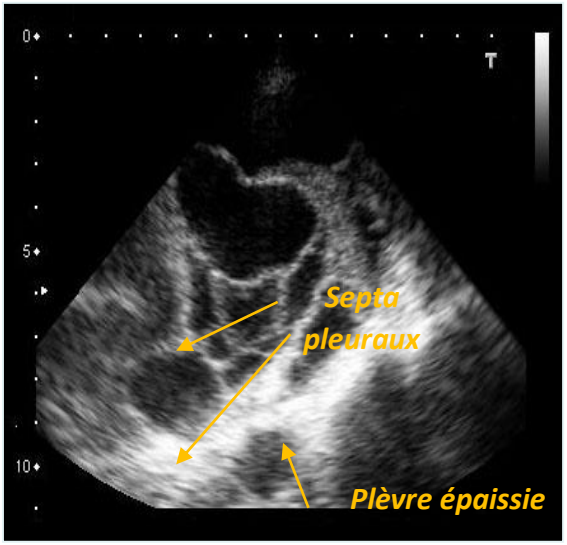


Image échogène, hétérogène, avec des éléments mobiles

Pleurésie Exsudative (signe du plankton)



Pleurésie Cloisonnée

Image hétérogène en septa



Signe de la méduse

En mode TM



Signe de la sinusoïde au mode TM

<u>Figure n° 27</u> : Épanchement pleural liquidien à l'échographie pulmonaire en mode B et TM [35,36]

- Diagnostic d'un pneumothorax

Dans un premier temps, le pneumothorax se recherche dans les zones les plus proclives. L'interposition de gaz entre les deux feuillets de la plèvre s'accompagne d'une abolition du glissement pleural (signe du code-barre au mode TM). L'examen s'étend latéralement vers les zones déclives à la recherche de la zone de transition où le poumon est collé par intermittence à la paroi lors de l'inspiration. Cette zone de transition est appelée "**point poumon**". Il est spécifique pathognomonique du pneumothorax à l'échographie. On peut s'aider du mode TM qui permet d'obtenir l'image typique. La présence de lignes B élimine le diagnostic de pneumothorax.

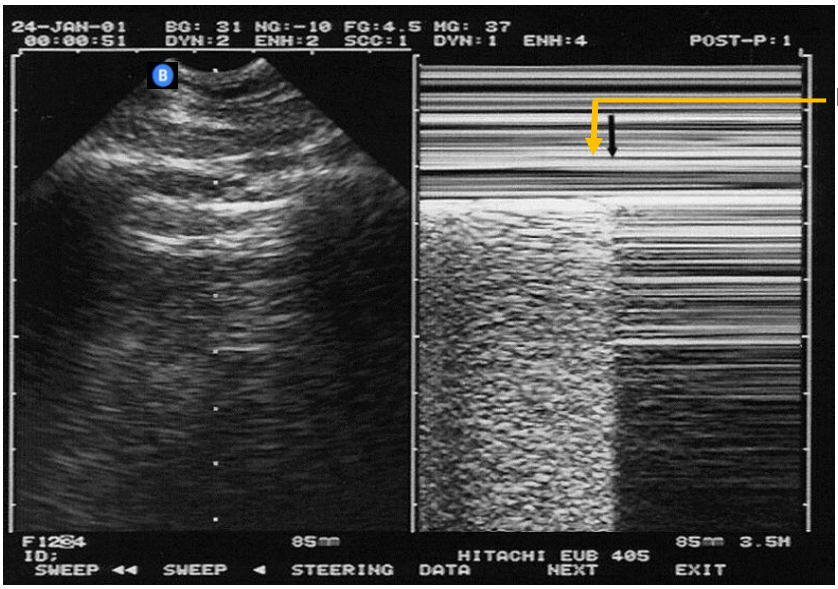


***Figure n° 28* : Pneumothorax (point poumon et signe du code barre en mode TM) [35]**

*

1.5. Revue de littérature

L'échographie pulmonaire est une technique d'imagerie non invasive qui peut être utilisée pour évaluer les poumons et les structures environnantes. Elle est moins omniprésente que l'auscultation des poumons, mais avec le développement de l'échographie sur puce, qui permet de réaliser des examens échographiques portables et abordables, elle pourrait être intégrée dans l'examen clinique standard.

L'échographie pulmonaire est facile à apprendre et accessible pour de nombreux cliniciens, du généraliste au spécialiste **[5,35]**, et peut être particulièrement utile pour les soins médicaux dans les milieux à ressources limitées. Elle est également non irradiante, ce qui en fait une option intéressante pour l'évaluation des poumons chez les enfants. L'échographie pulmonaire au chevet du patient ou Point of care Ultrasound (POCUS) peut être une technique pratique pour les médecins qui

souhaitent évaluer rapidement les poumons de leurs patients sans avoir à se rendre dans un service de radiologie **[33].**

- **Echographie pulmonaire dans les infections respiratoires virales ou bactériennes des enfants.**

L'échographie pulmonaire peut être un outil de diagnostic utile pour l'évaluation des patients pédiatriques atteints d'infections respiratoires. Lorsqu'elle est réalisée de manière structurée, elle peut être une alternative précise et fiable à la radiographie pour le diagnostic de certaines pathologies respiratoires dans les services d'urgence pédiatrique.

Au Bénin, à Parakou, **Akanni et *coll.* [40]** avaient mené une étude sur l'apport de l'échographie thoracique dans le diagnostic de la pneumonie chez les adultes et chez les enfants. Chez les enfants, l'étude réalisée en 2019 avait inclus des sujets d'âge compris entre 0 et 15 ans. L'échographie était compatible avec une pneumonie dans 69,33% des cas et la RxT dans 62,67%. Ceci correspondait à une sensibilité de 91,49% et une spécificité de 67.86% **[40].**

Dans le tableau III, il y a plusieurs aspects échographiques qui peuvent être similaires entre la pneumonie bactérienne, la pneumonie virale et la bronchiolite **[45].**

Tableau III : Caractéristiques ultrasonographiques des différentes infections respiratoires basses chez l'enfant [45]

	Pneumonie bactérienne	Pneumonie virale	Bronchiolite
Distribution	Postérieure	Diffuse	Diffuse
Ligne pleurale	Irrégulière avec des nodules sous-pleuraux	Irrégulière, épaissie	Irrégulière, épaissie
Parenchyme pulmonaire	Bronchogramme aérien et lignes B discrètes	Lignes B confluentes ou dispersées	Lignes A ou Lignes B confluentes
Consolidations	Supracentimétriques avec bronchogramme aérien	Supracentimétriques	Inférieures à 1 cm.
Epanchement pleural	Possible	Rare	Rare

Pour ***Karasch et coll*** **[45],** les consolidations pulmonaires à différents stades allant des consolidations sous-pleurales, des consolidations focales avec bronchogrammes

aériens, aux consolidations lobaires avec hépatisation sont toutes des caractéristiques échographiques de la pneumonie.

De même, **Shah et *coll*.** ont étudié l'utilisation du LUS chez des patients suspectés de pneumonie et d'âge moyen de 3 ans. Le LUS s'est avéré avoir une sensibilité de 86% et une spécificité de 89% pour détecter la pneumonie aigue communautaire **[46]**.

- **Echographie pulmonaire chez les enfants présentant une respiration sifflante**

T. Varshney *et coll*. [5] ont réalisé une étude prospective sur des enfants d'âge inférieur ou égal à 2 ans pour évaluer la capacité de l'échographie à différencier la bronchiolite, l'asthme et la pneumonie. Parmi les patients ayant reçu un diagnostic clinique de bronchiolite, 46 % avaient une échographie pulmonaire positive comprenant des résultats tels que des lignes B, des consolidations sous-pleurales et des anomalies des lignes pleurales. L'échographie pulmonaire a identifié avec précision **tous** les cas de pneumonie dans cette étude et a permis d'exclure l'asthme car aucun des patients avec de l'asthme non compliqué n'avait des signes pathologiques identifiés à l'échographie pulmonaire.

- **Échographie pulmonaire pour le syndrome thoracique aigu chez les enfants atteints de drépanocytose**

Le syndrome thoracique aigu est une pathologie grave qui peut entraîner une morbidité et une mortalité importantes chez les enfants atteints de drépanocytose. Il est estimé que 17% des enfants atteints de drépanocytose et de fièvre développeront un syndrome thoracique aigu et que jusqu'à un tiers des patients

atteints de drépanocytose auront au moins un épisode de syndrome thoracique aigu au cours de leur vie **[39].**

II- CADRE ET METHODE D'ETUDE

2.1. CADRE D'ETUDE

Notre étude a eu pour cadre l'unité des urgences pédiatriques du département de pédiatrie du Centre Hospitalier Universitaire de la Mère et de l'Enfant Lagune de Cotonou en partenariat avec le Centre National Hospitalier et Universitaire de Pneumo-Phtisiologie.

2.1.1. Présentation de la ville de Cotonou

2.1.1.1. Données géographiques

La ville de Cotonou est une ville située sur la côte atlantique du Bénin, dans le sud-ouest du pays. Elle s'étend sur une superficie de 79m² et est bordée par la lagune de Cotonou à l'ouest et par l'océan Atlantique à l'est. Cotonou est la ville principale et la plus peuplée du Bénin. Elle est la seule ville du département du Littoral, qui est le plus petit des douze départements du Bénin, avec une superficie de 79 km². Le département du Littoral et est limité par le lac Nokoué au nord, l'océan Atlantique au sud, la commune de Sèmè-Kpodji à l'est et la commune d'Abomey-Calavi à l'ouest. Cotonou est considérée comme la capitale économique du Bénin et est un important centre commercial et économique de la région.

Selon les estimations, la population de Cotonou était d'environ 679 000 habitants en 2013 **[41].**

2.1.1.2. Caractéristiques économiques et sanitaires

La ville de Cotonou abrite le principal port du Bénin et est un centre économique crucial de la région. La ville est un important carrefour de commerce et de transport, avec un aéroport international et de nombreuses routes et autoroutes qui la relient aux autres villes du Bénin et aux pays voisins. En dehors de quelques industries, les

activités économiques principales de Cotonou sont le commerce et l'artisanat, qui constituent les principales sources de revenus des ménages. La ville est favorisée par la présence du marché Dantokpa et sa proximité avec le Nigéria.

En ce qui concerne les services de santé à Cotonou, la ville compte de nombreux hôpitaux et centres de soins de santé pour répondre aux besoins de sa population. Cependant, comme dans de nombreux pays en développement, l'accès aux soins de santé peut être limité pour certaines personnes en raison de coûts élevés et de la proximité des centres de soins.

La ville de Cotonou abrite plusieurs Centres Hospitaliers et Universitaires à savoir :

- le Centre National Hospitalier et Universitaire Hubert KOUTOUKOU MAGA (CNHU-HKM) ;
- le Centre National Hospitalier et Universitaire de Psychiatrie (CNHUP)
- le Centre Hospitalier et Universitaire de Zone de Suru Léré (CHUZ-SL)
- l'Hôpital d'Instruction des Armées - Centre Hospitalier et Universitaire de Cotonou (HIA-CHU),
- le Centre National Hospitalier et Universitaire de Pneumo-Phtisiologie de Cotonou (CNHU-PPC),
- ainsi que le Centre Hospitalier et Universitaire de la Mère et de l'Enfant-Lagune (CHU-MEL) où s'est déroulée notre étude.

2.1.2. Présentation du CHU-MEL

Au bord de la lagune de Cotonou, le CHU-MEL est situé à Tokpa xoxo dans le 5^{e} arrondissement de la ville de Cotonou. Créé depuis 1958, le CHU-MEL est un

établissement public à caractère social, un Hôpital de référence dans les domaines de la Gynécologie, de l'Obstétrique et de la Pédiatrie. Anciennement connu sous l'appellation Hôpital de la Mère et de l'Enfant Lagune (HOMEL), il est érigé par décret présidentiel N° 2014-528 du 25 Aout 2014 en Centre Hospitalier Universitaire de la Mère et de l'Enfant Lagune. En tant qu'établissement Hospitalier Universitaire, le CHU-MEL a trois principales missions : Les soins (préventifs, curatifs, promotionnels et ré adaptatifs), la formation et la recherche.

2.1.3. Présentation de la structure organisationnelle du département de l'enfant du CHUMEL

Le Département médical de l'enfant comprend 4 unités :

- le service de Néonatologie

C'est l'unité d'hospitalisation des nouveau-nés âgés de zéro à vingt-huit jours. Elle comprend un ensemble de six pièces dont trois sont réservées à l'hospitalisation des nouveau-nés. Sa capacité est de cinquante-deux berceaux et cinq lits d'hospitalisation.

- le Service de Pédiatrie Générale

Il prend en charge les affections médicales des enfants âgés d'un mois à dix-huit ans.

- la pédiatrie préventive et génétique médicale.
- **le service Polyvalent des Urgences Pédiatriques**

Il est en continuité avec le service de Chirurgie Pédiatrique. Il comprend :

- **la salle de tri** où les patients sont triés et examinés selon la stratégie TETU (Triage et Evaluation pour le Traitement des Urgences)
- **la salle technique** où sont administrés les premiers soins.
- **la salle de déchoquage** où les patients non stables sont mis en observation et qui dispose de 4 lits.
- **la salle d'hospitalisation courte durée** qui regroupe les patients en attente de transfert en hospitalisation qui dispose de 5 lits.

2.1.4. Présentation du CNHU-PPC

Le siège du CNHU-PPC est situé dans le quartier Akpakpa Abokicodji à Cotonou dans le département du Littoral à environ 2 km du nouveau pont de Dantokpa, du côté de la route allant au cimetière d'Akpakpa

2.1.4.1. Contexte et activité CNHU-PPC

Le CNHU-PPC est le Centre National de référence des pathologies respiratoires et de la tuberculose. Le CNHU-PPC dispose de plusieurs services médico-techniques à savoir :

- le service clinique avec une division de prise en charge de TB et une division de pneumologie
- le service de radiologie
- le laboratoire de référence des Mycobactéries (LRM)

2.1.4.2. Service clinique

Les principales activités de ce service sont entre autres :

- le dépistage et la prise en charge des patients tuberculeux,

- la prise en charge des autres affections respiratoires,
- la formation et le recyclage des agents
- Et la recherche clinique.

Le service est animé par une équipe de 13 médecins dont :

- 01 Professeur titulaire en pneumo-phtisiologie, chef de service,
- 01 Maitre de Conférences Agrégé,
- 01 médecin pneumo-phtisiologue,
- 10 médecins généralistes.

Ces médecins sont assistés par une équipe paramédicale composée de :

- 21 Infirmiers,
- 03 assistants sociaux,
- 06 Aides,
- 03 secrétaires,
- 02 opérateurs de saisie.

L'ultrason pulmonaire (LUS) fait partie intégrante de l'arsenal diagnostic du service de pneumologie. Plusieurs études sont en cours au sein du CNHU-PPC dont le projet **TrUST study** (Triage UltraSound in Tuberculosis Endemic Regions). Ce projet a pour objectif de créer une base de données d'images normalisées d'ultrason pour la détection de la tuberculose sans expectoration. Le projet a démarré en Octobre 2021 et organise des formations annuelles en ultrason respiratoire (la 3^{e} édition a eu lieu en Novembre 2022) aux médecins locaux et régionaux. Il a mis également à la disposition de chaque médecin traitant du service de pneumologie un dispositif portable d'ultrason (**Butterfly®**).

