



**HAL**  
open science

# Étude de la fréquence de réalisation de l'échographie pulmonaire type POCUS par les clinicien-nes après formation aux urgences pédiatriques

Charlotte Voland

## ► To cite this version:

Charlotte Voland. Étude de la fréquence de réalisation de l'échographie pulmonaire type POCUS par les clinicien-nes après formation aux urgences pédiatriques. Médecine humaine et pathologie. 2023. <dumas-04478457>

**HAL Id: dumas-04478457**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04478457v1>**

Submitted on 26 Feb 2024

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

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



HAL Authorization

**UNIVERSITÉ de CAEN NORMANDIE**

-----  
**UFR SANTÉ**

**FACULTÉ de MÉDECINE**

Année 2023/2024

**THÈSE POUR L'OBTENTION**  
**DU GRADE DE DOCTEUR EN MÉDECINE**

Présentée et soutenue publiquement le : 3 novembre 2023

par

Mme VOLAND Charlotte

Née le 27 février 1994 à Cherbourg en Cotentin (*Manche*)

**TITRE DE LA THÈSE :**

**Étude de la fréquence de réalisation de l'échographie pulmonaire type POCUS par les clinicien-nes après formation aux urgences pédiatriques.**

**Présidente : Madame la Professeure DUPONT Claire**

**Membres : Monsieur le Docteur CHOMBART Thomas**

**Madame la Docteure VALLET Cécile**

**Monsieur le Docteur BROSSIER David**

**Directeur de thèse : Dr CHOMBART Thomas**

**Année Universitaire 2023/2024****Doyen**

Professeur Emmanuel TOUZÉ

**Assesseur-es**

Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)  
Professeur Anne-Sophie VOISIN (recherche)  
Professeur Lydia GUTTET (recherche)  
Professeur Emmanuel BABIN (3<sup>ème</sup> cycle)

**Directrice administrative**

Madame Sarah CHEMTOB

**PROFESSEUR-ES DES UNIVERSITÉS - PRATICIEN-NES HOSPITALIER-ES**

M.	<b>AGOSTINI Denis</b>	Biophysique et médecine nucléaire
M.	<b>AIDE Nicolas</b> ( <i>disponibilité</i> )	Biophysique et médecine nucléaire
M.	<b>ALEXANDRE Joachim</b>	Pharmacologie clinique
M.	<b>ALLOUCHE Stéphane</b>	Biochimie et biologie moléculaire
M.	<b>ALVES Arnaud</b>	Chirurgie digestive
M.	<b>AOUBA Achille</b>	Médecine résident-e
M.	<b>BABIN Emmanuel</b>	Oto-Rhino-Laryngologie
Mme	<b>BAZILLE Céline</b>	Anatomie et cytologie pathologiques
M.	<b>BÉNATEAU Hervé</b>	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
M.	<b>BENOIST Guillaume</b> ( <i>disponibilité</i> )	Gynécologie - Obstétrique
M.	<b>BERGER Ludovic</b>	Chirurgie vasculaire
M.	<b>BERGOT Emmanuel</b>	Pneumologie
Mme	<b>BRAZO Perrine</b>	Psychiatrie d'adultes
M.	<b>BUI Thanh-Huy Eric</b>	Psychiatrie d'adultes
Mme	<b>CLIN-GODARD Bénédicte</b>	Médecine et santé au travail
M.	<b>DAMAJ Ghandi Laurent</b>	Hématologie
M.	<b>DE BOYSSON Hubert</b>	Médecine résident-e
M.	<b>DELAMILLIEURE Pascal</b>	Psychiatrie d'adultes
M.	<b>DENISE Pierre</b>	Physiologie
Mme	<b>DOLLFUS Sonia</b>	Psychiatrie d'adultes
Mme	<b>DOMPMARTIN-BLANCHÈRE Anne</b>	Dermatologie
M.	<b>DREYFUS Michel</b>	Gynécologie - Obstétrique
M.	<b>DU CHEYRON Damien</b>	Réanimation médicale
Mme	<b>DUPONT Claire</b>	Pédiatrie
Mme	<b>ÉMERY Evelyne</b>	Neurochirurgie

<b>M. ESMAIL-BEYGUI Farzin</b>	Cardiologie
<b>Mme FAUVET Raffaèle</b>	Gynécologie – Obstétrique
<b>Mme FAVRAIS Géraldine</b>	Pédiatrie
<b>M. FISCHER Marc-Olivier (<i>disponibilité</i>)</b>	Anesthésiologie et réanimation
<b>M. FUZELLIER Jean-François</b>	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
<b>M. GABEREL Thomas</b>	Neurochirurgie
<b>M. GUÉNOLÉ Fabian</b>	Pédopsychiatrie
<b>Mme GUITTET-BAUD Lydia</b>	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
<b>M. HAMON Martial</b>	Cardiologie
<b>Mme HAMON Michèle</b>	Radiologie et imagerie médicale
<b>M. HANOUCZ Jean-Luc</b>	Anesthésie et réa. médecine péri-opératoire
<b>M. HITIER Martin</b>	Anatomie –ORL Chirurgie Cervico-faciale
<b>M. HULET Christophe</b>	Chirurgie orthopédique et traumatologique
<b>M. ICARD Philippe</b>	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
<b>M. JOIN-LAMBERT Olivier</b>	Bactériologie - Virologie
<b>Mme JOLY-LOBBEDEZ Florence</b>	Cancérologie
<b>M. JOUBERT Michael</b>	Endocrinologie
<b>M. LAUNOY Guy</b>	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
<b>M. LE HELLO Simon</b>	Bactériologie-Virologie
<b>Mme LE MAUFF Brigitte</b>	Immunologie
<b>Mme LELONG-BOULOUARD Véronique</b>	Pharmacologie fondamentale
<b>Mme LEVALLET Guénaelle</b>	Histologie, embryologie et cytogénétique
<b>M. LOBBEDEZ Thierry</b>	Néphrologie
<b>M. LUBRANO Jean</b>	Chirurgie viscérale et digestive
<b>M. MACREZ Richard</b>	Médecine d'urgence
<b>M. MAHE Marc-André</b>	Cancérologie
<b>M. MANRIQUE Alain</b>	Biophysique et médecine nucléaire
<b>M. MARCÉLLI Christian</b>	Rhumatologie
<b>M. MARTINAUD Olivier</b>	Neurologie
<b>M. MILLIEZ Paul</b>	Cardiologie
<b>M. MOREAU Sylvain</b>	Anatomie/Oto-Rhino-Laryngologie
<b>M. MOUTEL Grégoire</b>	Médecine légale et droit de la santé
<b>M. NORMAND Hervé</b>	Physiologie
<b>M. PARIENTI Jean-Jacques</b>	Biostatistiques, info. médicale et tech. de communication
<b>M. PELAGE Jean-Pierre</b>	Radiologie et imagerie médicale
<b>Mme PIQUET Marie-Astrid</b>	Nutrition
<b>M. QUINTYN Jean-Claude</b>	Ophtalmologie
<b>Mme RAT Anne-Christine</b>	Rhumatologie
<b>M. REPESSE Yohann</b>	Hématologie
<b>M. ROD Julien</b>	Chirurgie infantile

Mme THARIAT Juliette	Radiothérapie
M. TILLOU Xavier	Urologie
M. TOUTIRAIS Olivier	Immunologie
M. TOUZÉ Emmanuel	Neurologie
Mme VABRET Astrid	Bactériologie - Virologie
M. VERDON Renaud	Maladies infectieuses et tropicales
M. VIVIEN Denis	Biologie cellulaire

### **PROFESSEUR-ES DES UNIVERSITÉS ASSOCIE-ES**

Mme BALENÇON Martine	Pédiatrie
Mme BELLOT Anne	Pédiatrie
Mme CHATELET Valérie	Néphrologie
M. GUILLAUME Cyril	Médecine palliative
M. LABOMBARDA Fabien	Cardiologie
M. LE BAS François	Médecine Générale
M. COUETTE Pierre André	Médecine Générale
M. PIEDNOIR Emmanuel	Maladies infectieuses et tropicales
M. QUEFFEULOU Guillaume	Néphrologie

### **PRCE**

Mme LELEU Solveig	Anglais
-------------------	---------

### **PROFESSEUR-ES ÉMÉRITES**

M. BROUARD Jacques	Pédiatrie
Mme CHAPON Françoise	Histologie, embryologie
M. DEFER Gilles	Neurologie
M. DERLON Jean-Michel	Neurochirurgie
M. GUILLOIS Bernard	Pédiatrie
M. HURAUULT de LIGNY Bruno	Néphrologie
Mme KOTTLER Marie-Laure	Biochimie et biologie moléculaire
M. LE COUTOUR Xavier	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
M. LEPORRIER Michel	Hématologie
M. RAVASSE Philippe	Chirurgie infantile
M. REZNIK Yves	Endocrinologie
M. TROUSSARD Xavier	Hématologie
M. VIADER Fausto	Neurologie

**Année Universitaire 2023/2024****Doyen**

Professeur Emmanuel TOUZÉ

**Assesseur-es**

Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)  
Professeur Anne-Sophie VOISIN (recherche)  
Professeur Lydia GUTTET (recherche)  
Professeur Emmanuel BABIN (3<sup>ème</sup> cycle)

**Directrice administrative**

Madame Sarah CHEMTOB

**MAÎTRE-SSSES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS – PRATICIEN-NES  
HOSPITALIER-ES**

Mme BECHADE Clémence	Néphrologie
M. BESNARD Stéphane	Physiologie
Mme BONHOMME Julie	Parasitologie et mycologie
Mme BOULANGER Marion	Neurologie
M. BROSSIER David	Pédiatrie
M. CABÉ Nicolas	Addictologie
M. COULBAULT Laurent	Biochimie et Biologie moléculaire
M. CREVEUIL Christian	Biostatistiques, info. médicale et tech. de communication
Mme DINA Julia	Bactériologie – Virologie
M. DOLLADILLE Charles	Pharmacologie clinique
M. DRIGNY Joffrey	Médecine physique et réadaptation
Mme DUBOIS Fatéméh	Histologie, embryologie et cytogénétique
M. ÉTARD Olivier	Physiologie
M. GRUCHY Nicolas	Génétique
M. HODZIC Amir	Physiologie
M. ISNARD Christophe	Bactériologie Virologie
M. JUSTET Aurélien	Pneumologie
Mme KRIEGER Sophie	Pharmacie
M. LEGALLOIS Damien	Cardiologie
M. LE GOUIL Mériadeg	Bactériologie-Virologie
M. MENAHEM Benjamin	Chirurgie digestive
M. MITTRE Hervé	Biologie cellulaire

<b>M. MOLIN Arnaud</b>	Génétique
<b>M. SAINT-LORANT Guillaume</b>	Pharmacie
<b>M. VEYSSIERE Alexis</b>	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
<b>M. VILLAIN Cédric</b>	Médecine résident-e

### **MAITRE-SSES DE CONFERENCES DES UNIVERSITÉS DE MÉDECINE GÉNÉRALE**

**M. HUMBERT Xavier**

### **MAITRE-SSES DE CONFERENCES ASSOCIÉ-ES DES UNIVERSITÉS**

<b>Mme AMBROISE Constance</b>	Prévention, épidémiologie, économie santé, odontologie, légale
<b>Mme ARMAND Audrey</b>	Médecine générale
<b>M. BANSARD Mathieu</b>	Médecine générale
<b>M. BEN YAHIA Mohamed Mehdi</b>	Anesthésie-réanimation
<b>M. BOYER Emile</b>	Chirurgie orale ; parodontologie ; biologie orale
<b>M. CAUCHY Marceau</b>	Médecine générale
<b>Mme DAUVIN Estelle</b>	Médecine générale
<b>Mme NOEL DE JAEGER Sophie</b>	Médecine générale
<b>M. PITHON Anni</b>	Médecine générale
<b>M. POUILLAIN PIERRE</b>	Médecine générale
<b>M. SAVOURÉ Damien</b>	Dentisterie restauratrice
<b>M. WAGNER François Xavier</b>	Dentisterie restauratrice

### **MAITRE-SSES DE CONFERENCES ÉMÉRITES**

<b>Mme BENHAÏM Annie</b>	Biologie cellulaire
<b>Mme DEBRUYNE Danièle</b>	Pharmacologie fondamentale

## Remerciements

*Merci aux membre du jury :*

Merci à Thomas de m'avoir encadrée et soutenue dans ce projet.

Merci à Cécile de son soutien et de son encadrement aux urgences.

Merci à Claire et David pour leur soutien et leur écoute à différents moments de mon internat, m'aidant ainsi à continuer et avoir davantage confiance en moi.

*Merci à tous ceux et celles qui ont aidé à la réalisation de ce travail de thèse :*

Merci à Fanny pour son aide précieuses, ses conseils et son soutien, sa re(re-re)lecture et son aide sans compter.

Merci à Dre Delestran pour cette formation de qualité, sa gentillesse et sa disponibilité, sans qui cette thèse n'aurait pas été possible.

Merci à Cédric et Quentin pour leur disponibilité, leur aide aux formations.

Merci au Pr Brouard et à l'association du service de pédiatrie du CHU de Caen pour la rémunération des formations de Paris.

Mais aussi, Merci à M Franck Menage pour sa disponibilité et son aide précieuse lors des formations via le prêt de matériel. Merci à Dre Pages Hélène de m'avoir initiée à l'échographie, Merci au Dr Bruaire pour sa motivation, sa participation et son féminisme, Merci à Paul Macquaire de s'être mis à nu pour la beauté de la science, Merci à Elie et Nora d'avoir bien voulu poser pour mes photos explicatives.



Merci à l'ensemble des pédiatres du CHU de Caen et du CH de Cherbourg pour leur formation et leur gentillesse tout au long de mon internat. Merci aux urgences pédiatriques de Caen pour leur bonne humeur et leur écoute, et d'avoir accueilli ce nouveau projet avec envie. J'espère réussir à faire partie de votre équipe un jour !

Merci à l'équipe de réanimation pédiatrique pour toutes ces choses apprises, ces précieux conseils de remise en question.



Merci à mes co internes d'avoir supporté mes remarques de babos et surtout à mon amie Catline, ma co interne la plus incroyable (#bronchioland) et à ses crêpes thérapies, hâte de retravailler à tes côtés.

Merci à mes colocataires (Julia, Clara, Julie, Florian, Camille, Segnin, Martin..) qui m'ont écouté pendant des heures parler de ce beau projet, sans forcément tout comprendre mais avec patience et amour. Et puis d'exister dans ma vie, de la rendre cohérente et si drôle.

Merci à mes ami-es de la Hague et du lycée, ceux et celles d'enfance, de cette belle période plus insouciante et au goût vestimentaire indémodable et qui ont toujours autant d'importance dans ma vie.

A ma famille qui me rappelle à chaque fois de ne pas travailler autant, qui m'a donné ce goût de l'aventure et foi en l'humanité (et pour la relecture ortografik). Merci à la douceur, l'amour et l'acceptation sans condition de mes supers Mamies.

Et merci à Paul pour ses encouragements, son hu/amour et son soutien sans faille *même* pour un moldu, *même* si la médecine impacte autant notre temps passé ensemble (départ J-28)

## Liste des Abréviations

CH : Centre hospitalier

CHPC : Centre hospitalier public du Cotentin (CH de Cherbourg en Cotentin)

CHU : Centre hospitalier universitaire

CLERS : Comité local d'éthique de la recherche en santé

DJ : Docteur-e junior

Dr / Dre : Docteur-e

DU : Diplôme universitaire

ECMU : Echographie clinique en médecine d'urgence

eFAST : Extended FAST

EPTP : Echographie pulmonaire type POCUS

ETP : Equivalent temps plein

ETT : Echographie trans thoracique

FAST : Focused Assessment with Sonography for Trauma sonography

FST : Formation spécialisée transversale

GEPP : Groupe Echographie Pulmonaire Pédiatrique et néonatal

GFRUP : Groupe francophone de réanimation et d'urgences pédiatriques

HTIC : Hypertension intracrânienne

IIA : Invagination intestinale aiguë

LP : Ligne pleurale

MSF : Médecins sans frontière

NR : Non renseigné

OAP : Oedeme aigue du poumon

ONG : Organisation non gouvernementale

PLAPS : Posterolateral alveolar and/or pleural syndrome (syndrome alvéolaire et/ou pleural postéro latéral)

POCUS : Point-of-care ultrasonography, c'est-à-dire une échographie réalisée par l'urgentiste au lit du - de la patient-e (ou POC).

RP : Radiographie pulmonaire

SNG : Sonde naso-gastrique

STA : Syndrome thoracique aiguë

TM : Temps mouvement

UP : Urgences pédiatriques

VVC : Voie veineuse centrale

VVP : Voie veineuse périphérique

## Liste des tableaux et figures

Tableau 1 : caractéristiques de la population

Tableau 2 : caractéristiques des clinicien-nes ayant pris en charge les patient-es

Tableau 3 : facteurs associés à la probabilité de bénéficier d'une échographie pulmonaire aux UP

Tableau 4 : niveau de difficulté et POCUS (3)

Tableau 5 : sensibilité et spécificité de la POCUS et de la radiographie pulmonaire (2)

Tableau 6 : différence entre pathologie d'origine cardiaque ou pulmonaire

Figure 1 : Diagramme de flux

Figure 2 : avantages et inconvénients de la POCUS par Dr Ord et son équipe (2)

Figure 3 : déroulé du BLUE protocol de Dr Lichtenstein (3)

# Sommaire

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Première partie : Thèse d'exercice.....</b>	<b>2</b>
Abstract.....	3
Mots clefs.....	4
Introduction.....	4
Matériels et méthodes.....	5
Protocole de l'étude.....	6
Analyses statistiques.....	6
Résultats.....	7
Population (tableau 1).....	7
Examens complémentaires réalisés.....	7
Réalisation de l'échographie pulmonaire type POCUS.....	8
Discussion.....	9
<b>Deuxième partie : Indications de l'échographie type POCUS aux urgences pédiatriques par les urgentistes : une revue de la littérature.....</b>	<b>16</b>
Introduction et généralités.....	17
Matériels et méthodes.....	19
Résultats.....	19
Indications en pédiatrie, revue appareil par appareil :.....	19
- Abdomino-pelvien :.....	19
- Tissus mous / corps étrangers :.....	20
- Pulmonaire :.....	21
- Cardio-vasculaire : (6).....	22
- Ostéo-articulaire :.....	23
- Ophtalmologie :.....	23
- Neurologique :.....	23
- Traumatologie :.....	24
- Indications en imagerie interventionnelles (4) :.....	25
- Autre :.....	25
Discussion.....	25
Limites des POCUS.....	25
Intérêts économiques et focus médico-légal :.....	26
Importance de la formation :.....	27
Conclusion.....	29
<b>Troisième partie : l'EPTP, de l'adulte à l'enfant, formation et application pratique.</b>	<b>30</b>
Introduction.....	31
Chez l'adulte.....	31
Chez l'enfant.....	32
Indications de l'EPTP en pédiatrie :.....	33
Limites de l'EPTP en pédiatrie :.....	34
Technique de l'EPTP en pédiatrie :.....	34
Quelques généralités :.....	34

Réglage de la machine :.....	35
Choix de la sonde (2,148) :.....	35
Différents modes utilisés :.....	35
Déroulé (2,22) :.....	36
Les différentes coupes :.....	37
Description d'une image normale (2,18,21) :.....	37
Visualisation d'image pathologique (18) :.....	41
Réalisation de gestes écho-guidés :.....	46
Conclusion.....	46
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>47</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>48</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>57</b>
Annexe 1 : aide au codage.....	57
Annexe 2 : Application pratique de l'EPTP et calendrier de ce travail.....	58
Annexe 3 : Protocole de service de réalisation des échographies pleuro-pulmonaires type POCUS (EPTP) aux urgences pédiatriques :.....	63
Annexe 4 : CRF.....	64
Annexe 5 : Etat des lieux des différents CHU en France à propos de la réalisation de l'EPTP.....	66

## **Introduction**

Ce travail de thèse se compose en différentes parties.

Dans un premier temps, vous trouverez le travail de thèse d'exercice en tant que tel, intitulé "*Etude de la fréquence de réalisation de l'échographie pulmonaire type POCUS par les clinicien-nes après formation aux urgences pédiatriques*". Ce travail étudie la fréquence d'utilisation de l'échographie pulmonaire de type POCUS au sein de notre service hospitalier d'urgences pédiatriques (CHU de Caen). En effet, cet équipement est nouveau dans notre service, a nécessité un investissement important en termes de formation des équipes et de coût matériel, et nous souhaitons voir son utilisation en pratique sur une année.

Ce travail résulte d'une réflexion sur l'échographie de type POCUS en général. Un travail de revue de la littérature sur les indications, avantages et inconvénients de la réalisation d'une échographie de ce type a été réalisé pour mettre en évidence son importance au lit du-de la patient-e aux urgences pédiatriques. Cette revue est présentée en second article à la suite du travail de thèse d'exercice. Enfin, un troisième document sur les spécificités de l'échographie POCUS pulmonaire en pédiatrie complète ce manuscrit.

Aussi, nous discuterons les limites de ce type d'examen, et l'importance d'une formation de qualité. La formation des médecins a été réalisée à l'aide d'un programme de formation spécifique et innovant, antérieur à la réalisation de notre étude.

