

**UNIVERSITE DE NANTES**

---

**FACULTE DE MEDECINE**

---

Année : 2019

N° 2019-130

**THESE**

pour le

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

**RADIOLOGIE**

par

Mathilde BERTHELEMY épouse DUCLOYER

née le 1<sup>er</sup> Février 1990 à WATTRELOS (59)

---

Présentée et soutenue publiquement le 23 Septembre 2019

**CORRELATIONS ENTRE LES ANOMALIES DU PARENCHYME PULMONAIRE  
OBSERVEES EN SCANNER POST MORTEM  
ET LES ETIOLOGIES DES MORTS INATTENDUES  
DU NOURRISSON  
ETUDE RETROSPECTIVE MULTICENTRIQUE**

Président du jury

Professeur Éric FRAMPAS

Directeur de thèse  
Juges

Docteur Guillaume GORINCOUR  
Docteur Renaud CLEMENT  
Docteur Claire TOQUET  
Docteur Karine LEVIEUX  
Docteur Guillaume VISSEAUX

# UNIVERSITE DE NANTES

---

## FACULTE DE MEDECINE

---

Année : 2019

N°

### THESE

pour le

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

### RADIOLOGIE

par

Mathilde BERTHELEMY épouse DUCLOYER

née le 1<sup>er</sup> Février 1990 à WATTRELOS (59)

---

Présentée et soutenue publiquement le 23 Septembre 2019

**CORRELATIONS ENTRE LES ANOMALIES DU PARENCHYME PULMONAIRE  
OBSERVEES EN SCANNER POST MORTEM  
ET LES ETIOLOGIES DES MORTS INATTENDUES  
DU NOURRISSON  
ETUDE RETROSPECTIVE MULTICENTRIQUE**

Président du jury

Professeur Éric FRAMPAS

Directeur de thèse  
Juges

Docteur Guillaume GORINCOUR  
Docteur Renaud CLEMENT  
Docteur Claire TOQUET  
Docteur Karine LEVIEUX  
Docteur Guillaume VISSEAUX

*A Jacky*

*A la petite Sophie*

## *REMERCIEMENTS*

Je tiens à remercier tout particulièrement

Le professeur Éric FRAMPAS, qui m'a accompagnée patiemment pendant mon internat de radiologie à Nantes, parfois un peu chaotique. Vous m'avez toujours accueillie et avez su faire preuve d'une grande ouverture d'esprit vis-à-vis de l'imagerie post mortem et mes projets parfois un peu en dehors des sentiers battus.

Le Professeur Guillaume GORINCOUR, pour m'avoir conseillée, guidée, soutenue ; pour votre incroyable confiance dès les premiers instants, quand vous m'avez vue atterrir à Marseille un certain 8 Mars 2018. Votre bonne humeur, votre disponibilité et vos pensées positives sont très précieuses pour vos étudiants et, j'imagine, pour votre entourage : surtout, ne changez rien !

Le Docteur Renaud CLEMENT, pour m'avoir permis d'intégrer le service de médecine légale du CHU de Nantes et d'y renouveler sa confiance,

Le Docteur Guillaume VISSEAUX ; très tôt, tu as partagé avec moi ta passion de la médecine légale avec patience et un émerveillement communicatif, toujours prêt à me suivre dans mes idées parfois un peu farfelues. Ta fiabilité, ton dévouement professionnel sont des qualités très appréciables pour les gens qui travaillent avec toi.

Le Docteur Karine LEVIEUX et le Docteur Bénédicte VRIGNAUD, pour leur accompagnement dans mes projets, passés et à venir, pour leur volonté d'améliorer encore et toujours la prise en charge des enfants et de leurs familles, notamment via l'OMIN.

Le Dr Claire TOQUET, pour sa grande disponibilité et son intérêt communicatif. Je me réjouis de notre collaboration présente et future.

Le Pr PLANCHON, le Pr POTTIER et tous ceux qui nous ont enseigné la médecine, pour leur dévouement auprès des étudiants, leur constance, leur présence lumineuse à nos côtés pendant ces années d'externat,

Pour avoir permis la réalisation de ce travail, qui n'aurait jamais abouti sans leur concours,

Le Dr Julien MANCINI, pour les analyses statistiques, le Docteur Maia PROISY, le Dr COMBELLES pour leur confiance, le Dr Philippe LOGET, le Dr SAVALL, le Dr GUILBEAU-FRUGIER ; le Dr Caroline RAMBAUD, le Dr Lucile TUCHTAN, le Dr DELTEIL pour leur aide si précieuse ; le Dr Marie MUSQUER et le Dr Madeleine JOUBERT,

Les médecins et infirmière des centres de référence : le Dr FARGE et madame CALLAREC à Rennes, le Dr GARCIA à Marseille, le Dr DUTHOIT à Toulouse.

Les manipulateurs radio et cadres des CHU de Nantes, Rennes, Toulouse, pour leur réactivité, leur disponibilité indispensable à la réalisation de ce projet.

J'ai une pensée toute particulière également pour,

Les Docteurs Valérie LAIGLE et Emmanuelle LANGLOIS, pour m'avoir accompagnée et soutenue dans ma découverte et mon approfondissement de l'imagerie post mortem, pour toutes ces vacances partagées ensemble, pour vos petites attentions, pour votre confiance. Je vous adore !

Le Dr PERREARD, le Dr QUERE, le Dr LEFRANCOIS, le Dr SADONES, avec qui j'ai fait mes armes en imagerie pédiatrique,

L'ensemble des radiologues du CHU de Nantes, le Dr CHARLES, l'ensemble des médecins du service de médecine légale du CHU de Nantes, avec qui j'ai beaucoup de plaisir à travailler,

Mes co internes, passés et présents, pour leur bienveillance et leur humour au quotidien, leur intérêt parfois mêlé de dégoût en me voyant lire des scanners post mortem ou leur raconter quelques détails autopsiques,

Et bien sûr, un immense merci à

Mes amis, Inès, Lili, Mathilde, Clément, Thomas, Thomas, Audrey, JB, Pauline, Paul, Marine,  
Jonathan, David, Elodie,

Mes beaux-parents, Hélène et Philippe, à mes beaux frères et sœur, qui nous aident, nous accompagnent, nous conseillent quotidiennement depuis tant d'années, sans faillir jamais dans la confiance et dans la bienveillance.

Ma maman, si forte, si enthousiaste, si tendre. Tu as toujours cru en moi. C'est le plus beau cadeau que tu puisses me faire.

Mes sœurs, Héloïse, Anne-Charlotte, Aurore et Clotilde ; Cinq doigts d'une main prête à tout braver ensemble, dans la joie et parfois les peines, mais avec toujours une bonne dose de rigolade !

Mes deux poucettes, Jeanne et Marie, mes amours de tous les jours,

Et plus que tout Jean Baptiste, Ma moitié, quoi qu'il advienne. Je ne serais jamais arrivée là sans toi.

## Liste des abréviations

MIN	Mort inattendue du nourrisson
INSEE	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
CRMIN	Centre de référence des Morts inattendues du Nourrisson
OMIN	Observatoire National de la Mort inattendue du Nourrisson
HAS	Haute Autorité de Santé
TDM	Tomodensitométrie
IRM	Imagerie par Résonance Magnétique
VAS	Voies Aériennes Supérieures
MIP	Maximal Intensity Projection
MPR	MultiPlanar Reconstruction
InVS	Institut National de Veille Sanitaire

## **RESUME**

**Objectifs** Ce travail a pour but de déterminer s'il existe une corrélation entre les anomalies parenchymateuses pulmonaires visibles en scanner post mortem et les étiologies des morts inattendues du nourrisson.

**Matériel et méthodes** Il s'agit d'une étude rétrospective multicentrique. Nous avons inclus les enfants de moins de 2 ans admis dans 4 centres de référence français pour prise en charge d'une mort inattendue du nourrisson et ayant bénéficié d'une autopsie et d'un scanner post mortem. La lecture des dossiers cliniques a permis de définir les données anamnestiques et les causes du décès. Les acquisitions thoraciques des scanners post mortem corps entiers ont été relues. La présence et la répartition des anomalies (verre dépoli, condensation, micronodules, épanchement pleural) et leur corrélation avec les causes de décès ont été étudiées.

**Résultats** Les dossiers de 239 enfants ont été relus. Cent cinquante-sept enfants ont finalement été inclus. L'âge moyen était de 6 mois, le ratio garçon / fille de 1,4. Les causes de décès étaient d'origine pulmonaire (80% des cas), extra pulmonaire (33%) ou associée (15%). Dans les causes pulmonaires, l'étiologie asphyxique était la plus fréquente (74%). Le verre dépoli était l'anomalie la plus fréquemment retrouvée (91%) ; les condensations étaient présentes dans 55% des cas, avec une répartition majoritairement péri-broncho vasculaire (74%). Le comblement trachéo-bronchique était présent dans plus de la moitié des cas. Il était retrouvé une association significative entre la présence de condensations et la cause « infection pulmonaire et bronchique » ( $p=0.04$ ) mais également entre la condensation et le fait de bénéficier d'une réanimation cardio-pulmonaire ( $p=0.004$ ). La présence d'un épanchement pleural était significativement associée à un décès d'origine cardiaque ( $p=0.001$ ). Il n'était mis aucune autre association entre les anomalies observées (isolément ou en pattern) et les étiologies des décès ou entre la répartition du verre dépoli et le délai décès-scanner.

**Conclusion** Les anomalies parenchymateuses pulmonaires visibles en scanner post mortem sont fréquentes et variées dans les morts inattendues du nourrisson. La sémiologie post mortem normale doit être considérée comme associant du verre dépoli diffus, des condensations péri-bronchovasculaires et un comblement trachéo-bronchique. D'autres études sont nécessaires pour évaluer le poids de la réanimation cardio-pulmonaire sur les anomalies observées.

# 1 Table des matières

---

1	Table des matières .....	9
2	QU'EST-CE QUE LA MORT INATTENDUE DU NOURRISSON ?.....	11
2.1	Définition.....	11
2.2	Epidémiologie .....	12
2.3	Classification des MIN.....	12
2.4	Facteurs de risque des MIN.....	12
2.4.1	Facteurs de risque liés à l'enfant.....	12
2.4.2	Facteurs de risque environnementaux.....	13
2.4.3	Pathologies .....	14
2.5	Recommandations actuelles sur la prise en charge des MIN en France .....	15
3	L'IMAGERIE POST-MORTEM DANS LA MORT INATTENDUE DU NOURRISSON : OÙ EN EST-ON ?.....	17
3.1	Etat des lieux de l'imagerie.....	17
3.1.1	Radiographies.....	17
3.1.2	Scanner.....	18
3.1.3	IRM post mortem .....	18
3.1.4	Modalités pratiques .....	19
3.2	Limites et perspectives actuelles .....	20
4	ETUDE PROSPECTIVE MULTICENTRIQUE : CORRELATION ENTRE LES ANOMALIES PARENCHYMATEUSES PULMONAIRES EN SCANNER POST MORTEM ET LES ETIOLOGIES DES MORTS INATTENDUES DU NOURRISSON.....	22
4.1	Introduction .....	22
4.2	Matériel et méthodes .....	23
4.2.1	Généralités.....	23
4.2.2	Données anamnestiques .....	23
4.2.3	Données d'imagerie.....	23

4.2.4	Cause du décès .....	30
4.3	Analyse statistique.....	30
4.4	Ethique.....	31
5	RESULTATS.....	32
5.1	Population.....	32
5.2	Données anamnestiques .....	33
5.3	Données de l'imagerie.....	35
5.4	Analyse de la corrélation entre les anomalies observées et les causes de décès .....	37
5.5	Exemples de corrélations anatomo-radiologique .....	40
6	DISCUSSION.....	46
7	CONCLUSION - PERSPECTIVES .....	49
8	Bibliographie .....	51

## 2 QU'EST-CE QUE LA MORT INATTENDUE DU NOURRISSON ?

---

Le siècle dernier a vu le recul spectaculaire de la mortalité infantile, tout d'abord avec l'amélioration des soins donnés aux nouveaux nés et l'amélioration des techniques obstétricales entourant l'accouchement. Le XX<sup>ème</sup> siècle a également permis la prise en charge de la plupart des pathologies infectieuses, grâce à la vaccination et la mise au point des antibiotiques.

Le taux de mortalité infantile est aujourd'hui très bas, soit un petit peu moins de 4 pour 1000 naissances vivantes en 2017 (d'après les données de l'INSEE). La survenue du décès chez un nourrisson est donc vécue comme extrêmement traumatisante, et la question de l'étiologie est primordiale pour les parents, ainsi que pour la fratrie vivante ou à naître.

### 2.1 DEFINITION

Le concept de MIN fait son apparition au 19<sup>ème</sup> siècle, sous la dénomination de Sudden Infant Death Syndrome (SIDS). Actuellement, la définition de la « mort inattendue du nourrisson » est le décès sans cause apparente d'un enfant a priori en bonne santé avant l'âge d'un an. La notion de « mort subite du nourrisson » est basée sur la définition de Beckwith et Krous en 2004 (1): « le décès inexplicable d'un enfant de moins d'1 an, survenant apparemment pendant le sommeil, qui reste inexplicable après des investigations post-mortem comprenant une autopsie complète et une revue complète des circonstances du décès et de l'histoire clinique".

Les morts inattendues du nourrisson regroupent donc, d'après la Haute Autorité de Santé (HAS) (2):

- Les morts subites du nourrisson
- Les morts survenues lors d'une pathologie aiguë qui n'avait pas été considérée par les parents, les personnes en charge de l'enfant et/ou par les professionnels de santé, comme comportant un risque vital
- Les morts survenues lors d'une maladie aiguë et brutale, évoluant depuis moins de 24 heures chez un enfant qui était en bonne santé auparavant, ou survenues par la suite, si des soins intensifs ont été donnés dans les premières 24 heures ;
- Les morts résultant de conditions pathologiques préexistantes qui n'avaient pas été identifiées auparavant par des professionnels de santé ;
- Les morts résultant de toute forme d'accident, de traumatisme ou d'empoisonnement.

La France a élargi les critères d'âge aux enfants de moins de deux ans.

## 2.2 EPIDEMIOLOGIE

En 2018, d'après les données fournies par l'OMIN (Observatoire national de la Mort Inattendue du Nourrisson), le nombre d'enfants décédés était de 184, dont 160 inclus dans l'OMIN. L'âge moyen était de 5,2 mois, avec un ratio garçon/fille de 1.4. Cent vingt-quatre enfants (77%) ont bénéficié d'une autopsie. Le nombre de MIN en France est relativement stable sur la dernière décennie, puisqu'en 2005, le chiffre rapporté des MIN était d'environ 250(3) et 227 en 2010 (données CépIDC). La prévention portant notamment sur le mode de couchage est l'un des facteurs principaux de réduction du nombre de morts inattendues du nourrisson.

## 2.3 CLASSIFICATION DES MIN

La notion de « mort inattendue du nourrisson » recouvre plusieurs entités nosologiques différentes, grossièrement divisées en « mort expliquées » et « morts inexpliquées » autrement appelées « syndrome de mort subite du nourrisson ». Ce dernier terme est utilisé quand l'ensemble des investigations post mortem se sont révélées négatives.