2.2. METHODE D'ETUDE

2.2.1. Type et période d'étude

Il s'agissait d'une étude préliminaire observationnelle, transversale, descriptive, analytique et monocentrique sur une durée de 4 mois allant de Octobre 2022 à Janvier 2023.

2.2.2. Population d'étude

La population d'étude était composée des enfants consultant aux urgences pédiatriques du CHUMEL.

2.2.2.1. Critères d'inclusion

Était inclu dans notre étude tout enfant se présentant aux urgences pédiatriques du Centre Hospitalier Universitaire de la Mère et de l'Enfant Lagune avec des signes d'infection respiratoire aiguë basse. Les critères d'inclusion étaient formellement :

- âge compris entre 29 jours et 18 ans ;
- température clinique ou anamnestique supérieure ou égale à 38,3° C depuis moins de 14 jours ;
- avec au moins un des signes suivants : toux, détresse respiratoire avec dyspnée et/ou signes de lutte, sibilances respiratoires.

2.2.2.2. Critères d'exclusion

Était exclu de cette étude, tout enfant présentant un des critères suivants :

- non obtention du consentement éclairé ;
- enfant en insuffisance respiratoire sévère présentant l'un des signes ci-après :

- Bradypnée, pauses respiratoires, apnée, cyanose, signes de lutte majeurs
- Signes d'épuisement (Gasp)
- Hypoxie sévère persistante
- Signes de choc (Pouls filant, extrémités froides, pâleur, cyanose, hypotension, bradycardie, altération de l'état de conscience).

2.2.2.3. Échantillonnage

Il s'agissait d'un échantillonnage **non probabiliste et raisonné.**

2.2.3. Variables

2.2.3.1. **Variable dépendante :** présence de lésions suggestives à l'échographie pulmonaire des manifestations d'une infection respiratoire aigüe basse.

Il s'agissait d'une variable qualitative permettant de préciser les résultats descriptifs de l'échographie pulmonaire.

➢ **Pathologie pleurale infra centimétrique**

- Pattern avec de petites consolidations et/ou nodules sous pleuraux (< 1 cm de hauteur) ; Plèvre interrompue, irrégulière ou épaissie.

➢ **Syndrome alvéolaire**

- Consolidation supra-centimétrique

➢ **Syndrome interstitiel**

- Pattern avec > 3 Lignes B par champ
- Pattern avec des lignes B Coalescentes

➢ **Epanchement pleural**

- Liquidien

- Aspect : simple ou complexe
- Taille : < 5mm ou > 5mm

- Gazeux

Les lésions échographiques étaient classées en **LUS (Lung Ultrasound) anormal mineur** en cas de nodules sous pleuraux ou des consolidations infracentimétriques (plus en faveur d'une bronchiolite) et **LUS anormal majeur** en cas de consolidation supracentimétrique (plus en faveur d'une pneumonie).

2.2.3.2. Variables indépendantes :

➢ **Sociodémographiques :**

- Age : il s'agissait ici de l'âge mentionné par les parents ou représentants légaux.
- Sexe : il s'agissait ici du sexe de l'enfant avec deux modalités : masculin ou féminin.

➢ **Variables cliniques :**

- Poids : il s'agissait ici du poids mesuré à la consultation avec le pèse personne.
- Taille : il s'agissait ici de la taille mesurée à la consultation avec la toise.
- Rapport Poids sur Taille (P/T) : il s'agissait ici du rapport poids sur la Taille déterminé par projection du poids et de la taille sur les courbes de croissance de l'OMS. Les enfants dont le rapport P/T est compris entre -2 et +2 z score avaient un bon état nutritionnel, ceux dont le rapport est inférieur à -2 z score étaient à risque de dénutrition aigue, et ceux dont le rapport est inférieur à -3 sont considérés comme dénutris sévères.

- Symptômes au moment de la consultation. Les symptômes pris en compte sont entre autres la présence de :

- Fièvre ;
- Toux :
- Dyspnée ;
- Douleur thoracique ;
- Anorexie ou refus de s'alimenter ou de téter et
- Symptômes gastro-intestinaux (diarrhée et vomissements)

- Résultats d'auscultation pulmonaire avec les modalités ; crépitants, sibilances, hypoventilation, ronchus.
- Le diagnostic retenu : Pneumonie ou Bronchiolite.

➢ **Variables paracliniques**

Les lésions radiographiques étaient classées en absence de lésions parenchymateuses (en faveur d'une bronchiolite) et présence de lésions parenchymateuses (en faveur d'une pneumonie).

- Lésions suggestives à la **radiographie pulmonaire** : il s'agissait du résultat descriptif de la radiographie pulmonaire.
  - Foyer de condensation alvéolaire : opacités parenchymateuses bien systématisée avec une limite plus ou moins nette.
  - Epanchement pleural liquidien : opacité a la base pulmonaire +/- émoussement du cul de sac costo-diaphragmatique
  - Epanchement pleural gazeux : hyperclarté du parenchyme pulmonaire et horizontalisation des côtes.

- **Formule leucocytaire** à la Numération Formule Sanguine.

Il s'agissait des valeurs de la formule leucocytaire à la numération sanguine. Nous avons considéré les valeurs supérieures à 10G/L pour le taux de neutrophiles chez les nourrissons et les jeunes enfants, comme valeurs suggestives de l'évolution d'un processus infectieux.

- Valeur de La **C Reactive Protein**. Il s'agissait d'une valeur contributive qui en deçà de 6 milligrammes par litre suggérait une inflammation.

2.2.4. Collecte des données

2.2.4.1. Outils de collecte

- Sonde échographique pour l'ultrason pulmonaire « Butterfly IQ ® »
- Tablette numérique pour visualiser les échographies
- Application Butterfly
- Fiche d'enquête remplie par nous même
- Web solution de capture de données électronique sécurisée REDCap®

2.2.4.2. Équipe de collecte

La collecte des données a été effectuée par nous-même doctorante en médecine générale formée en ultrason rurale (Edition respiratoire 2022), encadré par deux médecins spécialistes en pneumologie et un spécialiste en pneumo-pédiatrie, tous capacités en ultrason pulmonaire.

2.2.4.3. Techniques de collecte :

Procédure de recrutement, de sélection et de consentement éclairé

Les patients ont été recrutés au CHUMEL selon les critères d'inclusion et d'exclusion cités ci-dessus. L'échographie pulmonaire est ajoutée à l'examen clinique de routine.

L'étude n'est pas intervenue dans le plan de soins établi par les cliniciens traitants. Le consentement éclairé a été demandé pour la participation des enfants à l'étude. Un temps suffisant pour lire le formulaire de consentement et prendre une décision en connaissance de cause a été accordé aux parents ou leurs représentants légaux avant leur inclusion dans l'étude. Dans le cas où le parent ou le représentant légal ne savait pas lire ou ne comprenais pas le français, la doctorante de l'étude traduisait et expliquait toutes les procédures de l'étude telles que décrites dans le document de consentement éclairé.

Les parents/représentants ont eu à répondre à un court questionnaire portant sur les données cliniques, les antécédents médicaux pertinents, les symptômes spécifiques. Ils étaient ensuite vus par le clinicien de l'étude pour la réalisation et l'interprétation de l'échographie pulmonaire (LUS). Un examen physique était réalisé avant l'échographie.

Le clinicien de l'étude effectuant l'échographie était en aveugle pour l'image radiographique. L'échographie pulmonaire (LUS) était réalisée de manière standardisée en balayant les régions antérieures supérieures, antérieures inférieures, postérieures supérieures, postérieures inférieures, supéro-latérales et latérales du thorax selon un protocole standardisé combinant des images perpendiculaires et parallèles aux côtes représentées sur la figure n°32.



<u>Figure n° 29</u> : Marquage des zones thoraciques pour la procédure standardisée d'échographie pulmonaire pédiatrique [Photothèque CNHUPPC].

L'échographie et la radiographie des poumons étaient interprétées à l'aide de formulaires de rapport standardisés. Pour l'échographie pulmonaire, chaque région était classée en fonction de la présence ou de l'absence des six résultats suivants : consolidation infra ou supra centimétrique, nodules sous-pleuraux, épanchement pleural liquidien, lignes B pathologiques et pneumothorax.

Les images de chaque région et les vidéoclips standardisés de 5 secondes ont été examinés par un médecin radiologue externe en aveugle pour les données cliniques et les images radiographiques.

Ces procédures d'aveugle et de standardisation étaient censées minimiser les biais de l'interprétation et de la gestion de l'étude respectivement.

Toutes les images échographiques capturées étaient enregistrées numériquement et transférées via une connexion Internet sécurisée avec les métadonnées pertinentes vers un serveur sécurisé. Pour le contrôle de qualité de l'étude, la qualité de l'image et l'interprétation d'un échantillon aléatoire d'images ont été évaluées rétrospectivement par un médecin radiologue expérimenté.

2.2.5. Traitement et analyse des données

Les données recueillies à l'ultrason pulmonaire ont été lues deux fois au moins. Un premier lecteur représenté par nous-même doctorante en médecine et au moins un second lecteur qualifié. Les résultats de chacune des lectures ont été comparés. En cas de discordance, ces données ont été soumises à la lecture d'une troisième personne qualifiée. L'outil de capture de données basé sur le web utilise des contrôles d'erreur, d'étendue et de cohérence en temps réel et les données sont transférées à la base de données centrale sur une base quotidienne. Les résultats de l'échographie ont été également saisis directement dans l'outil. Les fiches incomplètes non exploitables ont été exclues.

Les données ont été apurées, traitées et analysées grâce au logiciel R version 4.1. Les variables qualitatives ont été décrites par leurs proportions et les variables quantitatives par leurs moyenne et écart-type. Nous avons bénéficié de l'assistance d'un statisticien et les résultats ont été saisis sous forme de texte dans le logiciel WORD et les graphiques réalisés avec EXCEL.

2.2.6. Limites et difficultés

Elles étaient essentiellement liées :

- au dépouillement et à l'analyse des données dans le délai imparti.
- à la disponibilité des radiographies pulmonaires.
- à l'indisponibilité des images échographiques complètes dans la mesure ou la position proclive était exigée par le personnel traitant dans le cadre des soins à l'enfant.
- à la qualité des images échographiques qui pouvait s'avérer réduite dans les cas où les enfants recrutés étaient agités pendant le scannage échographique

2.2.7. Aspects éthiques et déontologiques

- Les identités des patients inclus dans l'étude ont été tenues confidentielles.
- Le consentement éclairé des patients a été obtenu.
- L'autorisation du chef de service de pédiatrie du CHUMEL a été obtenue avant le démarrage de la collecte.
- L'autorisation du Comité local d'éthique pour la recherche biomédicale de l'Université de Parakou a été obtenue avant le démarrage de l'étude (**REF : 0512/CLERB-UP/P/SP/R/SA**).

Le projet a été soumis aux autorités du CHUMEL pour approbation. Les permissions du directeur du CHUMEL, et du chef-service du département de Pédiatrie, ont été obtenues au préalable. La confidentialité des renseignements recueillis et l'anonymat des patients ont été entièrement garantis. En effet, des codes ont été générés pour les patients concernés par l'étude dans le Logiciel RedCap utilisé pendant la collecte. De plus, le respect du secret médical a été observé pendant la manipulation des

données, qui s'est faite par l'équipe de recherche constituée du directeur et du co-directeur de thèse, du médecin pneumo-pédiatre du CHUMEL, d'un épidémiologiste et de la doctorante.

III- RESULTATS

Cette étude portant sur l'évaluation de l'apport de l'échographie pulmonaire dans le diagnostic des infections respiratoires basses aigues au urgences pédiatriques du CHUMEL a couvert la période de Octobre 2022 à Janvier 2023. Au cours de cette période nous avons inclus 40 enfants.

Les résultats ont été présentés selon le plan suivant :

- les caractéristiques épidémiologiques et cliniques des enfants ;
- les résultats de l'échographie pulmonaire ;
- les résultats de la RxT ;
- la comparaison des résultats de l'échographie à ceux de la RxT et
- l'élaboration des corrélations entre les résultats de l'échographie et le diagnostic retenu, les biomarqueurs biologiques et le traitement antibiotique.

3.1- CARACTERISTIQUES EPIDEMIOLOGIQUES ET CLINIQUES

3.1.1. Sexe

Notre échantillon était composé de 60 % d'enfants de sexe masculin (24) et 40 % de sexe féminin (16) soit une sex-ratio (H/F) de 1,5.

3.1.2. Age

La tranche d'âge la plus représentée est celle des patients de 1 mois à 6 mois qui représente 47,5% des patients avec des extrêmes de 1 mois et 6 ans (figure n°29).

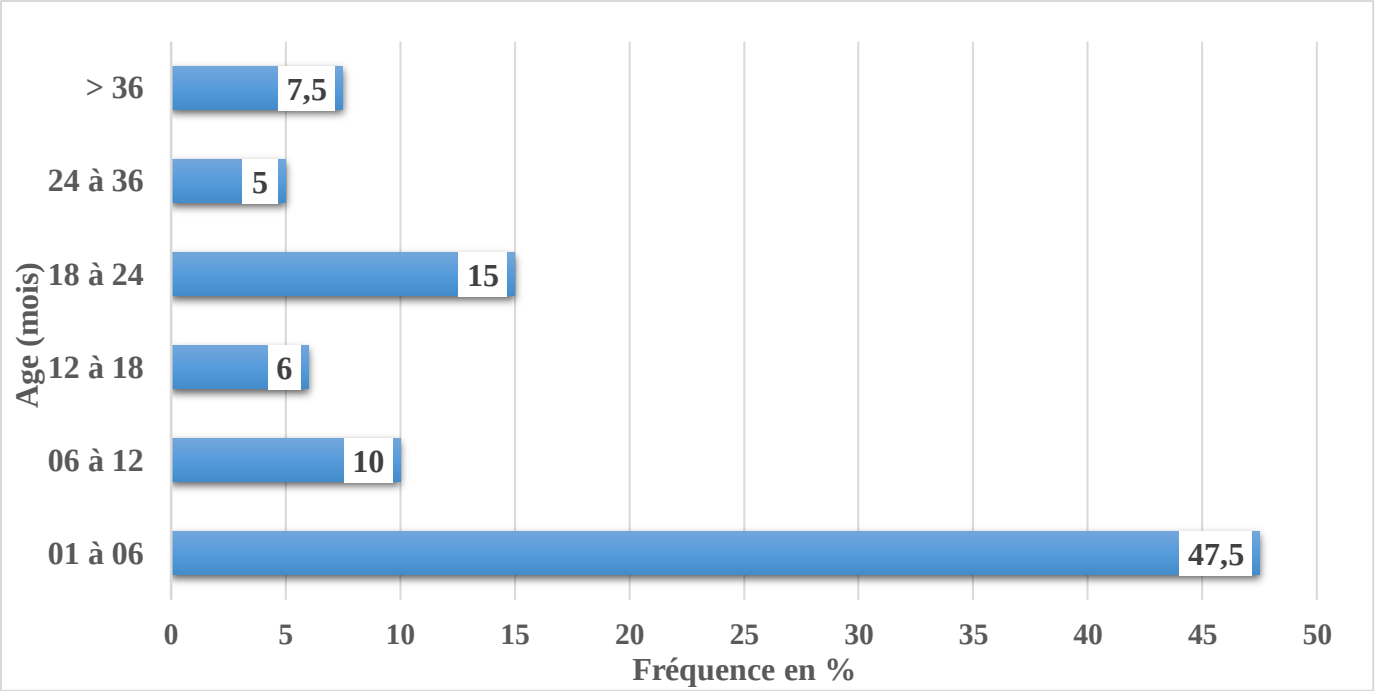


Figure n° 30 : Répartition des patients souffrant d'IRAB en fonction de la tranche d'âge, CHUMEL 2022.