## **Première partie : Thèse d'exercice**

## **Étude de la fréquence de réalisation de l'échographie pulmonaire type POCUS par les clinicien-nes après formation aux urgences pédiatriques.**

Charlotte Volland, Fanny Delehaye, Claire Dupont, Philippe Eckart, David Brossier, Thomas Chombart.

### **Abstract**

*Introduction* : La POCUS (Point of Care UltraSonography) est une pratique courante aux urgences adultes, mais peine à se mettre en place aux urgences pédiatriques (UP). Parmi celles-ci, l'échographie pulmonaire type POCUS (EPTP) présente de grands avantages bien connus de la littérature.

*Matériels et méthode* : Nous avons étudié de façon prospective, aux UP de notre hôpital, les patient-es de 0 à 16 ans ayant bénéficié d'une imagerie pulmonaire dans leur démarche diagnostique. Nous avons évalué la prévalence de réalisation de l'EPTP ainsi que les facteurs influençant la réalisation de cet examen.

*Résultats* : La prévalence de l'EPTP était de 12.2% pour l'ensemble de notre population, et augmentait à 43% pour la population ayant bénéficié d'une imagerie pulmonaire. Néanmoins, la fréquence de réalisation de l'examen diminuait au cours du temps. Les facteurs influençant sa réalisation sont l'anomalie auscultatoire et la suspicion clinique de tableau bactérien.

*Discussion et conclusion* : Après formation des clinicien-es, l'EPTP est utilisée au sein des UP de CHU, mais un effort de formation constant des praticien-es semble nécessaire pour faire perdurer la réalisation de cet examen.

## Mots clefs

Service d'urgences, hôpital  
Nourrisson / enfant / adolescent  
Pathologie pulmonaire / imagerie diagnostique  
Echographie  
Services offerts au chevet du patient

Emergency Service, Hospital  
Infant / child / Adolescent  
Lung Diseases / diagnostic imaging  
Ultrasonography  
Point of care systems

## Introduction

Que ce soit en pédiatrie ou de manière générale, l'échographie est aujourd'hui considérée comme une imagerie de référence, reconnue dans le diagnostic de nombreuses pathologies. Complémentaires aux échographies réalisées par les radiologues pédiatriques, les échographies Point-of-care ultrasonography (POCUS) sont réalisées par l'urgentiste au lit du-de la patient-e (2,4) et sont une aide importante pour l'urgentiste qui les réalise. C'est en effet un moyen simple de compléter l'examen clinique et d'avancer dans la démarche diagnostique comme le prolongement de la main de l'urgentiste. Cet examen permet de faire une exploration rapide, focalisée sur des coupes spécifiques, et peut être facilement répété en cas d'évolution clinique. Les POCUS sont utilisées aux urgences adultes depuis les années 90, et leur utilisation fait partie des compétences obligatoires des urgentistes adultes et est recommandé par de nombreuses organisations (9,11–14). Qu'elle soit diagnostique ou aide interventionnelle, la POCUS est, dans un champ d'action précis, aussi sensible que d'autres examens ou que les échographies réalisées par des radiologues expérimenté-es (4,7,10–13) et permet un gain de temps certain. L'échographie pulmonaire de type POCUS (EPTP) est d'une grande efficacité en complément de la clinique pour l'étude du parenchyme pulmonaire (14,15), et est recommandée par plusieurs sociétés savantes (1,6). La précision de cet examen chez l'enfant se rapproche de celle du scanner, et est souvent supérieure à celle de la radiographie pulmonaire (2). Aussi, l'échographie a l'avantage de ne pas présenter

les complications liés aux irradiations des scanners et radiographies, avec notamment le risque de néoplasies secondaires (16,17). L'EPTP a de nombreuses indications (2,6,7,18–21) (i) en infectiologie, elle est une alternative à la radiographie pulmonaire (RP) dans le diagnostic des pneumopathies, notamment pour la distinction des foyers de petite taille (14,22–28). Aussi, l'EPTP pourrait orienter sur l'étiologie bactérienne ou virale d'une pneumopathie (29) (ii) l'EPTP détecte des épanchements pleuraux de petite taille (4,30), approchant la sensibilité du scanner thoracique (31) (iii) dans les procédures interventionnelles, elle permet de guider les gestes thérapeutiques. D'autres indications larges ont été étudiées et / ou validées pour l'EPTP : diagnostic d'un syndrome alvéolo interstitiel (1,6), vérification de position d'une sonde d'intubation (11,30), recherche d'atélectasie, d'oedème (5), de corps étrangers (32)...

La population pédiatrique gagnerait donc à la généralisation de la pratique de l'EPTP. Bien que les avantages présentés par cet examen soient démontrés, la mise en pratique au sein d'un service d'urgences pédiatriques (UP) n'est pas étudiée, tant sur la difficulté de changement des pratiques cliniques que sur l'utilisation au quotidien en tant que telle. Nous avons, au sein de notre service d'UP de notre hôpital, formé nos praticien-nes à l'utilisation de l'EPTP. Notre étude a pour but d'identifier la fréquence d'utilisation de l'EPTP dans des situations cliniques où son utilisation est appropriée, ainsi que les facteurs influençant sa réalisation.

## **Matériels et méthodes**

Nous avons réalisé une étude prospective au sein des UP du centre hospitalier universitaire de Caen du 12/12/2022 au 17/09/2023.

Nous avons inclus les patient-es de 0 à 16 ans consultant aux UP et nécessitant théoriquement une imagerie pulmonaire (anomalie auscultatoire pulmonaire et/ou traumatisme thoracique). Ces patient-es ont été recensé-es à l'aide des codages diagnostiques (liste des codages en annexe 1). Secondairement, étaient exclu-es les patient-es présentant une pathologie cardiaque et / ou pulmonaire chronique (sauf asthme) ou hémodynamiquement instables.

## *Protocole de l'étude*

Dans un premier temps, en octobre 2022, les clinicien-nes des UP ont été formé-es à l'EPTP par un groupe de pneumopédiatres du Groupe d'Échographie Pulmonaire Pédiatrique et Néonatale (GEPP) (33). Ces formations ont été répétées au début de chaque semestre en interne par nos pneumopédiatres de façon à former une grande partie de nos clinicien-nes séniors ou résident-es. Le déroulé des formations et la mise en application pratique de cet examen est disponible en annexe 2. L'échographe utilisé était un ultra portable type Lumify de chez Philips®. Nous avons également réalisé un protocole de service guidant l'utilisation de l'EPTP (annexe 3), qui a été diffusé au sein de l'équipe des UP.

Dans un second temps, nous avons réalisé un recueil sur 4 périodes de 15 jours consécutifs sur une année, de novembre 2022 à octobre 2023, de façon à permettre une meilleure représentabilité des saisons, et s'affranchir d'un biais dans les motifs de consultations. Nous avons distingué : première période (P1) du 12 au 25 décembre 2022, deuxième période (P2) du 13 au 26 mars 2023, troisième période (P3) du 12 au 25 juin 2023 et quatrième période (P4) du 4 au 17 septembre 2023. Pour chaque patient-e inclus-e, une grille de recueil a été rempli afin de collecter les différentes données cliniques, diagnostiques, et radiologiques (annexe 4). Ces informations ont été recueillies rétrospectivement via le logiciel Urqual (version 8.2.7.5.2). De façon à limiter l'oubli de codage informatique de l'acte échographique ou des diagnostics, un cahier de traçabilité des échographies pulmonaires réalisées a été mis en place au sein des UP.

Nous avons défini comme critère de jugement principal la fréquence de réalisation de l'EPTP aux urgences pédiatriques. Nos critères de jugement secondaires sont les facteurs influençant la réalisation de l'EPTP.

## *Analyses statistiques*

L'ensemble des variables ont été testées, et les variables quantitatives ne suivaient pas la loi normale suite au test de Krustall Wallis. Les variables quantitatives ont été exprimées en médianes, [1er;3eme quartiles] et comparées à l'aide d'un test de Wilcoxon. Les variables qualitatives ont été exprimées en nombre (pourcentages) et comparées à l'aide du Chi2 ou test de Fisher selon les effectifs.

Pour analyser les facteurs associés à la probabilité de réalisation d'une EPTP, nous avons réalisé un modèle de régression logistique. De façon à s'affranchir d'un

nombre de variables dépendant du nombre d'événements, nous avons eu recours à un modèle avec sélection backward. Au total, la p-value a  $< 0.05$  a été retenue pour considérer une différence significative.

Pour réaliser ces analyses, nous avons utilisé le logiciel SAS V9.4 (SAS institute, NC, Cary)

Notre étude a obtenu l'avis favorable du *Comité local d'éthique de la recherche en Santé* (CLERS) en date du 25 juillet 2022. Les patient-es ou leur responsables légaux-ales ont été prévenus de l'étude en cours et le consentement oral a systématiquement été recueilli. Cette étude respecte les conditions MR004 et les conditions éthiques de la déclaration d'Helsinki.

## Résultats

### *Population (tableau 1)*

Au total, 263 enfants ont été inclus : 118 au cours de P1, 50 au cours de P2, 37 au cours de P3 et 57 au cours de P4 (figure 1). La médiane d'âge des patient-es ayant consulté aux UP était de 1 an [0,4]. Les consultations étaient réalisées majoritairement entre 18h et minuit (43%) pour une durée médiane de 2 heures.

Les principaux motifs de consultations étaient : la toux (58%) et les signes de lutte respiratoire (70%). Les patient-es ont majoritairement été vu-es par des résident-es (68%), et tout-tes soignant-es confondu-es, ces patient-es ont été vu-es dans 29% des cas par quelqu'un-e ayant une activité d'échographie de manière habituelle, et dans 93% des cas par quelqu'un-e ayant été formés à l'EPTP dans le cadre de cette étude (tableau 2).

### *Examens complémentaires réalisés*

Des examens complémentaires d'exploration du parenchyme pulmonaire ont été réalisés pour 28,13% des patient-es. Ces différents examens étaient : RP (21%), l'EPTP (12,2%), scanner thoracique (0,5%). Dans l'heure suivant l'admission, 37 % (N= 18) des RP et 67% (N= 18) des EPTP ont été réalisées .

Parmi les patient-es ayant bénéficié d'une EPTP, 47% (N= 15) d'entre eux-elles ont eu également une imagerie pulmonaire irradiante (RP, scanner thoracique). Au total, 21 % de notre population a reçu un examen irradiant (N= 56).

Quatorze patient-es ont bénéficié d'une RP et d'une EPTP. Parmi eux - elles, six présentaient une RP interprétée comme normale. Pour deux de ces patient-es, l'échographie a révélé des anomalies pulmonaires et a permis de redresser le diagnostic d'un syndrome bronchique et d'une pneumopathie. Un-e seul-e patient-e a bénéficié d'une EPTP et d'un scanner thoracique dans un contexte de contusion thoracique, et les deux examens sont revenus négatifs.

Nous avons regroupé les diagnostics finaux en grande catégorie afin d'observer le type d'imagerie pulmonaire réalisée. Au total, l'EPTP a été réalisée dans 29% des pneumopathies, 25% des contusions thoraciques, 11% des manifestations asthmatiques et 7,5% des bronchites / bronchiolites. A noter que dans les deux dernières catégories, la réalisation de RP était également limitée, réalisée respectivement dans 22,5 et 7,5% des cas.

### *Réalisation de l'échographie pulmonaire type POCUS*

L'échographie a été réalisée chez 32 patient-es, soit dans 12,2% des cas. Ce chiffre augmente à 43.2% lorsque l'on rapporte au nombre d'enfants ayant bénéficié d'une imagerie pulmonaire.

La fréquence de réalisation de l'EPTP différait significativement suivant la période de l'année. En effet, lors de la P4, qui est la période la plus éloignée de la formation initiale à l'EPTP, seulement 3,4% des patient-es dont les dossiers ont été recueillis ont bénéficié d'une EPTP (contre 6 à 8% dans les autres périodes).

Dans notre cohorte, 6,5 % (N= 17) de patient-es ont bénéficié seulement d'une ETPT (53% des patient-es ayant eu une EPTP), et 41% d'entre elles étaient interprétées comme pathologiques.

Nous avons mis en évidence deux facteurs significatifs de la probabilité de bénéficier d'une échographie pulmonaire : la suspicion d'infection bactérienne clinique lors de l'examen clinique (OR= 38,4), et la présence d'une anomalie auscultatoire (OR = 10,1). Notre analyse a permis de montrer que ni le contexte de réalisation de l'échographie au sein des UP, ni l'expérience du-de la clinicien-ne n'impactaient la probabilité de bénéficier d'une échographie (tableau 3).

## Discussion

La prévalence de réalisation de l'EPTP par les clinicien-nes aux UP après formation et obtention du matériel est de 12,2%. Ce nombre est assez limité sur l'ensemble de nos patient-es recueilli-es, mais celui-ci augmente à 43% chez les patient-es ayant bénéficié d'une imagerie pulmonaire.

Bien que nous n'ayons pas retrouvé d'études similaires à la nôtre dans la littérature pour comparer notre prévalence de réalisation d'EPTP, ce taux nous semble satisfaisant compte tenu de l'effort individuel du-de la clinicien-ne à se former et à appliquer cette nouvelle compétence. En effet, le service médical rendu aux patient-es de l'EPTP est aujourd'hui prouvé (14,15), et reconnu par les sociétés savantes (1,6), d'où l'intérêt majeur d'en acquérir les compétences.

L'EPTP présente un intérêt dans de nombreuses pathologies avec des chiffres de sensibilité et spécificité élevés dans de nombreuses indications. En effet, on retrouve (i) un chiffre de sensibilité et de spécificité respectivement de 96% et 93% pour les pneumopathies (22–27), une finesse dans la détection des épanchements pleuraux à partir du seuil de 10 ml alors celui de la RP est de 200 ml, s'approchant ainsi des performances du scanner (4,22,34) (iii) une aide diagnostique (35,36) mais aussi une détection plus rapide des complications des patient-es avec bronchiolite (surinfection, atélectasie...) (22,37,38) ou ceux-celles ayant un état graves (22,39,40), et bien que ne faisant pas l'unanimité dans les études du fait de sa trop grande sensibilité (6,37), elle fait partie des nouvelles compétences à maîtriser reconnues par le GFRUP 2023, notamment pour les bronchiolites les plus graves (42), (iv) une détection aussi sensible que le scanner et supérieure à la RP pour le diagnostic d'un syndrome thoracique aigu du drépanocytaire (42) (v) aide à l'évaluation de la sévérité dans les manifestations d'asthme (43) D'autres études semblent nécessaires afin de valider de plus amples indications car certaines ne font pas consensus (bronchiolite (6,37), vérification prothèse d'intubation (44)...).

Bien que le taux de réalisation de l'EPTP aux UP nous semble correct dans notre étude, 47 % des enfants ayant bénéficié de cet examen ont eu également une imagerie pulmonaire irradiante associée (RP ou scanner thoracique). Ceci renvoie à un probable manque de confiance de la part des praticien-nes en cette nouvelle technique, ou en leur capacité de réalisation de l'EPTP malgré la formation

adéquate. Aussi, cela appelle à un changement durable des pratiques professionnelles qu'il n'est pas toujours simple à appliquer en vie réelle. La multiplication des examens d'imagerie entraîne donc une augmentation de la durée de présence aux UP (63 % des RP étaient réalisées plus d'une heure après l'examen initial, alors que l'EPTP est faisable immédiatement au lit du malade), une majoration du coût total de la consultation, ainsi que la réalisation d'une irradiation évitable et ses conséquences (16,17). Chaque examen d'imagerie réalisé apporte une cotation qui valorise le service effectuant l'acte, et la réalisation d'actes diagnostiques tel que l'EPTP permet une majoration du forfait de passage des patient-es aux UP de 37.8 euros (45,46). Ainsi, cet examen apporte un bénéfice certes clinique, mais peut également être valorisé sur le plan administratif de chaque hôpital pour faire valoir sa mise en place au sein d'UP.

Les facteurs influençant la réalisation de l'EPTP dans notre étude sont généralement ceux amenant les clinicien-nes à la réalisation d'une imagerie pulmonaire (suspicion clinique d'un tableau bactérien ou anomalie auscultatoire). Ces facteurs renvoient également aux principales indications de l'EPTP décrites dans la littérature, et traduisent les bonnes pratiques de nos praticien-nes au décours de la formation théorique (2). Nos fréquences de réalisation de l'EPTP variaient au cours de l'année avec notamment une baisse sur notre dernière période de recueil, et soulignent l'importance d'une formation initiale de l'équipe, mais aussi de sa répétition au cours du temps pour pouvoir changer durablement nos pratiques. Former l'intégralité de l'équipe de soin nous semblait indispensable, et nous avons constaté que la réalisation de cet examen n'était pas influencées par les caractéristiques des soignant-es alors que l'on pourrait s'attendre à plus de réticences au changement de pratiques chez les praticien-nes expérimenté-es avec des habitudes cliniques ancrées.

Bien que la formation nous semble indispensable au regard de nos données et de la littérature notamment durant le cursus de formation des médecins (10,47), il n'existe pas de formation validée à l'EPTP, que cela soit pour les résident-es ou dans le cadre de la formation médicale continue des médecins séniors.

Notre étude présente certaines limites qu'il convient d'exposer. D'une part, la nature rétrospective de notre recueil nous expose aux données manquantes et de ce fait, nuance les résultats de notre étude. De même, le recueil des patients-es inclu-es est réalisé de façon prospective mais de façon périodique, et un recueil linéaire sur une année consécutive nous aurait affranchi totalement du biais de saisonnalité et des

motifs de consultation. Notre étude est novatrice car elle étudie la réalisation en pratique d'un nouvel examen avec un service médical rendu prouvé. Néanmoins, la nouveauté de cet examen peut entraîner une augmentation de sa réalisation juste après l'acquisition des compétences, et il serait donc important d'étudier la durabilité de la réalisation de l'EPTP dans le temps, afin de ne pas méconnaître une nécessité de renouveler les formations des praticien-nes. De même, notre étude est monocentrique et les habitudes intrinsèques des UP de notre hôpital peuvent influencer sur la réalisation de l'EPTP.

Il existe aujourd'hui de nombreuses indications à la POCUS au-delà du strict cadre pulmonaire en pédiatrie, dont certaines ont déjà une validité scientifique permettant leur mise en place pratique (1,12). Il sera donc intéressant d'étendre notre champ de formation à la POCUS, notamment pour certains diagnostics clés de pédiatrie (invagination intestinale aiguë (48–51), recherche de corps étrangers (22,52–54), évaluation hémodynamique (6), recherche d'épanchement intra articulaire (55–58), évaluation des pressions intracrâniennes (5)... ) mais aussi pour une aide interventionnelle des soins courants (pose de VVP (9), aide au sondage vésical (59–61)... ). L'acquisition de ces multiples compétences par nos clinicien-nes permettrait sans nul doute d'améliorer la prise en charge des patient-es, de limiter le temps de présence aux UP, ainsi que l'exposition aux radiations.