Si les causes exactes du décès restent parfois méconnues, un certain nombre de facteurs de risques sont aujourd'hui bien identifiés. Leur implication dans le décès est décrit par la classification de Flemming (4), qui est la suivante :

- 0 : incertain (information collectée insuffisante) ;
- IA : mort subite inattendue (pas de facteur contributif noté) ;
- IB : mort subite inattendue (facteurs mais n'expliquant pas le décès) ;
- IIA : mort subite du nourrisson (facteurs qui peuvent avoir contribué au décès) ;
- IIB : mort subite du nourrisson (facteurs qui ont contribué au décès) ;
- III : mort inattendue expliquée.

## 2.4 FACTEURS DE RISQUE DES MIN

### 2.4.1 Facteurs de risque liés à l'enfant

- L'âge

Il existe un pic de fréquence entre 2 et 4 mois et la majeure partie des décès a lieu dans la première année de vie.

- Le sexe

Les petits garçons sont d'avantage concernés, avec un ratio garçon/fille classiquement compris entre 1,5 et 2.

- Le petit poids de naissance et la prématurité

L'immaturité globale des enfants nés avec un retard de croissance intra utérin ou prématuré serait à l'origine d'une capacité de réaction moindre aux facteurs de risques environnementaux.

Des hypothèses physiopathologiques ont été avancées pour expliquer ces décès précoces, comme un déficit en sérotonine de certains noyaux du tronc cérébral, mais cette hypothèse est aujourd'hui débattue(5).

#### **2.4.2 Facteurs de risque environnementaux**

- Le couchage ventral (6)

Il est maintenant clairement démontré que le couchage sur le ventre est l'un des principaux facteurs de risque évitable de la MIN. Le couchage en décubitus latéral, en raison d'un risque important de basculement sur le ventre, présente les mêmes dangers. Les hypothèses avancées seraient celles d'un risque accru d'enfouissement, d'un micro climat ventilatoire entraînant une ré inhalation de CO<sub>2</sub>, de modification de la température corporelle.

- Le partage du lit (co-bedding)(7) l'utilisation de couette, oreiller, peluches etc.

Le tonus axial limité des enfants en très bas âge les rend particulièrement vulnérables au risque d'asphyxie mécanique par enfouissement ; le risque de dysrégulation thermique, notamment en cas de co-bedding est également impliqué, ajouté au risque d'écrasement par les parents.

- Les facteurs extérieurs influençant la température corporelle : la température de la pièce, enfant sur couvert, couverture...

- Le tabagisme parental pré et post natal (8,9)

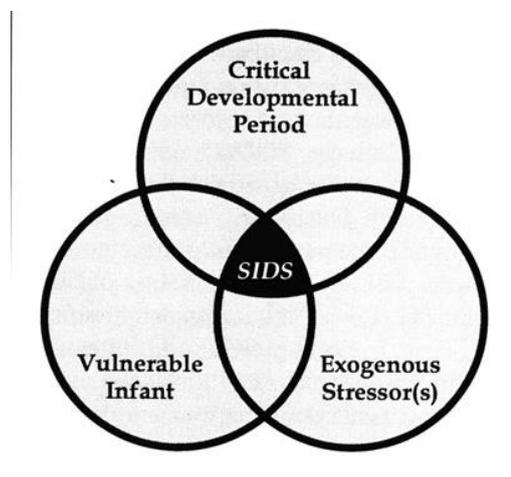
Il a été démontré que le tabagisme maternel pendant la grossesse et poursuivi après la naissance est à l'origine d'altération de la maturation du système nerveux central ; l'activation du système sympathique à un degré plus élevé rendrait les enfants exposés à la nicotine moins réactifs à un stress surajouté.

- Les facteurs socio-économiques comme le bas niveau social, la toxicomanie maternelle sont discutés et en partie liés aux facteurs de risque énumérés ci-dessous.

### 2.4.3 Pathologies

- L'hyperthermie : liée à une pathologie infectieuse ou à des conditions d'habillement et de couverture inadaptées, l'hyperthermie est associée à un risque accru de décès. Elle entraîne en outre des dysrégulations respiratoires et favorise la déshydratation.
- Les pathologies infectieuses des voies aériennes supérieures et/ou inférieures (10), virales ou bactériennes sont également identifiées comme facteurs de risques. Elles entraînent en effet une possible dysrégulation thermique et sont responsables de phénomènes inflammatoires dont l'implication dans le décès est aujourd'hui admise. Elles expliquent, entre autres, le pic de décès pendant les périodes hivernales.
- Autres pathologies : malformatives, troubles du rythme cardiaque

En résumé, un des modèles classiquement retenu pour expliquer la mort inattendue du nourrisson est celui des 3 risques, décrit par Filiano et Kinney en 1994 (11) ; le décès résulte ainsi d'un enfant fragile, dans une période critique de développement, soumis à un facteur de risque environnemental.



L'identification de ces facteurs de risque a permis la publication de recommandations nationales et internationales, visant à prévenir la MIN. Les recommandations de l'American Academy of Pediatrics (AAP) a ainsi établi des consignes précises sur les modalités de couchage (12) (Annexe 1). Des facteurs protecteurs ont également été mis en évidence : la vaccination (13), l'allaitement maternel (14), l'usage des tétines (15), le partage de la chambre (7).

## 2.5 RECOMMANDATIONS ACTUELLES SUR LA PRISE EN CHARGE DES MIN EN FRANCE

Depuis 1986 en France, les MIN sont prises en charge pour la grande majorité dans les centres de référence des morts inattendues du nourrisson (CRMIN), instaurés dans le cadre d'une circulaire ministérielle de Santé Publique du 14 mars 1986 (16). Au nombre de 35 ces centres ont pour but d'améliorer la prise en charge des enfants et de leur famille et d'approfondir les connaissances sur le sujet.

Plus récemment, à l'initiative du CHU de Nantes, un Observatoire Nationale de la Mort Inattendue du Nourrisson a été créé (17), dont l'objectif est de colliger l'ensemble des données des CRMIN pour créer une base de données exploitable et soutenir les démarches scientifiques de recherche sur la mort inattendue du nourrisson

La Haute Autorité de Santé a publié en 2007 des recommandations pour la prise en charge des Morts inattendues du nourrisson (annexe 2). Celles-ci apportent les réponses sur les modalités de prise en charge des MIN, permettant de réaliser les investigations complémentaires indispensables pour rechercher une cause au décès et dépister les décès éventuellement secondaires à une maltraitance. Les principales investigations post mortem recommandées sont :

- Un interrogatoire complet des personnes présentes, reprenant :
  - o les circonstances exactes du décès (heure, lieu, position de découverte etc.).
  - o les antécédents médicaux et le déroulement de la grossesse,
  - o les habitudes alimentaires et de sommeil, notamment les modalités de couchage

Une fiche d'intervention SAMU est par exemple proposée par l'InVs (annexe 3) pour permettre un recueil exhaustif et standardisé des données sur place.

- Un examen clinique complet, :
  - o données biométriques (poids, taille, PC)
  - o état général de l'enfant ; température
  - o Examen tégumentaire minutieux
- Des examens biologiques (biochimie, numération sanguine, métabolique, test de Guthrie)
- Des examens radiologiques réalisés avec rigueur et interprétés par un radio pédiatre, comprenant au minimum des radiographies du squelette entier et une imagerie cérébrale

- Une autopsie médicale complète, scientifique ou médico légale avec analyse anatomopathologique de l'ensemble des organes
- Des prélèvements à visée génétique sont également possibles

Ces recommandations fournissent, en outre, les clefs pour l'accompagnement des familles à la partie initiale et à distance de la prise en charge, et sur les circonstances devant amener à poser un obstacle médico-légal.

### **3 L'IMAGERIE POST-MORTEM DANS LA MORT INATTENDUE DU NOURRISSON : OÙ EN EST-ON ?**

---

#### **3.1 ETAT DES LIEUX DE L'IMAGERIE**

En France, d'après les données de l'OMIN, le recours à l'imagerie est actuellement bien inscrit dans les pratiques. En 2018, plus de 80% des enfants ont bénéficié d'une imagerie osseuse et/ou cérébrale et/ou corps entier. La modalité d'imagerie corps entier était principalement le scanner (82% des imageries corps entier), l'IRM restant minoritaire (10%). L'imagerie cérébrale était également plus fréquente par scanner (73% des imageries cérébrales) que par IRM (19.6%). Pour la recherche des lésions osseuses, les radiographies standard sont encore largement utilisées (75% des imageries osseuses). Quelques pratiques anciennes, dont la place mérite d'être discutée, sont encore réalisées, comme la réalisation de radiographies thoraciques ou de radiographie d'abdomen sans préparation. Certaines des modalités d'imagerie sont également combinées dans certains centres (TDM corps entier + IRM cérébrale, TDM corps entier et radiographies de squelette par exemple).

##### **3.1.1 Radiographies**

Dès la mise au point des techniques radiographiques, la radiographie a fait partie des explorations post mortem réalisées en routine (18). Chez l'enfant, les radiographies du squelette ont pour but de rechercher le syndrome de Silverman (fractures d'âge différent) et/ou dans des localisations faisant évoquer des traumatismes non accidentels (crâne, arcs postérieurs des côtes, fractures spiroïdes des membres, arrachements épiphysaires). Une étude a évalué l'apport des radiographies standard dans la recherche des causes du décès dans la MIN sur une centaine de cas(19). Elles permettent ainsi une bonne détection des anomalies osseuses et des fractures, mais restent insuffisantes pour apporter des hypothèses sur les causes de décès. Les anomalies thoraciques y sont également fréquentes, sans spécificité rapportées.

En l'absence d'étude bien menée étudiant spécifiquement les performances diagnostiques du scanner versus radiographies corps entier dans la détection des anomalies osseuses, elles font toujours actuellement partie des examens systématiquement recommandés dans la prise en charge des MIN.

### **3.1.2 Scanner**

L'utilisation du scanner post mortem dans la MIN a été décrite pour la première fois par Bardainne en 1992(20) . Celui-ci décrit les apports du scanner crânien post mortem dans ce contexte. Vingt ans après, c'est à nouveau une équipe rennaise qui tend à démontrer la performance du scanner corps entier dans le même contexte (21) et les anomalies non spécifiques qui peuvent être retrouvées (22). Une équipe néerlandaise décrira également en 2014 (23) la performance du scanner post mortem dans la détection des causes de décès dans le contexte médico-légal chez l'enfant puis en 2015, la sémiologie normale du scanner post mortem encéphalique (24).

Ces études princeps ont ainsi pu mettre en évidence une concordance relative entre les anomalies retrouvées à l'autopsie et celles retrouvées au scanner. La sensibilité du scanner serait d'environ 83% pour une spécificité de 93%. Le scanner est particulièrement mis en défaut pour la mise en évidence de causes de décès « naturelles » (c'est-à-dire non liées à un traumatisme ou une intervention tierce) mais presque aussi performant que l'autopsie pour le diagnostic de décès « non naturels », avec 71 à 81% de concordance entre l'autopsie et le scanner.

Les principaux faux positifs et faux négatifs ont été décrits pour le diagnostic de pneumopathie, porté par excès ou au contraire non diagnostiqué. Les cardiopathies sont également de diagnostic difficile en PMCT.

### **3.1.3 IRM post mortem**

Le recours à l'IRM est devenu plus courant dans cette indication, même si peu de centres en France la pratiquent de façon routinière. La majorité de la littérature actuelle en IRM post mortem périnatale et fœtale a été produite par le groupe de travail londonien MARIAS (Magnetic Resonance Imaging Autopsy Study Collaborative group). Dans une étude rétrospective publiée dans le Lancet en 2013 (25), plus de 400 fœtus, nouveau-nés et enfants ont été inclus, après avoir bénéficié d'une IRM post mortem corps entier et d'une autopsie. Leur résultat principal montre que dans 41% des cas, il aurait été possible de s'affranchir d'une autopsie conventionnelle, pouvant être remplacée par une autopsie dite micro invasive (associant histoire clinique, prélèvements périphériques, imagerie). Ils ont également étendu leur analyse de performance de l'examen dans les différents appareils. Sur le plan neurologique, l'IRM post mortem se révèle ainsi être très sensible et spécifique pour la détection des saignements intra crâniens et des malformations neurologiques, mais reste limitée, au même titre que l'autopsie, pour la détection des lésion anoxo-ischémiques ante mortem(26).

Une revue de la littérature a décrit en 2015 la sémiologie post mortem normale et a analysé les différentes séquences pouvant être réalisées dans ce contexte (27). Enfin, l'IRM post mortem permet de réaliser de façon fiable une volumétrie des organes pleins dans le contexte des MIN (28).

### 3.1.4 Modalités pratiques

Les radiographies standard doivent être réalisées avec autant de rigueur et d'attention que les radiographies de squelette chez l'enfant vivant. L'appréhension du manipulateur radio, qui réalise souvent ces clichés avec une certaine réticence voire inexpérience, doit être prévenue par une formation et un accompagnement adapté du radiologue. Les clichés sont les mêmes que ceux recommandées par la Société Française d'Imagerie Pédiatrique et Périnatale ; ils comprennent des acquisitions face et profil, centrées sur chaque segment de membres. Les mains doivent être étalées au mieux sur la plaque pour limiter les superpositions. Certains centres ont pu utiliser les appareils de mammographie (29) ; quoiqu'il arrive, le « babygram » historiquement décrit est à bannir, car de résolution spatiale nettement insuffisante.

Le scanner est aujourd'hui majoritaire en examen post mortem de première intention. Il n'existe cependant pas de consensus sur ses modalités de réalisation. Nous proposons un exemple de protocole :

- Temps de réalisation : les scanners sont réalisés en urgence, de jour comme de nuit, au moment de la prise en charge par le service des urgences pédiatriques (hors contexte médico-légal)
- Protocole :
  - o Décubitus dorsal, si possible en position anatomique ou éventuellement pieds joints et jambes légèrement repliées
  - o Acquisition du vertex aux orteils ; acquisition encéphalique séparée possible.
  - o Reconstructions : filtre « tissus mous », « os » et « parenchyme pulmonaire »
  - o Constantes : 120 à 140 kV ; mAs modulés ou supérieurs à 300 ; coupes d'1mm d'épaisseur maximum, 0.625mm au mieux.

Concernant l'IRM, elle est de réalisation moins systématique. Nous proposons ici un exemple de protocole équilibré entre performance et durée d'examen.

- Temps de réalisation : les IRM peuvent être réalisées en début ou fin de programme en fonction de l'activité, plus rarement en pleine journée.
- Protocole :
  - o Décubitus dorsal, si possible en position anatomique
  - o Acquisition corps entier ; acquisition encéphalique et médullaire uniquement possible
  - o Séquences : T1 3D et T2 3D sur l'encéphale ; T1 3D et T2 3D sur le thorax, l'abdomen et le pelvis. Une séquence corps entier STIR de « dépistage » pourrait également être ajoutée. L'ensemble des modalités de protocole réalisable en fonction des appareils est décrit dans cet article (30)
  - o

### 3.2 LIMITES ET PERSPECTIVES ACTUELLES

Si les progrès sont certains, il persiste encore des zones d'ombres, que la recherche en imagerie post mortem doit s'appliquer à lever.