3.1.3. Antécédents

3.1.3.1. Prématurité

Les enfants prématurés représentaient 20% des cas. Ils étaient majoritairement nés de prématurité moyenne (32 à 37 semaines d'aménorrhée) chez 5 (62,5%) patients et de grande prématurité (28 à 32 semaines d'aménorrhée) chez 3 (37,5%) patients.

3.1.3.2. Cardiopathie congénitale

Deux enfants (5%) étaient connus comme étant porteurs de cardiopathies conngénitales.

3.1.4. Données cliniques

3.1.4.1. Plainte principale

La dyspnée était la plainte principale de consultation chez 85% des patients. Elle était accompagnée de signes de lutte dans 100% des cas (figure n°30).

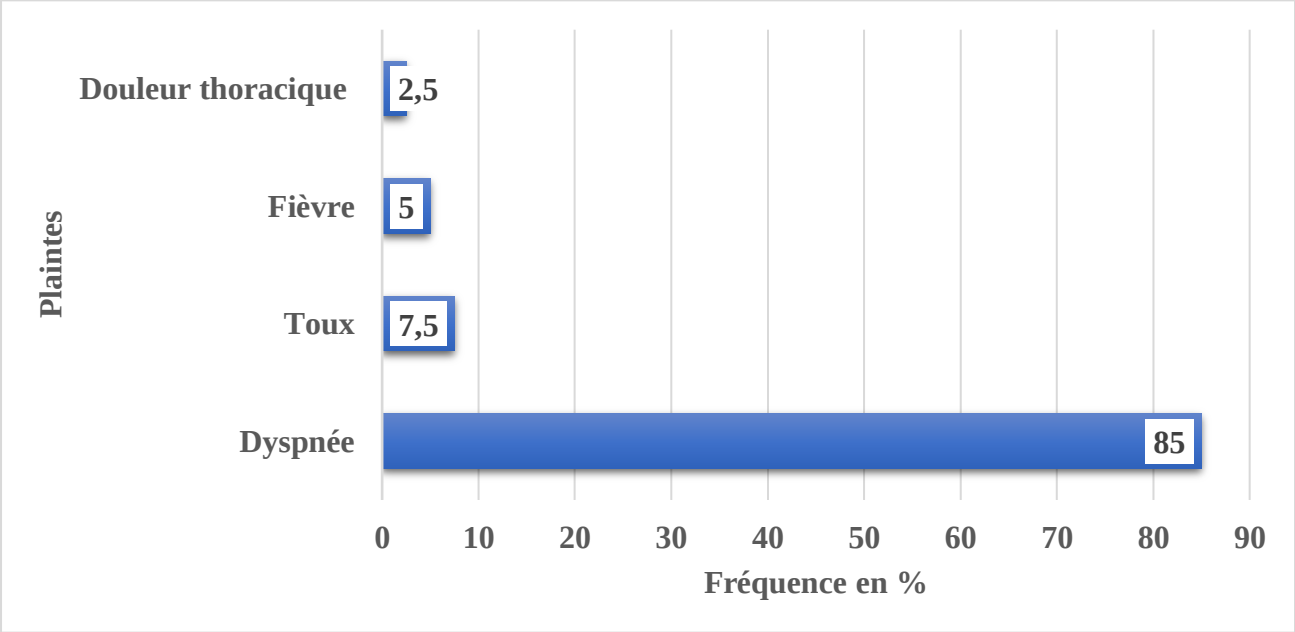
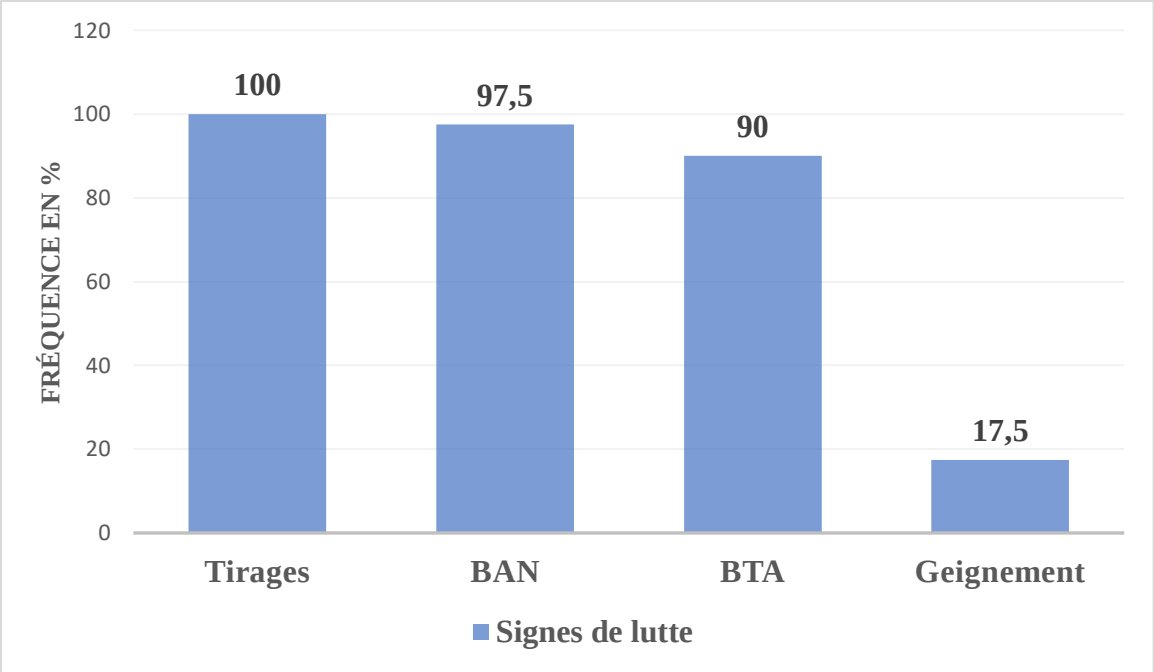


Figure n° 31 : Répartition des patients selon les signes ayant motivé la consultation aux urgences pédiatriques du CHUMEL 2022.

Les différents tirages (intercostal, sous-costal et sus-sternal) étaient présents chez 100% des patients. La figure 31 illustre la proportion des différents signes de lutte chez les enfants inclus dans l'étude.

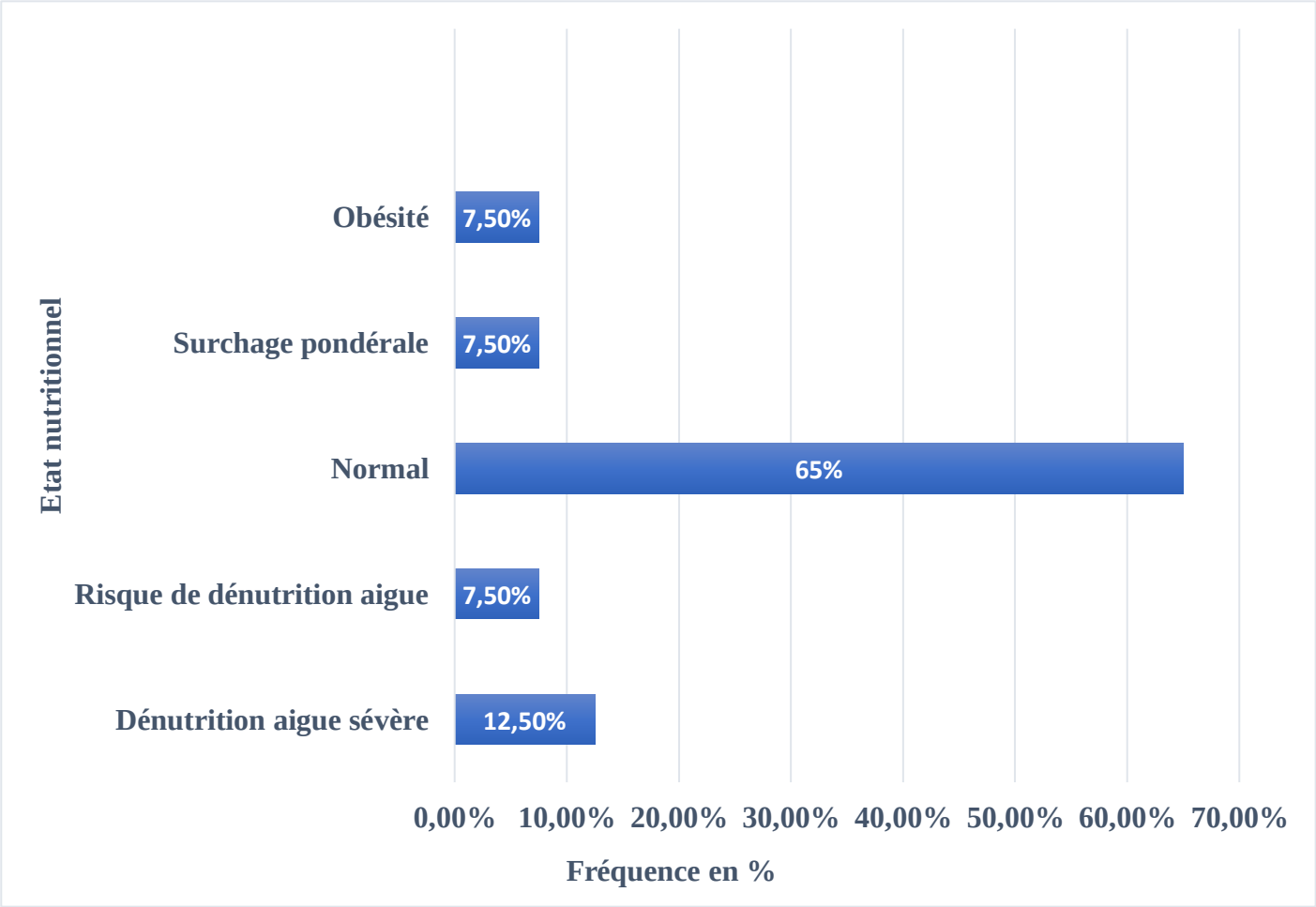


BAN : Battement des ailes du nez ; BTA : Balancement thoraco-abdominal

Figure n° 32 : Répartition des enfants vus aux urgences selon les signes de lutte, CHUMEL 2022.

3.1.4.2. Etat nutritionnel

Les patients avaient majoritairement un bon état nutritionnel comme le présente la figure n°33.



<u>Figure n° 33</u> : Répartition des enfants vus aux urgences selon l'état nutritionnel, CHUMEL 2022.

3.1.4.3. Auscultation

L'auscultation pulmonaire était pathologique chez 38 enfants (95%). Les râles crépitants étaient présents chez 25 enfants (62,5%), les sibilances auscultatoires chez 15 enfants (37 ,5%) et les râles d'encombrement bronchique étaient retrouvés chez 5 patients (12,5%). La figure n°3 illustre les signes présents à l'auscultation chez ces enfants.

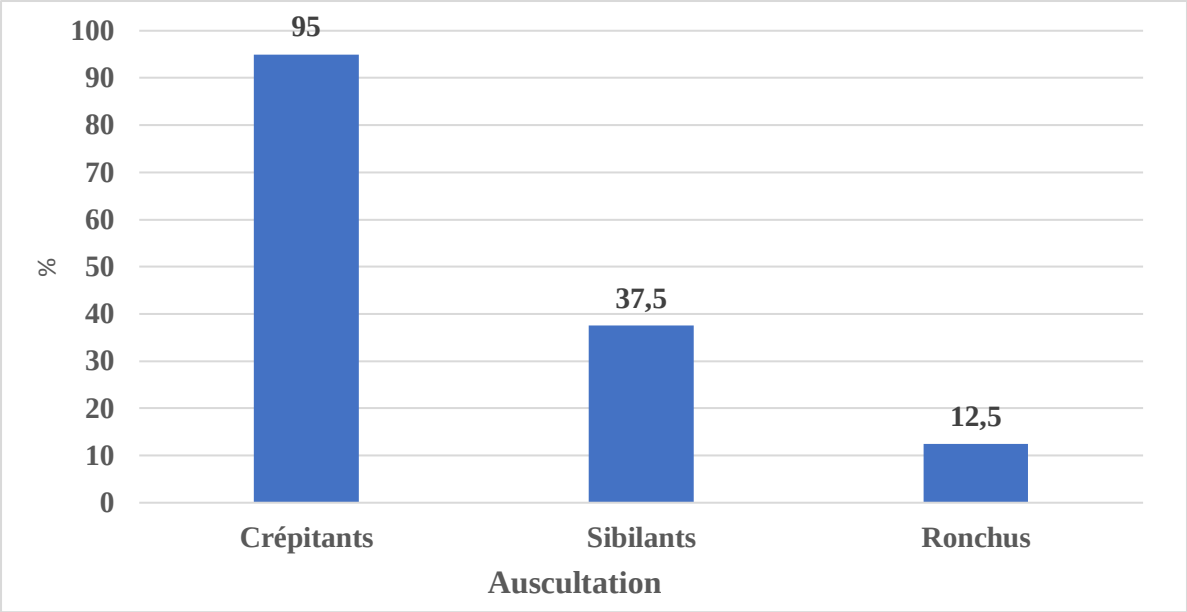


Figure n° 34 : Répartition des enfants vus aux urgences selon les signes à l'auscultation, CHUMEL 2022.

3.1.4.4. Diagnostic clinique retenu

Sur la base des critères définis, le diagnostic de pneumonie avait été posé chez 26 (65%) patients et celui de bronchiolite chez 12 patients (30%). Le tableau IV présente la répartition des patients selon le diagnostic clinique.

Tableau IV : Répartition des patients selon le diagnostic, CHUMEL 2022.

	Effectif	Pourcentage (%)
Pneumonie	26	65,0
Bronchiolite	12	30,0
Autre*	2	5,0
Total	40	100,0

**Autre : manifestation respiratoire d'une cardiopathie congénitale (01), Broncho-alvéolite (01)*

3.2. DESCRIPTION DES LESIONS AU LUS (LUNG ULTRASOUND)

3.2.1. Répartition des lésions au LUS en général

L'échographie pulmonaire (LUS) était pathologique chez 95% des patients. Seuls 02 patients avaient un LUS normal. Le tableau V présente la répartition des patients selon les lésions échographiques.

Tableau V : Répartition des lésions retrouvées au LUS, CHUMEL 2022.

	Effectif	Pourcentage
Consolidation ≥ 1 cm	21	55,0
Nodules sous pleuraux	37	97,0
Lignes B	3	7,0
Epanchement pleural liquidien	5	12,5

L'échographie n'avait pas objectivé de pneumothorax.