**Tableau 1 :** caractéristiques de la population

	nombre ou médiane	% ou [Q1;Q3]	EPTP + (%)	EPTP - (%)	p-value
<b>Epidémiologie</b>					
<i>période de recueil</i>					0,004
P1	118	45	9	109	
P2	50	19	8	42	
P3	37	14	11	26	
P4	57	22	4	53	
<i>période de la journée</i>					0,012
8h-14h	73	28	14	59	
14h-18h	50	19	9	41	
18h-00h	113	43	6	107	
00h-8h	25	10	3	22	
<i>durée de passage (heure)</i>	2	[1;3]			0,575
<i>nombre de passages du jour</i>	82	[69;98]			0,168
<b>Paramètres cliniques</b>					
âge (année)	1	[0;4]			<0,001
anomalies auscultatoires	183	73	16	167	0,003
fièvre	44	17	12	32	<0,001
signes de lutte	158	62	13	145	0,014
désaturation en O2 < 94%	28	10	4	21	0,508
traumatisme thoracique	4	1,6	2	2	0,073
autres symptômes	9	4	6	3	<0,001
évocation tableau bactérien	34	13	19	15	<0,001
<b>Motif de consultation</b>					
toux	215	58	21	194	0,008
fièvre	109	42	21	88	0,004
signes de lutte	183	70	14	183	0,002
autres	39	15	12	27	<0,001

EPTP + : réalisation d'une EPTP / EPTP - : pas d'EPTP réalisée

**Tableau 2 :** caractéristiques des clinicien-nes ayant pris en charge les patient-es

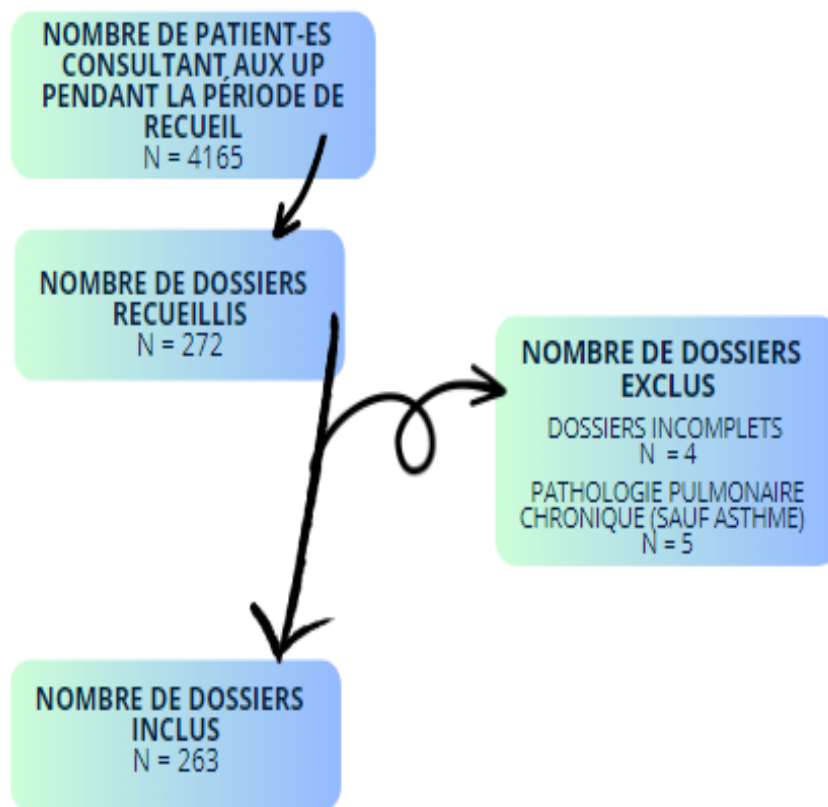
	nombre ou médiane	% ou [Q1;Q3]	EPTP + (%)	EPTP - (%)	p-value
<i>Sénior / résident-e</i>	82/179	31	10	72	0,983
<i>Lieu d'exercice</i>					0,023
urgences	41	52	3	38	
service de pédiatrie	26	33	7	19	
activité mixte	12	15	0	12	
<i>Expérience sénior</i>					0,133
< 5 ans	33	42	7	26	
5 à 10 ans	24	31	3	21	
10 à 20 ans	2	3	0	2	
> 20 ans	19	24	0	19	
<i>Niveau du-de la résident-e</i>					0,79
phase socle	8	4	0	8	
phase d'approfondissement	149	84	20	129	
DJ	21	12	2	19	
<i>Activité échographique habituelle</i>	75	29	18	57	<0,001
<i>Formé-e à l'EPTP</i>	210	82	31	179	0,018
<i>Type de formation</i>					1
compagnonnage	1	0,5	0	1	
officielle	14	6,5	2	12	
de l'étude	196	93	29	167	

EPTP + : réalisation d'une EPTP / EPTP - : pas d'EPTP réalisée

**Tableau 3 :** facteurs associés à la probabilité de bénéficier d'une échographie pulmonaire aux UP

Variable d'intérêt	p-value multivariée
<b>Contexte du service</b>	
<i>période de l'année</i>	0,993
P1	[0,03;2,66]
P2	[0,04;3,75]
P3	[0,53;93,83]
P4	(REFERENCE)
période de journée	0,033
durée de passage (heure)	0,885
nombre passages par jour	0,583
<b>Clinique du patient</b>	
âge (année)	0,128
fièvre	0,864
signes de lutte	0,949
anomalie auscultatoire	0,004
désaturation en O2 < 94%	0,966
traumatisme thoracique	0,999
suspicion clinique tableau bactérien	<0,001
anomalie clinique autre	0,558
<b>Praticien-ne</b>	
sénior / interne	0,986
interne niveau	0,56
activité échographique habituelle	0,187
formation à l'échographie pulmonaire	0,887

Figure 1 : Diagramme de flux



**Deuxième partie : Indications de l'échographie type POCUS  
aux urgences pédiatriques par les urgentistes : une revue  
de la littérature.**

## Introduction et généralités

L'intérêt majeur des échographies en pédiatrie n'est plus à prouver, considérée aujourd'hui comme l'imagerie de référence dans de nombreuses pathologies. Habituellement, les échographies sont réalisées par les radiologues, et l'expertise de ces spécialistes permet une grande précision de l'examen réalisé, parfois aussi précis que le scanner (ou tomodensitométrie). Aussi, l'échographie présente l'intérêt d'éviter les risques liés aux irradiations liées à d'autres examens d'imagerie sur les corps en croissance, et notamment les néoplasies secondaires (16,17).

L'échographie POCUS (Point-of-care ultrasonography, c'est-à-dire une échographie réalisée par l'urgentiste au lit du-de la patient-e) (2,4) est une aide importante pour l'urgentiste, complémentaire à l'examen d'échographie du-de la radiologue. C'est un moyen simple de compléter l'examen clinique et de répondre à des questions précises par quelques coupes localisées.

Début des années 2000, le Dr Escoda et son équipe mettent en avant l'intérêt de l'échographie POCUS aux urgences pédiatriques : *“ L'échographie aux urgences est un examen dirigé, focalisé dont l'objectif est de répondre à une question spécifique, la conduite diagnostique et / ou thérapeutique dépendant directement de la réponse donnée. Il ne s'agit pas d'un acte de radiodiagnostic, et en ce sens, l'expertise du radiologue n'est pas indispensable. L'échographie vient aider la réalisation de procédures invasives ou répondre à une question de l'ordre du diagnostic.”* (62)

Pouvant être répétées en cas de dégradation de l'état du-de la patient-e, elles sont comme le prolongement de la main de l'urgentiste.

Bien que son utilité soit démontrée, l'échographie type POCUS n'est pas encore démocratisée en pédiatrie, contrairement à la médecine d'adulte. En effet, elles font partie des compétences obligatoires des urgentistes adultes, avec une utilisation recommandée par de nombreuses organisations scientifiques (1,6,8,47,63). Qu'elle soit diagnostique ou aide interventionnelle pour différentes procédures, elles sont sources de gain de temps et, dans un champ d'action précis, elles sont d'une sensibilité très forte (4,10–13,22).

En France, l'échographie de type POCUS semble réalisée fréquemment dans les centres hospitaliers parisiens. A l'aide d'une enquête que nous avons réalisée en 2021, nous observons qu'en dehors des hôpitaux de Paris (APHP), seuls 11 centres hospitaliers universitaires sur 27 possèdent un échographe de type POCUS aux

urgences pédiatriques (annexe 5) : 10 centres réalisent parfois des échographies POCUS (37%), et 1 centre de manière fréquente. A noter qu'aucun centre hospitalier de proximité ne semble disposer d'échographe. En Basse Normandie, de façon similaire, aucun centre ne possède d'échographe, et seuls quelques pédiatres du CH de Cherbourg sont formés à son utilisation. En dehors du centre universitaire de référence (Caen), les centres de Basse Normandie ne bénéficient que rarement de radiologues en présentiel pour la réalisation d'échographie, ou formés spécifiquement à la radiologie pédiatrique.

A l'étranger, l'échographie POCUS tend à se développer dans les pays pauvres. En effet, il existe un véritable enjeu à cet examen, car l'accès aux soins est difficile, et les examens complémentaires, lorsqu'ils sont disponibles, requièrent souvent une contribution financière pour un examen de qualité potentiellement limitée (64–67). Par exemple, en République Centrafricaine, l'un des pays les plus pauvres au monde et en proie à des conflits militaro-politiques, les radiographies sont payantes, chères, de qualité moyenne, et nécessitent un déplacement du-de la patient-e. Il n'existe qu'un seul scanner pour tout le pays qui a été installé en 2019 et dont le coût de l'examen est également élevé pour un-e patient-e (68). "Médecin Sans Frontières" (MSF) l'utilise au sein du centre hospitalier universitaire de Bangui. En effet, ce CHU est appuyé financièrement et en moyen humain par l'ONG et forme les médecins à l'échographie.

Dans les pays riches, la France n'est pas le seul état à avoir du mal à systématiser l'échographie de type POCUS. En effet, le GFRUP a mis en évidence des difficultés de mise en place présentées en congrès en 2021 (Hôpital Sainte Justine, Montréal, Canada) (69). Or, malgré ces difficultés liées à la généralisation de cette pratique, l'échographie de type POCUS est aujourd'hui recommandée par de nombreuses sociétés savantes (1,8,70), notamment aux Etats Unis avec des guidelines pour son utilisation et en Europe, également, via le groupe de travail de l'ESPNIC.

Nous avons donc réalisé cette revue de la littérature de façon à mettre en évidence les différentes indications et avantages de l'échographie type POCUS. Ainsi, l'idée de ce travail est de collecter des arguments sur l'intérêt de cet examen pour permettre de justifier son achat et son utilisation en pratique au sein de notre service d'urgences pédiatriques.

## Matériels et méthodes

La revue de la littérature a été faite sur la base de recherche PubMed, et traite des articles publiés sur les 50 dernières années, jusqu'en 2022. Les mots clefs utilisés sont : point of care / bedside computing / Child : birth-18 years / ultrasonography / POCUS. Les articles traitant de la néonatalogie et de POCUS hors service d'urgences ont été exclus. A ces articles ont été ajoutés ceux cités dans les différentes revues de la littérature plus anciennes sur le même sujet.

## Résultats

Au total, nous avons relevé une centaine d'articles.

Examen démontré comme efficace depuis 2000 (11,70), des guidelines sur l'utilisation et les indications de l'échographie POCUS ont émergé au fil des ans. En 2016, Marin et al. proposent des bases de guidelines américaines (8). Plus tard en 2020, le POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC) (5) a publié des recommandations d'utilisation des POCUS en cas de maladie grave chez le nouveau-né et l'enfant.

### Indications en pédiatrie, revue appareil par appareil :

#### - Abdomino-pelvien :

Examen de référence dans la plus grande partie des pathologies de chirurgie viscérale pédiatrique (71,72), l'échographie réalisée par l'urgentiste reste limitée du fait de sa complexité. L'échographie POCUS digestive est sans doute moins performante que celle réalisée par un-e radiologue, mais est un guide important dans la prise en charge et peut permettre d'avoir rapidement des informations complémentaires (6,22) :

- o Invagination intestinale aiguë (IIA) (48–51) : la POCUS aurait une sensibilité et une spécificité élevée pour le diagnostic de l'IIA, même à un stade précoce (73), et pour faire la différence entre type iléo-colique ou duodéno-duodénale (74). C'est parfois un réel gain de chance, notamment dans les formes atypiques (75).
- o Appendicite aiguë : l'échographie réalisée par l'urgentiste a une bonne sensibilité et une bonne spécificité mais l'entraînement de l'urgentiste

doit être optimal (11). Dans ce cas, cela permet de réduire le temps de passage aux urgences (76) ainsi que le nombre de scanners réalisés (77). Cet examen peut toujours être une aide intéressante lors de doute diagnostic (8,9) et est actuellement utilisé dans les centres ayant des urgences mixtes (adultes et pédiatriques) (24).

- o Sténose du pylore (48) : la sensibilité de l'échographie est identique, qu'elle soit réalisée par un-e radiologue ou un-e urgentiste (12). Cependant, la recherche de sténose du pylore par POCUS n'a pas été validée par le groupe d'expert-es du ESPNIC et devrait donc être réalisée uniquement par un-e radiologue expérimenté (5), et être davantage étudiée.
- o Explorations vésicales : aujourd'hui, la technique recommandée d'explorations microbiologiques des urines en pédiatrie est le sondage aller-retour (78–80), ce qui en fait un geste très fréquent aux urgences pédiatriques. Or, en cas de vessie insuffisamment pleine, on s'expose à un risque d'échec de sondage, qui peut être estimé facilement à l'échographie (59–61).
- o Explorations rénales : l'échographie a un rôle important dans la recherche de facteurs favorisant ou de complication des infections urinaires fébriles. En effet, la recherche d'uropathies malformatives, d'hydronéphrose ou de lithiase permet de réaliser un traitement adapté sans attendre (5,24,25), permettant de temporiser les explorations spécialisées (83).
- o Autres indications : La caractérisation des hernies et tuméfactions (77), parfois post traumatique (78) ou en aide pour une ponction sus pubienne, lorsqu'elle doit être réalisée (79). Le nombre de consultations aux urgences pédiatriques pour constipation est important et une POCUS permet de s'affranchir de l'ASP et limiter ainsi l'irradiation (6).

- **Tissus mous / corps étrangers :**

- o Recherche de collection : l'échographie permet la distinction entre cellulite et abcès de manière plus sensible que l'examen clinique seul (6,11,22,84,85).

- o Drainage : le guidage échographique permet l'aide à la réalisation des gestes ainsi qu'une baisse des complications (exsufflation / drainage d'épanchement pleural, ponctions lombaires, biopsies...) (4,11,22,86–88).
- o Recherche de corps étranger : bien souvent radio transparents, les corps étrangers inhalés ou ingérés peuvent être vus à l'échographie (22,52–54). La recherche de corps étrangers sous cutanés est aussi une indication (89).
- o Masses cervicales : l'obtention des informations de structure de la masse peut être aidée par la POCUS (90,91).

- **Pulmonaire :**

- Pathologies infectieuses :

- o pneumopathie : l'échographie est un excellent examen en alternative à la radiographie pulmonaire, qui est irradiante et avec souvent des signes radiologiques décalés par rapport à la clinique. L'échographie pulmonaire a une sensibilité de 96%, une spécificité de 93% (22–27) et semble plus précise que la clinique pour les petits foyers (14,28), de même que pour distinguer une infection d'origine bactérienne ou virale (29) mais nécessite davantage d'études. De manière générale, l'échographie permet de détecter facilement un syndrome alvéolo-interstitiel (1,6).
- o bronchiolite : l'échographie est aussi performante que l'examen clinique pour le diagnostic de bronchiolite (35,36), mais permet une identification plus précoce des enfants qui nécessitent une oxygénothérapie (22,40) ou l'indication d'hospitalisation en unité de soins continue (39). Elle permet de faire la part des choses entre une surinfection, un foyer de pneumonie et une atelectasie (22,37,38). En revanche, le risque de surdiagnostic de complications est important, et l'utilisation de l'échographie devrait se limiter aux formes graves (6,37). Les nouvelles recommandations du GFRUP 2023 mettent au même plan l'échographie pulmonaire et la radiographie pulmonaire en cas d'indication à une imagerie, notamment pour les patient-es avec les formes les plus graves (41).

- Épanchement : l'échographie pleuro-pulmonaire permet de mettre en évidence un épanchement, en étant plus sensible que la radiographie et l'auscultation pulmonaire (4,22). En effet, la radiographie pulmonaire permet de visualiser des épanchements de plus de 200 mL, alors que l'échographie visualise elle des épanchements dès 10 mL. Elle approche même la sensibilité du scanner thoracique (34). De plus, l'échographie permet de guider les gestes thérapeutiques adaptés.
  
- Autres utilisations possibles :
  - vérification de la position de sonde d'intubation pour s'assurer d'une ventilation non sélective (11,22).
  - recherche d'atélectasie (par exemple post anesthésie), d'oedème (5), de fracture de côte, ou de corps étrangers (32).
  - chez les drépanocytaires, la recherche de syndrome thoracique aigu échographique est plus performante que la radiographie pulmonaire seule, et l'est autant que le scanner (42).
  - asthme : apporte une aide à l'évaluation de la sévérité, notamment en cas de présence de syndrome interstitiel ou de condensation (43).
  
- **Cardio-vasculaire : (6)**
- Évaluation hémodynamique :
  - évaluation cardiaque : contractilité, fonction du ventricule droit (55–57) et précharge pour orienter sur l'indication des expansions volémiques vasculaires (11,22,95). Aussi, aide au diagnostic de tamponnade (96–98) et d'embolie pulmonaire à l'aide de l'étude du ventricule droit (99).
  - pas de validation de la POCUS pour la recherche d'endocardite, par le groupe d'expert du ESPNIC (5), bien que mise en avant par d'autres études (100).
  
- Thrombose veineuse profonde : peu d'étude de la POCUS dans ce contexte, mais peut représenter un gain de chance lorsque cette pathologie peu fréquente est évoquée (22,101).

- **Ostéo-articulaire :**

- Fracture : l'échographie est complémentaire de la radiographie, surtout pour la caractérisation précise de la fracture (22,101–103). Dans les traumatismes du membre supérieur, la POCUS est très intéressante et permet de discerner les fractures de clavicule (104), et celle de l'épaule (105). Pour les fractures des petits os (carpes (106), métatarses (107)), l'échographie est plus précise que la radiographie, et apporte une aide précieuse pour la caractérisation ou la recherche de complications (108–110).
- Infection ostéo-articulaire : l'échographie recherche principalement un épanchement (22). Pour les épanchements de hanche, un entraînement rigoureux de l'urgentiste est nécessaire et alors la sensibilité de la POCUS est identique à un diagnostic réalisé par un-e radiologue entraîné-e (55–58), et permet de guider sa ponction (111). La POCUS peut également être une aide diagnostic d'ostéomyélite (112), mais davantage d'études sont nécessaires pour valider strictement son indication.
- Autres indications : les infiltrations articulaires peuvent être guidées par l'échographie POCUS (6). Pour les traumatismes des doigts, l'échographie peut permettre de vérifier l'absence de lésion du lit de l'ongle (113). Dans les présentations atypiques, le diagnostic de luxation de la tête radiale peut être confirmé à l'échographie (114).

- **Ophthalmologie :**

L'échographie au lit du - de la malade peut être utilisée à la recherche de décollement de rétine ou du vitré, de rétinoblastome, de signe d'HTIC à travers la recherche d'un oedème papillaire ou d'hémorragie rétinienne, bien que là encore peu étudiée au sein de la population pédiatrique (8,22,115–118). La mesure du diamètre du nerf optique est un indicateur d'HTIC, bien que là aussi il y ait un manque important d'étude (8).

- **Neurologique :**

L'échographie au lit du-de la patient-e joue également un rôle à la recherche de complications type saignement intracérébral, vasospasme secondaire ou encore

l'évaluation des pressions intracrâniennes (5). En effet, le diagnostic d'hydrocéphalie peut également être facilité par l'échographie que ce soit en conséquence d'une infection méningée ou d'un traumatisme crânien (119,120).

- **Traumatologie :**

En cas de traumatisme grave en pédiatrie, le scanner est l'examen de référence (121,122). Une fois encore le côté irradiant de cet examen impose de se limiter aux strictes indications, comme dans le cas des traumatismes crâniens avec l'étude PECARN (87), mais justifie également la recherche d'alternatives moins à risque.

L'échographie de débrouillage est plus rapide à réaliser que le scanner, et est donc préférée en cas de patient-e instable. La FAST echo (Focused Assessment with Sonography for Traumatism) permet la recherche rapide d'épanchements au niveau des différentes cavités (péricardique, périhépatique, périsplénique, et pelvien). Lorsque s'ajoute la recherche d'un pneumothorax elle devient e-FAST (extended FAST) (4). La e-FAST reste peu utilisée en pédiatrie, mais son utilisation est plus fréquente dans les centres prenant en charge adultes et enfants (124). En revanche, elle aurait une sensibilité moindre que chez l'adulte car il y a peu d'épanchements libres dans les traumatismes abdominaux en pédiatrie, mais davantage de contusions des organes pleins, plus difficiles à mettre en évidence à l'échographie et ne faisant pas partie de la FAST écho (9). Des techniques d'échographie spécifique pourraient être étudiées pour apprendre à mettre en évidence ce genre de dommages, mais pour l'instant la réalisation d'une FAST écho en pédiatrie ne permet pas de soustraire à un examen scanographique élargi (11,22,125–127).

Pour ce qui est des traumatismes thoraciques, l'échographie est performante pour rechercher des pneumothorax, contusions pulmonaires mais aussi des fractures costales (11,128,129).

En cas de traumatisme crânien, les dopplers transcrâniens sont utiles pour l'identification d'HTIC (1,119). Cependant, cet examen ne permet pas de faire la différence entre un dommage induit par autrui, type syndrome du bébé secoué ou accidentelle (130). Aussi, l'échographie transfontanellaire peut être réalisée en POCUS, à la recherche d'hémorragie intracérébrale ou d'altération des flux et des pressions vasculaires (5,131), ou de fracture du crâne (132).

- **Indications en imagerie interventionnelles (4) :**
  - Assistance échoguidée des ponctions : lombaire, pleurale, ... (4,22,133).
  - Contrôle de position d'un support de nutrition entérale : SNG (134), gastrostomie (135).
  - Pose d'un abord veineux périphérique (9), mais aussi central (4,136–142) L'échographie aide alors à diminuer le temps passé, le nombre de ponctions et ainsi l'expérience désagréable en lien avec le geste (138). L'étude des extravasations des produits de perfusion nécessite d'être davantage étudiée (143).
  
- **Autre :**
  - Organes génitaux : très peu d'études rapportent l'intérêt de l'échographie POCUS dans ces indications, ne permettant pas de conclure sur des indications précises de cet examen dans ce contexte ...) (22).
  - Les prises en charge chirurgicales pourraient être éventuellement avancées en cas de vérification d'un estomac vide à l'échographie, parfois discordant avec l'heure annoncée du dernier repas (144).