Le scanner est ainsi peu performant pour le diagnostic des pathologies cardiaques, des pneumopathies et de façon plus générale pour l'analyse du parenchyme pulmonaire. Le présent travail tente de répondre à cette dernière problématique.

L'IRM post mortem a fait ses preuves en termes de concordance diagnostique par rapport à l'autopsie. Certains diagnostics comme les pneumopathies ou les myocardites restent difficiles à poser en imagerie seule et nécessitent une confirmation histologique.

Nous proposons quelques pistes de travail pour les années à venir :

- Faut-il poursuivre la réalisation des radiographies de squelette si le scanner post mortem corps entier peut être réalisé ?
- Quelle place pour l'imagerie post mortem injectée ? L'injection post mortem pédiatrique reste elle encore un vaste champ à explorer, puisque seules des injections sur fœtus ont pour l'instant été réalisées (31).
- Le micro CT semble pouvoir être une bonne alternative à l'autopsie fœtale dans le diagnostic de pathologie cardiaque (32,33) ; son apport dans les investigations post mortem pédiatriques pourrait être étudiée.

- Comment développer en France des protocoles de prélèvements ciblés guidés par l'imagerie, tels que ceux proposés par C. Rüegger en Suisse (34,35) ?

En parallèle, à l'heure où se généralise l'imagerie post mortem et notamment en pédiatrie, une réflexion doit être menée pour savoir quelle formation initiale et continue proposer sur le territoire français pour permettre d'améliorer les pratiques et la qualité de l'interprétation.

## **4 ETUDE PROSPECTIVE MULTICENTRIQUE : CORRELATION ENTRE LES ANOMALIES PARENCHYMATEUSES PULMONAIRES EN SCANNER POST MORTEM ET LES ETIOLOGIES DES MORTS INATTENDUES DU NOURRISSON**

---

### **4.1 INTRODUCTION**

L'imagerie post mortem connaît actuellement un essor spectaculaire (36). L'utilisation de techniques « non invasives » a fait entrevoir la possibilité de s'affranchir de l'autopsie conventionnelle, vécue comme un évènement violent et un second traumatisme pour les familles. Parmi l'ensemble des progrès que laisse présager l'imagerie post mortem (37), l'application en pédiatrie est, de notre point de vue, l'une des plus porteuse de sens (38). Ne peut-on imaginer, à terme, que la formation des radiologues et la sensibilité des imageries puissent permettre de s'abstenir de l'éviscération totale du corps de l'enfant, remplacée par des prélèvements ciblés et guidés par l'imagerie (34) ?

Mais avant d'atteindre ce but vers lequel tend le développement de l'imagerie post mortem pédiatrique, un long chemin reste à parcourir. Celui-ci doit nous obliger, radiologues, légistes et anatomopathologistes, à travailler ensemble pour affiner nos connaissances théoriques et pratiques sur les corrélations radio-cliniques.

Ainsi, l'analyse du parenchyme pulmonaire fait partie des limites systématiquement relevées dans les études en scanner post mortem pédiatrique (21). Les études menées sur le sujet sont peu nombreuses et comportent des effectifs réduits (39) ne permettant pas de dégager de corrélation fiable.

Ce travail avait pour but de déterminer s'il existe une corrélation entre les anomalies du parenchyme pulmonaire observées en scanner post mortem et les étiologies des morts inattendues du nourrisson.

## **4.2 MATERIEL ET METHODES**

### **4.2.1 Généralités**

Il s'agit d'une étude rétrospective multicentrique, menée dans 4 centres de référence des morts inattendues du nourrisson (Nantes, Rennes, Toulouse, Marseille). Pour chaque ville, l'ensemble des dossiers disponibles à compter de la première année de la réalisation des scanners post mortem ont été étudiés.

Nous avons inclus tous les enfants de 2 ans ou moins, admis dans les centres de référence et ayant bénéficié d'un scanner et d'une autopsie complète avec examen anatomopathologique ; les enfants n'ayant pas eu d'imagerie par scanner et/ou d'autopsie et/ou d'examen anatomopathologique ont été secondairement exclus. Les enfants âgés de plus de 2 ans n'ont pas été inclus.

La lecture des dossiers s'est effectuée sur place par l'investigateur principal ou par les investigateurs associés. La lecture des images a été réalisée à distance par télétransmission d'images sécurisée des données DICOM via le dispositif ETIAM NEXUS.

### **4.2.2 Données anamnestiques**

Les données anamnestiques suivantes ont été recueillies, par la lecture des fiches de prise en charge INVS et/ou du SAMU, des synthèses diagnostiques à l'issue de la prise en charge, des comptes rendus de consultations.

- L'âge au décès (en mois)
- Le sexe
- L'heure et le jour de découverte
- L'heure et le jour du scanner
- La position de découverte (décubitus ventral ou latéral ; décubitus dorsal)
- La réalisation d'une réanimation spécialisée à la prise en charge : massage cardiaque externe, intubation orotrachéale (ou autre dispositif de ventilation) ; prise en charge en soins intensifs
- La présence d'un obstacle médico-légal.

### **4.2.3 Données d'imagerie**

Les scanners thoraco-abdomino-pelvien ont été analysés dans les 3 plans de l'espace, par des reconstructions multiplanaires. Les reconstructions parenchymateuses pulmonaires (ou reconstructions osseuses le cas échéant) et médiastinales ont été utilisées. Les protocoles d'acquisition étaient variés dans le temps et en fonction des centres.

Les paramètres étaient les suivants :

Centre	Machine	kV	mAs	Epaisseur de coupe
Marseille	Somatom Definition (Siemens) Optima CT 660 (GEMS) Aquilion Prime (Toshiba)	120	300 à 560	0.625
Nantes	Somatom Definition AS (Siemens) Aquilion Prime (Toshiba)	100 à 120	300 Modulation sur crâne	1mm (TAP) 0.5 os et poumon
Toulouse	LightSpeed Pro 32 (GE)	100 à 120	18	0.6
Rennes	Brilliance 16P (Philips) Somatom Definition AS+ (Siemens)	100 à 120	300 Modulation	1 mm à 2 mm

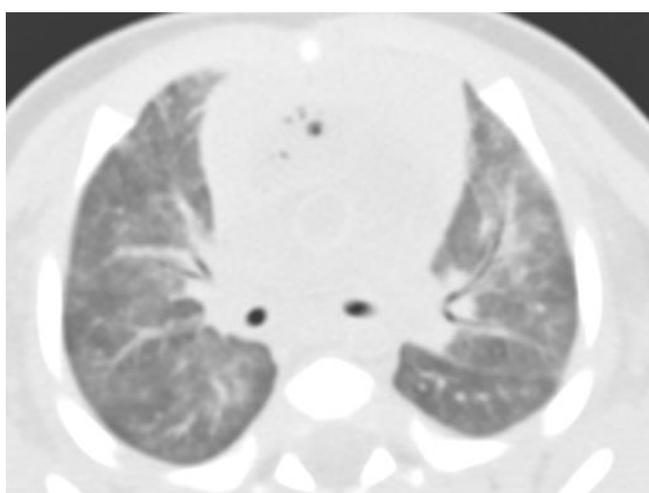
Nous avons étudié la présence et la répartition des anomalies suivantes :

➤ Le verre dépoli

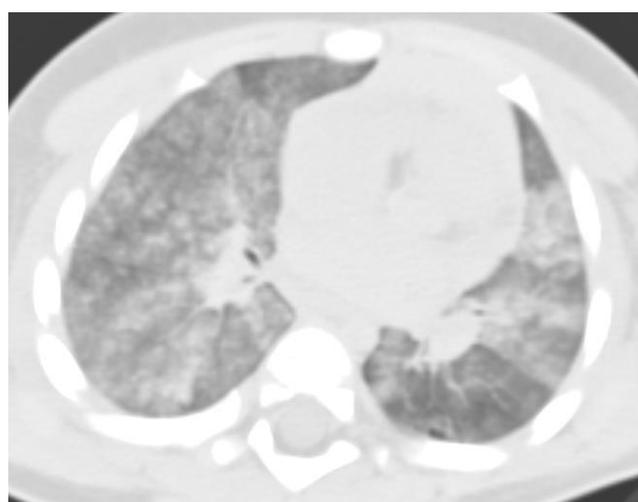
Il est décrit comme des opacités du parenchyme pulmonaire n'effaçant pas les structures sous-jacentes, notamment vasculaires. Lorsqu'il était présent, nous avons décrit sa répartition : diffus et homogène, diffus et inhomogène (patchy, sous pleural antérieur ou postérieur, central), centro lobulaire.

**Figure 2. Opacités en verre dépoli**

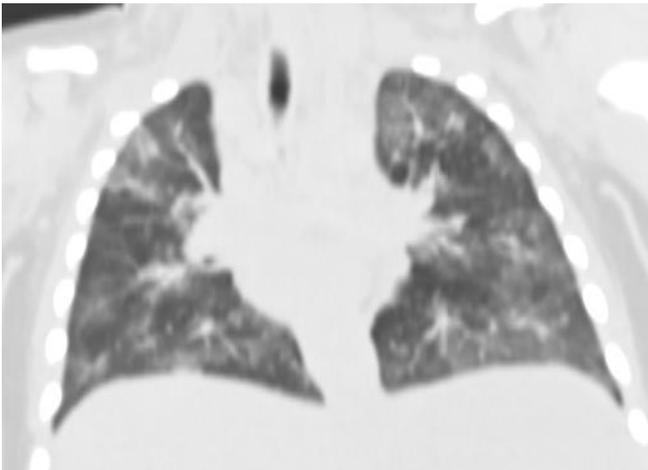
Diffus homogène



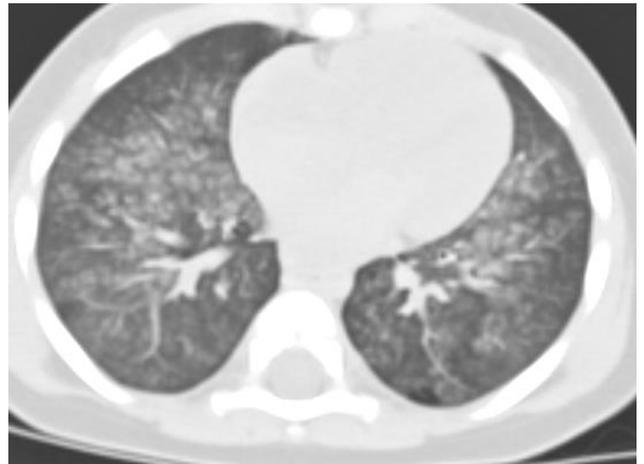
Diffus et centro lobulaire



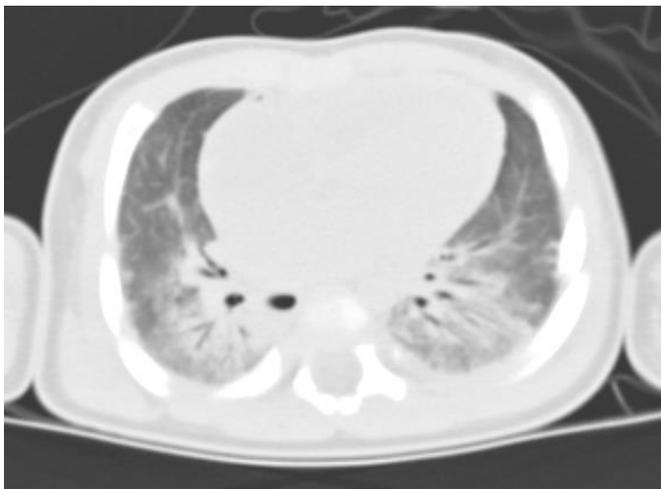
Diffus et hétérogène (patchy)



Central et centro lobulaire



Postérieur et déclive

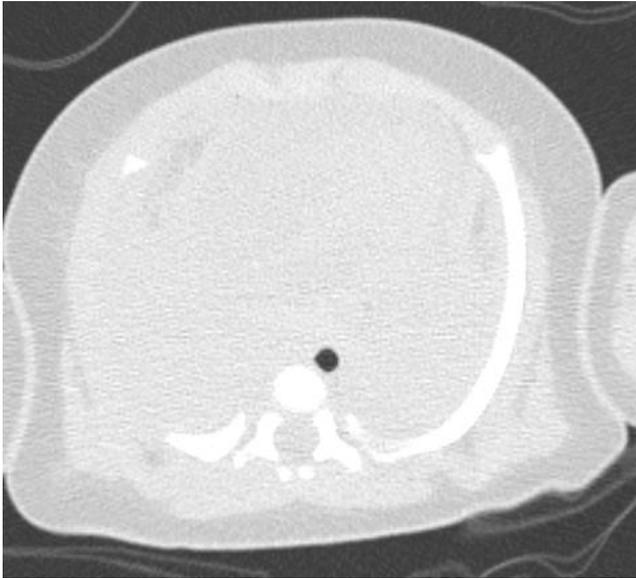


➤ La condensation

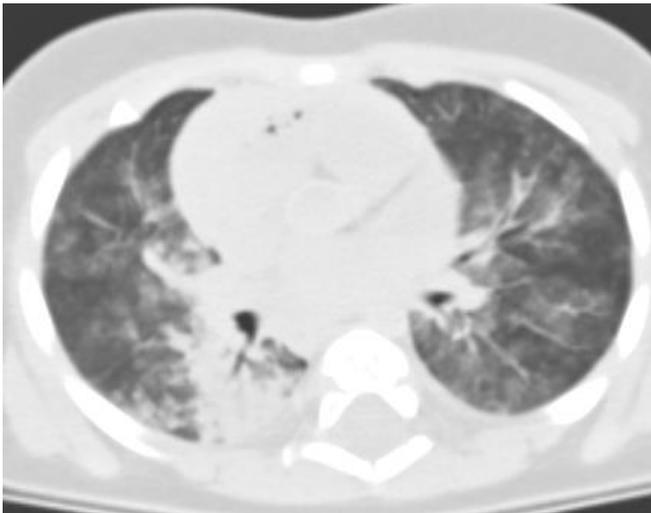
Elle est définie par une opacité parenchymateuse effaçant les structures sous-jacentes. Nous avons déterminé sa répartition : lobaire, segmentaire, péri-bronchovasculaire, quantifiée de 1 (peu étendue) à 3 (très étendue).