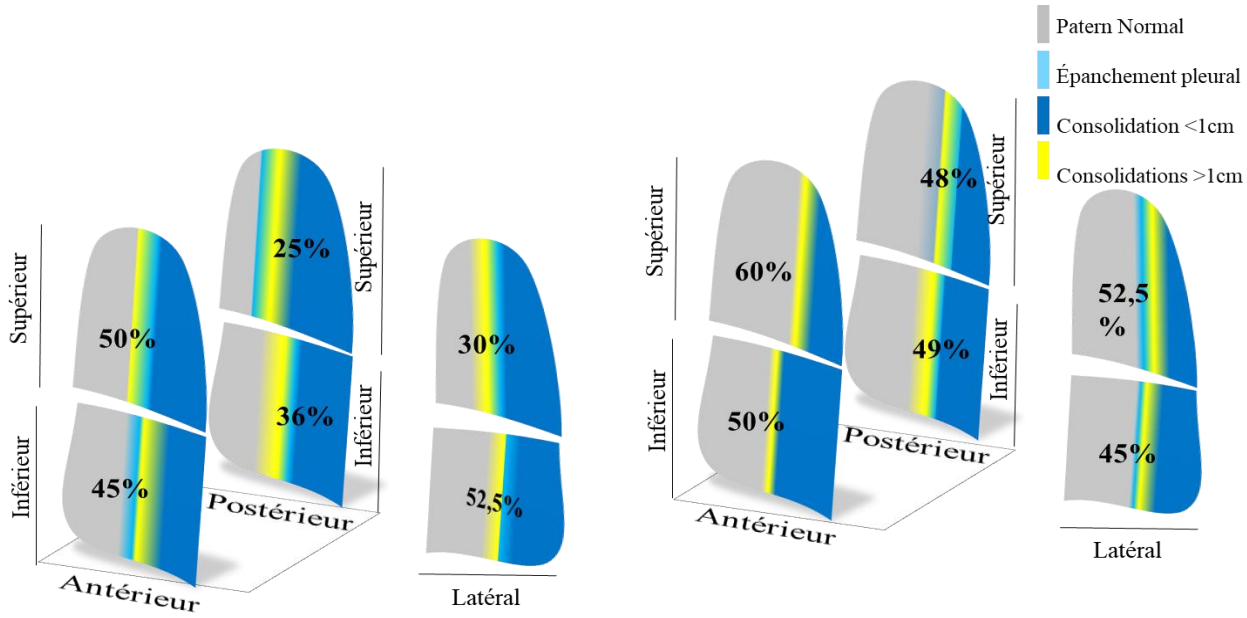
3.2.2. Répartition selon la localisation des lésions

Les lésions échographiques étaient retrouvées majoritairement dans les quadrants antérieurs (32%) et latéraux (38%) du thorax. Le tableau VI présente l'effectif des lésions retrouvées en fonction de chaque quadrant screené à l'échographie.

Tableau VI : Effectif des lésions selon les cadrans, CHUMEL 2022. (N=40)

	Effectif	%
Quadrant antéro-supérieur droit **(QASD)**	19	47,5
Quadrant antéro-inférieur droit **(QAID)**	21	52,5
Quadrant supero-latéral droit **(QSLD)**	28	70,0
Quadrant latéral droit **(QLD)**	19	47,5
Quadrant antéro-supérieur gauche (**QASG)**	15	37,5
Quadrant antéro-inférieur gauche **(QAIG)**	19	47,5
Quadrant super-latéral gauche **(QSLG)**	21	52,5
Quadrant latéral gauche **(QLG)**	22	55
Quadrant postéro-supérieur droit **(QPSD)**	21	52,5
Quadrant postéro-inférieur droit **(QPID)**	18	45,0
Quadrant postéro-supérieur gauche **(QPSG)**	14	35,0
Quadrant postéro-inférieur gauche **(QPIG)**	14	35,0

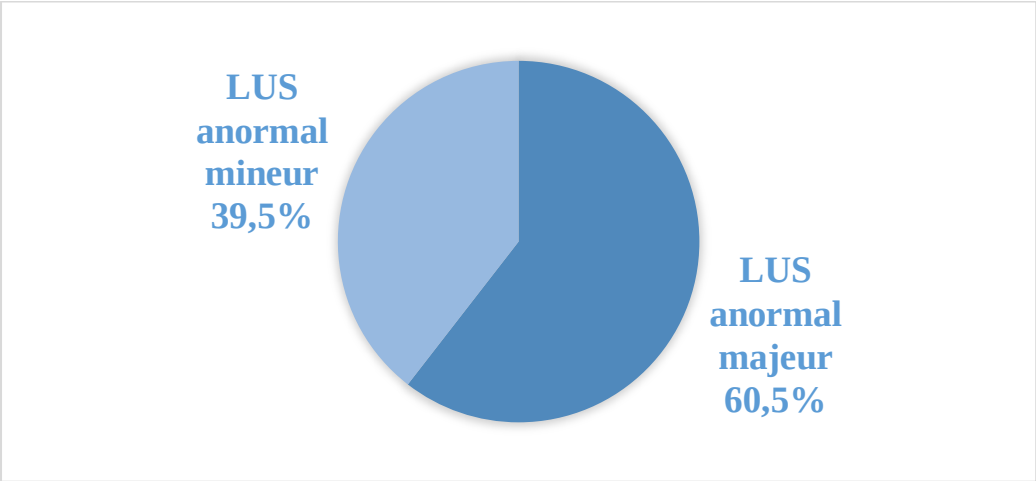
Les consolidations et nodules sous pleuraux ont été mieux visualisés dans les quadrants antérieurs (35%) et latéraux (41%) du thorax et les épanchements pleuraux liquidiens dans les quadrants latéraux (36%) et postérieurs (45%) du thorax. La figure 35 présente la répartition des lésions spécifiques au LUS selon les différents quadrants



<u>Figure n° 35</u> : Répartition des lésions échographiques selon les quadrants du thorax. CHUMEL 2022.

3.2.3. Répartition selon les lésions majeures et mineures

Sur les 38 échographies pathologiques, on identifiait 23 LUS anormal majeur (60,5%) et 15 LUS anormal mineur (39,5%) comme l'indique la figure n° 36



<u>Figure n° 36</u> : Répartition des lésions selon la taille au LUS, CHUMEL 2022.

3.2.4. Répartition selon les caractéristiques de la pleurésie au LUS

L'échographie pulmonaire a dépisté une pleurésie chez 5 (12,5%) des patients. Les pleurésies etaient dans 3 cas (60%) à droite et d'aspect simple sans cloison dans 4 cas (80%). Egalement toutes les pleurésies avaient une taille supérieure à 5 mm. Le tableau VII résume la répartition selon les caractéristiques de la pleurésie.

Tableau VII: Répartition selon les caractéristiques de la pleurésie au LUS, CHUMEL 2022**.**

	Effectif (n=5)	Fréquence (%)
Pleurésie		
Droite	3	60,0
Gauche	2	40,0
Taille		
> 5mm d'épaisseur	5	100,0
< 5mm d'épaisseur	0	0
Aspect		
Simple	4	80,0
Complexe	1	20,0

3.3. DESCRIPTION DES LESIONS A LA RADIOGRAPHIE

Les radiographies thoraciques (RxT) étaient pathologiques chez 22 patients soit 55% des enfants. Le tableau VIII résume les lésions identifiées par la RxT.

Tableau VIII: Répartition selon les lésions retrouvées à la RxT, CHUMEL 2022.

Caractéristiques	Effectif	Fréquence (%)
RxT		
Pas de lésions	18	45,0
Infiltrats/ Lésions parenchymateuses	18	45,0
Pleurésie	2	5,0
Pneumothorax	2	5,0

3.4. COMPARAISON DU LUS ET DE LA RXT

3.4.1. LUS positif et opacités parenchymateuses à la RxT

Parmi les 23 patients ayant un LUS anormal majeur, donc potentiellement porteurs d'une pneumonie, 12 (52,1%) avaient une RxT normale. De plus, parmi les 20 patients sans lésions à la RxT, donc indemnes d'une pneumonie sur le plan radiologique, 12 (60%) avaient des lésions LUS anomales majeures donc, auraient été classés à tort. La comparaison de la RxT au LUS concernant les lésions parenchymateuses permet de déduire que l'échographie permet de visualiser 2 fois plus de lésions parenchymateuses que la RxT . Le tableau IX illustre la comparaison entre Le LUS et la RxT par rapport aux lésions parenchymateuses.

Tableau IX : Comparaison LUS et RxT sur les lésions parenchymateuses, CHUMEL 2022**.**

	Lésions à la RxT		
	Oui	**Non**	**Total**
LUS anormal			
Majeur	11	12	23
Mineur	7	8	15
Total	20	18	38

3.4.2. Epanchement pleural liquidien

L'échographie a mis en évidence cinq cas de pleurésies parmi lesquels trois n'étaient pas identifiés à la RxT. Le Tableau X illustre les concordances et discordances de la RxT et du LUS par rapport à l'épanchement pleural liquidien.

Tableau X: Comparaison LUS et RxT pour la pleurésie, CHUMEL 2022**.**

	RxT		
	Oui	**Non**	**Total**
LUS			
Oui	2	3	5
Non	0	35	35
Total	2	38	40

3.5. CORRELATIONS

3.5.1. Corrélations entre les résultats du LUS et le diagnostic clinique retenu.

Sur les 26 patients diagostiqués avec une pneumonie, 21 (80,7%) avaient un LUS anormal majeur. Egalement, sur les 12 patients diagnostiqués avec une bronchiolite, 2 (16,6%) avaient LUS anormal majeur. Le tableau XI présente la répartition du diagnostic final en fonction des résultats du LUS.

Tableau XI : Corrélation LUS et diagnostic clinique retenu, CHUMEL 2022.

	DIAGNOSTIC		
	Pneumonie	**Bronchiolite**	**Total**
LUS			
Anormal majeur	21	2	23
Anormal mineur	5	10	15
TOTAL	26	12	38

3.5.2. Corrélation LUS et marqueurs biologiques d'infection

- **Hyperleucocytose à prédominance neutrophile**

Tous les patients qui avaient un LUS anormal majeur avaient aussi une hyperleucocytose. Parmi les 36 patients qui présentaient une hyperleucocytose, 23 (63,9%) avaient un LUS anormal majeur. Le tableau XII montre la répartition des polynucléaires neutrophiles en fonction des anomalies au LUS.

Tableau XII : Répartition du taux de polynucléaires en fonction des anomalies au LUS, CHUMEL 2022**.**

	Hyperleucocytose Neutrophile		Total
	Oui	**Non**	
LUS			
Anormal majeur	23	0	23
Anormal mineur	13	2	15
Total	36	2	38

- **C-reactive protein**

La CRP était revenue positive chez 33 patients (82,5%) et 21 (63,6%) de ces enfants présentaient un LUS anormal majeur, les 12 (36,3%) restants avaient un LUS anormal mineur. Le tableau XIII illustre la répartition de la crp en fonction des anomalies au LUS.

Tableau XIII : Répartition de la CRP en fonction des anomalies au LUS, CHUMEL 2022**.**

	CRP		
	Positive	**Négative**	**Total**
LUS			
Anormal majeur	21	2	23
Anormal mineur	12	3	15
TOTAL	33	5	38

3.5.3. Corrélation LUS et traitement antibiotique.

Parmi, les 23 patients ayant un LUS anormal majeur, donc potentiellement des cas de pneumonie, 2 (8,7%) n'avaient pas été mis sous antiobiotiques. De plus, parmi les 28 patients mis sous antibiotiques, 7 avaient un LUS anormal mineur pouvant reveler une bronchiolite. Le tableau XIV présente la répartition de la prescription d'antibiotiques en fonction des résultats de l'échographie.

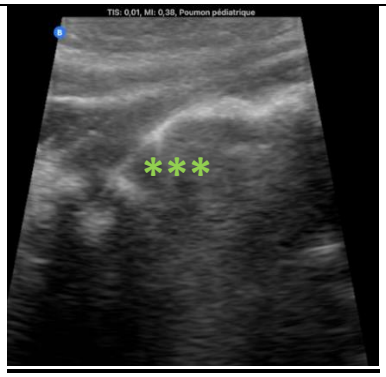
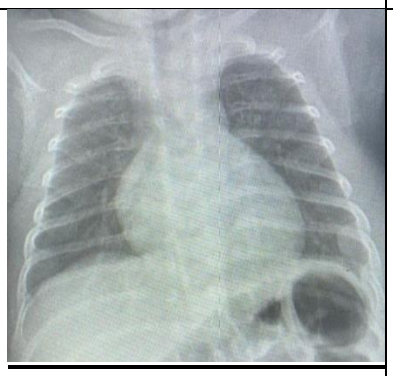
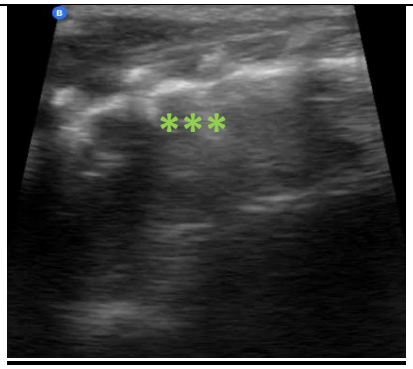
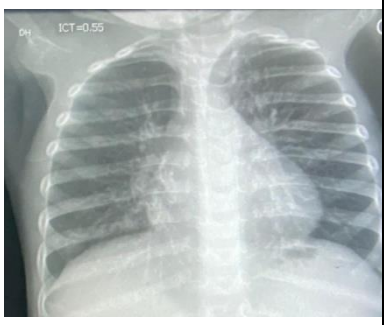
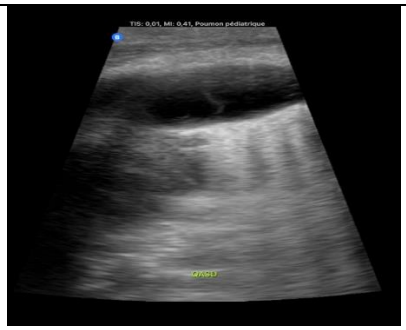
Tableau XIV : Répartition du traitement antibiotique chez les enfants souffrant d'IRAB en fonction des anomalies au LUS, CHUMEL 2022.

	Antibiotiques		Total
	Oui	Non	
LUS			
Anormal majeur	21	2	23
Anormal mineur	7	8	15
Total	10	10	38

3.6. QUELQUES CAS CLINIQUES

Nous présentons trois cas cliniques pour illustrer l'apport de l'échographie pulmonaire réalisée au chevet du patient aux urgences pédiatriques dans le diagnostics des IRA.

Tableau XV : Cas cliniques.

	CLINIQUE	RXT	LUS
1	Nourrisson de 02 mois avec détresse respiratoire fébrile et toux depuis 5 jours. Diminution du murmure vésiculaire + Râles crépitants et sibilants à droite. Diagnostic à l'entrée: bronchiolite.	 **RxT Normale**	 LUS avec consolidation › 1 cm + aspect irrégulier de la ligne pleurale en faveur d'une pneumonie à droite
2	Nourrisson 9 semaines, prématuré, masculin avec toux et détresse respiratoire fébrile depuis 10 jours. Râles crépitant à droite. Diagnostic à l'entrée: sepsis cutané + pneumonie	 **RxT Normale**	 LUS avec une large consolidation › 1 cm + bronchogramme aérique évocatrice de pneumonie à droite
3	Nourrisson de 20 mois, présentant une détresse respiratoire fébrile évoluant depuis 7 jours. Diminution du murmure vésiculaire + râles sibilants à droite. Diagnostic : pneumonie.	 **RxT Normale**	 Pleurésie droite de hauteur ›5mm et d'aspect simple non vue à la RxT.

IV- DISCUSSION

La discussion des résultats de cette étude s'articulera autour de 03 axes :

- l'atteinte des objectifs fixés
- les forces et limites de l'étude et
- la comparaison des résultats obtenus à ceux de la littérature.

4.1. ATTEINTE DES OBJECTIFS FIXES

L'objectif général de cette étude préliminaire était de déterminer la place de l'échographie dans l'investigation des IRAB aux urgences pédiatriques du Centre Hospitalier Universitaire de la Mère et l'Enfant Lagune.

Au terme de cette étude, les objectifs de départ ont tous été atteints :

- les lésions objectivées à l'échographie pulmonaire chez les enfants présentant une infection respiratoire basse aigüe aux urgences pédiatriques du CHUMEL en 2022 ont été décrites.