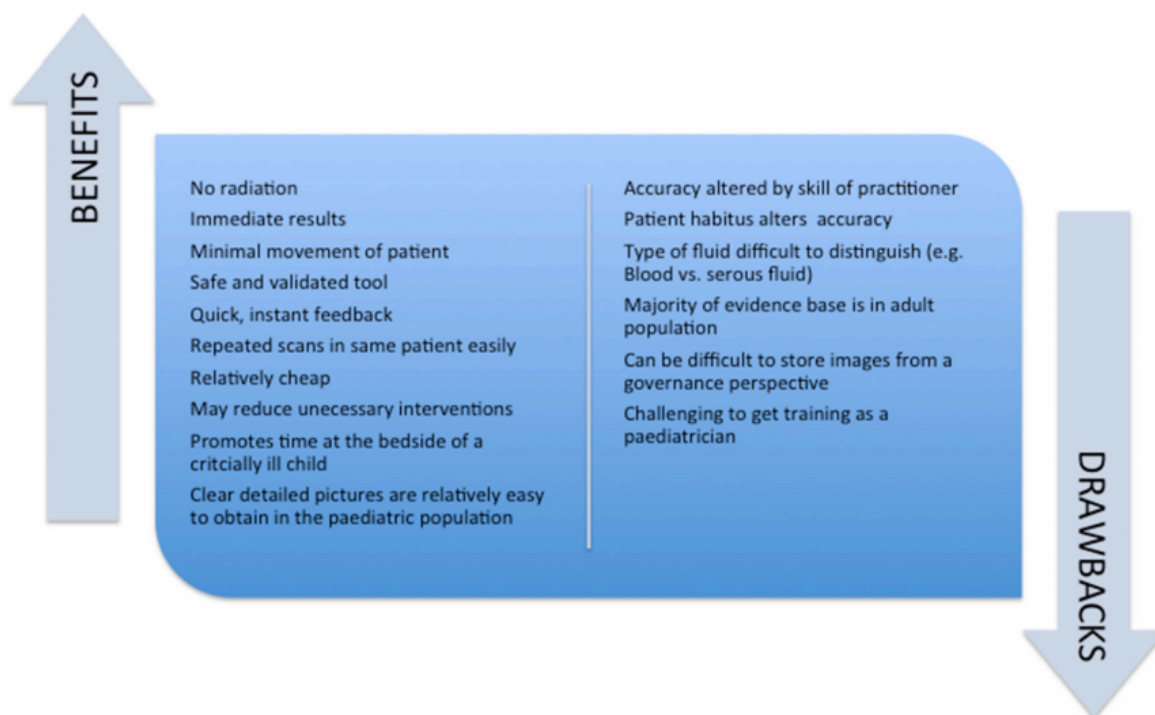
## Discussion

La POCUS présente de nombreuses indications théoriques, ou en devenir. Elle permettrait d'améliorer la prise en charge des patient-es, mais nécessite encore des études, notamment pratique, et des formations adaptées.

### Limites des POCUS

L'échographie reste un examen opérateur-trice dépendant, dynamique. Ainsi, sa sensibilité varie en fonction de l'expérience de l'opérateur-trice ainsi que l'échogénicité du-de la patient-e (figure 2).

Figure 2 : avantages et inconvénients de la POCUS par Dr Ord et son équipe (2)



**Figure 1** Benefits and drawbacks of using point of care ultrasound.

Ainsi, la formation du personnel de santé semble fondamentale, car les bénéfices de l'examen réalisé par un-e opérateur-trice entraîné-e sont bien plus importants que les inconvénients.

### **Intérêts économiques et focus médico-légal :**

L'acte échographique bénéficie d'une cotation lors de sa réalisation (code pour POCUS pulmonaire ZZQM004). Le financement des urgences pédiatriques (45) est mixte, avec à la fois un forfait par consultation, associé à une majoration pour certains actes. Ainsi, la réalisation d'une EPTP permettrait de rapporter 37.8 euros à l'établissement (versus 21.28 € pour une RP) (46), si les conditions administratives sont réunies (formation validée, compte rendu réalisé, images enregistrées...).

D'un point de vue juridique, l'échographie POCUS peut être réalisée par les médecins de toutes les spécialités médicales, et même des paramédicaux-ales. Sans présenter les difficultés techniques d'une échographie morphologique beaucoup plus complexe et complète, les POCUS sont réalisables par tous-tes et deviennent même indispensables du fait de l'obligation déontologique de chaque médecin de fournir la prise en charge la plus adaptée et performante à ses patient-es. Enfin, il n'existe pas de formation obligatoire légale en échographie, et

notamment pour celle de débrouillage aux urgences, juste l'interdiction de dépasser ses connaissances (145).

### **Importance de la formation :**

En l'absence de formation diplômante validée, les équipes se forment souvent par compagnonnage, alors que selon les textes régissant la formation des urgentistes pédiatres (FST urgences pédiatriques) stipulent d'une "formation simulation échographie" (30). Différents groupes et sociétés francophones d'urgences pédiatriques (69)) rappellent l'urgence de la mise en place de la formation des soignant-es du fait de l'apport majeur de cet examen. En France, l'offre de formation échographique est adaptée à la médecine de l'adulte avec comme principale possibilité le diplôme universitaire d'échographie générale (146)).

C'est dans ce contexte que des groupes essaient de standardiser une formation devant l'importance d'y avoir accès (9). J Marin et son équipe ont en 2017 proposé des bases de standardisation de l'utilisation de cet examen aux Etats-Unis grâce aux connaissances de groupes de pédiatres réalisant des POCUS (10). Les membres de l'ESPNIC, en 2020 (3), mettent en avant dans leur discussion la variabilité de l'application des POCUS, en fonction des centres, du matériel disponible et de la formation des praticien-nes, d'où l'importance de créer des recommandations claires. Ils classent également le type de POCUS en fonction de sa difficulté de réalisation et donc du niveau de formation requis (tableau 4)

Tableau 4 : niveau de difficulté et POCUS (3)

Niveau de formation	Cardiaque :	Vasculaire :	Pulmonaire :	Cérébral :	Abdominal :
<b>Basique</b>	Ensemble des autres recommandations : dont l'échographie de hanche, <b>échographie pulmonaire (sans pneumothorax à évacuer)</b>				
<b>Médium</b>	-Pression artérielle pulmonaire -Evaluation néonatale (persistance du canal artériel...)	-Cathéters artériels -Cathéters centraux à insertion périphérique	-Aide ventilatoire -Détection de pneumothorax et évacuation -Idem pour d'autres épanchements	-Arrêt circulatoire -Vasospasme secondaire à un saignement -Recherche d'oedème papillaire	-Recherche initiale de variation anatomique -Recherche d'entérocolite
<b>Poussé</b>	-Informations physiologiques et hémodynamiques -Réponse au remplissage				

Il est démontré qu'un-e urgentiste formé-e est capable de mener à bien les POCUS, mais c'est également vrai pour les résident-es (10,47), dès lors que la formation peut être intégrée à leur internat, sans qu'il n'existe jusqu'alors de programme spécifique (11–13). Le nombre d'examens à réaliser pour obtenir une précision satisfaisante est différent en fonction du type d'échographie et ce après une formation brève mais suffisante (65,66,147). Un groupement d'expert-es, principalement américain-es recommande la mise en place d'une formation à l'échographie type POCUS durant le résidanat de pédiatrie, avec un haut taux de recommandation pour l'EPTP (12). Après une formation courte mais appropriée, les clinicien-nes maintiennent un bon niveau de connaissance jusqu'à 8 mois après (67). Il faudra donc des études sur une plus longue durée pour s'assurer de la persistance des connaissances.

## Conclusion

Répondant à un besoin sur l'ensemble du territoire mondial, et validé par de nombreuses sociétés savantes de l'hémisphère nord, la POCUS a de nombreuses indications validées dans la littérature en pédiatrie comme présenté dans cette revue de la littérature. C'est notamment le cas pour l'EPTP, de la POCUS de hanche, le diagnostic de fracture échoguidé ou encore la pose de VVP.

Cet examen réalisé par le-a clinicien-ne est malheureusement peu présent dans notre pratique courante en France, et nécessite davantage d'étude d'application pratique en pédiatrie et manque de formations spécifiques pour cette population.

**Troisième partie : l'EPTP, de l'adulte à l'enfant, formation et application pratique.**

# Introduction

Initialement peu considérée au début des années 2000 du fait de la faible échogénéicité de l'air contenu dans les poumons, l'échographie pulmonaire a maintenant de nombreuses indications (21). Déjà bien utilisée en médecine adulte, elle commence à trouver sa place en pédiatrie en complément de la clinique (14,15) bien que depuis plusieurs années elle soit recommandée par plusieurs sociétés savantes (1,6) et soit très sensible et spécifique (2) (tableau 5).

**Tableau 5 :** sensibilité et spécificité de la POCUS et de la radiographie pulmonaire (2)

Table 1  
Sensitivity and specificity of lung POCUS compared with X-ray

Pathology diagnosis	Chest X-ray		Lung POCUS	
	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Sensitivity (%)	Specificity (%)
Pneumothorax <sup>14</sup>	46	100	87	99
Pleural effusion <sup>15</sup>	51	99	94	98
Consolidation <sup>16 17</sup>	77–86	91–96	95–97	90–96
Pulmonary oedema <sup>18 19</sup>	50–68	76–83	97	98

- POCUS, point of care ultrasound.

Une des principales difficultés est l'accès à l'échographie de type POCUS, est l'absence de formation clairement identifiée, bien qu'une formation théorique et pratique courte semble suffisante (26,65).

Actuellement, une étude est en cours au CH du Mans qui, après avoir validé la formation à l'EPTP du DU de pneumopédiatrie, s'intéresse aux courbes d'apprentissages.

Nous allons donc voir dans cette partie le fonctionnement de l'EPTP, chez l'adulte et chez l'enfant, ses indications et sa réalisation pratique, basé sur nos lectures, nos formations et la pratique au quotidien.

## Chez l'adulte

Chez l'adulte, la prise en charge échographique face à une détresse respiratoire est de pratique courante (4), codifiée par le BLUE Protocol établi par Liechtenstein

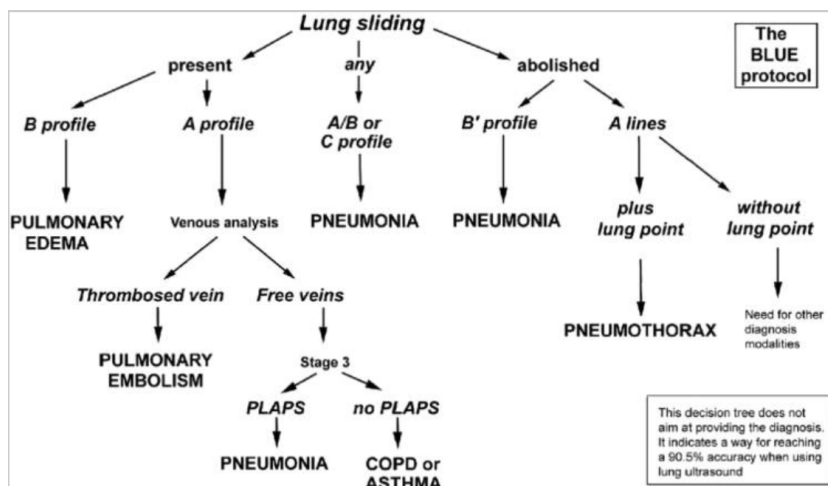
(3,34). Il propose une approche progressive jusqu'au diagnostic permettant alors une prise en charge rapide.

Il définit 3 points par hémi champ pulmonaire (upper, lower et PLAPS) où poser la sonde d'échographie. Le PLAPS correspond à la zone postéro basale, au sein de laquelle se visualise mieux les condensations basales et épanchements, du fait de la gravité.

Les différentes étapes sont les suivantes et l'arbre diagnostic associé est illustré dans la figure 3 :

- 1) Lung Sliding : recherche du glissement pleural
- 2) Anterior lung rocket : caractérisation des lignes A (artefact lié à l'air) et B (artefact lié à la présence du poumon à la paroi). (Ces différents artefacts seront explicités plus bas).
- 3) Posterolateral alveolar and/or pleural syndrome (PLAPS) : syndrome alvéolaire postéro latéral ou syndrome pleural
- 4) Analyse vasculaire

**Figure 3** : déroulé du BLUE protocol de Dr Lichtenstein (3)



## Chez l'enfant

Les causes les plus fréquentes de dyspnée chez les enfants sont différentes de l'adulte et dépendent de l'âge du-de la patient-e. Le BLUE protocol n'est pas adapté à cette population, et est probablement complexe à réaliser en pratique d'urgence.

C'est donc à l'aide de la littérature, des présentations du Groupe Francophone de Réanimation et d'Urgences Pédiatriques (GFRUP) de septembre 2021, et de la

formation du DIU de pneumologie pédiatrique que nous proposons l'axe d'approche suivant. Nous verrons ainsi comment les images échographiques nous permettent une orientation étiologique à l'aide du cadre clinique, quelles en sont les indications, les limites, et sa réalisation.

## **Indications de l'EPTP en pédiatrie :**

- Pathologies infectieuses :
  - pneumopathie : l'échographie est un excellent examen en alternative à la radiographie pulmonaire, qui est irradiante et avec souvent des signes radiologiques décalés par rapport à la clinique . L'échographie pulmonaire a une sensibilité de 96%, une spécificité de 93% (22–27) et semble plus précise que la clinique pour les petits foyers (14,28) de même que pour distinguer une infection d'origine bactérienne ou virale (29) mais nécessite davantage d'études. De manière générale, l'échographie permet de détecter facilement un syndrome alvéolo-interstitiel (1,6).
  - bronchiolite : l'échographie est aussi performante que l'examen clinique pour le diagnostic de bronchiolite (35,36), mais permet une identification plus précoce des enfants qui nécessitent une oxygénothérapie (22,40) ou l'indication d'hospitalisation en unité de soins continue (39). Elle permet de faire la part des choses entre une surinfection, un foyer de pneumonie et une atélectasie (22,37,38). En revanche, le risque de surdiagnostic de complications est important, et l'utilisation de l'échographie devrait se limiter aux formes graves (6,37). Les nouvelles recommandations du GFRUP 2023 mettent au même plan l'échographie pulmonaire et la radiographie pulmonaire en cas d'indication à une imagerie, notamment pour les patient-es avec les formes les plus graves (41).
- Épanchement : l'échographie pleuro-pulmonaire permet de mettre en évidence un épanchement, en étant plus sensible que la radiographie et l'auscultation pulmonaire (4,22). En effet, la radiographie pulmonaire permet de visualiser des épanchements de plus de 200 mL, alors que l'échographie visualise elle des épanchements dès 10 mL. Elle approche même la sensibilité du scanner thoracique (34). De plus, l'échographie permet de guider les gestes thérapeutiques adaptés.

- Autres utilisations possibles :
  - vérification de la position de sonde d'intubation pour s'assurer d'une ventilation non sélective (11,22).
  - recherche d'atélectasie (par exemple post anesthésie), d'oedème (5), de fracture de côte, ou de corps étrangers (32).
  - chez les drépanocytaires, la recherche de syndrome thoracique aigu échographique est plus performante que la radiographie pulmonaire seule, et l'est autant que le scanner (42).
  - asthme : apporte une aide à l'évaluation de la sévérité, notamment en cas de présence de syndrome interstitiel ou de condensation (43).

Au total; les indications utiles aux urgences pédiatriques sont en grande partie les pathologies infectieuses, pour lesquelles la sensibilité de l'EPTP est supérieure à celle de la radiographie.

### **Limites de l'EPTP en pédiatrie :**

Bien qu'apportant de nombreuses informations l'échographie pulmonaire présente tout de même quelques limites. Les lésions parenchymateuses plus profondes semblent moins visibles, en comparaison avec des lésions plus superficielles. De même, un emphysème sous cutané, une obésité ou la présence d'un pansement (post pose de drain pleural par exemple) sont des freins à l'échogénicité des patient-es. Enfin, la non compliance du-de la patient-e est également une difficulté rencontrée dans le milieu de la pédiatrie.

### **Technique de l'EPTP en pédiatrie :**

#### **Quelques généralités :**

Les éléments suivant sont issus de la formation à l'échographie pulmonaire de Dre Delestrain, pneumopédiatre (CH de Créteil) et formatrice au sein de Groupe Echographie Pulmonaire Pédiatrique et néonatal GEPP (33), avec son accord, ainsi que de différents articles en référence, agrémenté d'illustrations principalement issues d'une collection privée ou du site du GEPP.

Du fait de la mauvaise échogénicité de l'air, l'échographie pulmonaire est une échographie basée sur les artefacts, où l'on voit davantage les images pathologiques que saines. A l'interface entre deux extrêmes que sont l'eau et l'air, cet examen est en 2 dimensions, et s'interprète en dynamique. Il est important de se rappeler que le gaz aura tendance à monter, alors que les composantes liquides se verront

d'avantage dans les bases. Tout désordre aigu s'étend en surface et donc tout foyer (sauf très profond), sera visible à l'échographie, surtout chez l'enfant qui possède un volume thoracique moindre. Cette population présente aussi l'intérêt d'avoir des côtes encore cartilagineuse (notamment en antérieur), et peu de pathologies pulmonaires chroniques, ce qui aide la réalisation et l'interprétation des images (148).

L'EPTP est faisable avec presque toutes les sondes échographiques, et permet d'orienter son diagnostic en moins de 5 minutes, à l'aide d'images dynamiques. Sur le plan pulmonaire, l'enfant se rapproche de l'adulte, la sémiologie pulmonaire de base (grands signes échographiques) est identique (6), notamment pour la partie néonatale (149).

### **Réglage de la machine :**

S'il n'y a pas de programme pulmonaire, qui devra être préféré, le programme abdominal (ou le programme "superficiel" pour les plus petits) est celui qui s'en rapproche le plus. Pour ce qui est de la profondeur, elle n'a pas besoin d'être importante initialement du fait de la superficialité de la jonction plèvre-poumon. Il est également important de régler le gain afin d'améliorer la qualité de l'image. Enfin, il faut bien localiser la focale sur la ligne pleurale.

### **Choix de la sonde (2,148) :**

Il existe différents types de sondes utilisées pour l'échographie pleuro-pulmonaire :

- sonde basse fréquence (sonde abdominale, convexe), la plus utilisée chez l'adulte.
- sonde haute fréquence (dite sonde superficielle, sonde linéaire) présentant une résolution plus importante, mais ne permettant pas d'aller en profondeur. Elle est donc utilisée pour les structures superficielles, et sera la sonde de choix en pédiatrie. Chez les plus petits, on pourra utiliser une sonde superficielle type "club de golf" (2).
- sonde phased array (sonde cardio), plus difficile à utiliser en échographie pulmonaire.

### **Différents modes utilisés :**

- Le mode B : brillance ou bidimensionnel est le mode conventionnel, le plus utilisé,

- Le mode TM (temps - mouvement) permet d'apprécier plus précisément le mouvement entre le poumon et la plèvre. Il permet de visualiser également le pouls pulmonaire, les petites irrégularités dans la ligne pleuro-pulmonaire en antérieur, du fait de la proximité cardiaque.
- Le mode doppler est utilisé afin d'individualiser les vaisseaux.

### Déroulé (2,22) :

L'approche doit être systématique, avec une division de chaque hémithorax en 3 parties, elles même séparées en 2 portions, supérieure et inférieure :

- antérieure : entre la ligne médio claviculaire et la ligne antérieure axillaire
- latérale : entre les lignes axillaires antérieures et postérieures
- postérieure

Il est important de faire l'examen en entier, et de ne pas arrêter avant d'avoir trouvé la zone de jonction thoraco-abdominale.

Les images suivantes (image n°1, collection personnelle) indiquent le découpage des zones antérieures, médiales et postérieures, délimitées par les lignes parasternale, axillaire antérieure et postérieure. Ce découpage est théorique, mais l'examen échographique devra quadriller l'ensemble du poumon.

Image n°1 (collection personnelle) découpage thoracique des zones d'EPTP



### **Les différentes coupes :**

- Coupe longitudinale (sonde perpendiculaire à la ligne pleurale) est la coupe de préférence
- Coupe intercostale ou transverse (sonde parallèle aux côtes) qui permet de s'affranchir d'éventuels cônes d'ombre afin de préciser une image.

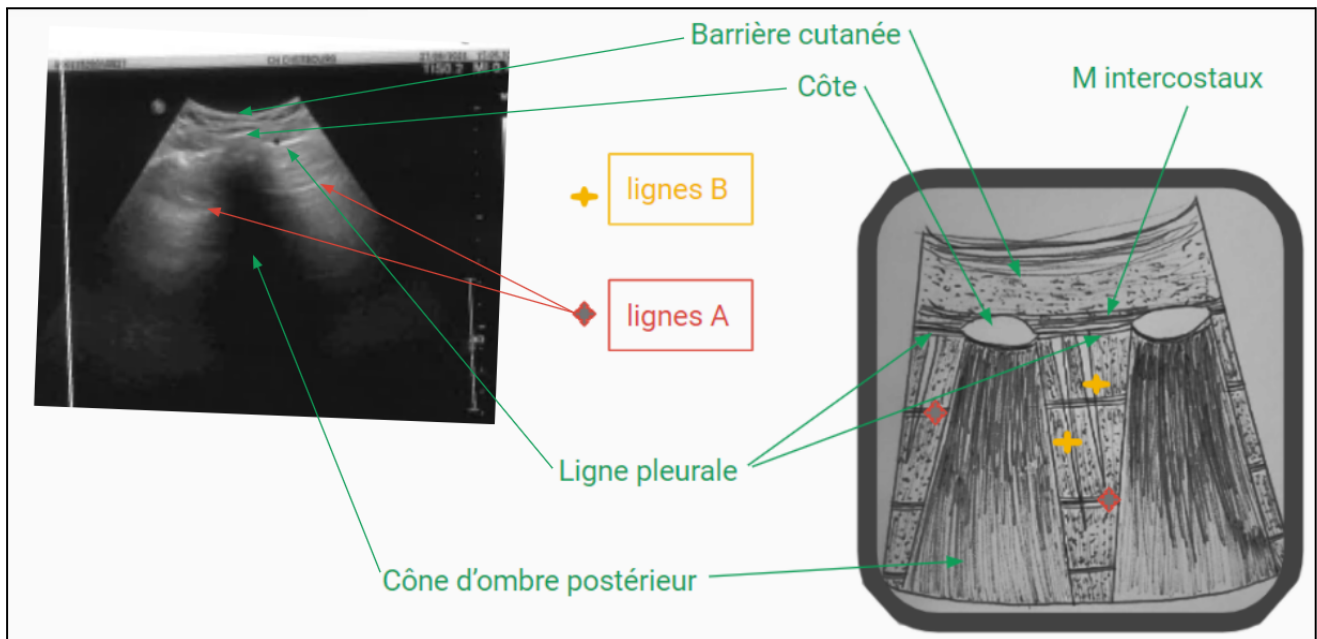
Image n°2 (collection personnelle) indiquant le positionnement de la sonde, perpendiculaire aux côtés. Cependant, la position parallèle aux côtes peut aussi être utilisée.