**Figure 3. Condensations**

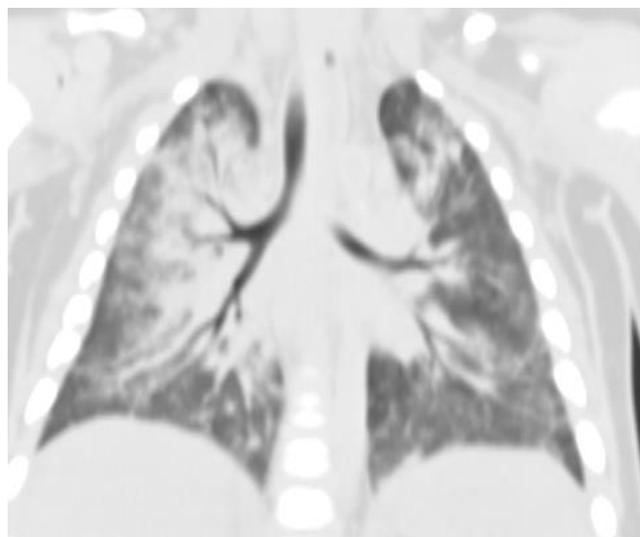
Panlobaire



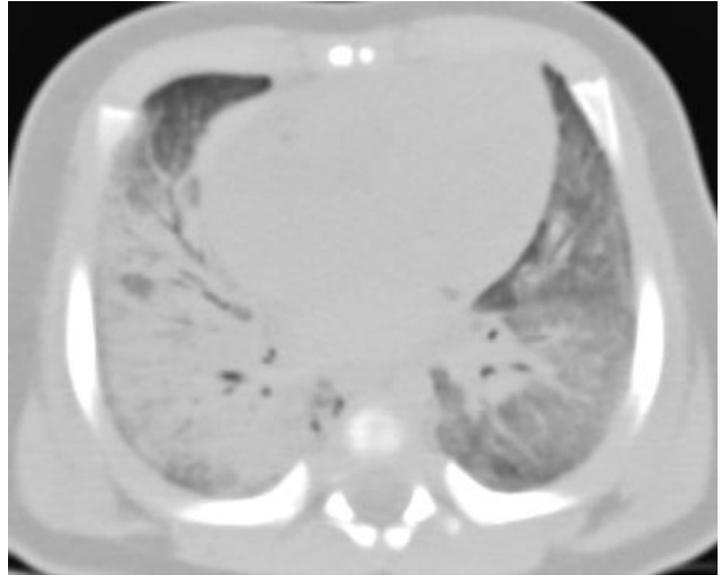
Segmentaire (segment 6)



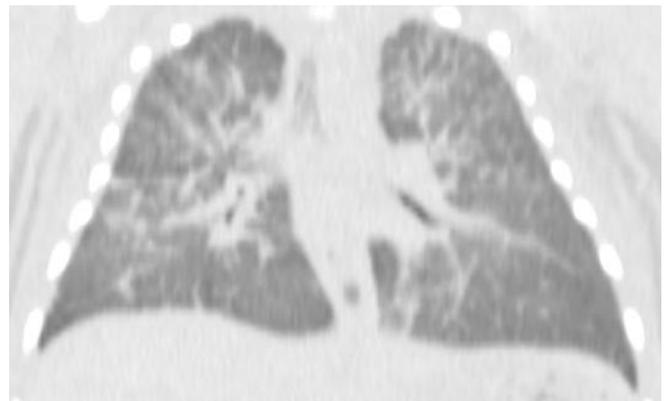
Péri-bronchovasculaire – Grade 2



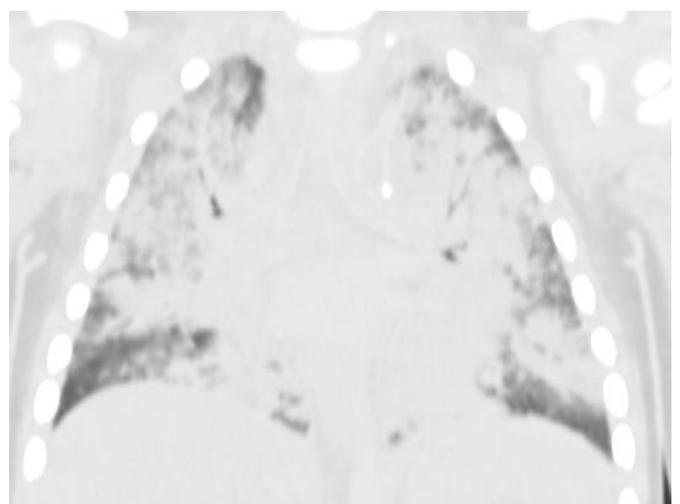
Lobaire Inférieure droite



Péri-bronchovasculaire – Grade 1



Péri-bronchovasculaire – Grade 3



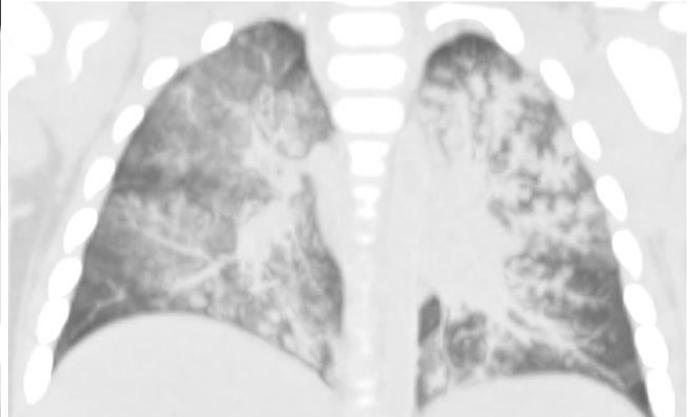
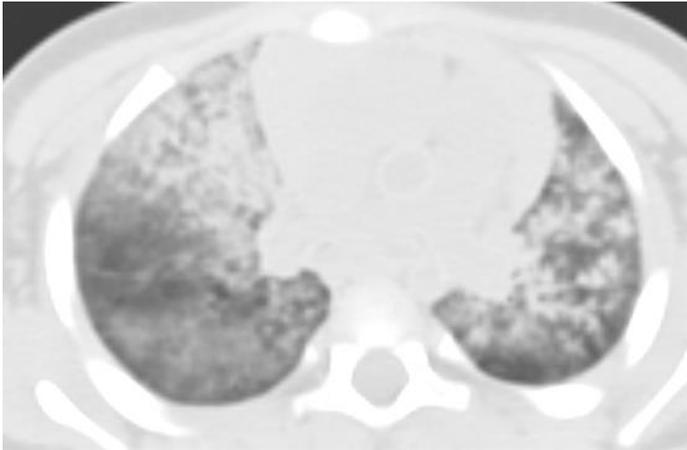
➤ Les micro nodules

Il s'agit d'opacités rondes inférieures à 3mm. Nous avons étudié leur répartition segmentaire ou diffuse, centro-lobulaire ou non.

**Figure 4. Micronodules**

Micro nodules diffus, centro-lobulaires

Image MIP



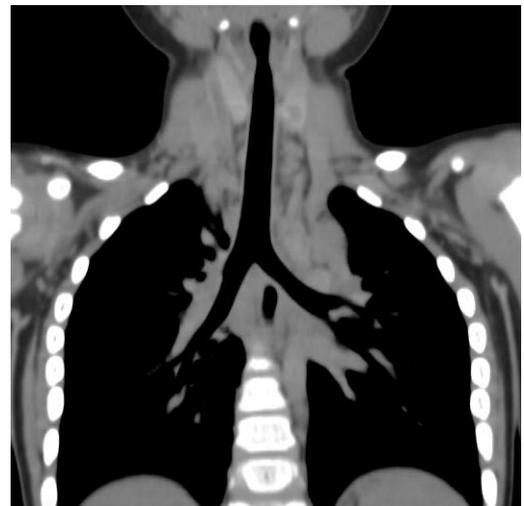
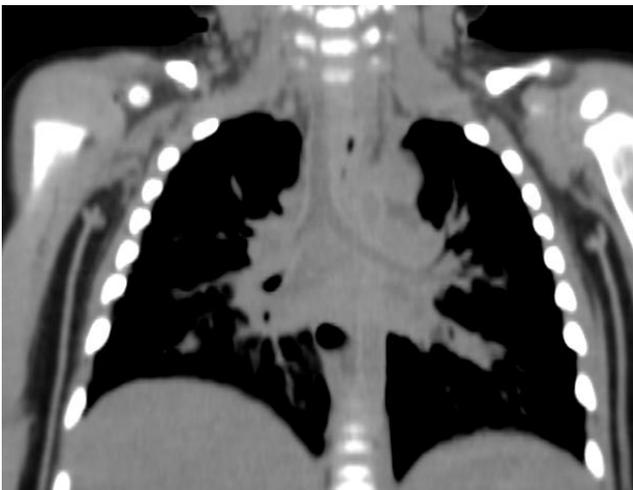
➤ Les comblements bronchiques

Nous avons déterminé la présence de comblement de la trachée et/ou des bronches, et si celui-ci était présent de façon distale ou proximale.

**Figure 5. Comblements trachéo-bronchiques**

Comblement bronchique et trachéal, proximal et distal

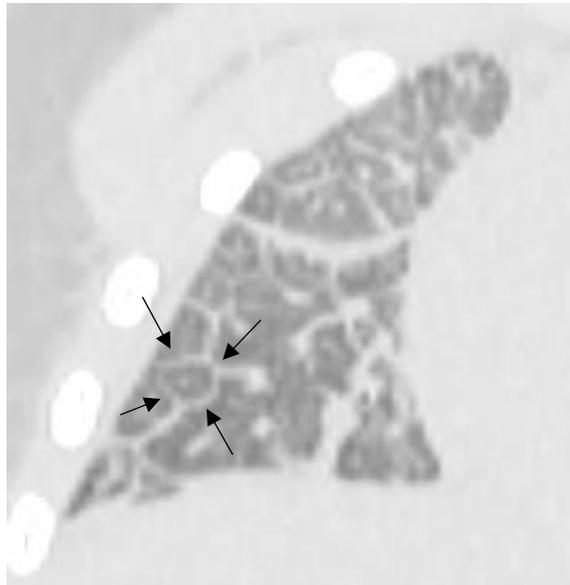
Bronches et trachée libres



➤ Les lignes septales

Aspect dense des septa interlobulaires, qui délimitent les lobules secondaires de Miller.

**Figure 6. Lignes septales (flèches ; coupe coronale)**



➤ Les atélectasies en bande

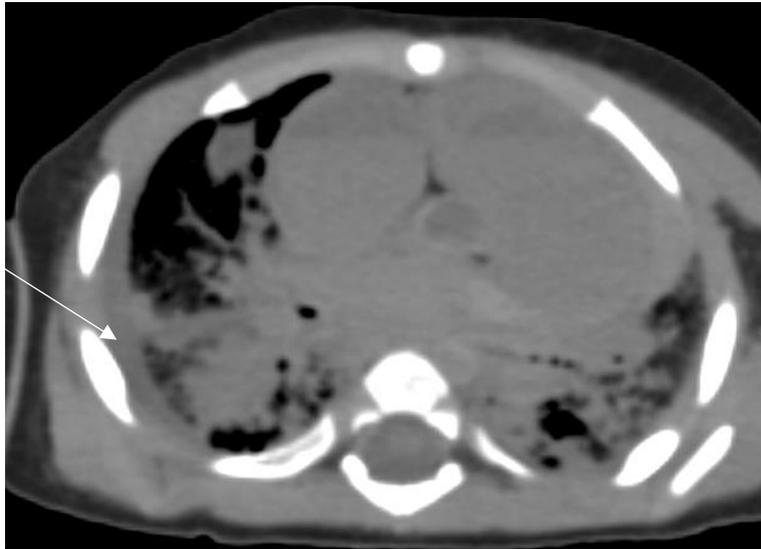
Plage de condensations linéaires, relativement fines, liées à un collapsus parenchymateux circonscrit.

**Figure 7. Atelectasie en bande lobaire inférieure droite**



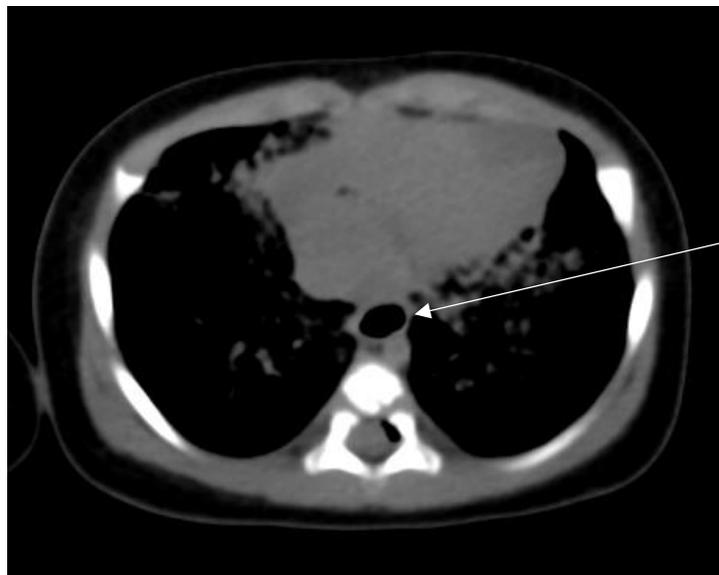
- La présence d'un épanchement pleural uni ou bilatéral.

**Figure 8. Epanchement pleural droit (flèche)**



- Le contenu œsophagien : distension liquidienne ou présence d'air dans le bas œsophage (flèche)

**Figure 9. Air dans le bas œsophage**



#### 4.2.4 Cause du décès

La cause retenue du décès était celle spécifiée par le compte rendu anatomopathologique et/ou la synthèse globale retenue par le médecin référent de chaque centre, à l'issue de l'ensemble des investigations post mortem. Les causes de décès ont été classées en :

1/ causes pulmonaires :

- Asphyxie : positionnelle, indéterminée, co bedding, accident de literie
- Infection pulmonaire ou VAS : virale, bactérienne, indéterminée
- Inhalation

2/ autre causes :

- Sepsis
- Neurologique
- Cardiaque
- Gastro entérologique
- Maltraitance
- Malformation
- Autre

Lorsque l'information était disponible et qu'une cause infectieuse était retenue, nous avons noté quel était le germe en cause.

### 4.3 ANALYSE STATISTIQUE

Nous avons cherché à décrire

- La fréquence de chacune des anomalies retrouvées à l'imagerie, ainsi que leur sensibilité et spécificité pour certains diagnostics.
- Une corrélation entre les anomalies observées et les étiologies pulmonaires ou extra pulmonaires
- Une corrélation entre la répartition du verre dépoli et le délai entre le décès et le scanner (plus ou moins de 4h).
- Une corrélation entre les anomalies observées et les manœuvres de réanimation
- Une corrélation entre l'absence de verre dépoli et une déshydratation associée au décès (gastro entérite aigue).

Des combinaisons de signes ont été associées pour évaluer leur corrélation avec certaines étiologies, en se basant sur les associations classiquement décrites chez le sujet vivant :

- Pattern « inhalation » : condensation péri-bronchovasculaire et comblement de l'arbre trachéo-bronchique (proximal et/ou distal)
- Pattern « infection bactérienne » : condensation lobaire et/ou segmentaire
- Pattern « cause cardiaque » : épanchement pleural uni ou bilatéral et lignes septales

L'analyse statistique a été réalisée sur le logiciel IBM SPSS Statistics 20.0 (IBM Inc., New York, USA). La corrélation entre les anomalies parenchymateuses et les étiologies a été mise en évidence avec un test du  $X^2$  (ou tests exacts de Fisher). Les tableaux de contingences ont été réalisés pour chaque signe radiologique.