- les lésions objectivées à la radiographie pulmonaire chez les enfants présentant une infection respiratoire basse aigüe aux urgences du CHUMEL en 2022 ont été décrites.

- les lésions échographiques ont été comparées aux lésions radiographiques.

-un lien a été établi entre les résultats de l'échographie pulmonaire et le diagnostic retenu, le traitement et les biomarqueurs biologiques.

4.2. FORCES ET LIMITES DE L'ETUDE

Les forces de cette étude transversale résident entre autres dans le recueil prospectif des données ; ce qui a permis de limiter les biais liés aux données manquantes. Ensuite, tous les patients ont bénéficié à la fois d'une RxT et d'un LUS. L'utilisation d'une sonde échographique portable ayant une très bonne autonomie et branchée sur une tablette en lieu et place de l'échographe traditionnel a été un atout dans le bon déroulement du recrutement.

Toutes les échographies ont été réalisées par le même opérateur. Le LUS était réalisé de manière standardisée et son interprétation était totalement en aveugle des images radiographiques et se faisait selon une fiche préétablie. De plus, le médecin ayant interprété les clichés de RxT n'était pas impliqué dans la réalisation et l'interprétation du LUS chez le même patient. Toutes ces procédures ont permis une uniformisation des résultats.

Bien que cette étude mette en lumière de nouvelles possibilités d'approches diagnostiques des IRAB pédiatriques aux urgences pédiatriques, elle présente certaines limites. La principale d'entre elles est la non réalisation de la tomodensitométrie thoracique (TDM) qui est le gold standard pour l'exploration morphologique du thorax. Elle se justifie par l'absence de la TDM au CHUMEL, le coût élevé de l'examen et la crainte d'irradier inutilement les enfants. Par ailleurs, tous les patients ont été hospitalisés, et aucune évaluation sur les enfants pris en charge en ambulatoire n'est disponible. De plus, bien que ce soit une étude préliminaire et que des différences significatives aient été observées, la taille de l'échantillon était faible et le nombre des cas de pneumonies radiologiquement confirmées n'est pas élevé et ne nous permet pas de porter un jugement définitif. Par conséquent, nos résultats doivent être validés par d'autres études. Pour finir, le jeune

âge des patients les rend parfois non-coopérants, ce qui peut détériorer la qualité des images échographiques et prolonger la durée de l'examen.

4.3. COMPARAISON DES RESULTATS DE L'ETUDE A CEUX DE LA LITTERATURE

4.3.1. Aspects épidémiologiques

4.3.1.1. Age

Nous avons inclus 40 enfants aux urgences pédiatriques d'âge compris en 29 jours et moins de 18 ans. La tranche d'âge la plus représentée était celle de 1 mois à 6 mois. Cette tranche d'âge est similaire à celle rapportée par **Basile et *coll.*** [**49**] en 2015 en Italie. En revanche à Parakou, **Akanni et *coll.* [40]** en 2019 avaient enregistré une tranche d'âge prédominante de 12 à 29 mois. En Grèce, en 2016, **Boursiani et *coll*. [50]** , avaient étudié un groupe d'enfants majoritairement âgés de 6 à 12 mois. Chez **Engoumou et *coll*.**, la tranche d'âge majoritaire était comprise entre 2 et 24 mois [**51]** . Les auteurs avaient retrouvé en moyenne un âge médian de 3 ans pour **Shah et *coll.* [46]** aux Etats Unis en 2016 et 5 ans pour **Copetti et *coll.* [48]** en 2008 en Italie. Cette disparité entre les profils des enfants étudiés tient aux choix des auteurs et aussi aux tranches d'âge les plus touchées dans leurs milieux d'exercice. Aussi, le fait que notre étude se soit déroulée aux urgences pédiatriques pourrait expliquer pourquoi les enfants de notre série sont plus jeunes. En, effet, les affections respiratoires les plus graves nécessitant un recours aux urgences pédiatriques sont l'apanage et des nourrissons et des jeunes enfants **[46,48]** . Ceci est dû au fait que durant la première année de vie le système respiratoire n'a pas fini sa maturation et le système immunitaire serait encore immature pour assurer la défense du système respiratoire **[65]**.

4.3.1.2. Sexe

Notre population était dominée à 60% par les enfants de sexe masculin (avec une sex-ratio de 1,5. Ce résultat est similaire à ceux d'autres études notamment celles de **Engoumou et *coll.*** (65%) au Cameroun, de **Shah et *coll***. (56%) en 2013 à New-York, de **Dianova et *coll.*** (56,4%) en 2015 en Russie, de **Ho et *coll.*** (55, 9%) à Taiwan en 2015 et d'**Espositio et *coll.*** (54,5%) en 2014 en Italie. On peut donc en conclure que les enfants de sexe masculin ont une plus grande tendance à développer des affections respiratoires que ceux de sexe féminin **[46,51,52**]. Cette prédominance masculine pourrait s'expliquer par le fait que, sur le plan anatomique, le diamètre bronchique est plus étroit chez le petit garçon. **[66]**.

4.3.2. Aspects cliniques

4.3.2.1. Plainte principale

La fièvre était le signe présent chez 100% des patients et la détresse respiratoire dans 90% des cas. Ces résultats se rapprochent de ceux **d'Engoumou et *coll.*** au Cameroun pour qui la fièvre était présente à 100% et la détresse respiratoire à 90,4% **[51]. Yadav et *coll.* [55]** a reporté également en Inde en 2017, 100% de fièvre, et 100% de détresse respiratoire. Nous pouvons expliquer cela par le fait que les IRA basses sont fréquemment génératrices de secrétions bronchiques qui à leur tour gênent les échanges gazeux au niveau alvéolaire d'où la dyspnée.

4.3.2.2. Examen physique

L'état général était altéré chez 57,5% des enfants soit 23 enfants. Ces chiffres diffèrent de ceux retrouvés par ***Basile et coll***. **[49]** . Ils avaient eu 27% d'enfants

avec une altération de l'état général. Ceci peut s'expliquer par le fait que dans notre contexte, la consultation aux urgences pédiatriques se fait tardivement.

L'auscultation était dominée par des râles crépitants à 62,5%. En revanche, l'étude réalisée par ***Engoumou* et coll. [51]** au Cameroun en 2019 avait retrouvé les râles crépitants à 75%. Ces signes témoignent de l'évolution rapide de la maladie.

4.3.2.3. Diagnostic clinique

Dans la présente série, la pneumonie a été diagnostiquée chez 65% des patients et la bronchiolite chez 30%. Ce résultat est assez proche de celui retrouvé en Turquie par **Yilmaz et *coll.* [58]** en 2017 qui avaient identifié 66,2% de pneumonie. **Varshney et *coll.* [5]** en 2016 au Canada avaient retrouvé 72% de bronchiolite et 4% de pneumonie**. Caiulo et *coll.*** en Italie en 2012 avaient identifié 87% de pneumonie. Aux Etats-Unis en 2016 **[57], Ambroggio et *coll.*** avaient noté 46% et 12% de bronchiolite. Ces deux pathologies sont les plus rencontrées dans notre contexte.

4.3.3. Description des lésions au LUS

Dans cette étude, il était question de décrire les lésions objectivées après réalisation et interprétation du LUS. Ainsi, sur les 40 LUS réalisés, nous n'avons objectivé que 02 (5%) ayant des lignes A dans tous les quadrants. Nous avions recensé 23 patients avec un LUS anormal majeur (LUS avec des consolidations de plus d'un cm avec bronchogramme aérien) et donc potentiellement une pneumonie ; et 15 patients avec un LUS anormal mineur (LUS avec des consolidations inférieures à 1 cm et/ou des nodules sous-pleuraux) et potentiellement une bronchiolite. Au nombre des patients

ayant un LUS pathologique, 7% présentaient des quadrants du thorax avec des lignes B, 97% présentaient des nodules sous-pleuraux, 60,5% des consolidations de plus d'un cm et 12,5% avaient un épanchement pleural liquidien. Des consolidations de plus d'un cm ont été retrouvées au LUS dans 60,5% des cas. Ces résultats sont supérieurs à ceux retrouvés par **Esposito et *coll.*** qui avaient rapporté 48 ,5% de consolidations évocatrices de pneumonie. En revanche, les études d'**Engoumou et *coll.***, de **Caiulo et *coll.*, de Tirdia et *coll.*** et de **Boursiani et *coll.*** avaient respectivement retrouvées 75% , 79,4%, 76,9% et 33% de consolidations évocatrices de pneumonie **[50,51,52,57]** . **Akanni et *coll.* [40]** avaient retrouvés 69% de consolidations évocatrices.

Il faut préciser que dans ces études, les auteurs n'avaient pas classé les lésions échographiques selon leur taille. Les critères de définition de la pneumonie avaient été définis par ces auteurs par la présence d'anomalies du parenchyme pulmonaire à l'échographie sans considération de la taille des lésions. Notre étude avait considéré les consolidations de plus de 1 cm comme critère de définition de la pneumonie au LUS comme d'autres auteurs l'avaient précédemment fait **[6].**

En ce qui concerne les nodules sous-pleuraux et consolidations de moins d'un cm, nous en avons identifié chez 97% des patients, mais nous n'avons eu que 39,5% des patients qui avaient uniquement des nodules sous pleuraux ou consolidations de moins d'un cm. Ces résultats avoisinent ceux rapportés en 2020 en Italie par **La Régina et *coll*** [66] chez qui des consolidations sous-pleurales et/ou les consolidations > 1 cm étaient présentes chez 85% des nourrissons. Ceci peut s'expliquer par le fait que les nodules sous-pleuraux, les modifications de la ligne pleurales et consolidations inférieures à un cm sont les lésions les plus fréquentes à

l'exploration échographique des enfants souffrants d'infections respiratoires aigües basses **[6,48].**

La pleurésie était retrouvée dans 12,5% des cas. En Italie, **Caiulo et *coll*** [**57]** avaient retrouvé des résultats similaires aux nôtres avec 15,6% de pleurésie au LUS. Nos résultats se superposent également à ceux rapportés par **Engoumou et *coll.*** au Cameroun chez qui le LUS avait identifié 11,5% de cas d'épanchement pleural liquidien et à ceux définis par l'étude de **Yilmaz et *coll.*** dans laquelle les radiographies conventionnelles avaient identifié 4 cas d'épanchement pleural contre 5 au LUS **[10,16]** . De plus, **Akanni et *coll.*** avaient retrouvé une pleurésie au total chez 18,6% des enfants **[40].** Ces résultats peuvent s'expliquer par la haute sensibilité de l'ultrason pulmonaire permettant la détection des épanchements pleuraux liquidiens à partir d'une quantité de liquide de 10 millilitres et permettant également une meilleure caractérisation de leur contenu, puisqu'il est possible d'identifier les épanchements cloisonnés non vus à la RxT **[40,51,58]**.

Les lésions à l'échographie avaient été mieux visualisées dans les quadrants antérieurs (35,9%) et latéraux (37%) du thorax. En revanche, **Milliner et *coll* [61]** ont rapporté une localisation postérieure à 46,5%, antérieure à 31% et latérale à 22,5% ; 58 % des images échographiques avaient révélé des altérations uniquement dans les parties postérieures et aires paravertébrales dans la série de **La Régina et *coll*. [66]** en Italie. **Basile et *coll*. [49]** en Italie en 2015, avaient retenu qu'un grand pourcentage de nourrissons atteints de bronchiolite présentaient des anomalies échographiques postérieures et paravertébrales. Cela s'explique par le fait que la partie postérieure du thorax est la zone la plus impliquée dans la physiopathologie de la bronchiolite chez les nouveau-nés et des nourrissons. en décubitus dorsal obligatoire **[49]**. Cette différence de résultats peut s'expliquer par le fait que l'état

général de certains enfants ne favorisait pas la réalisation complète du LUS sur tous les quadrants du thorax et exigeait le maintien de la position proclive dans le cadre des soins. Ce paramètre limitait la mobilisation des enfants afin de réaliser le LUS sur la partie postérieure du thorax.

.

4.3.4. Description des lésions à la RxT

Sur les 40 RxT réalisées, 45% étaient revenues normales. Quarante-cinq pourcent (45%) des RxT pathologiques présentaient des lésions parenchymateuses, 5% présentaient un épanchement pleural liquidien et 5% un pneumothorax. Ces résultats avoisinent ceux de **Akanni et *coll.*** à Parakou en 2019, chez qui la RxT avait rapporté 40% de lésions parenchymateuses et 12% de pleurésies. En revanche, l'étude de **Engoumou et *coll.*** rapportait 75% de RxT pathologiques dont 12,9% présentaient un épanchement pleural liquidien **[51].** En revanche, **Caiulo VA et *coll.***[57] dans leur étude sur la bronchiolite avaient renseigné 30% de consolidations à la RxT. Ces derniers n'avaient noté ni pleurésie ni pneumothorax. Cela met en évidence le fait que les anomalies parenchymateuses représentent les signes radiographiques des IRAB.

4.3.5. Comparaison des lésions au LUS et à la RxT

Dans la présente étude, des consolidations de taille supérieure à 1cm ont été retrouvées chez 23 patients (60,5%) au LUS et chez 18 patients (45%) à la RxT. Ces résultats se rapprochent de ceux retrouvés par ***Akanni et coll.*** (69% de LUS positive et 62,6% de RxT positive). Nos résultats diffèrent par contre de ceux de **Engoumou et *coll.*** (78% de LUS positive versus 75% de RxT positive), de **Caiulo et *coll.***

(98,8% de LUS positive versus 92% de RxT positive), de **Shah et *coll.*** (90,7% de LUS positive versus 66,6% de RxT positive) et de **Yadav et *coll.*** (89% de LUS positive versus 85,6% de RxT positive) **[6,40,55,51,57]** .

Cela peut s'expliquer par le fait que la présente étude avait considéré les consolidations de plus d'un cm comme critère de définition de la pneumonie au LUS.

En Italie en 2008**, Copetti et Cattarossi** [48] 75,9% patients avec des consolidations de plus d'un cm au LUS alors que la RxT en avait identifié 67%. **Boursiani *et coll.*** ont rapporté pour le LUS une sensibilité de 92,42% et une spécificité de 100%. Nous n'avons pas été en mesure de calculer les indices de performance de LUS à cause de la taille réduite de notre échantillon. Nous retenons que le LUS est un outil plus efficace que la RxT pour établir le diagnostic de pneumonie [50].

En ce qui concerne l'épanchement pleural liquidien, Le LUS en avait dépisté 12,5% des cas de notre échantillon. Quant à la RxT, elle n'en avait retrouvé que 5%. Cette différence se retrouve également dans des proportions avoisinantes dans les études de **Engoumou et *coll.*** (11,5% LUS contre 9,6% RxT), **Akanni et *coll*** (18,6% LUS contre 12% RxT) et **Reali et *coll***. (15,8% LUS contre 10,2% RxT) **[67]** . En revanche, **Yilmaz et *coll*** n'en avait observé que 2,7% à la RxT contre 3,4% au LUS **[58]** . Cela se justifie par la haute sensibilité et spécificité de l'ultrason pulmonaire pour le diagnostic d'épanchement pleural. LUS permet de voir les épanchements pleuraux liquidiens d'une quantité d'au moins 10ml, comparé à la radiographie thoracique pour laquelle les épanchements pleuraux ne sont visibles qu'à partir de 250ml **[68]** .