### **Description d'une image normale (2,18,21) :**

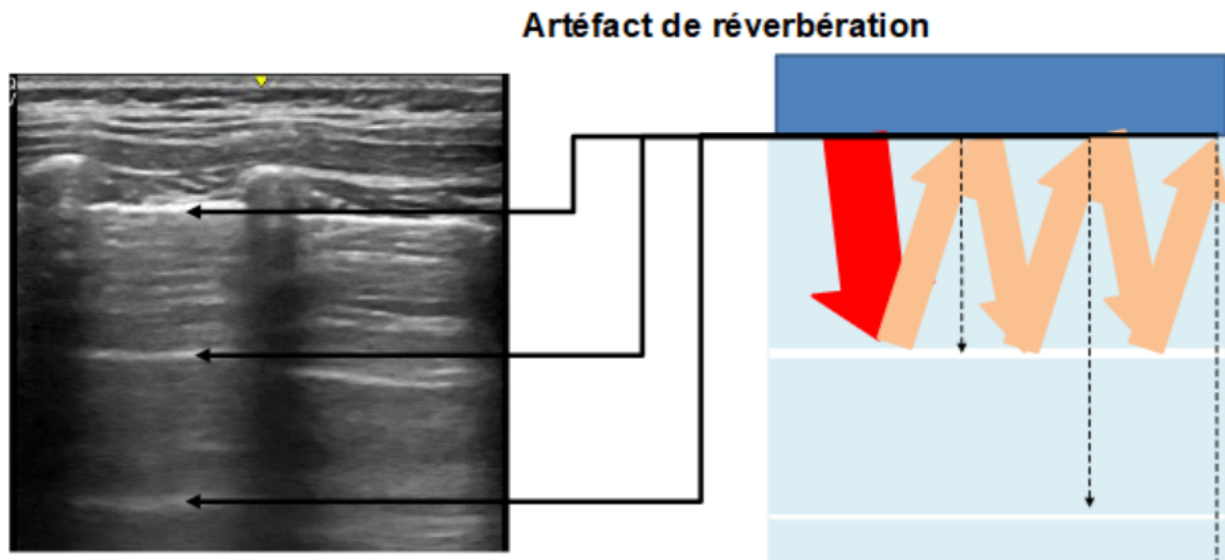
Il existe une division anatomique entre les éléments immobiles de la paroi thoracique (côtes et muscles), et les parties mobiles de composantes pulmonaires (plèvre et poumon).

Image n°3 : schématisation des différents éléments anatomiques, collection personnelle



La ligne pleuro-pulmonaire est très échogène, régulière et fine, située entre deux côtes. Il s'agit d'un élément mobile, visualisé par un glissement pleural sur l'écran, ainsi qu'un scintillement. Le poumon, quant à lui, ne laisse pas bien passer les ondes du fait de la présence de l'air. Il est visualisé comme un cône d'ombre impur. Il est en effet difficile de voir en arrière de la ligne pleurale, en dehors des artefacts provoqués par un retour des ondes après contact avec l'air pulmonaire. C'est le cas **des lignes A**, lignes hyperéchogènes parallèles à la ligne pleurale, qui reviennent à intervalles réguliers, et qui sont un artefact de l'air. En effet, les ondes "rebondissent" sur l'air du poumon, signalant en une ligne hyperéchogène la ligne pleurale. Une fois de retour à la sonde, elles repartent vers l'air du poumon. Le trajet des ondes est faussement interprété comme allongé par le nombre d'aller et retour, recréant à intervalles réguliers des lignes hyperéchogènes : les lignes A.

Image n°4 : schématisation des lignes A (issue de la formation de Dre Delestran, avec son accord)



Un autre type d'artéfact, **les lignes B** naissent de la ligne pleurale, au niveau des septas alvéolaires, en perpendiculaire, et jusqu'à la profondeur du poumon. Elles sont physiologiques si peu nombreuses, et dont le nombre augmente avec l'âge (définition adulte : moins de 3 lignes B par champs, et surtout dans le dernier espace intercostal). Elles sont créées par la traversée des ondes dans le parenchyme pulmonaire, du fait de sa composition tissulaire échogène. Elles deviennent donc pathologiques si leur nombre augmente, signe d'un comblement des espaces normalement aériques par une composante liquidienne. Elles descendent sur toute la longueur du poumon sans épuisement, et effacent les lignes A. Elles sont également mobiles avec le poumon. Leur présence étant assez rare chez les enfants, elles doivent donc faire évoquer une pathologie (sans qu'il y ait de seuil pathologique défini en pédiatrie). Par contre, leur présence élimine la présence d'un pneumothorax. Attention à ne pas les confondre avec **les lignes Z** qui sont très courtes, verticales, présentes à la surface du poumon, et n'ont, quant à elles, pas de signification clinique.

Le poumon normal est donc défini par la présence d'une ligne pleurale hyperéchogène (régulière, fine et mobile) avec un cône d'ombre impur en arrière, et la présence de lignes A et B (moins de 3 par champ).

Image n°5 : image de poumon normal (ligne A présentes), collection personnelle.



Image n°6 : image d'un poumon sain en mode TM, avec l'image typique dite "de plage", collection personnelle.



Pour ce qui est de l'étude du diaphragme, elle se concentre sur l'épaisseur et la mobilité de ce muscle strié qui sépare la cage thoracique de la cavité abdominale. En abord trans-pulmonaire, il ne peut être visualisé dans son ensemble du fait du cône d'ombre postérieur impur, sauf en cas d'épanchement hydrique ou de condensation pulmonaire laissant passer les ondes. Son insertion peut être visualisée en médio-axillaire, en face de la jonction thoraco-abdominale. L'abord sous-costal (plus facile à droite qu'à gauche du fait de l'air colique), permet en trans-hépatique de visualiser le diaphragme en arrière, et de mesurer l'excursion diaphragmatique (la

contractilité, à l'aide de la différence de mesure en inspiration et en expiration) en mode TM. Il est important de réaliser l'examen de manière bilatérale (pathologique si différence supérieure à 50%, en cas de paralysie diaphragmatique). Cette partie de l'examen est davantage réservée aux pneumopédiatre qu'aux urgences pédiatriques. Les normes ne sont pas établies en pédiatrie, et dépendent de l'âge.

Chez les patient-es de moins de 12 mois, l'échographie apporte des renseignements importants sur le médiastin (et notamment le thymus), du fait de la non ossification du sternum.

Attention aux pièges : les côtes dans les zones antérieures sont encore cartilagineuses, et ne présentent donc pas de cône d'ombre très hypoéchogène. Il est également important de ne pas confondre le liseré graisseux sous pleural (zone hypo échogène d'un à deux millimètres) avec un minime épanchement ou un vaisseau. La présence du thymus peut être source de confusion si l'opérateur-trice n'est pas assez formé-e (150), ainsi que la poche à air gastrique dans l'analyse de l'hypochondre gauche (22).

### **Visualisation d'image pathologique (18) :**

Comme vu au dessus, l'échographie permet de visualiser des anomalies du parenchyme (*syndrome alvéolaire* ou *interstitiel*), des anomalies pleurales (*épanchement liquidien* ou *gazeux*) ou du diaphragme, ainsi que d'éventuelles masses médiastinales ou pulmonaires.

*Le syndrome alvéolaire* (comblement alvéolaire), se visualise par une baisse de l'échogénicité de la ligne pleuro pulmonaire, une zone sous pleurale hypoéchogène avec une disparition des lignes A. On visualise également un bronchogramme, à travers des images hyperéchogènes au sein de la consolidation, et un oedème péri lésionnel. Les limites pulmonaires deviennent irrégulières, "en marches d'escaliers", avec un parenchyme qui "s'hépatise", c'est-à-dire qui prend l'échogénicité du foie. Les causes des condensations des syndromes alvéolaires peuvent être infectieuses, mais aussi en cas d'atélectasie, d'asthme ou de syndrome thoracique aigu par exemple.

Bien que ne pouvant en préciser l'origine, l'échographiste peut être orienté-e en fonction de ce qu'il-elle voit. Dans tous les cas, comme tout examen complémentaire, l'échographie doit être rapportée à la clinique. L'origine infectieuse sera d'autant plus probable en cas de condensation systématisée, de lignes B, et d'un bronchogramme

mobile avec la respiration pulmonaire, voir une anomalie de la ligne pleurale (1). Pour le cas de la bronchiolite, on retrouve des condensations sous pleurales éparses associées à de nombreuses lignes B, des anomalies de la ligne pleurale, avec un aspect plutôt interstitiel (1). L'atélectasie se présente par une condensation à bords nets, avec un bronchogramme immobile. Le syndrome thoracique aigu est évoqué devant un bronchogramme important, mobile. L'atteinte est bilatérale postérieure et bien souvent associée à un épanchement. Enfin, pour ce qui est de l'asthme, on retrouvera des condensations associées à une augmentation du nombre de lignes B. Une anomalie d'origine cardiaque ou inflammatoire peut donner cet aspect de lignes B trop importantes. Le tableau suivant permet de faire la différence entre ces deux cadres étiologiques.

Tableau 6 : différence entre pathologie d'origine cardiaque ou pulmonaire

Lignes B dans le cadre d'une anomalie cardiaque :	Lignes B dans le cadre d'une anomalie pulmonaire :
<ul style="list-style-type: none"> <li>- régulières, bien définies</li> <li>- intervalles réguliers</li> <li>- dans tous les champs pulmonaires</li> <li>- sans anomalie de la ligne pleurale associée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- irrégulières</li> <li>- regroupées, focales, majoritairement en postéro basal</li> <li>- anomalie de la ligne pleurale associée</li> </ul>

Image n°7 : condensation pulmonaire, issue du site du GEPP (33).

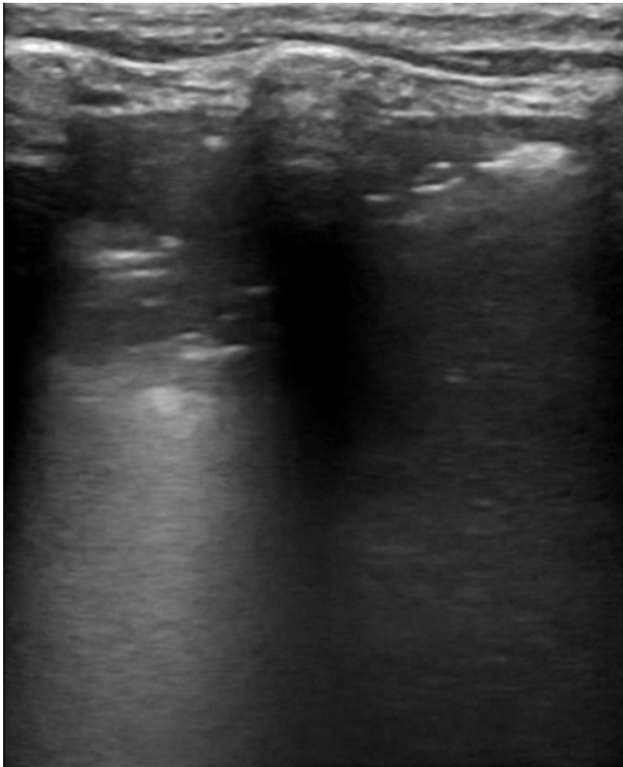


Image n°8 : condensation pulmonaire et épanchement liquidien, issue du site du GEPP (33).

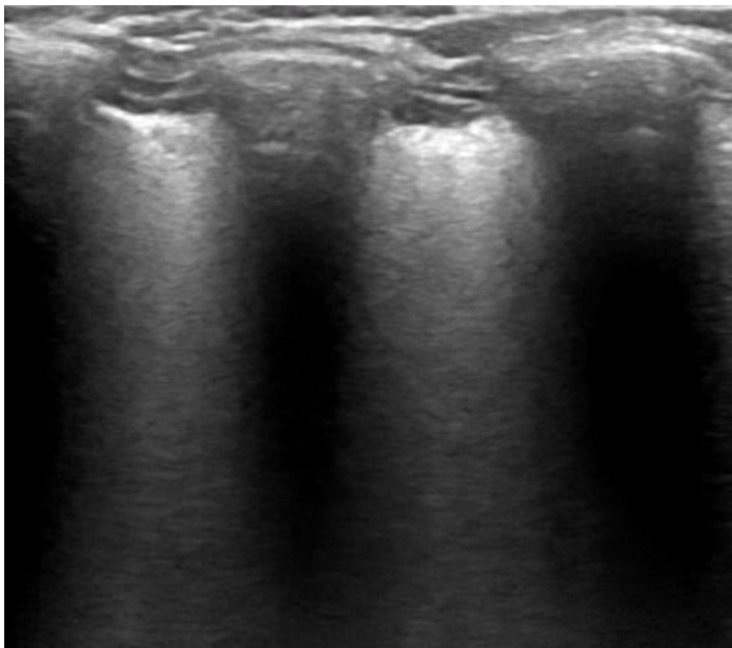


*Le syndrome interstitiel* est défini (chez les adultes) par la présence de plus de 3 lignes B par espace intercostal, qui peuvent être différenciables ou confluentes. La ligne pleurale est souvent irrégulière, parfois interrompue et parfois épaissie (> 1 mm en cas de sonde linéaire ou > 3mm en cas de sonde convexe chez l'adulte, pas de normes pédiatriques). Le mouvement pleural peut être diminué, du fait de dépôts de fibrine dans les espaces interlobulaires sous pleuraux. Ces lignes B représentent une inflammation, une surcharge au niveau des septums interlobulaires.

Les causes sont globalement les mêmes qu'en radiographie pulmonaire. Si le syndrome interstitiel est diffus, cela peut évoquer une pathologie interstitielle diffuse, un oedème pulmonaire ou un syndrome de détresse respiratoire aigu. Si le syndrome interstitiel est plus localisé, il faut davantage penser aux causes infectieuses, aux atélectasies ou à une contusion ou un infarctus pulmonaire.

Attention, la visualisation de ces lignes B plus nombreuses peut être normale dans les derniers espaces intercostaux.

Image n°9 : syndrome interstitiel (lignes B confluentes), issu du site du GEPP (33).



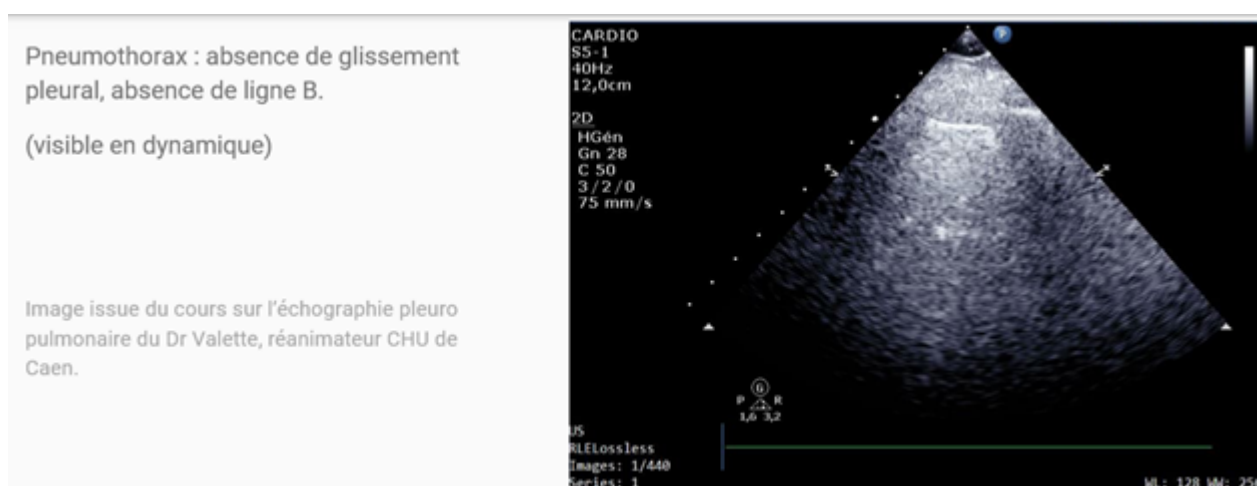
Pour ce qui est de l'étude de la plèvre, on peut visualiser un épanchement. Celui-ci peut être *liquidien* en cas d'infection (associé à un syndrome alvéolaire) ou un syndrome thoracique aigu par exemple. On retrouve donc un espace anéchogène entre les deux feuillets de la plèvre (que l'on peut alors individualiser) associé à une perte de l'échogénicité de la ligne pleurale. L'échographie peut détecter des épanchements inférieurs à 10 mL, indétectables à la radiographie, mais également en préciser la composition (libre ou cloisonné, ou rechercher la présence de

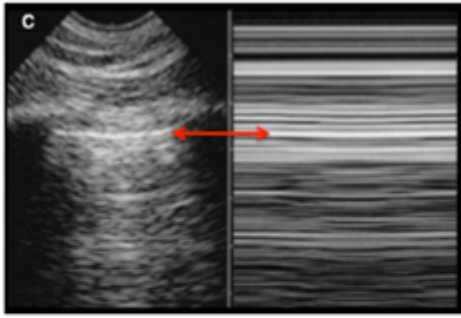
structures hyperéchogènes mobiles en faveur d'hémo ou de chylothorax), d'en évaluer la taille, et de guider la ponction en mesurant l'espace sous pulmonaire / la distance à la peau et donc la taille de l'aiguille nécessaire.

Pour l'épanchement gazeux, c'est-à-dire la présence d'air dans la cavité pleurale, souvent associée à une douleur thoracique, on visualise une structure d'échogénicité identique au poumon. C'est-à-dire que l'on visualise la ligne pleurale et les lignes A mais on ne retrouve pas de glissement pleural ni les lignes B. En cas de pneumothorax incomplet, on retrouve un "point pulmonaire", zone de jonction entre le pneumothorax et le poumon non décollé où l'on observe un glissement de la ligne pleurale. En mode TM, on retrouve le signe du code barre (pas de différenciation possible entre les structures mobiles et immobiles, à différencier du signe du rivage visible en cas de poumon accolé à la paroi) du fait de l'immobilité des structures, et l'absence de pouls pulmonaire. Cet épanchement est bien sûr à rechercher dans les champs pulmonaires supérieurs (ou antérieur si patient en décubitus dorsal).

D'autre part, la mesure de l'espace entre le haut de la côte de la ligne pleuro pulmonaire correspond à l'espace intercosto-aérique et doit mesurer moins de 10 mm, autrement on parle de pachypleurite, en cas de fibrose pulmonaire par exemple (normes adultes, pas de normes pédiatriques).

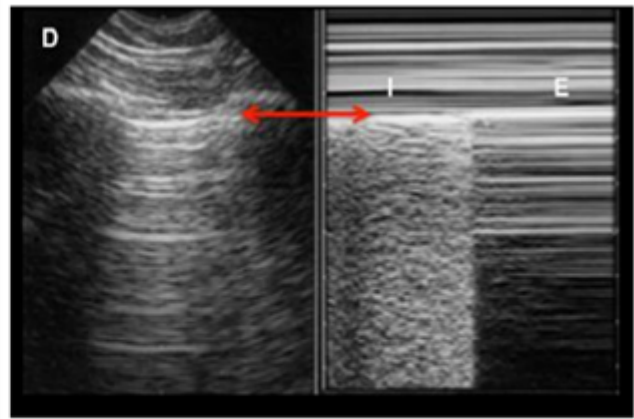
Image n° 10 : aspect d'un pneumothorax, issue de la formation à l'échographie pulmonaire adulte, du Dr Valette (CHU de Caen), avec son accord.





Visualisation d'un aspect différent de l'image de « plage » attendue en mode TM, signe de la présence d'un pneumothorax

(image issue du cours sur l'échographie pleuro pulmonaire du Dr Valette, réanimateur CHU de Caen).



Présence du « point poumon » : zone de transition entre poumon sain et pneumothorax.