#### **4.4 ETHIQUE**

Le protocole de recherche a été déclaré au CIL du CHU de Nantes et a reçu un avis favorable du Groupe Nantais d'Ethique dans le Domaine de la Santé (GNEDS) le 18 Janvier 2019.

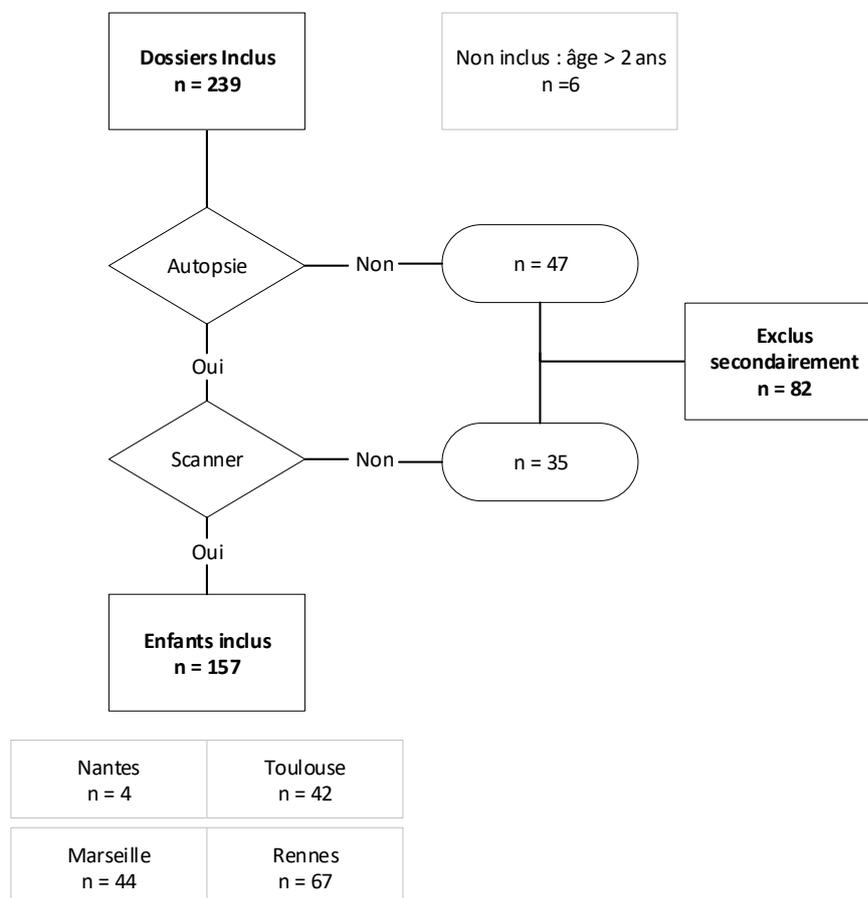
## 5 RESULTATS

### 5.1 POPULATION

Les dossiers de 239 enfants, admis entre janvier 2005 et Aout 2018, ont été relus. Les dossiers de 6 enfants âgés de plus de 2 ans n'ont pas été inclus. Quarante-sept n'ont pas bénéficié d'une autopsie et/ou d'une imagerie par scanner et ont été secondairement exclus. Parmi les 239 enfants, 157 ont finalement été inclus (figure 1).

Nous avons recensé 91 garçons et 66 filles, soit un ratio garçon/fille de 1,4. L'âge moyen était de 6 mois pour une médiane à 4,2 mois.

**Figure 9. Diagramme de flux**



La disparité de l'effectif entre les centres était liée à l'année de début de réalisation des scanners corps entiers (année 2018 à Nantes, année 2006 à Rennes).

## 5.2 DONNEES ANAMNESTIQUES

Un obstacle médico-légal a été posé dans 23 cas. Une réanimation cardio pulmonaire spécialisée a été réalisée dans 86,6% des cas. La technique de réanimation comprenait quasi systématiquement un massage cardiaque externe et une aide ventilatoire majoritairement par intubation orotrachéale, rarement par une ventilation au masque (5 cas). Dix enfants (6%) ont été pris en charge en Unité de Soins Intensifs avant de décéder.

Les enfants étaient découverts majoritairement en décubitus ventral ou latéral. Ces données ainsi que le lieu de couchage (lit parapluie, lit parental, nacelle, etc) sont précisées dans le tableau 1.

**Tableau 1. Données de l'anamnèse**

	<i>N total = 157</i>	<i>% de l'effectif total</i>
<b>Sexe</b>		
Filles	66	42
Garçons	91	58
<b>Obstacle médico légale</b>	23	14.6
<b>Réanimation</b>	136	86.6
<b>USI</b>	10	6
<b>Position de couchage</b>		
Décubitus latéral ou ventral	89	57
Décubitus dorsal	39	25
Non précisée	29	18
<b>Lieu de couchage</b>		
Lit parapluie	13	8
Co bedding	20	12
Bras des parents / éveil	10	6
Nacelle/cosy/couffin/landau	8	5

Concernant les causes de décès, le diagnostic retenu était une cause uniquement « pulmonaire » dans 65 % des cas, « extra pulmonaire » dans 20 % des cas et associait une cause pulmonaire et extra pulmonaire dans 15 % des cas. Parmi les causes pulmonaires, parfois associées, l'asphyxie était retenue dans 74% des cas, l'inhalation dans 24% des cas, l'infection (pulmonaire ou des VAS) dans 32% des cas.

Dans les causes infectieuses pulmonaires ou des VAS, certains virus ont pu être identifiés formellement : le VRS (4 cas), le virus de la grippe A (2 cas) ou B (1 cas), l'adénovirus (3 cas), le métapneumovirus (1 cas) ou encore la varicelle (1 cas). Deux cas de pneumopathie bactérienne foudroyante à *Staphylococcus Aureus* ont été décrits. Deux cas de surinfections bactériennes associées à des causes virales ont également été mis en évidence. La coqueluche a été retenue pour 1 cas.

Lorsqu'il s'agissait d'une cause infectieuse autre (cardiaque, digestive, sepsis à porte d'entrée non définie), les germes mis en évidence étaient le parvovirus B19, des entérovirus, des adénovirus.

Le diagnostic de maltraitance à l'origine du décès a été posé dans 7 cas.

L'ensemble des causes de décès sont résumées dans le tableau 3.

**Tableau 3. Descriptif des causes de décès**

	<i>N total = 157</i>	<i>% de l'effectif total</i>
<b>Cause pulmonaire</b>	<b>126</b>	<b>80</b>
Asphyxie	94	60
Inhalation	30	19
Infection pulmonaire / VAS	41	26
<b>Cause extra pulmonaire</b>	<b>53</b>	<b>33</b>
Dont maltraitance	7	4
<b>Association cause pulmonaire et extra pulmonaire</b>	<b>24</b>	<b>15</b>

	<i>N total = 157</i>	<i>% de l'effectif total</i>
<b>Cause pulmonaire</b>	126	80
Asphyxie positionnelle	49	31
Asphyxie indéterminée	13	8
Accident literie	18	11
Co bedding	21	13
Inhalation	30	19
Infection virale	13	8
Infection bactérienne	5	3
Infection indéterminée	5	3
Coqueluche	1	0,6
Infection VAS / bronchique	26	16

<b>Cause extra pulmonaire</b>	<b>53</b>	<b>33</b>
Sepsis	12	7
Neuro	3	2
Digestive	12	8
Cardiologique	13	8
Malformation	7	4
Métabolique	2	1
Maltraitance	7	4
Autre / indéterminée	9	6

### 5.3 DONNEES DE L'IMAGERIE

Le délai moyen entre le décès (heure où l'enfant est retrouvé) et le scanner était d'un peu plus de 5h (médiane 4h).

L'anomalie radiologique la plus fréquemment retrouvée était le verre dépoli (n=144 ; 91%), de répartition majoritairement diffuse et homogène. Les condensations étaient présentes dans 55 % des cas, avec une répartition majoritairement péri-bronchovasculaire. Le comblement liquidien trachéo-bronchique était retrouvé dans plus de la moitié des cas (57%), intéressant presque toujours l'ensemble de l'arbre respiratoire.

Les lignes septales, atélectasies en bandes et micronodules étaient globalement moins fréquents (respectivement 18%, 17% et 8% des cas). Lorsque présents, les micronodules étaient toujours centro-lobulaires et diffus dans un peu plus de 50% des cas. Le tableau 4 reprend les fréquences et répartition des anomalies retrouvées.

**Tableau 4.**

<b><i>VERRE DEPOLI</i></b>	<b><i>N = 144</i></b>	<b><i>%</i></b>
Diffus homogène (intéressant tout le poumon)	78	54
Diffus hétérogène (présence de plages d'épargnes)	66	45
Patchy	19	13
Sous pleural	13	9
	(antérieurs : 3 Postérieurs : 10)	
Central	35	24
Centro-lobulaire	29	20

<b>CONDENSATION</b>	N = 86	%
Lobaire	18	21
Segmentaire	14	16
Bronchogramme	17	20
Péri-bronchovasculaire	64 (Droit 61: Gauche 56)	74
Grade 1	16	19
Grade 2	27	31
Grade 3	21	24

***Comblement liquidien***

***de l'arbre trachéo - bronchique***

	N = 90	%
Distal	71	79
Proximal	80	89
Trachée	77	85

***Autres anomalies***

	N = 157	% (sur effectif total)
Atelectasie	27	17
Lignes septales	28	18
Micronodules	13	8
Diffus	7	4
Segmentaires	6	4
Centro-lobulaires	13	8
Distension oesphagienne liquidienne	3	2
Distension oesphagienne aérique	121	77

## 5.4 ANALYSE DE LA CORRELATION ENTRE LES ANOMALIES OBSERVEES ET LES CAUSES DE DECES

### ➤ Verre dépoli

Le verre dépoli n'était associé significativement à aucune étiologie pulmonaire (asphyxique, infectieuse ou inhalation) ou extra pulmonaire. Le délai inférieur ou supérieur à 4h entre le décès et le scanner n'influait pas sa répartition homogène ou hétérogène dans le parenchyme ( $p = 0,1$ ) ou au sein du lobule secondaire de Miller. De même, la présence d'une déshydratation (gastro entérite aigue) n'influait pas sur la présence du verre dépoli.

### ➤ Condensation

La condensation était statistiquement associée au diagnostic de cause infectieuse pulmonaire et des voies aériennes (supérieures et/ou bronchiques), toutes étiologies confondues ? ( $p = 0,04$ ) avec une sensibilité de 68% et une spécificité de 50%. S'agissant de la répartition, la répartition péri-broncho-vasculaire était plus associée à la cause pulmonaire infectieuse ( $p = 0,05$ ) que les répartitions lobaires ou segmentaires (respectivement  $p = 0,4$  et  $p = 0,5$ ). La répartition lobaire ou segmentaire n'était pas plus associée aux étiologies bactériennes (respectivement  $p = 0,4$  et  $p = 0,06$ ) que les autres types de répartition.

Il existait également une association significative entre la présence de condensation, quelle qu'en soit la répartition, et le fait d'avoir bénéficié d'une réanimation cardio pulmonaire ( $p = 0,004$ ).

### ➤ Micronodules

Les micronodules pulmonaires étaient toujours de répartition centro-lobulaire, sans association significative avec l'une des étiologies décrites.

### ➤ Epanchement pleural

L'épanchement pleural (droit et/ou gauche) était significativement associé au diagnostic de cause cardiaque ( $p = 0,01$ ).

### ➤ Pattern pour le diagnostic d'inhalation

Le comblement endo-bronchique et les condensations péri-bronchovasculaires n'étaient pas associées significativement au diagnostic d'inhalation à l'origine du décès, que le comblement soit considéré comme distal ou global (respectivement  $p = 0,3$  et  $p = 0,4$ ).

➤ Pattern pour le diagnostic de cause cardiaque

L'épanchement pleural était statistiquement associé aux causes cardiaques de décès, à l'inverse des lignes septales (p=0,7).

Le tableau 5 reprend les principales valeurs de spécificité, sensibilité et coefficients de corrélation entre les étiologies et les signes étudiés.

**Tableau 5.**

<i>Etiologie</i>	<i>Signe radiologique</i>	<i>Sensibilité</i>	<i>Spécificité</i>	<i>Coefficient de corrélation (p)</i>
<i>Cause pulmonaire</i>	Verre dépoli	91,3	6,5	0,6
	micro nodule	7,9	90,3	0,7
	condensation	53,2	38,7	0,5
	bronchogramme	11,9	93,5	0,5
	épanchement pleural	5,6	83,9	0,6
	Comblement bronchique	56,3	38,7	0,7
<i>Asphyxie</i>	verre dépoli	93,6	11,1	0,3
	micro nodule	6,4	88,9	0,3
	condensation	50	38,1	0,1
	bronchogramme	10	88,9	0,9
	épanchement pleural	4,3	87,3	0,6
	Comblement bronchique	54,3	38,1	0,4
<i>Inhalation</i>	verre dépoli	93,9	8,7	0,7
	micro nodule	13,3	93	0,2
	condensation	50	44	0,6
	bronchogramme	10	89	0,8
	épanchement pleural	3	91	0,4
	Comblement bronchique	63	44	0,5
<i>Infection VAS/bronchique et pulmonaire</i>	verre dépoli	85	6	0,1
	micro nodule	9,8	92	0,7
	<b>condensation</b>	<b>68</b>	<b>50</b>	<b>0,04</b>
	bronchogramme	17	91	0,1
	épanchement pleural	7	92	0,9
	Comblement bronchique	46	39	0,1