4.3.6. Corrélations

- **Entre les résultats du LUS et le diagnostic retenu**

Le diagnostic de pneumonie a été posé chez 26 patients soit 65% des cas. Parmi ces 26 patients, 80,7 % avaient un LUS anormal majeur. De même, 91,3% des patients ayant un LUS anormal majeur avaient été diagnostiqués de pneumonie. En ce qui concerne la bronchiolite, 83,3% des patients qui avaient été diagnostiqués de bronchiolite avaient un LUS anormal mineur. Et 66,6% des patients ayant un LUS anormal mineur avait été diagnostiqués de bronchiolite. Ce constat a également été fait par **Caiulo et *coll***. qui ont décrit les caractéristiques ultrasonographiques de la pneumonie communautaire et de la bronchiolite chez les enfants hospitalisés. LUS s'est révélée positive dans 99% des cas de patients diagnostiqués de pneumonie et dans 85% des cas de patients diagnostiqués de bronchiolite **[57,69]** .

De même, **Reali et *coll***, ont rapporté que 94% des patients diagnostiqués de pneumonie présentaient un LUS anormal majeur. Ils en ont conclu que le LUS avait une efficacité supérieure à la RxT pour établir le diagnostic de pneumonie **[63]** . Selon l'étude de ***Claes et coll*** **[70]** en Belgique en 2016, 90% des patients diagnostiqués de pneumonie avaient un LUS anormal et ils en ont déduit que l'ultrason pulmonaire était un outil fiable pour écarter une pneumonie et pouvait être très utile pour le tri des patients aux urgences pédiatriques **[70]**.

Dans les travaux de ***Basile et coll*** sur la bronchiolite, ils avaient retrouvé 94% des patients diagnostiqués de bronchiolite ayant des lésions suggestives à l'ultrason pulmonaire. Leur étude confirme que l'ultrason pulmonaire est un outil précieux dans le diagnostic et la prise en charge de la bronchiolite **[49]** . ***La Regina et coll*** avaient retrouvé 85% de lésions au LUS des patients diagnostiqués de pneumonie **[66]** . De par sa haute sensibilité et sa spécificité, l'ultrason pulmonaire est un outil

efficace pour diagnostiquer les IRAB aux urgences pédiatriques. Il permet de faire la distinction entre la pneumonie de la bronchiolite **[33,45].**

- **Entre les résultats du LUS et le taux de neutrophiles**

L'élevation du taux de polynucléaires neutrophiles est un signe biologique très suggestif de l'évolution d'un processus infectieux. Dans le cas de cette étude, l'hyperleucocytose était présente chez 87,5% des patients patients. Tous les patients (100%) ayant des anomalies majeures au LUS avaient une hyperleucocytose et 63,8% des patients ayant une hyperleucocytose avaient un LUS anormal majeur. Aussi, 86,6% des patients présentant un LUS aormal mineur avaient un taux de polynucleaires neutrophiles évocateur. L'étude **de Engoumou et *coll*** en 2019 au Cameroun avait retrouvé 94,2% des patients présentant une taux élévé de neutrophiles **[51].** En revanche, En Italie, dans leur étude sur le rôle de LUS pour déterminer les étiologies des IRAB pédiatriques, **Buonsenso et *coll.*** en 2021 avaient identifié 42,5% de patients ayant un taux de neutrophiles supérieur à 10G/L. Ils en avaient déduit que le taux de polynucléaires neutrophiles (PNN) n'avaient pas de liens avec les résultats obtenus au LUS. Mais ils avaient également conclu que la présence de bronchogramme aérien suggérait fortement l'étiologie bactérienne d'une pneumonie **[71]** . Ces données peuvent se justifier car l'augmentation du taux de polynucléaires n'est pas spécifique des atteintes respiratoires basses des enfants. Dans ces atteintes respiratoires, les attteintes virales sont fréquentes, or l'infection virale n'entraine pas directement une hyperleucocytose. De plus dans notre contexte socio-économique cette augmentation de globules blancs peut être multifactorielle, liée entre autres aux infections bactériennes (infections digestives, infections urinaires …), aux hémopathies malignes etc[72].

- **Entre les résultats du LUS et la CRP**

Dans notre série, 87,5% des cas avaient une CRP positive. Plus de la moitié (63,6%) des patients ayant une CRP positive présentaient des anomalies majeures au LUS et donc avaient potentiellement une pneumonie. La presque-totalité (91,3%) des patients avec un LUS anormal majeur avaient une CRP positive. Concernant les patients ayant un LUS anormal mineur, 80% avaient une CRP positive et 43,6% des patients ayant une CRP positive avaient un LUS anormal mineur. Ainsi, nous en avons déduit que les résultats du LUS n'étaient pas liés à la positivité de la CRP. Au Cameroun, **Engoumou et *coll.* [51]** en 2019 avaient rapporté que 92,3% des malades avaient présenté une CRP élevée. Par ailleurs, en Egypte en 2018, **Zayat et *coll*.[73]** avaient retrouvé une CRP positive dans 91.1% des cas d'enfants diagnostiqués de pneumonies et dans 46,7% des cas d'enfants non diagnostiqués de pneumonie. Malgré que la CRP soit un signe suggestif d'infection, elle reste néanmoins non spécifique car les facteurs qui favorisent sa positivité sont multiples. La CRP apparait dans tous les processus inflammatoires, sa valeur peut être augmentée en cas de vaccination, de paludisme et de tout autre processus inflammatoire **[70]** . Selon la BTS **[75]** , la CRP ne serait pas utile pour le diagnostic et la prise en charge de la pneumonie et ne devrait pas être réalisée en routine.

- **Entre les résultats du LUS et le traitement antibiotique.**

Dans cette série, le traitement antibiotique avait été administré à 70 % des patients. 91,3% des cas présentant un LUS anormal majeur avaient reçu un traitement antibiotique et uniquement 8% de ces patients n'avaient pas reçu le traitement

antibiotique. Deux patients (8%) ayant un LUS anormal majeur donc potentiellement atteints de pneumonie n'avaient pas reçu le traitement antibiotique. Notre étude suggère alors que les individus ayant un LUS anormal majeur avaient en forte proportion reçu le traitement antibiotique. Ceci peut s'expliquer par le fait que la visualisation de consolidations supérieures à un cm avec bronchogramme aérien au LUS est fortement prédictive d'une pneumonie bactérienne. La pneumonie bactérienne est l'une des IRAB les plus courantes des enfants dans notre contexte socio-économique. La pratique du LUS aux urgences pédiatriques pourrait favoriser un diagnostic précoce de la pneumonie et orienterait le personnel médical pour l'administration du traitement antibiotique.

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

CONCLUSION

Au terme de cette étude sur l'apport de l'échographie pulmonaire dans le diagnostic des IRAB aux urgences pédiatriques nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- L'échographie pulmonaire apporte plus de précision sur la description des lésions que la radiographie thoracique. Elle permet de détecter deux fois plus de lésions que la radiographie thoracique et identifie également les épanchements pleuraux liquidiens non vus à la radiographie.

- L'échographie pulmonaire réalisée au chevet du malade est performante pour le diagnostic des infections respiratoires basses aigues aux urgences pédiatriques. Elle permet de faire la distinction entre la pneumonie et la bronchiolite, ce qui facilite la prise de décision pour la prescription d'antibiotiques à l'admission.

- Vu son innocuité et ses autres avantages, l'échographie pulmonaire peut être utilisée comme examen de première intention, en alternative à la radiographie pour diagnostiquer et orienter la prise en charge des IRAB aux urgences pédiatriques. Ceci favoriserait la prise en charge rapide et efficace de ces infections aux urgences pédiatriques et contribuerait à réduire la part des IRAB dans la mortalité infantile globale dans les pays à ressources limitées comme le nôtre.

Une étude sur un plus large échantillon serait nécessaire pour valider les conclusions de ce travail.

SUGGESTIONS

Au terme de la présente étude, nous formulons les suggestions suivantes :

➢ **A l'endroit des autorités politico-administratives :**

- Assurer la sensibilisation sur les infections respiratoires basses aigues des enfants et sur le recours aux soins par tous les moyens (médias, internet, radios, télévisions, affiches publicitaires).
- Renforcer les stratégies de lutte contre la pollution atmosphérique.
- Doter toutes les urgences pédiatriques des hôpitaux de référence d'au moins un appareil d'échographie portable dans le but d'améliorer le diagnostic et la prise en charge des IRAB en particulier et d'autres affections en général.
- Assurer une formation continue du personnel soignant à divers niveaux en échographie.
- Initier des études pour mieux explorer l'apport de l'échographie dans le diagnostic et la prise en charge des IRAB chez les enfants.

➢ **A l'endroit des autorités des écoles de formation médicales**

- Intégrer l'apprentissage de l'échographie pulmonaire dans le curriculum de formation des médecins et surtout des médecins en spécialisation en pneumologie, médecine interne, urgences-réanimation, pédiatrie et néonatologie.

➢ **A l'endroit des médecins :**

- Recourir à l'échographie dans leur pratique quotidienne si disponible.

➢ **A l'endroit des parents :**

- Consulter au plus tôt dès l'apparition de signes respiratoires chez les enfants en général et chez les nourrissons en particulier.
- Respecter le calendrier vaccinal des enfants au-delà du programme élargi de vaccination.
- Assurer une bonne hygiène physique et environnementale autour des nouveau-nés et nourrissons pour leur permettre une maturation optimale des voies respiratoires et pour éviter les fréquents épisodes d'IRAB.
- Suivre les bonnes pratiques prescrites par le personnel de santé au sujet de la santé des enfants.

REFERENCES

1. Diop M, Camara E, Barry A, Doukoure M, Diallo S. Facteurs associés à la survenue des Infections Respiratoires Aigües chez les Enfants de 0 à 5 Ans Hospitalisés à l'Hôpital National Donka à Conakry. Health Sci. 2020;21(3) : 35-38.
2. Organisation Mondiale de la Santé. Programme of Acute Respiratory Infections. [En ligne] Infections respiratoires aigües chez l'enfant : Prise en charge dans les petits hôpitaux des pays en développement, manuel à l'usage des médecins et autres personnels de santé qualifiés. [Cité le 15 Juin 2022]. Disponible : https://apps.who.int/iris/handle/10665/62086
3. Organisation Mondiale de la Sante. Programme of Acute Respiratory Infections. [En ligne] Pneumonie de l'enfant . [Cité le 15 Juin 2022]. Disponible : https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia
4. Aubry P., Gaüzère BA. : Médecine tropicale : Actualités 2022. [En ligne]. Infections respiratoires aiguës [Cité le 02 Juillet 2022]. Disponible : http://medecinetropicale.free.fr/cours/infrespi.pdf
5. Varshney T, Mok E, Shapiro AJ, Li P, Dubrovsky AS. Point-of-care lung ultrasound in young children with respiratory tract infections and wheeze. Emerg Med J. 2016;33(9):603-610.
6. Shah S. Price D, Bukhman G, editors. Manual of ultrasound for resource-limited settings; Partners in health; 2011.
7. Teague W. Noninvasive ventilation in the pediatric intensive care unit for children with acute respiratory failure. Pediatr Pulmonol. 2003; 35:418-426.
8. Yahiaoui N, Zeghari-Squalli N. Évaluation de l'utilisation de l'échoscopie (ou échographie clinique ciblée) par le médecin généraliste ; Haute Autorité de santé. 2022:5-35.
9. Yumpu. Les troubles de la fonction respiratoire. Editions du Renouveau

Pédagogique Inc. 2012;12 :440-448

10. Coulibaly N. Thèse de Doctorat en Médecine. Place de la détresse respiratoire dans les infections respiratoires aigues basses en milieu hospitalier pédiatriques a Bamako. Bamako: Université de Bamako. 2002
11. Timsit S. Bronchite aiguë. Urgences Pédiatriques. 2018:319–22. French. doi: 10.1016/B978-2-294-75971-0.00036-5
12. Chabernaud J-L, Lebars G. Détresse respiratoire de l'enfant ; Elsevier Masson, 51e Congrès national d'anesthésie et de réanimation.
13. Daniel S. Anatomie [En ligne]. Anatomie de la gorge et du larynx. [Cité le 29 Novembre 2022]. Disponible : http://www.infirmiers.com/etud/courslibre/anatphy/anatomie-gorge-et - larynx.pdf
14. Adam D, Perotin J, Lebargy F. Régénération de l'épithélium des voies aériennes. Revue des Maladies Respiratoires. 2014 ;31(4) :300-311. DOI : 10.1016/j.rmr.2013.11.001
15. Tortora, Grabowski. BMS. [En ligne] Anatomie Descriptive & Physiologie de L'appareil Respiratoire. [Cité le 16 Décembre 2022]. Disponible : https://amar-constantine.e-monsite.com/medias/files/systeme-repiratoire.pdf
16. Lode N., Chabernet J., Christophe M. ; Détresse respiratoire aiguë de l'enfant. Références en médecine d'urgence. Urgences respiratoires ; Lavoisier Médecine Sciences ; 2015;203-254.
17. Becouze O. L'appareil respiratoire (anatomie- physiologie), IFSI CHGR, 2014.
18. Huchon G., Pneumologie pour le praticien Elsevier Masson, 2001
19. Marc Bellaiche. BELLAICHE. Editions Vernazobres Grego (VG) 2014 ;311-342

20. Coulibaly N. Thèse de Doctorat en Médecine. Place de la détresse respiratoire dans les infections respiratoires aiguës basses en milieu hospitalier pédiatrique à Bamako. Bamako : Université de Bamako. 2001.
21. Friedman J., Rieder M. Société canadienne de pédiatrie. La bronchiolite : recommandations pour le diagnostic, la surveillance et la prise en charge des enfants d'un à 24 mois. [En ligne].[Cité le 12 Aout 2022]. Disponible : https://cps.ca/fr/documents/position/bronchiolitis1
22. Sylla M. Thèse de Doctorat en Médecine. Les infections respiratoires en pédiatrie, problème de diagnostic et de thérapeutique à propos de 146 cas. Bamako. 1988.
23. Traore OMK. Thèse de Doctorat en Médecine. Approche épidémiologique des IRA chez les enfants de 0- 59mois en milieu Urbain. Bamako. 1990
24. Adedemy J. Epidémiologie, clinique et facteurs associés aux infections respiratoires aiguës chez l'enfant de 0-5 ans au centre hospitalier départemental de Parakou (Benin). J Afr Pédiatrie Genet Med 2017. 2017(2) 47-53
25. Jouan Y., M. Si-Tahar M., Guillon A. ; Immunité de la muqueuse respiratoire : physiologie et implications en réanimation ; Méd. Intensive Réa 2017 ; 26:11-20. DOI : 10.1007/s13546-016-1245-9
26. Organisation mondiale de la Santé. Prise en charge clinique des infections aigues des voies respiratoires chez les enfants. Bulletin de l'Organisation mondiale de la Sante. 1982 ; (1): 49-59.
27. Ngombe LK, Mbombo-Ditunga, Kameya N, Malingo AA, Kayomb NK, Ngolomba J, Nday DK, Numbi L. Infection respiratoire aigüe et statut nutritionnel chez les enfants de 0-5 ans : cas des cliniques universitaires de

Lubumbashi, République Démocratique du Congo. Pan Afr Med J. 2014. DOI : 10.11604/pamj.2014.19.393.5248.