Lichtenstein. Intensive Care Med 2000;26:1434-40

### Réalisation de gestes écho-guidés :

En cas d'épanchement liquidien, il est en effet indispensable de faire le repérage échographique par la personne qui ponctionne avant toute ponction pleurale, et de garder la même position entre le repérage échographique et la réalisation de la ponction. Le - la patient-e est assis-e afin de faire descendre le liquide dans les zones déclives et la ponction se fait en postérieur, sur le bord supérieur de la côte inférieure. Un contrôle échographique post ponction est également important afin de vérifier l'absence de pneumothorax iatrogène.

## Conclusion

Depuis longtemps étudiée, protocolisée et mise en place en médecine d'adulte, l'EPTP est un examen adapté à la pédiatrie, et nécessite un apprentissage adapté à la spécificité de cette population. Que ce soit en termes diagnostiques ou aide procédurale, elle est une aide importante pour le médecin du fait de ses nombreux avantages et peu de limites. En effet, cet examen permet efficacement d'observer un syndrome alvéolo-interstitiel à l'aide d'un appareil échographique standard, et l'apprentissage de la technique par les clinicien-nes est aisé. Elle nécessite cependant davantage d'études pour certaines spécificités pédiatriques (épaisseur de la plèvre, nombre de lignes B, pathologies plus fréquentes et différentes de celles de l'adulte...).

## **Conclusion générale**

Il existe de nombreuses indications à la POCUS aux urgences pédiatriques, validées en partie par un nombre conséquent d'articles, ou qui nécessitent d'avantages d'études pour d'autres. Nous avons prouvé que pour l'EPTP, examen doublement décrié du fait de sa nouveauté en pédiatrie mais également du fait de son interprétation basée sur l'étude des artefacts d'un milieu aérien très peu échogène, sa mise en place dans un service d'urgences pédiatriques est possible. Nous espérons que d'autres types de POCUS pourront devenir pratique courante dans notre service et ailleurs, à l'aide de ce travail. Il nous semble évident et indispensable de poursuivre ce genre d'étude, et d'organiser des formations validantes en échographie POCUS pédiatrique afin de prendre en charge les enfants avec les meilleurs moyens possibles. Un projet de formation à l'échographie est en cours à la faculté de médecine de Caen, et nous aimerions créer un module pédiatrique.

## **Bibliographie**

1. Singh Y, Tissot C, Fraga MV, Yousef N, Cortes RG, Lopez J, et al. International evidence-based guidelines on Point of Care Ultrasound (POCUS) for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC). *Crit Care*. 24 févr 2020;24:65.
2. Ord HL, Griksaitis MJ. Fifteen-minute consultation: Using point of care ultrasound to assess children with respiratory failure. *Arch Dis Child Educ Pract Ed*. févr 2019;104(1):2-10.
3. Lichtenstein DA, Mezière GA. Relevance of Lung Ultrasound in the Diagnosis of Acute Respiratory Failure. *Chest*. juill 2008;134(1):117-25.
4. Moore CL, Copel JA. Point-of-care ultrasonography. *N Engl J Med*. 24 févr 2011;364(8):749-57.
5. International evidence-based guidelines on Point of Care Ultrasound (POCUS) for critically ill neonates and children issued by the POCUS Working Group of the European Society of Paediatric and Neonatal Intensive Care (ESPNIC) - PubMed [Internet]. [cité 28 janv 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32093763/>
6. Hopkins A, Doniger SJ. Point-of-Care Ultrasound for the Pediatric Hospitalist's Practice. *Hosp Pediatr*. sept 2019;9(9):707-18.
7. Marin JR, Lewiss RE, American Academy of Pediatrics, Committee on Pediatric Emergency Medicine, 2013-2014, Society for Academic Emergency Medicine (Reviewers), American College of Emergency Physicians, Pediatric Emergency Medicine Committee, 2013-2014, World Interactive Network Focused on Critical Ultrasound Board of Directors (reviewers), et al. Point-of-care ultrasonography by pediatric emergency physicians. Policy statement. *Ann Emerg Med*. avr 2015;65(4):472-8.
8. Marin JR, Abo AM, Arroyo AC, Doniger SJ, Fischer JW, Rempell R, et al. Pediatric emergency medicine point-of-care ultrasound: summary of the evidence. *Crit Ultrasound J*. 3 nov 2016;8:16.
9. Levy JA, Noble VE. Bedside Ultrasound in Pediatric Emergency Medicine. *Pediatrics*. 1 mai 2008;121(5):e1404-12.
10. Guttman J, Nelson BP. Diagnostic Emergency Ultrasound: Assessment Techniques In The Pediatric Patient. *Pediatr Emerg Med Pract*. janv 2016;12(12):1-28.
11. O'Brien AJ, Brady RM. Point-of-care ultrasound in paediatric emergency medicine. *J Paediatr Child Health*. févr 2016;52(2):174-80.
12. Le Coz J, Orlandini S, Titomanlio L, Rinaldi VE. Point of care ultrasonography in the pediatric emergency department. *Ital J Pediatr*. 1 juill 2018;44(1):87.
13. McLario DJ, Sivitz AB. Point-of-Care Ultrasound in Pediatric Clinical Care. *JAMA Pediatr*. juin 2015;169(6):594-600.
14. Lovrenski J. Pediatric lung ultrasound — pros and potentials. *Pediatr Radiol*. 2020;50(3):306-13.
15. Musolino AM, Buonsenso D, Massolo AC, Gallo M, Supino MC, Boccuzzi E. Point of care ultrasound in the paediatric acute care setting: Getting to the « heart » of respiratory distress. *J Paediatr Child Health*. mars 2021;57(3):318-22.
16. Aloui-Kasbi N, Hassad R, Bellagha I, Hammou A. Irradiation en imagerie pédiatrique et foetale. *J Pédiatrie Puériculture*. 1 mai 2004;17(3):151-5.
17. Munk RD, Strohm PC, Saueressig U, Zwingmann J, Uhl M, Südkamp NP, et al. Effective dose estimation in whole-body multislice CT in paediatric trauma patients. *Pediatr Radiol*. mars 2009;39(3):245-52.
18. Cox M, Soudack M, Podberesky DJ, Epelman M. Pediatric chest ultrasound: a

- practical approach. *Pediatr Radiol.* août 2017;47(9):1058-68.
19. Trinavarat P, Riccabona M. Potential of ultrasound in the pediatric chest. *Eur J Radiol.* sept 2014;83(9):1507-18.
  20. Braverman J. Bedside Ultrasound for Procedural Assistance in Pediatrics. *Pediatr Ann.* oct 2021;50(10):e404-10.
  21. Joshi P, Vasishta A, Gupta M. Ultrasound of the pediatric chest. *Br J Radiol.* août 2019;92(1100):20190058.
  22. Marin J, Lewiss R. Point-of-Care Ultrasonography by Pediatric Emergency Medicine Physicians. *Pediatrics.* 30 mars 2015;22.
  23. Pereda MA, Chavez MA, Hooper-Miele CC, Gilman RH, Steinhoff MC, Ellington LE, et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in children: a meta-analysis. *Pediatrics.* avr 2015;135(4):714-22.
  24. Guerra M, Crichiutti G, Pecile P, Romanello C, Busolini E, Valent F, et al. Ultrasound detection of pneumonia in febrile children with respiratory distress: a prospective study. *Eur J Pediatr.* févr 2016;175(2):163-70.
  25. Copetti R, Cattarossi L. Ultrasound diagnosis of pneumonia in children. *Radiol Med (Torino).* mars 2008;113(2):190-8.
  26. 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.* févr 2013;167(2):119-25.
  27. Acar Y, Tezel O, Salman N, Cevik E, Algaba-Montes M, Oviedo-García A, et al. 12th WINFOCUS world congress on ultrasound in emergency and critical care. *Crit Ultrasound J.* 7 sept 2016;8(1):12.
  28. Balk DS, Lee C, Schafer J, Welwarth J, Hardin J, Novack V, et al. Lung ultrasound compared to chest X-ray for diagnosis of pediatric pneumonia: A meta-analysis. *Pediatr Pulmonol.* août 2018;53(8):1130-9.
  29. Malla D, Rathi V, Gomber S, Upreti L. Can lung ultrasound differentiate between bacterial and viral pneumonia in children? *J Clin Ultrasound JCU.* févr 2021;49(2):91-100.
  30. Marin JR, Lewiss RE, AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS C on PEM, SOCIETY FOR ACADEMIC EMERGENCY MEDICINE A of EU, AMERICAN COLLEGE OF EMERGENCY PHYSICIANS PEMC, WORLD INTERACTIVE NETWORK FOCUSED ON CRITICAL ULTRASOUND, et al. Point-of-Care Ultrasonography by Pediatric Emergency Medicine Physicians. *Pediatrics.* 1 avr 2015;135(4):e1113-22.
  31. Lichtenstein DA. Échographie pleuropulmonaire. In: *Imagerie en réanimation* [Internet]. Elsevier; 2007 [cité 16 sept 2021]. p. 113-34. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9782842998219500060>
  32. Weerdenburg KD, Kwan CW, Fischer JW. Point-Of-Care Ultrasound Findings Associated With Foreign Body Aspiration in the Pediatric Emergency Department. *Pediatr Emerg Care.* juill 2016;32(7):486-8.
  33. Groupegepp [Internet]. [cité 6 sept 2023]. Accueil. Disponible sur: <https://www.groupegepp.fr>
  34. Lichtenstein DA. Échographie pleuropulmonaire. In: *Imagerie en réanimation* [Internet]. Elsevier; 2007 [cité 17 sept 2021]. p. 113-34. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9782842998219500060>
  35. Supino MC, Buonsenso D, Scateni S, Scialanga B, Mesturino MA, Bock C, et al. Point-of-care lung ultrasound in infants with bronchiolitis in the pediatric emergency department: a prospective study. *Eur J Pediatr.* mai 2019;178(5):623-32.
  36. San Sebastian Ruiz N, Rodríguez Albarrán I, Gorostiza I, Gallettebeitia Laka I, Delgado Lejonagoitia C, Samson F. Point-of-care lung ultrasound in children with bronchiolitis in a pediatric emergency department. *Arch Pediatr Organe Off Soc Francaise Pediatr.* janv 2021;28(1):64-8.

37. Buonsenso D, Musolino AM, Gatto A, Lazzareschi I, Curatola A, Valentini P. Lung ultrasound in infants with bronchiolitis. *BMC Pulm Med.* 2019;19:159.
38. Biagi C, Pierantoni L, Baldazzi M, Greco L, Dormi A, Dondi A, et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in children with acute bronchiolitis. *BMC Pulm Med.* 7 déc 2018;18(1):191.
39. Bobillo-Perez S, Sorribes C, Gebellí P, Lledó N, Castilla M, Ramon M, et al. Lung ultrasound to predict pediatric intensive care admission in infants with bronchiolitis (LUSBRO study). *Eur J Pediatr.* juill 2021;180(7):2065-72.
40. Basile V, Di Mauro A, Scalini E, Comes P, Lofù I, Mostert M, et al. Lung ultrasound: a useful tool in diagnosis and management of bronchiolitis. *BMC Pediatr.* 21 mai 2015;15:63.
41. Milési C, Baudin F, Durand P, Emeriaud G, Essouri S, Pouyau R, et al. Clinical practice guidelines: management of severe bronchiolitis in infants under 12 months old admitted to a pediatric critical care unit. *Intensive Care Med* [Internet]. 2023 [cité 1 mars 2023];49(1). Disponible sur: <https://link.springer.com/epdf/10.1007/s00134-022-06918-4>
42. Cohen SG, Malik ZM, Friedman S, Russell S, Hagbom R, Alazraki A, et al. Utility of Point-of-Care Lung Ultrasonography for Evaluating Acute Chest Syndrome in Young Patients With Sickle Cell Disease. *Ann Emerg Med.* sept 2020;76(3S):S46-55.
43. Dankoff S, Li P, Shapiro AJ, Varshney T, Dubrovsky AS. Point of care lung ultrasound of children with acute asthma exacerbations in the pediatric ED. *Am J Emerg Med.* avr 2017;35(4):615-22.
44. Guerder M, Maurin O, Merckx A, Foissac F, Oualha M, Renolleau S, et al. Diagnostic value of pleural ultrasound to refine endotracheal tube placement in pediatric intensive care unit. *Arch Pediatr Organe Off Soc Francaise Pediatr.* nov 2021;28(8):712-7.
45. Actualités de l'Urgence - APM / Société Française de Médecine d'Urgence - SFMU [Internet]. [cité 28 sept 2023]. Disponible sur: [https://www.sfm.org/fr/actualites/actualites-de-l-urgences/des-modifications-apporte-es-aux-modalites-de-financement-des-urgences-jo-/new\\_id/68988](https://www.sfm.org/fr/actualites/actualites-de-l-urgences/des-modifications-apporte-es-aux-modalites-de-financement-des-urgences-jo-/new_id/68988)
46. Aide au Codage CCAM en ligne [Internet]. [cité 4 oct 2023]. Disponible sur: <https://www.aideaucodage.fr/ccam>
47. Marin JR, Abo AM, Doniger SJ, Fischer JW, Kessler DO, Levy JA, et al. Point-of-Care Ultrasonography by Pediatric Emergency Physicians. *Ann Emerg Med.* 1 avr 2015;65(4):472-8.
48. Ultrasound Guidelines: Emergency, Point-of-Care and Clinical Ultrasound Guidelines in Medicine. *Ann Emerg Med.* mai 2017;69(5):e27-54.
49. James V, Warier A, Lee KP, Ong GYK. Point-of-care ultrasound identification of pneumatosis intestinalis in pediatric abdominal pain: a case report. *Crit Ultrasound J.* 19 janv 2017;9(1):2.
50. Pediatric Emergency Medicine Point-of-Care Ultrasound for the Diagnosis of Intussusception - PubMed [Internet]. [cité 28 janv 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31405782/>
51. Lin-Martore M, Kornblith AE, Kohn MA, Gottlieb M. Diagnostic Accuracy of Point-of-Care Ultrasound for Intussusception in Children Presenting to the Emergency Department: A Systematic Review and Meta-analysis. *West J Emerg Med.* 2 juill 2020;21(4):1008-16.
52. Comparison of the sensitivity for detecting foreign bodies among conventional plain radiography, computed tomography and ultrasonography [Internet]. [cité 28 janv 2022]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3520196/>
53. Sonography and radiography of soft-tissue foreign bodies - PubMed [Internet]. [cité 28 janv 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11312171/>

54. Seguin J, Kwan C. Novel Uses of Point-of-Care Ultrasound for Pediatric Foreign Bodies: An Emergency Department Case Series. *J Emerg Med.* oct 2018;55(4):530-3.
55. Vieira RL, Levy JA. Bedside ultrasonography to identify hip effusions in pediatric patients. *Ann Emerg Med.* mars 2010;55(3):284-9.
56. Garrison J, Nguyen M, Marin JR. Emergency Department Point-of-Care Hip Ultrasound and Its Role in the Diagnosis of Septic Hip Arthritis: A Case Report. *Pediatr Emerg Care.* août 2016;32(8):555-7.
57. Shavit I, Eidelman M, Galbraith R. Sonography of the hip-joint by the emergency physician: its role in the evaluation of children presenting with acute limp. *Pediatr Emerg Care.* août 2006;22(8):570-3.
58. Bedside hip ultrasonography in the pediatric emergency department: a tool to guide management in patients presenting with limp - PubMed [Internet]. [cité 14 janv 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24694889/>
59. Witt M, Baumann BM, McCans K. Bladder ultrasound increases catheterization success in pediatric patients. *Acad Emerg Med.* avr 2005;12(4):371-4.
60. Chen L, Hsiao AL, Moore CL, Dziura JD, Santucci KA. Utility of bedside bladder ultrasound before urethral catheterization in young children. *Pediatrics.* janv 2005;115(1):108-11.
61. Milling TJ, Van Amerongen R, Melville L, Santiago L, Gaeta T, Birkhahn R, et al. Use of ultrasonography to identify infants for whom urinary catheterization will be unsuccessful because of insufficient urine volume: validation of the urinary bladder index. *Ann Emerg Med.* mai 2005;45(5):510-3.
62. (PDF) Échographie aux urgences pédiatriques [Internet]. [cité 23 mars 2022]. Disponible sur: [https://www.researchgate.net/publication/225762758\\_Echographie\\_aux\\_urgences\\_pediatriques](https://www.researchgate.net/publication/225762758_Echographie_aux_urgences_pediatriques)
63. Levy JA, Noble VE. Bedside Ultrasound in Pediatric Emergency Medicine. *Pediatrics.* 1 mai 2008;121(5):e1404-12.
64. High-resolution sonography is effective in detection of soft tissue foreign bodies: experience from a rural Indian center - PubMed [Internet]. [cité 5 mars 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19710224/>
65. Pervaiz F, Hossen S, Chavez MA, Miele CH, Moulton LH, McCollum ED, et al. Training and standardization of general practitioners in the use of lung ultrasound for the diagnosis of pediatric pneumonia. *Pediatr Pulmonol.* nov 2019;54(11):1753-9.
66. Fentress M, Heyne TF, Barron KR, Jayasekera N. Point-of-Care Ultrasound in Resource-Limited Settings: Common Applications. *South Med J.* juill 2018;111(7):424-33.
67. Nadimpalli A, Tsung JW, Sanchez R, Shah S, Zelikova E, Umphrey L, et al. Feasibility of Training Clinical Officers in Point-of-Care Ultrasound for Pediatric Respiratory Diseases in Aweil, South Sudan. *Am J Trop Med Hyg.* sept 2019;101(3):689-95.
68. VOLAND Charlotte. Rapport de stage, mission VIH Tb CRF à Bangui, RCA. 2022.
69. Accueil GFRUP | GFRUP [Internet]. [cité 23 mars 2022]. Disponible sur: <https://gfrup.sfpediatrie.com/>
70. AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS C on PEM, SOCIETY FOR ACADEMIC EMERGENCY MEDICINE A of EU, AMERICAN COLLEGE OF EMERGENCY PHYSICIANS PEMC, WORLD INTERACTIVE NETWORK FOCUSED ON CRITICAL ULTRASOUND, Abo AM, Doniger SJ, et al. Point-of-Care Ultrasonography by Pediatric Emergency Medicine Physicians. *Pediatrics.* 1 avr 2015;135(4):e1097-104.
71. Benabbas R, Hanna M, Shah J, Sinert R. Diagnostic Accuracy of History,

- Physical Examination, Laboratory Tests, and Point-of-care Ultrasound for Pediatric Acute Appendicitis in the Emergency Department: A Systematic Review and Meta-analysis. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. mai 2017;24(5):523-51.
72. [Diagnostic surplus value of echography in children with acute abdominal pain] - PubMed [Internet]. [cité 14 janv 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12845838/>
  73. Point-of-care ultrasound may be useful for detecting pediatric intussusception at an early stage | BMC Pediatrics | Full Text [Internet]. [cité 8 févr 2022]. Disponible sur: <https://bmcpediatr.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12887-020-02060-6>
  74. Park BL, Rabiner JE, Tsung JW. Point-of-care ultrasound diagnosis of small bowel-small bowel vs ileocolic intussusception. *Am J Emerg Med*. sept 2019;37(9):1746-50.
  75. Sharma P, Al-Sani F, Saini S, Sao Pedro T, Wong P, Etoom Y. Point-of-Care Ultrasound in Pediatric Diagnostic Dilemmas: Two Atypical Presentations of Intussusception. *Pediatr Emerg Care*. janv 2019;35(1):72-4.
  76. Halm BM, Eakin PJ, Franke AA. Diagnosis of appendicitis by a pediatric emergency medicine attending using Point-of-Care Ultrasound/ a case report. *Hawaii Med J*. sept 2010;69(9):208-11.
  77. Doniger SJ, Kornblith A. Point-of-Care Ultrasound Integrated Into a Staged Diagnostic Algorithm for Pediatric Appendicitis: *Pediatr Emerg Care*. févr 2018;34(2):109-15.
  78. Kameda T, Taniguchi N. Overview of point-of-care abdominal ultrasound in emergency and critical care. *J Intensive Care*. 15 août 2016;4(1):53.
  79. Success rate of BladderScan-assisted suprapubic aspiration - PubMed [Internet]. [cité 28 janv 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23216726/>
  80. Utility of bedside bladder ultrasound before urethral catheterization in young children - PubMed [Internet]. [cité 28 janv 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15629989/>
  81. Guedj R, Escoda S, Blakime P, Patteau G, Brunelle F, Cheron G. The accuracy of renal point of care ultrasound to detect hydronephrosis in children with a urinary tract infection. *Eur J Emerg Med Off J Eur Soc Emerg Med*. avr 2015;22(2):135-8.
  82. Avoiding Computed Tomography Scans By Using Point-Of-Care Ultrasound When Evaluating Suspected Pediatric Renal Colic - PubMed [Internet]. [cité 8 févr 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25934378/>
  83. Ng C, Tsung JW. Avoiding Computed Tomography Scans By Using Point-Of-Care Ultrasound When Evaluating Suspected Pediatric Renal Colic. *J Emerg Med*. août 2015;49(2):165-71.
  84. Barbic D, Chenkin J, Cho DD, Jelic T, Scheuermeyer FX. In patients presenting to the emergency department with skin and soft tissue infections what is the diagnostic accuracy of point-of-care ultrasonography for the diagnosis of abscess compared to the current standard of care? A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 10 janv 2017;7(1):e013688.
  85. Adams CM, Neuman MI, Levy JA. Point-of-Care Ultrasonography for the Diagnosis of Pediatric Soft Tissue Infection. *J Pediatr*. 1 févr 2016;169:122-127.e1.
  86. Ultrasound-guided interventional radiology in critical care - PubMed [Internet]. [cité 28 janv 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17446778/>
  87. Ultrasound-guided procedures in the emergency department-diagnostic and therapeutic asset - PubMed [Internet]. [cité 28 janv 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23200331/>
  88. Surdhar I, Kirschner D. Ultrasound-Guided Needle Aspiration of an Iliac Crest Abscess in a Pediatric Emergency Department. *Pediatr Emerg Care*. mars 2020;36(3):165-7.