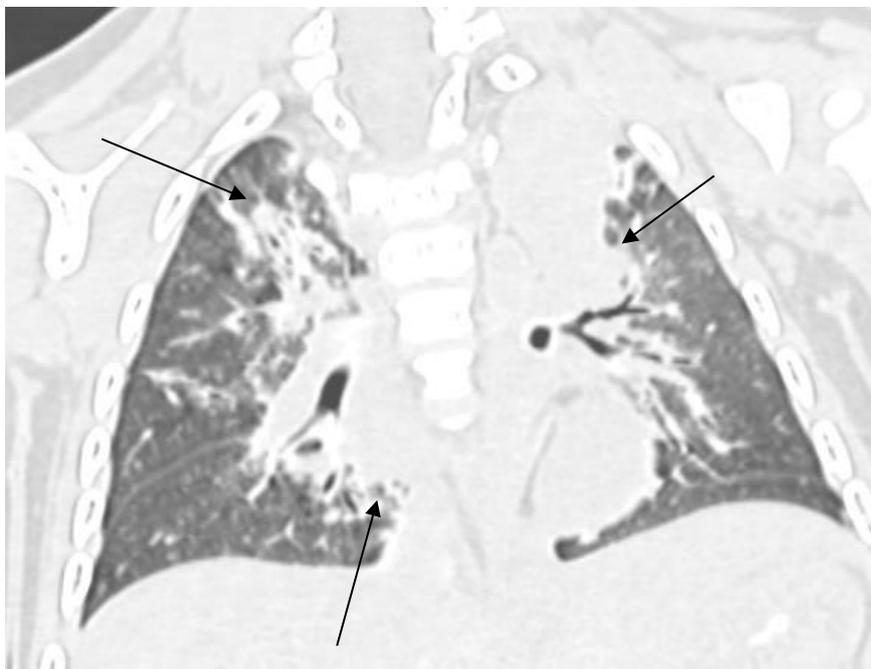
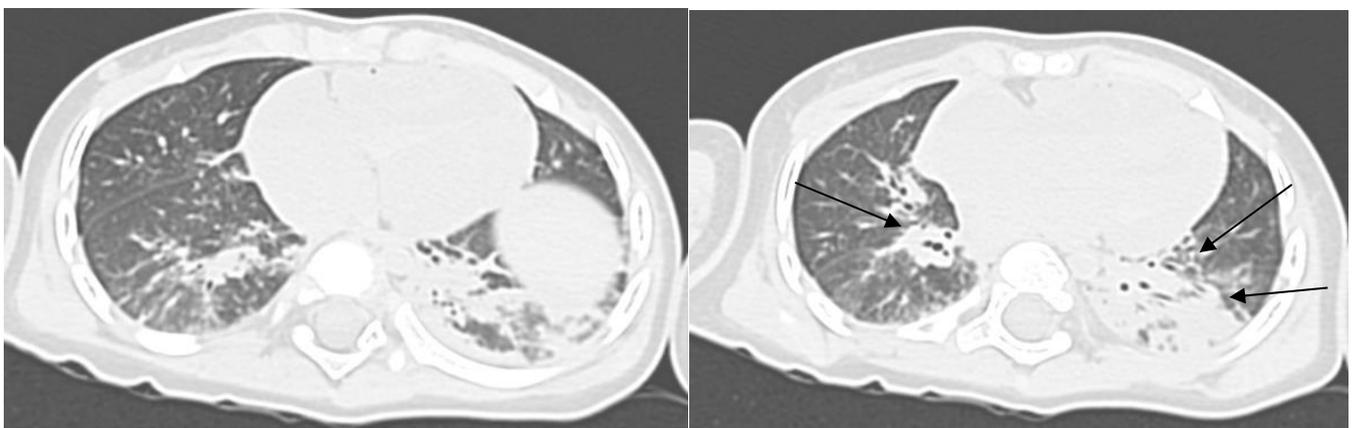
<i>Etiologie</i>	<i>Signe radiologique</i>	<i>Sensibilité</i>	<i>Spécificité</i>	<i>Coefficient de corrélation (p)</i>
<i>Cause extra pulmonaire</i>	verre dépoli	92	9	0,8
	micro nodule	7,5	91	0,8
	condensation	56	46	0,8
	bronchogramme	9,4	88	0,8
	épanchement pleural	13	95	0,1
	Comblement bronchique	62	45	0,3
<i>Infection pulmonaire et VAS</i>	condensation lobaire	15	89	0,4
	segmentaire	12	92	0,4
	Péri-bronchovasculaire	53	63	0,051
	Comblement bronchique global (proximal et distal)	30	78	0,3
<i>Pattern inhalation</i>	Comblement bronchique distal	23	83	0,4
	<i>Réanimation</i>	verre dépoli	90	0
	micro nodule	8,8	93	0,7
	<b>condensation</b>	<b>58</b>	<b>80</b>	<b>0,004</b>
	bronchogramme	12	100	0,1
	épanchement pleural	8,8	100	0,2
	Comblement bronchique	58	60	0,2
<i>Cause cardiologique</i>	<b>épanchement pleural</b>	<b>94</b>	<b>30</b>	<b>0,001</b>
	lignes septales	23	82	0,6

## 5.5 EXEMPLES DE CORRELATIONS ANATOMO-RADIOLOGIQUE

Nous exposons ici deux corrélations radio-histologiques de cas issus de notre série.

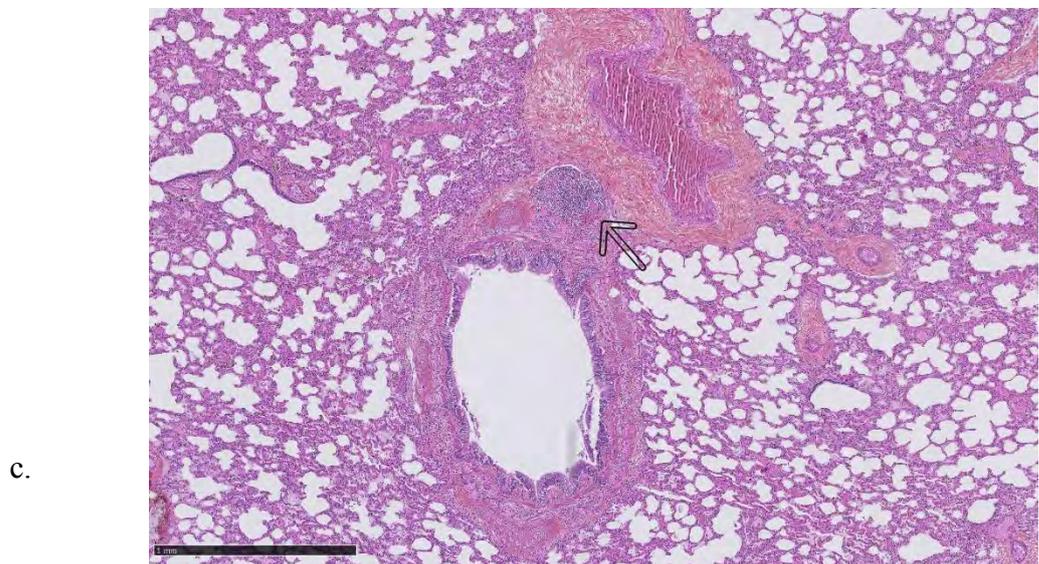
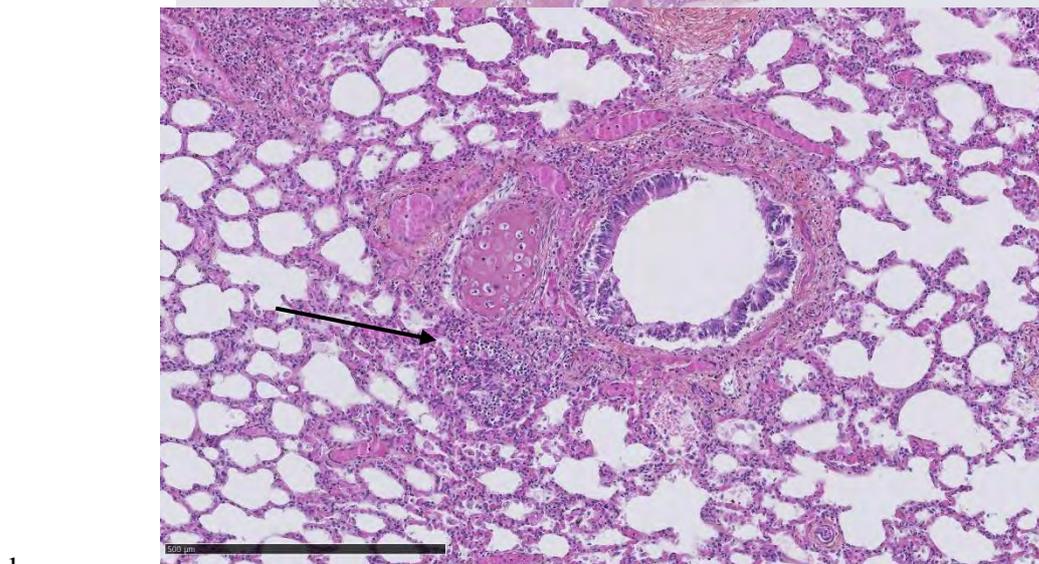
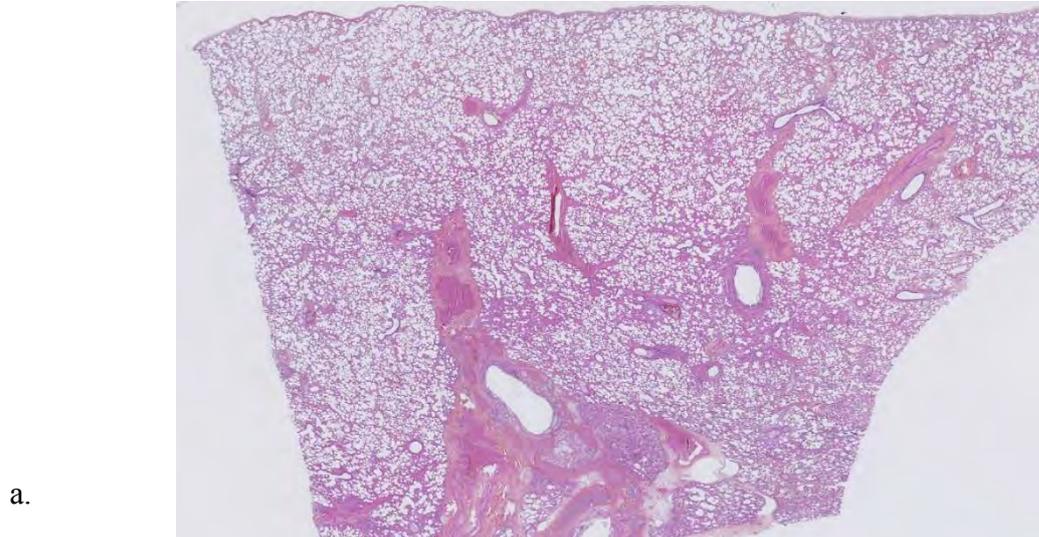
### 1. Exemple 1

- Histoire clinique :  
Enfant de 7 mois retrouvé décédé en fin de sieste, dans l'intervalle entre le lit parapluie et le matelas
- Scanner (coupes axiales et coronales) : Condensations bilatérales, péri-bronchovasculaires (flèches) avec comblement de quelques bronches ; quelques plages de verre dépoli épars, peu marqué.



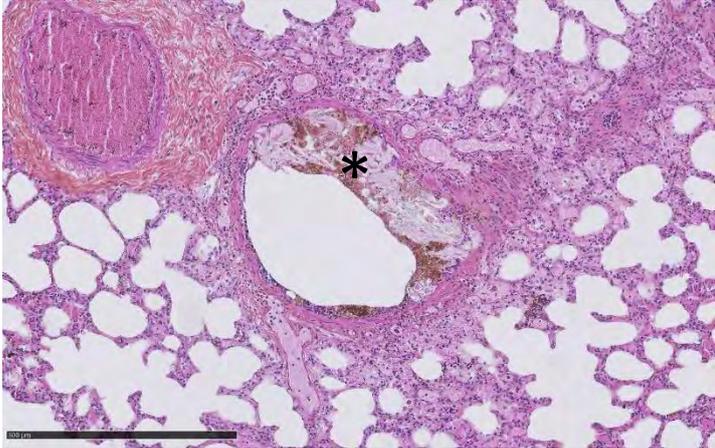
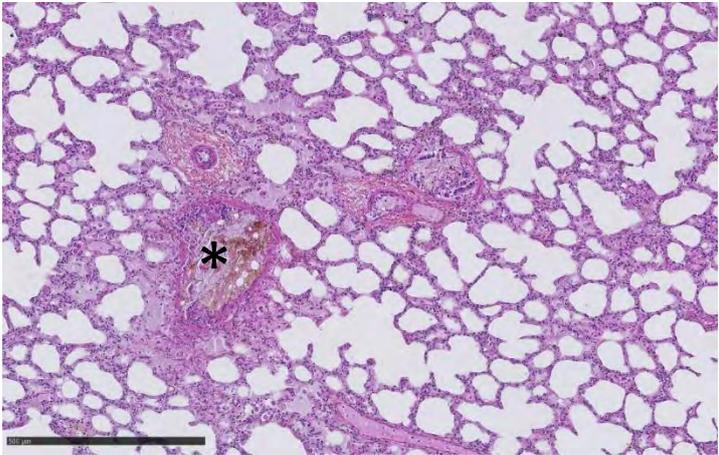
➤ **Anatomo-pathologie** (images : Dr Céline FRUGIER-GUILBAUD ; CHU de Toulouse)

Vue d'ensemble du parenchyme pulmonaire, normalement aéré (a) ; présence d'un infiltrat lymphocytaire péri bronchique (b et c ; flèche) classiquement retrouvé dans le contexte de MIN, pouvant correspondre à l'aspect des condensations péri-bronchovasculaires.



Présence de signes en faveur d'une inhalation (matériel exogène endo bronchique, astérisque) et distension alvéolaire secondaire à la réanimation (têtes de flèche) notamment visible en sous-pleural, non exploré par l'imagerie en coupe.

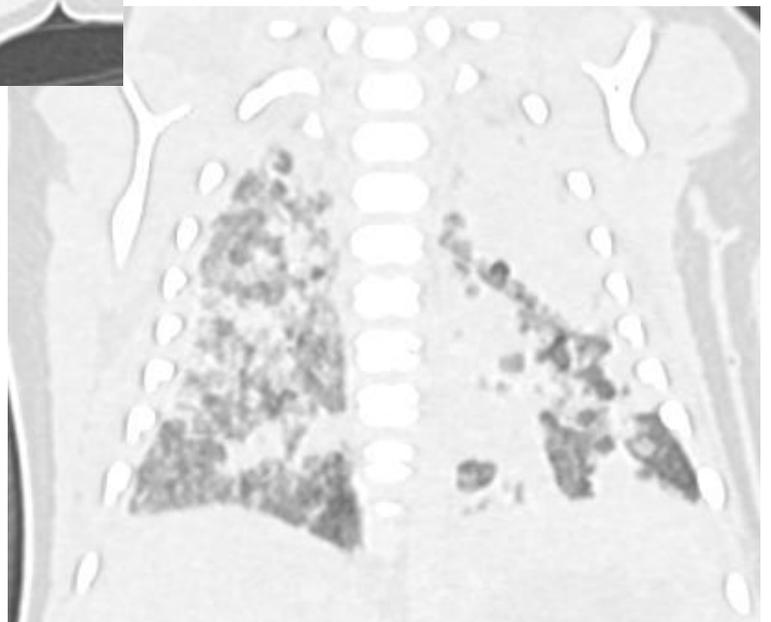
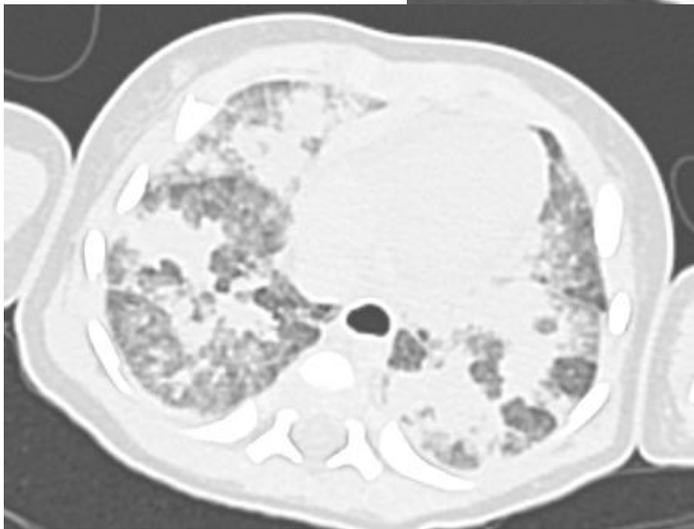
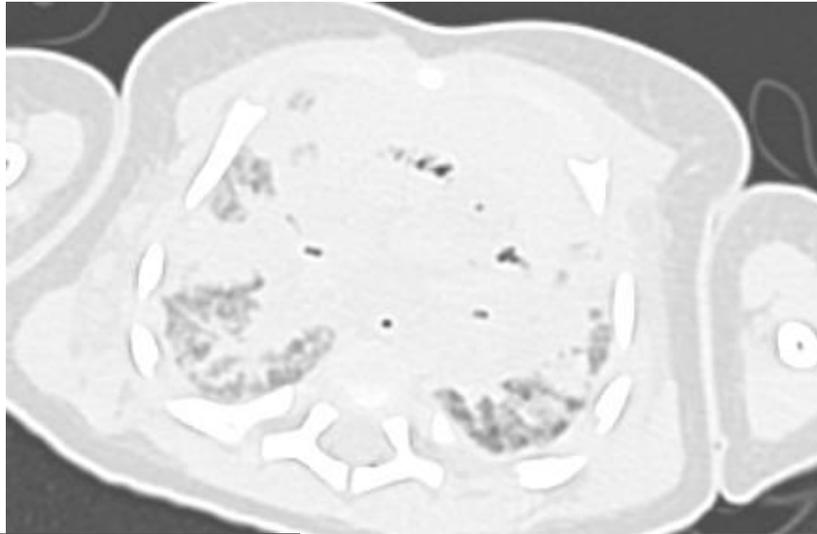
d.



e.