28. Bogne JB, Chiabi A, Yatchet Tchatat D, Nguefack S. Thèse de Doctorat en Médecine. Aspects épidémiologiques et cliniques de la bronchiolite aigue du nourrisson à Yaoundé. Yaoundé. 2017.
29. Organisation mondiale de la santé. Classification et traitement des cas de pneumonie chez l'enfant dans les établissements de santé selon l'OMS : version révisée : résumé des données. [En ligne]. [Cité le 16 Octobre 2022]. Disponible http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/181531/9789242507812_fre.pdf
30. Organisation Mondiale de la Santé. Pneumonie : Principaux faits. [En ligne]. [Cité le 04 Novembre 2022]. Disponible: https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia
31. Seck N, Basse I, Keïta Y. La bronchiolite aiguë du nourrisson en milieu tropical ; Journal de pédiatrie et de puériculture 2018 ;31:241-246 . DOI :10.1016/j.jpp.2018.09.007
32. World Health Organization. [En ligne] Programme of Acute Respiratory Infections. Infections respiratoires aiguës chez l'enfant : prise en charge dans les petits hôpitaux des pays en développement, manuel à l'usage des médecins et autres personnels de santé qualifies. Organisation mondiale de la Santé. [Cité le 16 Octobre 2022]. Disponible https://apps.who.int/iris/handle/10665/62086
33. Assouto P, Akala yoba GM. Apport de l'échographie clinique d'urgence dans prise en charge des patients à la clinique universitaire d'accueil des urgences

du CNHU-HKM de Cotonou. [Mémoire]. Cotonou: Université d'Abomey-Calavi, Faculté des Sciences de la Santé; 2014.

34. Guezguez M. Bases physiques de l ' échographie. 2011;1-25.

35. Suttels V, Keitel T. Programme de formation en ultrason rurale – 2e Édition respiratoire : RuralUS-LUS. Cotonou : 2022.

36. Butterfly IQ. [En ligne]. Manuel d'utilisation : Appareil d'échographie personnelle Butterfly iQ TM / Butterfly iQ +TM. 2022. [Cité le 13 Décembre2022]. Disponible

37. Abdul Latif Jameel Health. [En ligne]. Partenariat avec Butterfly Network ink. [Cité le 13 Décembre 2022]. Disponible https://alj.com/fr/ news/abdul-latif-jameel-health-and-butterfly-network-enter-strategic-distribution-partnership-to-bring-butterfly-iq-ultrasound-device-to-a-potential-2-billion-people-across-the-middle-east-north-africa/

38. Heuvelings CC., Bélard S., Andronikou S., Lederman H., Moodley H., Grobusch MP. Chest ultrasound compared to chest X-ray for pediatric pulmonary tuberculosis. Pediatr Pulmonol. 2019;54(12):1914-20.

39. Chang TP, Kriengsoontorkij W, Chan LS, Wang VJ. Clinical factors and incidence of acute chest syndrome or pneumonia among children with sickle cell disease presenting with a fever: a 17-year review. Pediatr Emerg Care. 2013;29(7):781-6.

40. Akanni D, Agbeille M, Adjadohoun S. Apport de l'échographie thoracique dans le diagnostic des pneumonies de l'enfant au CHUD-B/A; J Afr Pediatr Genet Med 2021;15: 9-14.

41. Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique du Bénin. [En ligne] Cahier des villages et quartiers de ville Littoral. [Cité le 13

Décembre 2022]. Disponible : https://www.insaebj.org/images/docs/insae-statistiques/enquetesrecensements/RGPH/1.RGPH_4/resultats%20finaux/Cahiers%20villages/Cahier%20des%20villages%20et%20quartiers%20de%20ville%20Littoral.pdf

42. Heuvelings CC., Bélard S., Andronikou S., Jamieson-Luff N., Grobusch MP., Zar HJ. Chest ultrasound findings in children with suspected pulmonary tuberculosis. Pediatr Pulmonol. 2019;54(4):463-70.
43. Vichinsky EP., Styles LA., Colangelo LH., Wright EC., Castro O, Nickerson B. Acute chest syndrome in sickle cell disease: clinical presentation and course. Cooperative Study of Sickle Cell Disease. Blood. 1997;89(5):1787-92.
44. Biagi C., Pierantoni L., Baldazzi M., Greco L. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in children with acute bronchiolitis ; BMC Pulmonary Medicine (2018) 18:191-197.
45. Karasch S., Duggan NM., Cohen AR. Lung Ultrasound in Children with Respiratory Tract Infections: Viral, Bacterial or COVID-19? A Narrative Review; Open Access Emergency Medicine 2020:12 275–285.
46. Shah VP, Tunik MG, Tsung JW. Prospective evaluation of point-of care ultrasonography for the diagnosis of pneumonia in children and young adults. JAMA Pediatr. 2013;167(2):119–125. doi:10.1001/2013.jamapediatrics.107
47. Vichinsky EP., Styles LA., Colangelo LH., Wright EC., Castro O., Nickerson B. Acute chest syndrome in sickle cell disease: clinical presentation and course. Cooperative Study of Sickle Cell Disease. Blood. 1997;89(5):87-92.
48. Copetti R, Cattarossi L. Ultrasound diagnosis of pneumonia in children. Radiol med. 2008;113:190–198. Doi: 10.1007/s11547-008-0247-8

49. Basile V, Di Mauro A, Scalini E, Comes P. Lung ultrasound: a useful tool in diagnosis and management of bronchiolitis. BMC Pediatrics 2015;15:63-72. DOI: 10.1186/s12887-015-0380-1
50. Boursiani C, Tsolia M, Koumanidou C, Malagari M. Lung Ultrasound as First-Line Examination for the Diagnosis of Community-Acquired Pneumonia in Children. Pediatric Emergency Care 2017;33: 62-66.
51. Engoumou MSA, Mbede M, Awana PA, Ndengue EBP, Onguene J, Zeh FO. Diagnostic Value of the Thoracic Ultrasonography Compared to Conventional Chest X-Rays in Pneumonia for Children between 0 to 15 Years: Case Study in Two Hospitals in Yaoundé. Open Journal of Radiology. 2019 ;(01):10-19. DOI : 10.4236/ojrad.2019.91002.
52. Espositio S, Papa S, Borzanni I, Pinzani R. Performance of lung ultrasonography in children with community-acquired pneumonia. Italian Journal of Pediatrics. 2014;40:37
53. Ianniello S, Piccolo C, Buquicchio G, Trinci M, Miele, V. First-Line Diagnosis of Paediatric Pneumonia in Emergency: Lung Ultrasound (LUS) in Addition to Chest-X-Ray (CXR) and Its Role in Follow-Up. British Journal of Radiology. 2018; 89-96. DOI:10.1259/bjr.20150998
54. Tirdia, P.R., Vajpayee, S., Singh, J. and Gupta, R.K. (2016) Accuracy of Lung Ultrasonography in Diagnosis of Community Acquired Pneumonia in Hospitalized Children as Compared to Chest X-Ray. International Journal of Contemporary Pediatrics, 2016 ;3 :1026-1031. DOI :10.18203/23493291.ijcp20162385
55. Yadav K, Awasthi S, Parihar A. Lung Ultrasound Is Comparable with Chest Roentgenogram for Diagnosis of Community-Acquired Pneumonia in

Hospitalised Children;Indian Journal of Pediatrics, 2017; 84:499-504. DOI:10.1007/s12098-017-2333-1

56. Salah R, Zayat E, Bahbah W, Mousa E. Lung Ultrasonography versus Chest X Ray for Diagnosing Pneumonia in Children with Fever and Respiratory Distress: A Prospective Blind Study. American Journal of Pediatrics, 2018;4: 15-20.
57. Caiulo, V., Gargani, L., Caiulo, S., Fisicaro, A., Moramarco, F., Latini, G. Lung Ultrasound Characteristics of Community-Acquired Pneumonia in Hospitalized Children. Pediatric Pulmonology 2013 ;48 :280-287. DOI :10.1002/ppul.22585
58. Yilmaz HL, Özkaya AK, SarıGökay S, Tolu Kendir O. Point-of-Care Lung Ultrasound in Children with Community Acquired Pneumonia. American Journal of Emergency Medicine, 2017;35:964-969. DOI :10.1016/j.ajem.2017.01.065
59. Reissig A, Kroegel C. Sonographic diagnosis and follow-up of pneumonia: a prospective study. Respiration. 2007;74:537–547.
60. Pereda MA, Chavez MA, Hooper-Miele CC. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in children: a meta-analysis. Pediatrics. 2015;135:714–722.
61. Milliner BHA, Tsung JW. Lung Consolidation Locations for Optimal Lung Ultrasound Scanning in Diagnosing Pediatric Pneumonia. J Ultrasound Med. 2017;36(11):2325-2328.
62. Bron D. Rational approach of leucocytosis in adults. Revue Medicale de Bruxelles. 2013;34(4):339-42.

63. Salah El Zayat R. Lung Ultrasonography Versus Chest X Ray for Diagnosing Pneumonia in Children with Fever and Respiratory Distress: A Prospective Blind Study. American Journal of Pediatrics. 2018;4(1):15.
64. Mcdade TW, Borja JB, Kuzawa CW, Perez TLL, Adair LS. CRP of mild inflammatory stimulation in the Philippines. 2016;33(17):2004-8.
65. Sogboa MA. Thèse de Doctorat en Médecine. Aspect épidémiologique, clinique et thérapeutique des infections respiratoires aiguës dans le service de pédiatrie du CSERF CII du district de Bamako (À propos de 121 cas). Bamako .2020.
66. La Regina DP, Bloise S, Pepino D, Iovine E, Laudisa M. Lung ultrasound in bronchiolitis. Pediatr Pulmonol. 2021;56(1):234–339.
67. Reali F, Sferrazza Papa GF, Carlucci P, Fracasso P, Di Marco F, Mandelli M. Can lung ultrasound replace chest radiography for the diagnosis of pneumonia in hospitalized children. Respiration. 2014;88(2):112–115
68. Brogi E, Gargani L, Bignami E, Barbariol F, Marra A, Forfori F. Thoracic ultrasound for pleural effusion in the intensive care unit: A narrative review from diagnosis to treatment. Crit Care. 2017;21(1):1–11
69. Caiulo VA, Gargani L, Caiulo S, Fisicaro A, Moramarco F, Latini G. Lung ultrasound in bronchiolitis: Comparison with chest X-ray. Eur J Pediatr. 2011;170(11):1427–1433.
70. Claes AS , Clapuyt P, Menten R, Michoux N, Dumitriu D. Performance of chest ultrasound in pediatric pneumonia. Eur J Radiol. 2017;88:82–87. DOI :10.1016/j.ejrad.2016.12.032
71. Buonsenso D, Musolino A, Ferro V, De Rose C, Morello R, Ventola C. Role of lung ultrasound for the etiological diagnosis of acute lower respiratory tract infection (ALRTI) in children: a prospective study. J Ultrasound.

2022;25(2):185–97. DOI :10.1007/s40477-021-00600-z

72. Bron D. Rational approach of leucocytosis. Rev Med Brux. 2013;34(4):339–342.

73. Salah El Zayat R. Lung Ultrasonography Versus Chest X Ray for Diagnosing Pneumonia in Children with Fever and Respiratory Distress: A Prospective Blind Study. Am J Pediatr. 2018;4(1):15.

74. Mcdade TW., Borja JB., Kuzawa CW., Perez TLL., Adair LS. C-reactive protein response to influenza vaccination as a model of mild inflammatory stimulation in the Philippines. 2016;33(17):2004–2008.

75. Harris M., Clark J., Coote N., Fletcher P., Harnden A., McKean M. British Thoracic Society guidelines for the management of community acquired pneumonia in children: Update 2011. 2011;4:15-19.

ANNEXES

Annexe I : FICHE DE COLLECTE

DATE DE CONSULTATION :

Q1- Identification de l'enfant

N° de dossier : _____

Nom et Prénoms :_____

Sexe : _____ ; Age :_____

Taille_____

Date de naissance :_____

Adresse :_____

Nom et prénom du représentant légal :_____

Nºde téléphone :_____

Q2- Clinique

Q2.1. Paramètres vitaux

Poids : _____ ; Taille :_____

P/T:_____

Température : _____ ; Fc :_____

Fr :_____ ; SPO2 :_____

Q2.2. Plainte principale

a- Fièvre _____jrs ; b- Toux_____ jrs

c- Dyspnée _____jrs ; d- autre, précisez _____

Q2.3. Signes associes

a- Fièvre _____jrs ; b- Toux _____jrs

c- Dyspnée _____jrs ; d- Asthénie _____jrs

e- Refus de s'alimenter/téter _____jrs

f- Symptômes gastro-intestinaux (diarrhée ou vomissements) _____jrs

g- autre, précisez _____jrs

➢ Antécédents et comorbidités

Q2.4. Prématurité : a- non ; b- oui, _____ semaines

Q2.5 Cardiopathie connue : a- non ; b- oui

Q2.6. ATCD de tuberculose : a- non ; b- oui

Q2.7. HIV : a- non ; b- oui

Q2.8. Etat général :

Q2.9. Signes de lutte :

a- Tirage : sus-sternal/ intercostal/sous sternal

b- Battement des ailes du nez c- Balancement thoraco-abdominal

d- geignement

➢ Auscultation

Q2.10. Auscultation ANORMALE ? a- oui ; b-non

Si oui, Préciser selon la latéralité et le quadrant.

Q3. Biologie

Hb : _____VGM :_____ Plaquettes :_____

NB :_____ ; Neutrophiles :_____

Lymphocytes :_____ ; Monocytes :_____

CRP :_____

Q4- Diagnostic retenu :_____

5- Traitement antibiotique : a- Non ; b- oui

Si oui, Préciser les antibiotiques :

Q6- LUS

Epanchement pleural : a-Oui ; b-Non

Si oui,

Q6.1- a- Droit ; b- Gauche

Q6.2. a- < 5mm ; b- >5mm

Q6.3. a- Simple ; b- Cloisonné

Poumon	Cadran	Description
Droit	QASD	a- Pattern normal (lignes A) b- Pattern avec plus de 3 lignes B par champ c- Pattern avec des lignes B coalescentes d- Pattern avec de petites consolidations et/ou nodule sous pleural< 1cm e- Consolidation >1cm f- Pattern A' (Pneumothorax) g- Epanchement pleural
	QAID	a- Pattern normal (lignes A) b- Pattern avec plus de 3 lignes B par champ c- Pattern avec des lignes B coalescentes

		d- Pattern avec de petites consolidations et/ou nodule sous pleural< 1cm e- Consolidation >1cm f- Pattern A' (Pneumothorax) g- Epanchement pleural
	QSLD	a- Pattern normal (lignes A) b- Pattern avec plus de 3 lignes B par champ c- Pattern avec des lignes B coalescentes d- Pattern avec de petites consolidations et/ou nodule sous pleural< 1cm e- Consolidation >1cm f- Pattern A' (Pneumothorax) g- Epanchement pleural
	QLD	a- Pattern normal (lignes A) b- Pattern avec plus de 3 lignes B par champ c- Pattern avec des lignes B coalescentes d- Pattern avec de petites consolidations et/ou nodule sous pleural< 1cm

		e- Consolidation >1cm f- Pattern A' (Pneumothorax) g- Epanchement pleural
	QPSD	a- Pattern normal (lignes A) b- Pattern avec plus de 3 lignes B par champ c- Pattern avec des lignes B coalescentes d- Pattern avec de petites consolidations et/ou nodule sous pleural< 1cm e- Consolidation >1cm f- Pattern A' (Pneumothorax) g- Epanchement pleural
	QPID	a- Pattern normal (lignes A) b- Pattern avec plus de 3 lignes B par champ c- Pattern avec des lignes B coalescentes d- Pattern avec de petites consolidations et/ou nodule sous pleural< 1cm e- Consolidation >1cm f- Pattern A' (Pneumothorax) g- Epanchement pleural

Gauche	QASG	a- Pattern normal (lignes A) b- Pattern avec plus de 3 lignes B par champ c- Pattern avec des lignes B coalescentes d- Pattern avec de petites consolidations et/ou nodule sous pleural< 1cm e- Consolidation >1cm f- Pattern A' (Pneumothorax) g- Epanchement pleural
	QAIG	a- Pattern normal (lignes A) b- Pattern avec plus de 3 lignes B par champ c- Pattern avec des lignes B coalescentes d- Pattern avec de petites consolidations et/ou nodule sous pleural< 1cm e- Consolidation >1cm f- Pattern A' (Pneumothorax) g- Epanchement pleural
	QSLG	a- Pattern normal (lignes A) b- Pattern avec plus de 3 lignes B par champ

		c- Pattern avec des lignes B coalescentes d- Pattern avec de petites consolidations et/ou nodule sous pleural< 1cm e- Consolidation >1cm f- Pattern A' (Pneumothorax) g- Epanchement pleural
	QLG	a- Pattern normal (lignes A) b- Pattern avec plus de 3 lignes B par champ c- Pattern avec des lignes B coalescentes d- Pattern avec de petites consolidations et/ou nodule sous pleural< 1cm e- Consolidation >1cm f- Pattern A' (Pneumothorax) g- Epanchement pleural
	QPSG	a- Pattern normal (lignes A) b- Pattern avec plus de 3 lignes B par champ c- Pattern avec des lignes B coalescentes d- Pattern avec de petites

		consolidations et/ou nodule sous pleural< 1cm e- Consolidation >1cm f- Pattern A' (Pneumothorax) g- Epanchement pleural
	QPIG	a- Pattern normal (lignes A) b- Pattern avec plus de 3 lignes B par champ c- Pattern avec des lignes B coalescentes d- Pattern avec de petites consolidations et/ou nodule sous pleural< 1cm e- Consolidation >1cm f- Pattern A' (Pneumothorax) g- Epanchement pleural

Annexe II : Déclaration de consentement

Déclaration de consentement écrit pour la participation à un projet de recherche

Veuillez lire attentivement ce formulaire. N'hésitez pas à poser des questions lorsque vous ne comprenez pas quelque chose ou que vous souhaitez avoir des précisions.