89. Turkcuer I, Atilla R, Topacoglu H, Yanturali S, Kiyan S, Kabakci N, et al. Do we really need plain and soft-tissue radiographies to detect radiolucent foreign bodies in the ED? *Am J Emerg Med.* nov 2006;24(7):763-8.
90. Reliability of Neck Mass Point-of-Care Ultrasound by Pediatric Emergency Physicians - PubMed [Internet]. [cité 8 févr 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30937939/>
91. Levine MC, Arroyo A, Likourezos A, Homel P, Dickman E. The use of point of care ultrasound in the evaluation of pediatric soft tissue neck masses. *Am J Emerg Med.* août 2019;37(8):1466-9.
92. Pershad J, Myers S, Plouman C, Rosson C, Elam K, Wan J, et al. Bedside limited echocardiography by the emergency physician is accurate during evaluation of the critically ill patient. *Pediatrics.* déc 2004;114(6):e667-671.
93. Leeson K, Leeson B. Pediatric Ultrasound: Applications in the Emergency Department. *Emerg Med Clin.* 1 août 2013;31(3):809-29.
94. Spurney CF, Sable CA, Berger JT, Martin GR. Use of a hand-carried ultrasound device by critical care physicians for the diagnosis of pericardial effusions, decreased cardiac function, and left ventricular enlargement in pediatric patients. *J Am Soc Echocardiogr Off Publ Am Soc Echocardiogr.* avr 2005;18(4):313-9.
95. Ng L, Khine H, Taragin BH, Avner JR, Ushay M, Nunez D. Does bedside sonographic measurement of the inferior vena cava diameter correlate with central venous pressure in the assessment of intravascular volume in children? *Pediatr Emerg Care.* mars 2013;29(3):337-41.
96. Milner D, Losek JD, Schiff J, Sicoli R. Pediatric pericardial tamponade presenting as altered mental status. *Pediatr Emerg Care.* févr 2003;19(1):35-7.
97. Smith AT, Watnick C, Ferre RM. Cardiac Tamponade Diagnosed by Point-of-Care Ultrasound. *Pediatr Emerg Care.* févr 2017;33(2):132-4.
98. Miller AF, Arichai P, Gravel CA, Vieira RL, Neal JT, Neuman MI, et al. Use of Cardiac Point-of-Care Ultrasound in the Pediatric Emergency Department. *Pediatr Emerg Care.* 1 janv 2022;38(1):e300-5.
99. Presley BC, Park DB, Sterner SE, Cheung C, Bailey S, Hayden GE. Pulmonary embolism in the pediatric emergency department: a case demonstrating the application of point-of-care cardiac ultrasound in a pediatric patient with pulmonary embolism. *Pediatr Emerg Care.* nov 2014;30(11):839-44.
100. Cheng AB, Levine DA, Tsung JW, Phoon CKL. Emergency physician diagnosis of pediatric infective endocarditis by point-of-care echocardiography. *Am J Emerg Med.* févr 2012;30(2):386.e1-3.
101. Avci M, Kozaci N, Tulubas G, Caliskan G, Yuksel A, Karaca A, et al. Comparison of Point-of-Care Ultrasonography and Radiography in the Diagnosis of Long-Bone Fractures. *Medicina (Mex).* 9 juill 2019;55(7):355.
102. Kozaci N, Ay MO, Avci M, Turhan S, Donertas E, Celik A, et al. The comparison of point-of-care ultrasonography and radiography in the diagnosis of tibia and fibula fractures. *Injury.* juill 2017;48(7):1628-35.
103. Gallettebeitia Laka I, Samson F, Gorostiza I, Gonzalez A, Gonzalez C. The utility of clinical ultrasonography in identifying distal forearm fractures in the pediatric emergency department. *Eur J Emerg Med Off J Eur Soc Emerg Med.* avr 2019;26(2):118-22.
104. Sonographic management of infantile clavicular fractures - PubMed [Internet]. [cité 14 janv 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10370037/>
105. Avci M, Kozaci N, Beydilli İ, Yılmaz F, Eden AO, Turhan S. The comparison of bedside point-of-care ultrasound and computed tomography in elbow injuries. *Am J Emerg Med.* nov 2016;34(11):2186-90.
106. Diagnostic accuracy of ultrasonography for hand bony fractures in paediatric patients - PubMed [Internet]. [cité 14 janv 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24951462/>

107. Kozaci N, Ay MO, Avci M, Beydilli I, Turhan S, Donertas E, et al. The comparison of radiography and point-of-care ultrasonography in the diagnosis and management of metatarsal fractures. *Injury*. févr 2017;48(2):542-7.
108. Poonai N, Myslik F, Joubert G, Fan J, Misir A, Istasy V, et al. Point-of-care Ultrasound for Nonangulated Distal Forearm Fractures in Children: Test Performance Characteristics and Patient-centered Outcomes. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. mai 2017;24(5):607-16.
109. Chaar-Alvarez FM, Warkentine F, Cross K, Herr S, Paul RI. Bedside ultrasound diagnosis of nonangulated distal forearm fractures in the pediatric emergency department. *Pediatr Emerg Care*. nov 2011;27(11):1027-32.
110. Ekşioğlu F, Altinok D, Uslu MM, Güdemez E. Ultrasonographic findings in pediatric fractures. *Turk J Pediatr*. juin 2003;45(2):136-40.
111. (PDF) Emergency Department Diagnosis of Pediatric Hip Effusion and Guided Arthrocentesis Using Point-of-Care Ultrasound | James Tsung - Academia.edu [Internet]. [cité 14 janv 2022]. Disponible sur: [https://www.academia.edu/16927690/Emergency\\_Department\\_Diagnosis\\_of\\_Pediatric\\_Hip\\_Effusion\\_and\\_Guided\\_Arthrocentesis\\_Using\\_Point-of-Care\\_Ultrasound](https://www.academia.edu/16927690/Emergency_Department_Diagnosis_of_Pediatric_Hip_Effusion_and_Guided_Arthrocentesis_Using_Point-of-Care_Ultrasound)
112. Schleifer J, Liteplo AS, Kharasch S. Point-of-Care Ultrasound in a Child with Chest Wall Pain and Rib Osteomyelitis. *J Emerg Med*. oct 2019;57(4):550-3.
113. Gungor F, Akyol KC, Eken C, Kesapli M, Beydilli I, Akcimen M. The value of point-of-care ultrasound for detecting nail bed injury in ED. *Am J Emerg Med*. sept 2016;34(9):1850-4.
114. Güngör F, Kılıç T. Point-of-Care Ultrasonography to Assist in the Diagnosis and Management of Subluxation of the Radial Head in Pediatric Patients: A Case Series. *J Emerg Med*. mai 2017;52(5):702-6.
115. Buzzard AK, Linklater DR. Pediatric retinal detachment due to Coats' disease diagnosed with bedside emergency department ultrasound. *J Emerg Med*. nov 2009;37(4):390-2.
116. Braun A, Doniger SJ. Point-of-care ultrasonography for the identification of 2 children with optic disc drusen mimicking papilledema. *Pediatr Emerg Care*. juill 2014;30(7):505-7.
117. Point-of-Care Ultrasonography in the Diagnosis of Retinal Detachment, Vitreous Hemorrhage, and Vitreous Detachment in the Emergency Department - PubMed [Internet]. [cité 8 févr 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30977855/>
118. PRIME PubMed | The Use of Ophthalmic Ultrasonography to Identify Retinal Injuries Associated With Abusive Head Trauma [Internet]. [cité 28 janv 2022]. Disponible sur: [http://www.nlm.medscape.idmu.unboundmedicine.unboundmedicine.com/medline/citation/26481265/The\\_Use\\_of\\_Ophthalmic\\_Ultrasonography\\_to\\_Identify\\_Retinal\\_Injuries\\_Associated\\_With\\_Abusive\\_Head\\_Trauma\\_](http://www.nlm.medscape.idmu.unboundmedicine.unboundmedicine.com/medline/citation/26481265/The_Use_of_Ophthalmic_Ultrasonography_to_Identify_Retinal_Injuries_Associated_With_Abusive_Head_Trauma_)
119. Transcranial Doppler in pediatric emergency and intensive care unit: a case series and literature review - PubMed [Internet]. [cité 8 févr 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29955941/>
120. Subramaniam S, Chen AE, Khwaja A, Rempell R. Identifying infant hydrocephalus in the emergency department with transfontanellar POCUS. *Am J Emerg Med*. janv 2019;37(1):127-32.
121. Fishman Y, Gross I, Hashavya S, Benifla M, Tenenbaum A, Rekhtman D. Pediatricians as Case Managers Reduce the Exposure to Computerized Tomography in Children Experiencing Minor Head Trauma. *Pediatr Emerg Care*. 1 déc 2021;37(12):e1642-5.
122. Trittmacher S, Hügens-Penzel M, Traupe H. [Craniocerebral trauma in childhood]. *Radiol*. juin 1995;35(6):378-84.

123. Managing traumatic brain injury in children: When do we need a computed tomography of the head? [Internet]. [cité 14 janv 2022]. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4949923/>
124. Er S, Sj F, Kw H, Rr M. Use of focused abdominal sonography for trauma at pediatric and adult trauma centers: a survey. *J Pediatr Surg* [Internet]. sept 2009 [cité 14 janv 2022];44(9). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19735819/>
125. Emery KH, McAneney CM, Racadio JM, Johnson ND, Evora DK, Garcia VF. Absent peritoneal fluid on screening trauma ultrasonography in children: a prospective comparison with computed tomography. *J Pediatr Surg*. avr 2001;36(4):565-9.
126. Holmes JF, Gladman A, Chang CH. Performance of abdominal ultrasonography in pediatric blunt trauma patients: a meta-analysis. *J Pediatr Surg*. sept 2007;42(9):1588-94.
127. Posttraumatic peritoneal fluid: is it a reliable indicator of intraabdominal injury in children? - PubMed [Internet]. [cité 14 janv 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8749914/>
128. Acute rib fracture diagnosis in an infant by US: a matter of child protection - PubMed [Internet]. [cité 14 janv 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18818912/>
129. Griffith JF, Rainer TH, Ching AS, Law KL, Cocks RA, Metreweli C. Sonography compared with radiography in revealing acute rib fracture. *AJR Am J Roentgenol*. déc 1999;173(6):1603-9.
130. Lovett ME, Maa T, Moore-Clingenpeel M, O'Brien NF. Transcranial Doppler ultrasound findings in children with moderate-to-severe traumatic brain injury following abusive head trauma. *Childs Nerv Syst*. 2020;36(5):993-1000.
131. Steiner S, Riebel T, Nazarenko O, Bassir C, Steger W, Vogl T, et al. [Skull injury in childhood: comparison of ultrasonography with conventional X-rays and computerized tomography]. *ROFO Fortschr Geb Rontgenstr Nuklearmed*. oct 1996;165(4):353-8.
132. Parri N, Crosby BJ, Mills L, Soucy Z, Musolino AM, Da Dalt L, et al. Point-of-Care Ultrasound for the Diagnosis of Skull Fractures in Children Younger Than Two Years of Age. *J Pediatr*. mai 2018;196:230-236.e2.
133. Halm BM, Kessler DO. Color Flow Doppler Point of Care Ultrasound to Evaluate Vessels before Infant Lumbar Puncture. *J Emerg Med*. janv 2017;52(1):70-3.
134. Mori T, Takei H, Nomura O, Ihara T, Hagiwara Y. Pediatric Case of Successful Point-of-Care Ultrasound-Guided Nasogastric Tube Placement. *J Emerg Med*. août 2020;59(2):e57-60.
135. Point-of-care ultrasound for confirmation of gastrostomy tube replacement in the pediatric emergency department - PubMed [Internet]. [cité 8 févr 2022]. Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32133576/>
136. Costantino TG, Parikh AK, Satz WA, Fojtik JP. Ultrasonography-guided peripheral intravenous access versus traditional approaches in patients with difficult intravenous access. *Ann Emerg Med*. nov 2005;46(5):456-61.
137. Walco GA. Needle pain in children: contextual factors. *Pediatrics*. nov 2008;122 Suppl 3:S125-129.
138. Doniger SJ, Ishimine P, Fox JC, Kanegaye JT. Randomized controlled trial of ultrasound-guided peripheral intravenous catheter placement versus traditional techniques in difficult-access pediatric patients. *Pediatr Emerg Care*. mars 2009;25(3):154-9.
139. Kennedy RM, Luhmann J, Zempsky WT. Clinical implications of unmanaged needle-insertion pain and distress in children. *Pediatrics*. nov 2008;122 Suppl 3:S130-133.

140. Triffterer L, Marhofer P, Willschke H, Machata AM, Reichel G, Benkoe T, et al. Ultrasound-guided cannulation of the great saphenous vein at the ankle in infants. *Br J Anaesth*. févr 2012;108(2):290-4.
141. Gallagher RA, Levy J, Vieira RL, Monuteaux MC, Stack AM. Ultrasound assistance for central venous catheter placement in a pediatric emergency department improves placement success rates. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. sept 2014;21(9):981-6.
142. Avanzini S, Mameli L, Disma N, Zanaboni C, Dato A, Montobbio G, et al. Brachiocephalic vein for percutaneous ultrasound-guided central line positioning in children: A 20-month preliminary experience with 109 procedures. *Pediatr Blood Cancer*. févr 2017;64(2):330-5.
143. Boyar V, Galiczewski C, Kurepa D. Point-of-Care Ultrasound Use in Neonatal Peripheral Intravenous Extravasation Injuries: A Case Series. *J Wound Ostomy Cont Nurs Off Publ Wound Ostomy Cont Nurses Soc*. déc 2018;45(6):503-9.
144. Munlemvo D, Moharir A, Yamaguchi Y, Khan S, Tobias JD. Utility of gastric ultrasound in evaluating nil per os status in a child. *Saudi J Anaesth*. 2021;15(1):46-9.
145. Code de la santé publique - Légifrance [Internet]. [cité 5 sept 2023]. Disponible sur: [https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte\\_lc/LEGITEXT000006072665/2022-05-01/](https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006072665/2022-05-01/)
146. DIU d'échographie et techniques ultrasonores DIU ETUS – DIU d'échographie d'acquisition DIU EA [Internet]. [cité 23 mars 2022]. Disponible sur: <http://naxos.biomedicale.univ-paris5.fr/diue/>
147. Saboo SS, Saboo SH, Soni SS, Adhane V. High-resolution sonography is effective in detection of soft tissue foreign bodies: experience from a rural Indian center. *J Ultrasound Med Off J Am Inst Ultrasound Med*. sept 2009;28(9):1245-9.
148. SRLF [Internet]. [cité 1 mars 2023]. Echographie pulmonaire en réanimation pédiatrique : revue des connaissances en 2020. Disponible sur: <https://www.srlf.org/article-revue/echographie-pulmonaire-reanimation-pediatrique-revue-connaissances-2020>
149. Lichtenstein DA. Ultrasound examination of the lungs in the intensive care unit. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc*. nov 2009;10(6):693-8.
150. Ca G, Rg B. Point-of-Care Ultrasound Differentiation of Lung Consolidation and Normal Thymus in Pediatric Patients: An Educational Case Series. *J Emerg Med [Internet]*. août 2018 [cité 13 févr 2022];55(2). Disponible sur: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29784474/>

## Annexes

### Annexe 1 : aide au codage

Diagnostic :	Codage :
Asthme	J45(8-9)
Autres troubles respiratoires	J98(8)
Bronchiolite	J21(0-8-9)
Bronchite	J20(3-9)
Contusion pulmonaire	S273
Contusion thorax	S202
Epanchement pleural	J90
Hémothorax	J942
Lésions traumatiques d'organes intrathoraciques	S27
Pleurésie	R091
Pneumopathie	J18(0-1-9)
Pneumopathie bactérienne	J15(4-8-9)
Pneumopathie virale	J12(8)
Pneumothorax	J93(9)
Traumatisme thoracique	S299

#### Aide au codage des examens complémentaires :

Échographie transthoracique du médiastin, du poumon et/ou de la cavité pleurale.  
Codage : gfqm001 / Prix 37.05 €

Échographie transcutanée, au lit du malade  
Codage : ZZQM004 / Prix 37,80 €

Radiographie du thorax.  
Codage : ZBQK002 / Prix : 21.28 €

## **Annexe 2 : Application pratique de l'EPTP et calendrier de ce travail.**

### **Réalités locales**

#### CH de Cherbourg en Cotentin :

Dans ce centre de périphérie de la Manche isolé géographiquement (à plus d'une heure et demi de la réanimation pédiatrique du CHU de Caen), les conséquences des déserts médicaux se font sentir. Il n'y a, en effet, pas de radiologue de garde sur place. En sous effectif, il-elles ne se déplaceront qu'en cas d'urgence vitale. De plus, les radiologues étant davantage formé-es à l'imagerie d'adultes, il-elles sont moins à l'aise avec la pédiatrie, notamment chez les moins de 2 ans. Il existe donc un retard diagnostic et donc de prise en charge, mais aussi une sur-exposition aux irradiations des enfants, pour des pathologies dont le diagnostic nécessite simplement une échographie. Pour pallier ce manque, des pédiatres se sont d'ores et déjà formé-es à l'échographie diagnostic ou de débrouillage (cardiologique, trans-fontanellaire en néonatalogie, mais aussi rénale, abdominale ou de hanche en pédiatrie générale). Pour ce qui est du matériel disponible, il n'existe malheureusement pas d'échographe portable aux urgences pédiatriques (avant la réalisation de ce travail).

Le service des urgences est composé d'une équipe de journée comportant un-e puericultrice, un-e auxiliaire de puériculture, un à deux sénior(s) et deux résident-es. Les différents corps de métier alternent avec le service d'hospitalisation. Les enfants sont accueillis jusqu'à 18 ans, pour toutes pathologies non traumatiques (en dehors de traumatismes crâniens et des plaies minimales à suturer). Il y a environ 10 000 passages par an aux urgences.

Initialement, ce travail devait être multicentrique, mais du fait des délais importants pour obtenir le matériel (mars 2023) et la formation (fin juin 2023), le CHPC n'a finalement pas été inclus dans l'étude, qui n'a eu lieu qu'au CHU de Caen.

#### CHU de Caen :

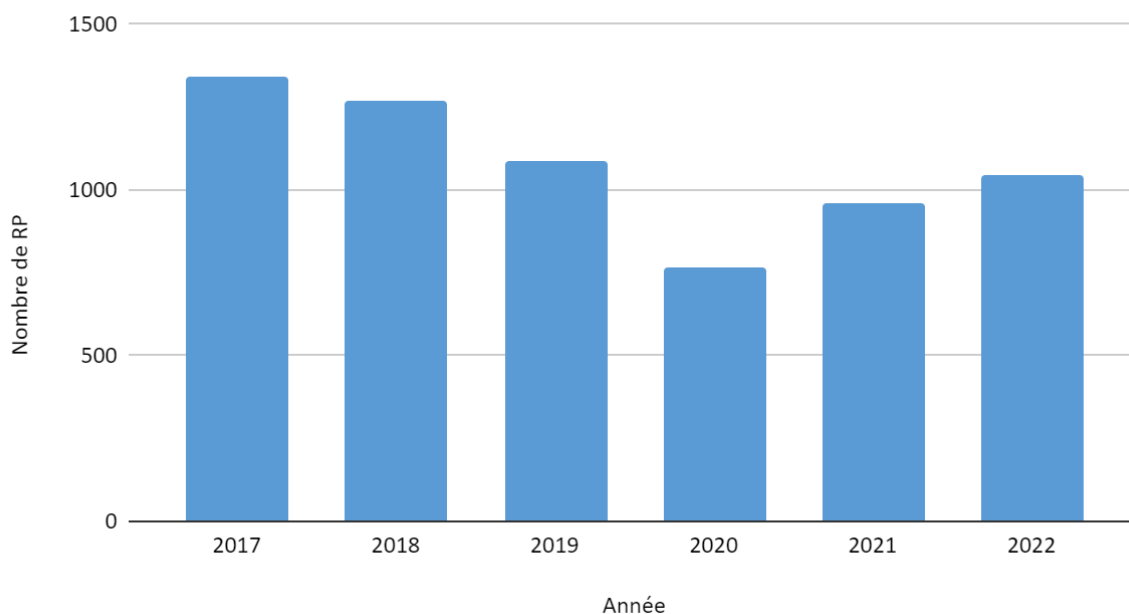
Le CHU possède un service de radiologie pédiatrique, en étroite collaboration avec les urgences et les services d'hospitalisations. Cependant, la nuit il ne reste qu'un-e radiologue pour l'ensemble de l'hôpital, les échographies, hors urgences vitales, devront alors attendre le lendemain. En journée, les radiologues sont eux aussi en sous-effectif, ayant alors un rythme de travail très soutenu. Le travail en équipe urgentiste / radiologue est privilégié au CHU de Caen, et certain-es radiologues sont intéressé-es pour avoir la formation à l'échographie pulmonaire. Même si les

échographies urgentes sont faites relativement tôt, les patient-es sont bien souvent sommés de revenir le lendemain ou d’attendre, entraînant parfois un retard de prise en charge. L’hypothèse défendue ici serait qu’une échographie de débrouillage permettrait de mieux prioriser les demandes d’examen complémentaires.