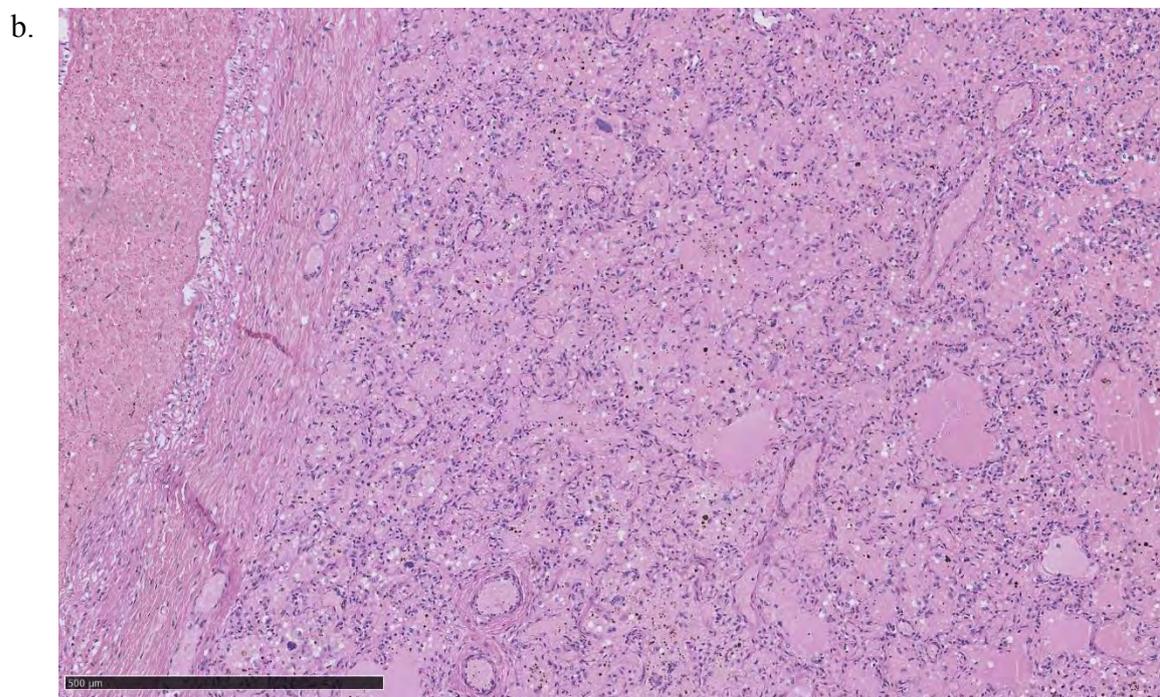
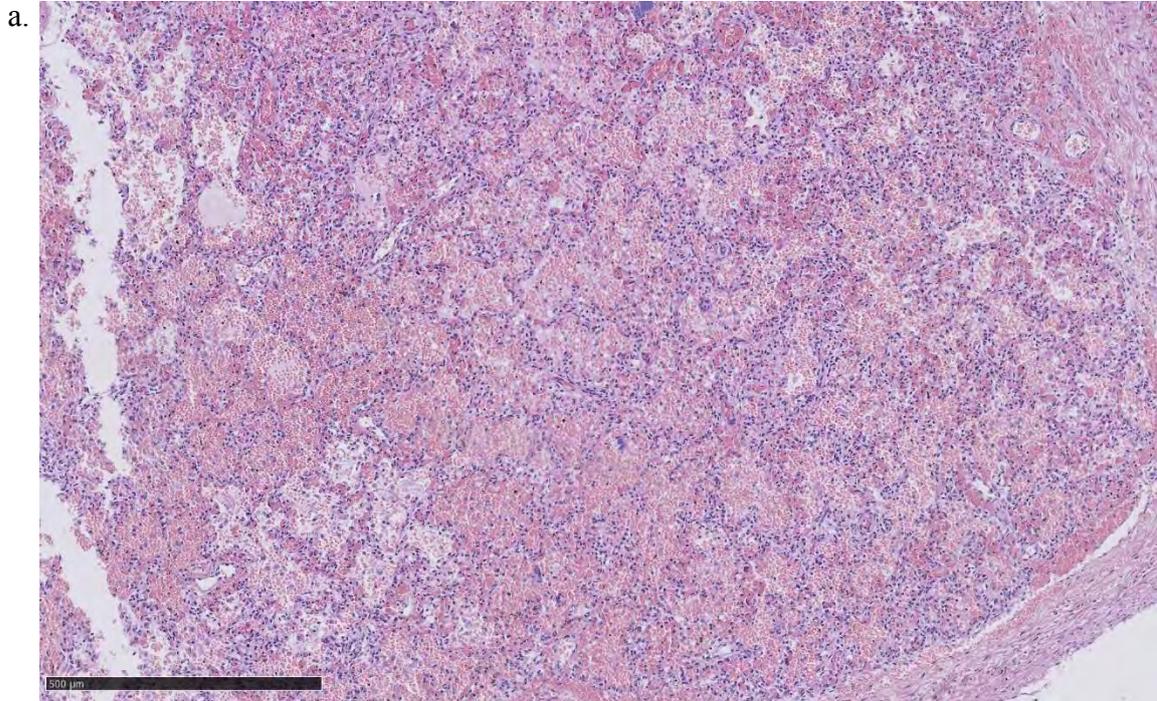
## 2. Exemple 3

- Histoire Clinique : enfant de 14 jours retrouvé décédé le matin dans le lit parental (co-bedding)
- Scanner : présence de plages de condensation nombreuses, parfois confluentes, suivant globalement la dichotomie bronchique, avec verre dépoli diffus et comblement trachéo-bronchique bilatéral ; air dans le bas œsophage.

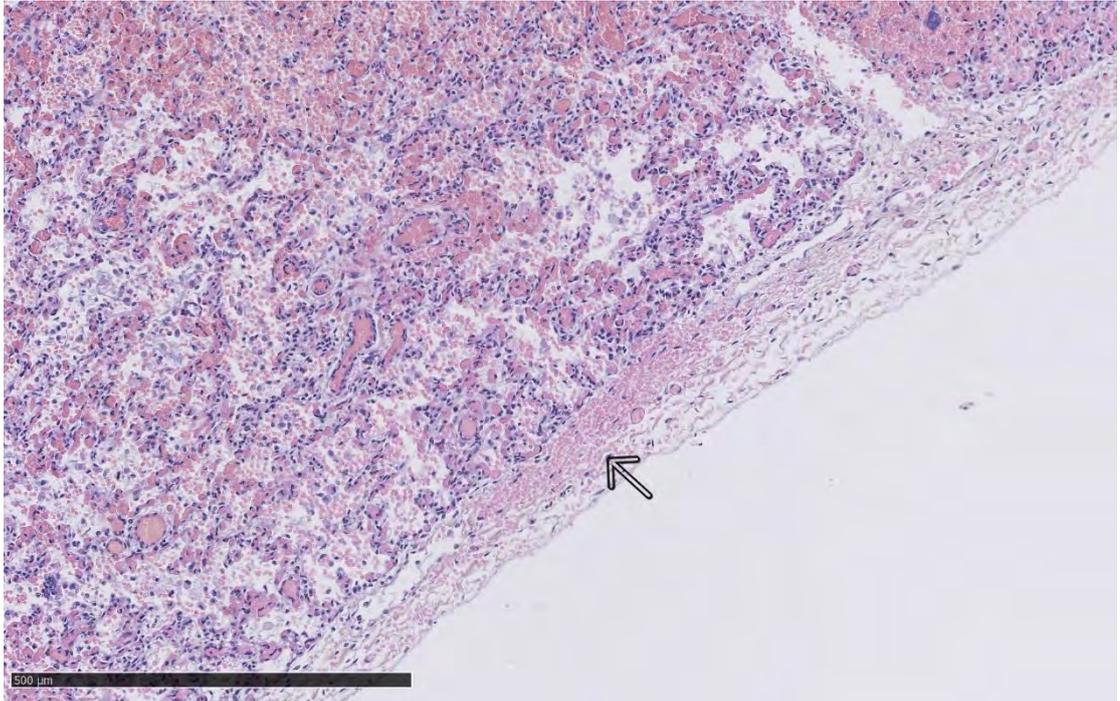


➤ **Aspect anatomopathologique** (images : Dr Céline FRUGIER-GUILBAUD ; CHU de Toulouse)

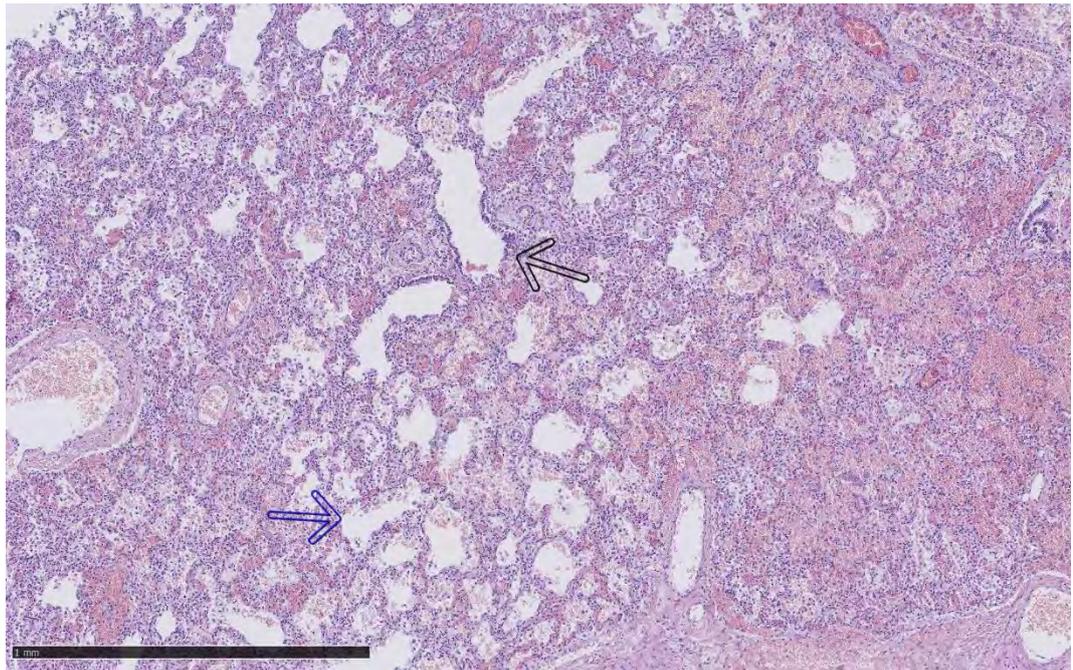
Présence d'images d'alvéolite hémorragique (a), de plage d'alvéolite œdémateuse (b), d'hémorragie pleurale et sous pleural (d ; flèche) témoignant d'un syndrome asphyxique non spécifique ; images de lésions alvéolaires secondaires à la réanimation (e ; flèche)



d.



e.



## 6 DISCUSSION

---

Chez l'adulte comme chez l'enfant, l'interprétation des anomalies du parenchyme pulmonaire en scanner post-mortem est toujours source d'interrogations. Si certains auteurs ont pu s'avancer sur la signification de certains signes(40) (lividités internes, lésions traumatiques), la signification exacte des anomalies observées et leur évolution dans le temps reste mal connue.

A notre connaissance, ce travail constitue la plus grande population pédiatrique jamais étudiée en scanner post mortem et en particulier sur le parenchyme pulmonaire.

En 2015 (39), Kawasumi et al. ont publié une série de 30 cas d'enfants décédés, dont les anomalies du parenchyme ont été décrites. Aucune association significative n'avait alors pu être démontrée entre la présence des anomalies et le contexte (mort inattendue du nourrisson ou autre cause) ou encore entre les anomalies observées et la réalisation d'une réanimation cardio-pulmonaire. La taille de l'échantillon constituait alors la principale faiblesse du travail.

Avec plus de 150 cas étudiés, nous avons pu nous affranchir du problème récurrent de la puissance statistique de ce genre d'étude. Le court délai entre le décès et l'imagerie (moins de 4h pour la moitié des examens) a également permis de s'affranchir des artefacts liés à la putréfaction. Nous avons tout d'abord confirmé l'hypothèse que les opacités « en verre dépoli » n'était associé à aucune étiologie particulière. Sa fréquence particulièrement élevée et sa répartition variable le confirme comme faisant partie intégrante de l'imagerie post mortem « normale », d'installation non linéaire et dans cette série, non influencée par la position de couchage.

Les condensations parenchymateuses sont particulièrement fréquentes puisque présentes dans plus d'un cas sur deux et particulièrement dans leur répartition péri-bronchovasculaire (74% des cas). Il semble ainsi exister une association significative entre la présence des condensations et une étiologie infectieuse pulmonaire ou des voies aériennes. La répartition d'allure lobaire ou segmentaire ne semble pas liée à une cause bactérienne. Ces condensations sont cependant et surtout particulièrement associées à la réanimation cardio-pulmonaire. Cette dernière notion doit faire envisager la condensation comme un artefact potentiel de la réanimation.