Nom de l'étude	APPORT DE L'ULTRASON PULMONAIRE DANS LE DIAGNOSTIC DES INFECTIONS RESPIRATOIRES BASSES AIGUES AU CENTRE HOSPITALIER UNIVERSITAIRE DE LA MERE ET L'ENFANT LAGUNE DE COTONOU EN 2022 : ETUDE PRELIMINAIRE
Investigateur principal	RAFIOU Maessarath Doctorante en Médecine à la Faculté des Sciences de la Santé Cotonou, Bénin
Lieu de réalisation de l'étude	Service Polyvalent des urgences Pédiatriques du CHU-MEL, Cotonou, Bénin
Participant(e):	NOM : …… PRENOM : …… DATE DE NAISSANCE / AGE : ……

	○ Masculin ○ Féminin
Parent ou représentant:	NOM : …… PRENOM : …… DATE DE NAISSANCE / AGE : …… ○ Homme ○ Femme

- Je déclare avoir été informé, par le médecin-investigateur responsable de cette étude soussigné, oralement et par écrit, des objectifs et du déroulement de l'étude ainsi que des effets présumés, des avantages, des inconvénients possibles et des risques éventuels.
- Je prends part à cette étude de façon volontaire. J'ai eu suffisamment de temps pour prendre ma décision.
- J'ai reçu des réponses satisfaisantes aux questions que j'ai posées en relation avec ma participation à l'étude. Je reçois une copie de ma déclaration de consentement écrite.
- Je sais que mes données personnelles peuvent être transmises à des fins de recherche dans le cadre de ce projet uniquement et sous une forme codée, y compris à l'étranger.
- Je peux, à tout moment et sans avoir à me justifier, révoquer mon consentement à participer à l'étude, sans que cela n'ait de répercussion défavorable sur la suite de ma prise en charge.

LIEU, DATE **SIGNATURE DU PARENT**

Attestation du médecin-investigateur:

Par la présente, j'atteste avoir expliqué au participant/ à la participante la nature, l'importance et la portée de l'étude. Je déclare satisfaire à toutes les obligations en relation avec ce projet conformément au droit en vigueur. Si je devais prendre connaissance, à quelque moment que ce soit durant la réalisation du projet, d'éléments susceptibles d'influer sur le consentement du participant/ de la participante à prendre part au projet, je m'engage à l'en informer immédiatement.

LIEU, DATE **NOM/PRENOM**
INVESTIGATEUR

SIGNATURE INVESTIGATEUR

En cas de consentement oral du participant seulement:

Attestation du témoin: Je soussigné(e), ... *(Nom, Prénom),* confirme que le participant susmentionné a donné son consentement oral pour la participation à l'étude**.**

LIEU, DATE **SIGNATURE DU TÉMOIN**

Annexe III : Avis éthique

UNIVERSITE DE PARAKOU

COMITE LOCAL D'ETHIQUE POUR LA RECHERCHE BIOMEDICALE

(CLERB-UP)

Parakou le 1er mars 2022

REF: 0512/CLERB-UP/P/SP/R/SA

AVIS ETHIQUE

Le COMITE LOCAL D'ETHIQUE POUR LA RECHERCHE BIOMEDICALE de l'Université de Parakou (CLERB-UP) s'est réunie en sa session du 1er mars 2022. Il a étudié le dossier du projet d'étude « **Point-of-care lung ultrasound in children presenting to the the ED with lower respiratory tract infections in West-Africa: a monocentric observational cohort study (POCUS in Pneumo-Pediadrics- 3P study)** ».

Ledit projet d'étude est soumis par Dr **Prudence Ablo WACHINOU** (CNHU-PPC).

Après étude et clarification, ledit projet tel que présenté est conforme et respecte les principes éthiques fondamentaux (respect de la dignité et de la liberté des personnes, respect du principe de bienfaisance et de non malfaisance).

En conséquence le CLERB-UP déclare que ce projet respecte les principes éthiques et en donne un avis favorable.

Pour le CLERB-UP, le Secrétaire Permanent, P.O.

Comité Local d'Ethique de Recherche Biomédicale Université de Parakou Secrétaire Permanent

Professeur Thierry ADOUKONOU

NOTE IMPORTANTE : Les avis du CLERB-UP ne constituent que des avis et la responsabilité du CLERB-UP ne peut nullement être engagée dans le déroulement et la conduite des projets qui lui sont soumis. Cet avis n'est valable que pour ce projet.

COMITE LOCAL D'ETHIQUE POUR LA RECHERCHE BIOMEDICALE DE L'UNIVERSITE DE PARAKOU (CLERB-UP), BP 123 Parakou, Faculté de Médecine

TABLES DES MATIERES

Table des matières

Liste du personnel enseignant ……i

Dédicaces iii

Remerciements viii

Hommages **..... xi**

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS xvi

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES.....xx

INTRODUCTION 2

OBJECTIFS 5

I- GENERALITES……..……6

1.1. Définitions 7

1.2. Rappels 9

1.2.1. Rappel embryologique..... 9

1.2.2. Rappel anatomique sur l'appareil respiratoire de l'enfant.....10

1.2.3. Rappel physiologique de l'appareil respiratoire.....13

1.3. Infections respiratoires aiguës basses (IRAB) de l'enfant 18

1.3.1. Epidémiologie 18

1.3.2. Pathogénie.....19

1.3.3. Diagnostic clinique et attitude thérapeutique 20

1.4. Echographie pulmonaire et infections respiratoire basses aiguës.....28

1.4.1. Bases physiques de l'échographie 28

1.4.2. Description d'une sonde échographique……30

1.4.3. Mode d'emploi de la sonde Butterfly IQ 39

1.4.4. Les modes d'imagerie [6,33,35,36].....44

1.4.4. Sémiologie de l'échographie pleuropulmonaire [6,34,35].....46

1.5. Revue de littérature 54

2- CADRE ET METHODE D'ETUDE …….59

2.1. CADRE D'ETUDE 60

2.1.1. Présentation de la ville de Cotonou 60

2.1.2. Présentation du CHU-MEL 61
2.1.3. Présentation de la structure organisationnelle du département de l'enfant du CHUMEL 62
2.1.4. Présentation du CNHU-PPC 63
2.2. METHODE D'ETUDE **65**
2.2.1. Type et période d'étude 65
2.2.2. Population d'étude 65
2.2.3. Variables 66
2.2.4. Collecte des données 69
2.2.5. Traitement et analyse des données 72
2.2.6. Limites et difficultés 73
2.2.7. Aspects éthiques et déontologiques 73
- **3- RESULTATS** **75**

3.1- CARACTERISTIQUES EPIDEMIOLOGIQUES ET CLINIQUES **76**
3.1.1. Sexe 76
3.1.2. Age 76
3.1.3. Antécédents 77
3.1.4. Données cliniques 78
3.2. DESCRIPTION DES LESIONS AU LUS (LUNG ULTRASOUND) **82**
3.2.1. Répartition des lésions au LUS en général 82
3.2.2. Répartition selon la localisation des lésions 82
3.2.3. Répartition selon les lésions majeures et mineures 84
3.2.4. Répartition selon les caractéristiques de la pleurésie au LUS 85
3.3. DESCRIPTION DES LESIONS A LA RADIOGRAPHIE **85**
3.4. COMPARAISON DU LUS ET DE LA RXT **86**
3.4.1. LUS positif et opacités parenchymateuses à la RxT 86
3.4.2. Epanchement pleural liquidien 87
3.5. CORRELATIONS **88**

3.5.1. Corrélations entre les résultats du LUS et le diagnostic clinique retenu. 88

3.5.2. Corrélation LUS et marqueurs biologiques d'infection 88

3.5.3. Corrélation LUS et traitement antibiotique......90

3.6. QUELQUES CAS CLINIQUES 90

4- DISCUSSION.....93

4.1. ATTEINTE DES OBJECTIFS FIXES.....93

4.2. FORCES ET LIMITES DE L'ETUDE 94

4.3. COMPARAISON DES RESULTATS DE L'ETUDE A CEUX DE LA LITTERATURE 95

4.3.1. Aspects épidémiologiques.....95

4.3.2. Aspects cliniques.....96

4.3.3. Description des lésions au LUS 97

4.3.4. Description des lésions à la RxT 100

4.3.5. Comparaison des lésions au LUS et à la RxT.....100

4.3.6. Corrélations 102

CONCLUSION ET SUGGESTIONS
……
…….106

CONCLUSION 107

SUGGESTIONS.....108

Annexe I : FICHE DE COLLECTE.....B

Annexe II : Déclaration de consentement..... J

Serment d'Hippocrate

Devant le peuple Béninois,

En présence des maîtres de cette faculté, de mes chers condisciples,

Je promets et je jure, au nom de l'Etre Suprême, d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine,

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans discrimination,

J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité,

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences. Je ne tromperai jamais leur confiance,

Respectueux et reconnaissant envers mes maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères,

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail,

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs,

Je ferai tout pour soulager les souffrances, Je ne prolongerai pas abusivement la vie, ni ne provoquerai délibérément la mort,

Je préserverai l'indépendance nécessaire et je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je perfectionnerai mes connaissances pour assurer au mieux ma mission,

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

Je le jure !

VU LE PRESIDENT DU JURY

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

VU LE DOYEN

LE RECTEUR DE L'UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI

Résumé

Introduction : Les infections respiratoires aiguës basses (IRAB) sont une cause de morbidité et de mortalité élevées chez les nourrissons et les jeunes enfants. La radiographie thoracique (RxT) est généralement utile pour le diagnostic de la pneumonie mais elle reste peu accessible et peut être potentiellement être nocive. L'échographie pulmonaire (LUS) au chevet du patient (point of care ultrason ou POCUS) est facile à réaliser et son efficacité a été prouvée dans le diagnostic des IRAB. L'objectif de cette étude était d'évaluer l'apport de l'échographie pulmonaire dans le diagnostic des IRAB aux urgences pédiatriques du CHUMEL en 2022.
Méthode : Il s'agissait d'une étude préliminaire observationnelle, transversale, descriptive, analytique et monocentrique sur une durée de 4 mois. Les enfants de 29 jours à moins de 18 ans consultants aux urgences pédiatriques avec des signes d'IRAB ont été inclus. Un LUS a été réalisé en aveugle aux images radiographiques et les résultats obtenus ont été comparés à ceux de la RxT.
Résultats : Quarante enfants (40) ont été inclus. LUS était compatible avec une pneumonie dans 57,5% des cas et la RxT dans 45% des cas. La bronchiolite a été dépistée chez 40% des patients par le LUS et 50% par la RxT. Plus de la moitié (60% %) des patients ayant une RxT apparemment normale avaient un LUS suggestif d'une pneumonie. De même, 52,1% des patients ayant un LUS évocateur de pneumonie avaient une RxT normale. La RxT avait identifié 5% de pleurésie contrairement au LUS qui en avait dépisté 12,5%. Le traitement antibiotique a été administré à 28 patients dont 75% avaient un LUS en faveur d'une pneumonie.
Conclusion : L'échographie pulmonaire réalisée au chevet du malade est performante pour le diagnostic des IRAB et peut être utilisée comme examen de première intention, en alternative à la radiographie pour diagnostiquer et orienter la prise en charge des IRAB aux urgences pédiatriques.

Mots clés : POCUS, LUS, IRAB, pneumonie, bronchiolite, RxT.

Abstract

Introduction: Acute lower respiratory infections (ALRI) are a leading cause of high morbidity and mortality in infants and young children. Chest radiography (CXR) is generally useful for the diagnosis of pneumonia, but it remains poorly accessible, has limitations, and can be potentially mostly harmful. Point of care ultrasound (POCUS) is easy to perform and has been shown to be effective in the diagnosis of these infections. The objective of this study was to evaluate the contribution of lung ultrasound in the diagnosis of acute lower respiratory infections in the pediatric emergency department of CHUMEL in 2022.

Method: This preliminary observational, cross-sectional, descriptive, analytical, single-center study covered a period of 4 months. Children aged 29 days to less than 18 years consulting pediatric emergencies suspected of ALRI were included. LUS was performed blinded to radiographic images, and the results obtained were compared with CXR. Ultrasound lesions were classified as minor abnormal LUS in case of subpleural nodules or sub centimeter consolidations and major abnormal LUS in case of supracentimeter consolidation.

Results: Forty children with a dominant age range of 1 to 6 months and a sex ratio 1,5 were included. LUS was compatible with pneumonia in 57.5% of cases and CXR in 45% of cases. 12 (52.1%) of the 23 patients with major abnormal LUS, compatible with pneumonia, had normal CXR. Moreover, 60% of patients with normal CXR had a major abnormal LUS. CXR identified 5% of pleural effusion, while LUS identified 12.5%. Pneumonia was diagnosed in 26 patients, 80.7% of whom had a major abnormal LUS. Antibiotic treatment was administered to 28 patients, 75% of whom had a major abnormal LUS. Two of the patients with a major abnormal LUS had not received antibiotic treatment.

Conclusion: Point of care lung ultrasound is an effective tool for the diagnosis of ALRI. It can make the difference between pneumonia and bronchiolitis and can be used as a first-line examination, as an alternative to radiography, for diagnosis and management of the ALRI in pediatric emergency department.

Key words: POCUS, LUS, pneumonia, bronchiolitis.