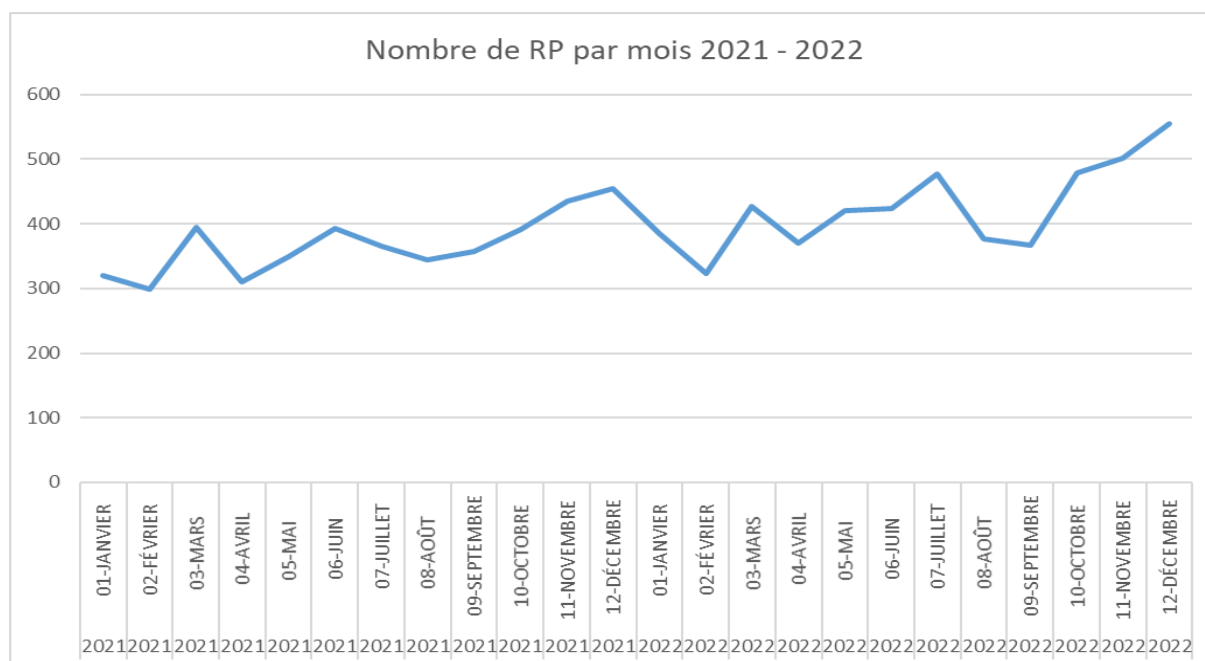
Le service des urgences du CHU de Caen est composé de 4 ETP médecins, et de 20.4 ETP IDE / PIDE. les AP ou auxiliaires de puériculture sont 1 ETP (pour 1.8 nécessaire, et 5.6 ETP en renfort bronchiolite). Les enfants sont accueillis jusqu’à l’âge de 16 ans, pour toutes pathologies. En 2021, le nombre de passage était de 25 000, avec environ un tiers d’augmentation en 2022.

Figure A: nombre de RP réalisées aux UP du CHU de Caen, de 2017-2022.

Nombre de RP réalisées par an aux UP du CHU de Caen



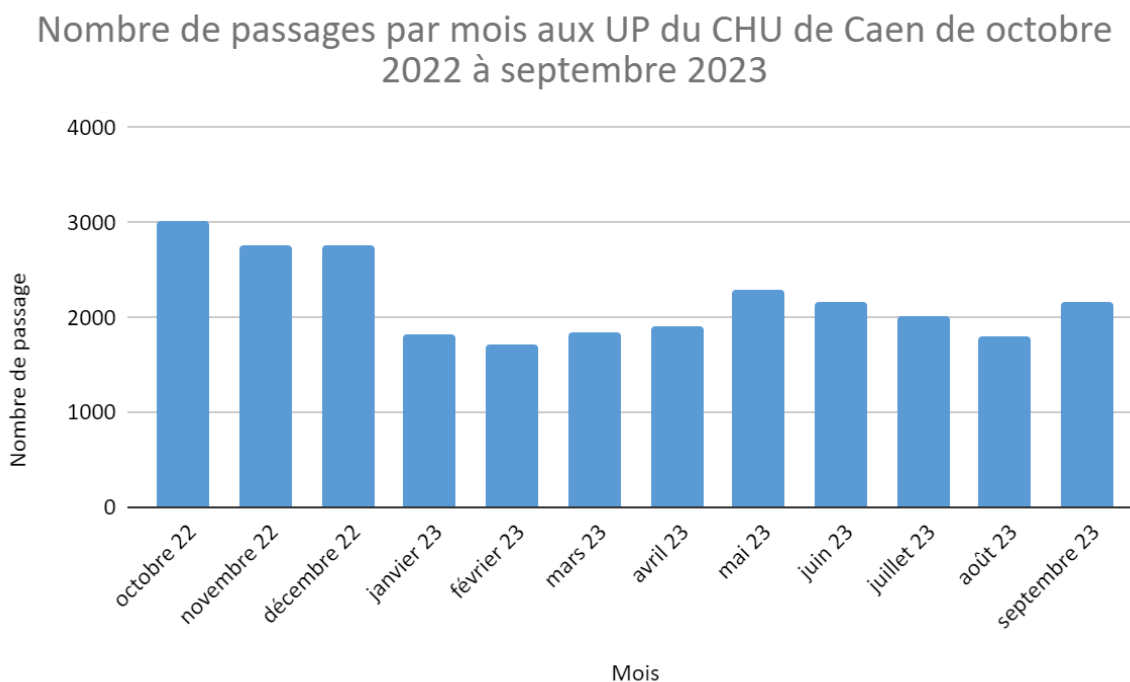
**Figure B** : nombre de RP réalisées par mois de 2021-2022, aux UP du CHU de Caen.



## Calendrier

- Été 2021 : rédaction du protocole de recherche
- Hiver 2021-2022 : revue de la littérature sur pubmed
- Printemps-été 2022 : démarches légales et éthiques, acceptation du comité d'éthique, rédaction du protocole de service, démarches administratives pour achat du matériel, trouver une formation...
- Septembre-octobre 2022 : début des formations (cf ci-dessous) au CHU de Caen, acquisition du matériel, diffusion de protocole de service
- Novembre 2022 à octobre 2023 : recueil de données
  - période 1 : du 12 au 25 décembre 2022, 118 dossiers recueillis
  - période 2 : du 13 au 26 mars 2023, 50 dossiers recueillis
  - période 3 : du 12 au 25 juin 2023, 37 dossiers recueillis
  - période 4 : du 4 au 17 septembre 2023, 57 dossiers recueillis
- Septembre 2023 : analyse des données
- Novembre 2023 : soutenance de thèse

**Figure C** : nombre de passages par mois aux UP du CHU de Caen pendant la phase de recueil.



## Mise en place

### Protocole de service

Un protocole de service a été diffusé en septembre 2022, reprenant les indications de réalisation de l'échographie pulmonaire. Il est disponible en annexe 3.

### Mise en place d'une formation

Une des difficultés de ce travail a été l'accès à la formation. Comme détaillé plus haut, il n'existe pas vraiment de formation spécifique à l'échographie pédiatrique pour les clinicien-nes malgré la demande. Dre Delestran Céline et son équipe du GEPP ont accepté de venir nous former les 10 et 24 octobre 2022 (formation faite habituellement au sein du DU de pneumopédiatrie). Par la suite, le Dr Agossah Cédric, pneumopédiatre, a pris le relais pour former au sein du CHU. Le CHU de Caen a donc acquis la capacité de formation à l'échographie pulmonaire type POCUS. Les formations ont été faites de manières rapprochées initialement, puis au début de chaque semestre.

### *Date des formations à l'échographie pulmonaire :*

- CHU de Caen : 10, 24 octobre 2022, 28 novembre 2022, 19 et 27 décembre 2022, 12 juin 2023, 19 septembre 2023.

- Au total au CHU de Caen, 37 résident-es (DJ compris), dont 31 de pédiatrie (soit 59,61%) sur l'année 2022-2023, et 17 séniors formé-es (dont 7 aux urgences soit 87,5 % de l'équipe d'urgence, et 21,05 % de l'ensemble des pédiatres prenant des gardes aux UP). A noter que 80% de l'équipe de réanimation pédiatrique a été formée, et que des formations à destination de l'équipe de néonatalogie du CHU de Caen sont en cours.
- CH de Cherbourg : 23 juin 2023.
  - Au total, 6 résident-es sur 7 (semestre été 2023), soit 85% et 7 séniors formé-es (soit 70% de l'équipe de pédiatrie).

Malheureusement, une partie seulement de l'équipe résident-es / médecins a été formée jusqu'alors. La formation était gratuite (inscription prise en charge par l'association du service de pédiatrie pour celles effectuées par Paris, gratuites pour celles réalisées par l'équipe du CHU de Caen) et basée sur le volontariat.

#### Acquisition du matériel

En octobre 2022, après une année de démarches administratives, le CHU de Caen a acquis un échographe ultraportable (Lumify, Philips®). Le CH de Cherbourg a acquis le même échographe en mai 2023.

### **Annexe 3 : Protocole de service de réalisation des échographies pleuro-pulmonaires type POCUS (EPTP) aux urgences pédiatriques :**

La personne (résident-e ou sénior) réalisant l'échographie doit avoir bénéficié d'une formation.

La réalisation d'examen complémentaire ne doit pas retarder la prise en charge urgente des patient-es instables.

#### **Indications :**

- Anomalie auscultatoire avec indication à la réalisation d'une radiographie pulmonaire
- Dyspnée dans un contexte de traumatisme avec indication à la réalisation d'une radiographie pulmonaire
- Toux fébrile avec indication à la réalisation d'une radiographie pulmonaire
- Autre indication d'imagerie pulmonaire (radiographie, scanner...)

#### **Contre indications :**

- Enfants présentant une pathologie pulmonaire (sauf asthme) ou cardiaque chronique.
- Instabilité hémodynamique grave.

#### **Réalisation :**

Réalisation selon séquence enseignée lors de formation.

Matériel : Echographe type Lumify Ultra Portable (Philips ®)

# Case Report Form

**Titre de l'étude :** Étude de la fréquence de réalisation de l'échographie pulmonaire type POCUS par les cliniciens-nes après formation aux urgences pédiatriques.

**Investigateurs-trices :**

Charlotte VOLAND (interne en pédiatrie) / Dr Thomas CHOMBART

**Centre de coordination :**

CHU de Caen  
Avenue de la côte de Nacre  
14000 Caen

**Période de recueil :**

- T1 (décembre 2022) : automne
- T2 (mars 2023) : hiver
- T3 (avril 2023) : printemps
- T4 (septembre 2023) : été

**Nombre de passage ce jour-là :**

Moyenne mensuelle de passage / jour :

**Horaire :**

- 8h à 14h
- 14h à 18h
- 18h à 00h
- 00h à 8h

**Patient-e :**

Nom (3 premières lettres) : .....  
Prénom (3 premières lettres) : .....  
Date de naissance : .....  
Genre : féminin, masculin, autre  
Âge :  
● 0-3 M  
● 3-12 M  
● 1-3 ans  
● 3-10 ans  
● 10-16 ans  
Date de consultation aux urgences : .....

**Échographie à disposition :**

- oui
  - Type d'échographie :
    - ultraportable lumify philips
    - autre : .....
- non

**Critères d'inclusion :** (respect du protocole)

- 0 à 16 ans
- anomalie auscultatoire nécessitant une imagerie
- traumatisme thoracique
- autre indication à une imagerie pulmonaire

**Critères de non inclusion :**

- pathologie pulmonaire (sauf asthme) ou cardiaque chronique
- instabilité hémodynamique grave

**Critères d'exclusion :**

- > 16 ans

**Motif de consultation :** .....

**Examen clinique :** .....

- anomalie auscultatoire :
  - crépitations / ronchis droit ou gauche ou bilatéraux
  - sibilants droit ou gauche ou bilatéraux
  - baisse murmures vésiculaires droit ou gauche ou bilatéral
- fièvre
- traumatisme thoracique

**Examen reçu (et dans quel ordre) :**

- écho puis RP
- RP puis écho
- échographie seule
- radiographie seule
- Si échographie pulmonaire, réalisée par un-e clinicien-ne :
  - échographie refaite
    - non
    - sénior
    - autre médecin
    - radiologue

**Diagnostic final :**

- confirmé
- infirmé
- modifié après la réalisation d'un examen, lequel ?
  - écho
  - RP
  - autre : .....

**Hypothèse diagnostique initiale :**

- Rhinite
- Bronchiolite
- Pneumopathie
- Pleuro pneumopathie
- Asthme
- Pneumothorax
- Contusion pulmonaire
- Autre
- En cas d'origine infectieuse présumée :
  - Viral
  - Bactérien

**Autre :** .....

**examen clinique normal :** .....

**Radiographie pulmonaire, résultats :**

- normale
- foyer

- épanchement pleural
- syndrome bronchique
- atelectasie
- pneumothorax
- autre
- Relecture de la radiographie par radiologue : identique ou non
  -
- Autre :
- Délai entre examen médical et examen complémentaire :

Diagnostic :

- .....
- .....
- infectieuse virale
  - virus retrouvé ?
    - VRS
    - grippe
    - covid 19
    - ERV
    - autre.....
- infectieuse bactérienne
  -
- sur clinique seule
- aide par l'échographie :
- aide par la radiographie :
- autre examen ayant permis le diagnostic :

Traitement :

- .....
- .....
- symptomatique (pas d'ATB)
- antibiotique :
  - non
  - oui
- décidé suite à :
  - type : .....
  - radiographie
  - échographie
  - autre :
- Durée de passage :
  - 0-2h
  - 2-6h

- chef-fe depuis < 5 ans
- chef-fe depuis 5-10 ans
- chef-fe depuis 10-20 ans
- chef-fe depuis > 20 ans

- autre : .....
- .....
- formation à autre type d'échographie

Lieu de garde :

- pas de garde
- urgences pédiatriques
- réanimation pédiatrique
- autre
- mixte

○ âge :

- <25 ans
- 25-30
- 30-35
- 35-45 ans
- 45-55 ans
- 55-65 ans
- > 65 ans

○ Genre :

- Féminin
- Masculin
- autre

- activité échographique habituelle : oui / non
- formation à la pneumologie : oui / non
- Formation reçue à l'échographie pulmonaire : oui / non
  - Formation "par compagnonnage"
  - Formation "officielle"
- Date : .....
- Dans le cadre de cette étude

- <6 h
- Devenir : .....
- Hospitalisation
  - UHCD
  - pédiatrie
  - réanimation
- Retour à domicile
- Reconvoqué
- Décès
- Autre

Autre consultation aux urgences :

- non
- consultations dans les 72 heures
- autre

Examineur :

Autre remarque d'après l'examineur :  
 .....  
 .....

Problème(s) rencontré(s) :

.....  
 .....  
 .....

- Interne
  - pédiatrie
  - médecine générale
  - urgence
  - phase socle
  - phase d'approfondissement
  - docteur junior
    - Médecin sénior
  - travail aux urgences uniquement
  - activité mixte
  - Expérience :

**Annexe 5 : Etat des lieux des différents CHU en France à propos de la réalisation de l'EPTP**

Liste des CHU en France :	Réalisation de POCUS ?	Echographe présent aux UP ?	Quid des centres périphériques ?	Etude en cours ?
CHU d'Amiens	un peu	oui	NR	non
CHU d'Angers	un peu	oui	non	non
CHU de Besançon	non	non	non	oui
CHU de Bordeaux	un peu	oui	non	non
CHU de Brest	un peu	non	non	non
CHRU de Caen	non	non	NR	non
CHU de Clermont-Ferrand	non	non	NR	non
CHU de Dijon	non	non	NR	non
CHU de Grenoble	oui, plusieurs indications	oui	non	non
CHU de Lille	non	oui	non	non
CHU de Limoges	non	non	non	oui
Hospices civils de Lyon	non	non	non	non
Hôpitaux de Marseille	un peu	oui	NR	non
CHU de Montpellier	un peu	oui	non	non
CHRU de Nancy	non	non	non	non
CHU de Nantes	non	oui	NR	non
CHU de Nice	non	non	non	non
CHU de Nîmes	un peu	non	non	oui
CHU de Poitiers	un peu	oui	NR	non
CHU de Reims	un peu	oui	NR	non
CHU de Rennes	non	non	NR	non
CHU de Rouen	non	non	non	non

CHU de Saint-Étienne	un peu	oui	NR	non
Hôpitaux universitaires de Strasbourg	non	non	non	non
CHU de Toulouse	non	non	NR	non
CHRU de Tours	non	non	NR	non
CH d'Orléans	non	non	NR	NR

Tableau représentant la situation dans les différents CHU de France (hors Paris) : utilisation en pratique courante de l'échographie POCUS aux urgences pédiatriques ? Présence d'un appareil d'échographie ? Une étude est-elle en cours sur le sujet ? Est-ce réalisé dans les centres périphériques ?

### **Méthode :**

Appel téléphonique des différents CHU de France métropolitaine, hors région parisienne. Informations déclaratives par les médecins ou résident-es présents le jour de l'appel. Période : hiver 2021-printemps 2022.

« Par délibération de son Conseil en date du 10 Novembre 1972, l'Université n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ou mémoires. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteur-trices ».

VU, le Directeur de Thèse  
(Qui atteste du respect des procédures éthiques et réglementaires)

VU, la Présidente de Thèse

VU, le Doyen de la Faculté

VU et permis d'imprimer  
en référence à la délibération  
du Conseil d'Université  
en date du 14 Décembre 1973

Pour le Président  
de l'Université de CAEN et P.O

Le Doyen

ANNÉE DE SOUTENANCE : 2022/2023

NOM ET PRÉNOM DE L'AUTRICE : VOLAND Charlotte

TITRE DE LA THÈSE : Etude de la fréquence de réalisation de l'échographie pulmonaire type POCUS par les clinicien-nes après formation aux urgences pédiatriques.

RÉSUMÉ DE LA THÈSE EN FRANÇAIS :

Nous sommes parti-es d'un constat de sous utilisation de l'échographie type POCUS (Point-of-care UltraSonography), c'est-à-dire une échographie réalisée par l'urgentiste au lit du - de la patient-e aux urgences pédiatriques, en comparaison avec les urgences adultes. Nous avons réalisé une revue de la littérature des différentes indications des POCUS dans la population pédiatrique. Les principales indications intéressantes sont ainsi présentées, ainsi que celles nécessitant davantage d'études. Après un focus sur les limites, les intérêts économiques et les spécificités juridiques de cet examen complémentaire, nous avons évoqué la nécessité d'une formation adaptée et de qualité.

Nous avons choisi de nous intéresser plus spécifiquement à l'EPTP (échographie pulmonaire type POCUS), à travers l'étude de sa réalité en médecine d'adulte, les spécificités pédiatriques (indications, limites et technique).

Enfin, nous avons travaillé sur la mise en place pratique de l'EPTP aux urgences pédiatriques du CHU de Caen, à travers l'étude de la fréquence de sa réalisation et les facteurs influençant sa réalisation. Nous observons une augmentation de 12,2% de l'EPTP par les clinicien-nes après formation. Les facteurs influençant la réalisation de l'EPTP sont la suspicion clinique d'un tableau bactérien ainsi qu'une anomalie auscultatoire.

MOTS CLÉS : Service d'urgences, hôpital / Nourrisson / enfant / adolescent / Pathologie pulmonaire / imagerie diagnostique / Échographie / Services offerts au chevet du patient

THESIS TITLE : Study of the frequency of realization of lung ultrasonography type POCUS by clinicians after training in paediatric emergency service.

SUMMARY :

Our study began with the notion of underutilization of the POCUS (Point-of-care UltraSonography), that is to say ultrasonography by physicians at the patient's bedside in paediatric emergency service by comparison with adult emergency. This is how we did a literature review about indications of POCUS in the paediatric population. We present the most interesting indications and those who need more studies.

After a focus on limitation, economical interest and juridical specificities of this exam, we discuss the necessity of an adapted and quality training.

We chose to focus specifically at the lung sonography type POCUS (LSTP), by the study of its reality in adult medicine, and its paediatric specificities (indication, limitation and technique).

Finally, we work on the practical implementation of LSTP in paediatric emergency service (CHU of Caen), through the study of its frequency of realization and the factors that influence its realization. We found an increase of 12,2% of LSTP by physicians after formation. Factors that influence its realization are the clinical suspicion of clinical bacterial impression and auscultatory abnormalities.

KEY WORDS : Emergency Service, Hospital / Infant / child / Adolescent / Lung Diseases / diagnostic imaging / Ultrasonography / Point of care systems