Il est admis que la réanimation cardio-pulmonaire est à l'origine d'anomalies morphologiques fréquemment visibles en imagerie du vivant (41) ou post mortem (42). Chez l'enfant, elles sont encore peu décrites tant sur le plan autopsique (43) que sur le plan radiologique, où aucune étude ne s'est attachée à les décrire spécifiquement. La réanimation cardio pulmonaire pose deux problèmes principaux : elle peut être d'une part à l'origine de mobilisation des fluides digestifs et/ou des voies

aériennes supérieures, venant alors envahir l'arbre bronchique et potentiellement mimer des images d'inhalation ; d'autre part elle est bien connue pour être à l'origine d'artefacts anatomo-pathologiques (44) à type de rupture des alvéoles pulmonaires et de pseudo emphysème aigu. Si la réanimation cardio pulmonaire se justifie amplement sur le plan éthique (45), face à des parents et soignants bouleversés par le décès de l'enfant, sa pertinence en termes de survie infantile à court et moyen terme mériterait d'être établie. Les 10 enfants de notre étude ayant récupéré une activité cardiaque spontanée après la réanimation sont finalement décédés au plus tard dans les 72h suivant la prise en charge.

Nous n'avons pas réussi à mettre en évidence de pattern sémiologique pouvant être rattaché au diagnostic d'inhalation. Le diagnostic d'inhalation reste un challenge pour le radiologue, mais également pour le légiste ou l'anatomopathologiste. Une seule étude s'est intéressée spécifiquement à l'apport du scanner dans ce diagnostic, et uniquement chez l'adulte (46). Cinq patterns associant à des degrés divers le verre dépoli et les condensations, en différentes répartitions, ont été testés dans le but de distinguer l'inhalation d'eau, de sang ou de liquide gastrique. Aucun pattern n'était associé à tel ou tel contenu inhalé. Seul le sang était identifiable de façon fiable, compte tenu de sa densité spontanément élevée.

Dans le contexte de mort inattendue du nourrisson, cette entité nosologique a été décrite dès les premières études (47) et a toujours été controversée (48). L'incidence du diagnostic était de 20% dans notre série, concordant avec les données de la littérature (entre 20% et 30% suivant les séries (49)). Bien que cette hypothèse ait motivé les recommandations de couchage sur le ventre pendant quelques années, il n'a pas été prouvé que la position de sommeil influait sur l'incidence de ce diagnostic (50).

La présence de liquide gastrique dans l'arbre respiratoire est fréquente en anatomopathologie. Elle serait ainsi due soit à la phase agonique pré mortem, achevant le processus létal déjà enclenché, soit à la mobilisation passive du liquide gastrique après le décès. Le délai entre le décès et les opérations d'autopsie augmente la fréquence de cette constatation (51). Le reflux gastro œsophagien participerait au décès de façon indirecte, en bloquant par une hyper réflexie laryngée les mécanismes d'« auto ressuscitation » dans les « apparent life-threatening events » (49) avec un effet « coup de grâce » terminal. Il est également envisageable que des micro inhalations « chroniques » puissent être le facteur favorisant de pneumopathies bactériennes, telle que cela a été décrit dans un des cas de notre série.

Le diagnostic d'asphyxie dans notre travail regroupait plusieurs entités différentes, déclinées en asphyxies positionnelles, mécaniques ou indéterminées quand le diagnostic était retenu à l'anatomopathologie sans cause évidente à l'anamnèse ; les accidents de literie et co bedding étaient également associés à cette entité. Très peu d'études ont cherché à prouver un lien entre l'aspect du parenchyme pulmonaire et le diagnostic asphyxique. Les travaux menés concernaient alors exclusivement l'adulte (52) et/ou le diagnostic de noyade (53), sans qu'une corrélation ait pu être établie sur le plan parenchymateux. Si nos résultats ne montrent aucune association entre le diagnostic d'asphyxie au sens large et telle ou telle anomalie radiologique, il s'agit néanmoins de la première étude pédiatrique cherchant à le mettre en évidence.

Sur le plan clinique, les signes externes ou internes pouvant faire évoquer une asphyxie par obstruction des voies aériennes chez l'enfant sont inconstants, ce d'autant que les possibilités de l'enfant pour contrer l'objet asphyxiant sont faibles. L'examen tégumentaire peut ainsi mettre en évidence des pétéchies palpébrales, des joues et/ou des plaques parcheminées en regard de l'appui (pourtour des lèvres et du nez) ; l'examen interne peut retrouver des pétéchies thymiques, pleurales, péricardiques, parfois un sang fluide et incoagulable. En pratique, ces signes sont souvent très discrets (54), notamment dans les cas de « syndrome de mort subite ». Sur le plan anatomopathologique, l'œdème pulmonaire et l'hémorragie intra alvéolaire sont les signes les plus évocateurs (55) mais leur spécificité est loin d'être établie ; la qualité et la localisation du prélèvement doivent notamment être pris en compte dans l'interprétation de ce signe.

Comme précédemment mentionné, la force principale de ce travail était la taille de l'échantillon étudié, dont les caractéristiques (ratio garçon-fille et âge) s'apparentent aux séries déjà publiées(56,57), de même que les étiologies retrouvées. A l'opposé, le caractère rétrospectif constituait une limite importante. En effet, la quantité de données cliniques disponible était variable selon les habitudes de chaque centre. Les dossiers pris en charge par le circuit « médico-légal » ont été particulièrement difficiles à collecter et les informations globalement moins nombreuses que dans la filière « scientifique ». Les conclusions anatomopathologiques étaient mentionnées dans l'ensemble des synthèses mais le compte rendu complet était inconstamment disponible.

En outre, la diversité des protocoles et des acquisitions dans le temps et entre les centres a pu modifier l'analyse du parenchyme, notamment chez les très jeunes enfants. La distinction entre verre dépoli et réticulations très fines pouvait ainsi être parfois délicate. La lecture par un seul radiologue constitue également une faiblesse certaine de ce travail ; il semble indispensable d'envisager une lecture des images en aveugle par deux radiologues entraînés, pour évaluer la reproductibilité de

certaines signes (répartition des anomalies, gradation des condensations par exemple) pour en confirmer l'utilisation possible en pratique courante.

## 7 CONCLUSION - PERSPECTIVES

---

Cette étude constitue la première étude sur une large population pédiatrique s'intéressant aux anomalies du parenchyme pulmonaire dans la mort inattendue du nourrisson. Nous avons pu ainsi mettre en évidence que certains signes comme les opacités en verre dépoli, les condensations lobaires ou segmentaires, les micro nodules ou les comblements trachéo-bronchiques ne revêtent aucun caractère de spécificité et ne peuvent être rattaché à aucune étiologie en particulier.

Le « poumon post mortem normal » potentiellement attendu dans le cas d'une mort inattendue du nourrisson pourrait ainsi se résumer comme tel :

- Des opacités en verre dépoli, diffuses ou centro-lobulaires, parfois hétérogènes d'un lobule à l'autre
- De condensations péri-bronchovasculaires, plus ou moins étendues, avec comblement de l'arbre trachéo-bronchique, sans que cela doive orienter vers le diagnostic d'inhalation
- De la présence d'air dans le bas œsophage.

La réalisation de la réanimation cardio-pulmonaire, extrêmement fréquente dans ce contexte, semble pouvoir induire des condensations de tous types, dont le caractère éventuellement artéfactuel doit être connu. Seule la présence d'un épanchement pleural pourrait orienter plus spécifiquement vers une cause cardiologique. Les diagnostics d'inhalation ou d'asphyxie restent ainsi sans substrat visible en imagerie.

Plusieurs perspectives s'ouvrent à nous à l'issue de ce travail, en plus de celles précédemment citées.

Une analyse différente du parenchyme pulmonaire pourrait être réalisée, utilisant par exemple des mesures de densité du parenchyme pulmonaire, en sélectionnant des ROI (Region Of Interest) (58) ou par segmentation, laissant moins de place à une interprétation subjective et éminemment influencée par l'expérience en imagerie post mortem.

D'autres pistes pourraient être explorées concernant les artefacts liés à la réanimation, cherchant à décrire les anomalies liées à la réanimation cardiopulmonaire ; un appariement cas-témoin portant sur les anomalies du parenchyme pulmonaire pourrait être intéressant pour essayer d'évaluer l'impact de la réanimation sur l'imagerie du poumon post mortem dans le contexte.

La ventilation post mortem également est en voie d'exploration et de développement chez l'adulte (59). Une étude analogue pourrait être menée en pédiatrie, permettant, peut-être, de mieux détecter les anomalies « vraies » du parenchyme pulmonaire.

De façon plus générale ce travail est la preuve que l'imagerie post mortem doit sans doute s'affranchir des paradigmes connus en imagerie du vivant, dont la sémiologie est inopérante sur les sujets décédés. Une approche nouvelle doit être établie, permettant de décrire une sémiologie adaptée aux phénomènes cadavériques, basée sur les corrélations radio-autopsiques et radio-histologiques. De nombreux travaux sont encore à mener pour définir précisément les caractéristiques de cette sémiologie nouvelle et son implication en pratique clinique.

A cette condition, le radiologue forensique pourra ainsi trouver toute sa place dans le processus médico-légal ou scientifique et faire reconnaître son expertise dans toute sa valeur.

## 8 Bibliographie

---

1. Krous HF. Sudden Infant Death Syndrome and Unclassified Sudden Infant Deaths: A Definitional and Diagnostic Approach. *PEDIATRICS*. 2004 Jul 1;114(1):234–8.
2. Haute Autorité de Santé - Prise en charge en cas de mort inattendue du nourrisson (moins de 2 ans). 2007 Feb.
3. Aouba A, Péquignot F, Bovet M, Jougla E. Mort subite du nourrisson : situation en 2005 et tendances évolutives depuis 1975. *BEH thématique*. 2008;
4. Fleming PJ, Blair PS, Sidebotham PD, Hayler T. Investigating sudden unexpected deaths in infancy and childhood and caring for bereaved families: an integrated multiagency approach. *BMJ*. 2004 Feb 7;328(7435):331–4.
5. Bright FM, Vink R, Byard RW. Neuropathological Developments in Sudden Infant Death Syndrome. *Pediatr Dev Pathol*. 2018 Nov;21(6):515–21.
6. Fleming P, Blair P, Pease A. Why or how does the prone sleep position increase the risk of unexpected and unexplained infant death? *Arch Dis Child - Fetal Neonatal Ed*. 2017 Nov;102(6):F472–3.
7. Blair PS, Fleming PJ, Smith IJ, Platt MW, Young J, Nadin P, et al. Babies sleeping with parents: case-control study of factors influencing the risk of the sudden infant death syndrome Commentary: Cot death---the story so far. *BMJ*. 1999 Dec 4;319(7223):1457–62.
8. Mitchell EA, Milerad J. Smoking and the Sudden Infant Death Syndrome. *Rev Environ Health* [Internet]. 2006 Jan [cited 2019 Jul 8];21(2). Available from: <https://www.degruyter.com/view/j/reveh.2006.21.2/reveh.2006.21.2.81/reveh.2006.21.2.81.xml>
9. Anderson TM, Lavista Ferres JM, Ren SY, Moon RY, Goldstein RD, Ramirez J-M, et al. Maternal Smoking Before and During Pregnancy and the Risk of Sudden Unexpected Infant Death. *Pediatrics*. 2019 Apr;143(4):e20183325.
10. Alfelali M, Khandaker G. Infectious causes of sudden infant death syndrome. *Paediatr Respir Rev*. 2014 Dec;15(4):307–11.
11. Filiano JJ, Kinney HC. A Perspective on Neuropathologic Findings in Victims of the Sudden Infant Death Syndrome: The Triple-Risk Model. *Neonatology*. 1994;65(3–4):194–7.
12. TASK FORCE ON SUDDEN INFANT DEATH SYNDROME. SIDS and Other Sleep-Related Infant Deaths: Updated 2016 Recommendations for a Safe Infant Sleeping Environment. *Pediatrics*. 2016 Nov;138(5):e20162938.
13. Vennemann MMT, Höffgen M, Bajanowski T, Hense H-W, Mitchell EA. Do immunisations reduce the risk for SIDS? A meta-analysis. *Vaccine*. 2007 Jun;25(26):4875–9.

14. Hauck FR, Thompson JMD, Tanabe KO, Moon RY, Vennemann MM. Breastfeeding and Reduced Risk of Sudden Infant Death Syndrome: A Meta-analysis. *PEDIATRICS*. 2011 Jul 1;128(1):103–10.
15. Alm B, Wennergren G, Möllborg P, Lagercrantz H. Breastfeeding and dummy use have a protective effect on sudden infant death syndrome. *Acta Paediatr*. 2016 Jan;105(1):31–8.
16. Circulaire DGS/DH/225/2DB du 14 mars 1986 relative à la mise en place des centres de référence régionaux pour la mort subite du nourrisson.
17. Levieux K, Patural H, Harrewijn I, Briand Huchet E, de Visme S, Gallot G, et al. The French prospective multisite registry on sudden unexpected infant death (OMIN): rationale and study protocol. *BMJ Open*. 2018 Apr;8(4):e020883.
18. Eckert WG, Garland N. The history of the forensic applications in radiology. *Am J Forensic Med Pathol*. 1984 Mar;5(1):53–6.
19. de Lange C, Vege Å, Stake G. Radiography after unexpected death in infants and children compared to autopsy. *Pediatr Radiol*. 2007 Feb;37(2):159–65.
20. Bardainne M, Rolland Y, Tréguier C, Claeysen-Rolland V, Dagonne M, Broussine L, et al. Contribution du scanner crânien post-mortem à l'étude de la mort subite du nourrisson. *Arch Pédiatrie*. 1996 Jul;3(7):661–7.
21. Proisy M, Marchand AJ, Loget P, Bouvet R, Roussey M, Pelé F, et al. Whole-body post-mortem computed tomography compared with autopsy in the investigation of unexpected death in infants and children. *Eur Radiol*. 2013 Jun;23(6):1711–9.
22. Proisy M, Loget P, Bouvet R, Roussey M, Pelé F, Rozel C, et al. Non-specific post-mortem modifications on whole-body post-mortem computed tomography in sudden unexpected death in infancy. *J Forensic Radiol Imaging*. 2015 Mar;3(1):16–23.
23. Sieswerda-Hoogendoorn T, Soerdjbalie-Maikoe V, de Bakker H, van Rijn RR. Postmortem CT compared to autopsy in children; concordance in a forensic setting. *Int J Legal Med*. 2014 Nov;128(6):957–65.
24. Sieswerda-Hoogendoorn T, Beenen LFM, van Rijn RR. Normal cranial postmortem CT findings in children. *Forensic Sci Int*. 2015 Jan;246:43–9.
25. Thayyil S, Sebire NJ, Chitty LS, Wade A, Chong W, Olsen O, et al. Post-mortem MRI versus conventional autopsy in fetuses and children: a prospective validation study. *The Lancet*. 2013 Jul;382(9888):223–33.
26. Arthurs OJ, Thayyil S, Pauliah SS, Jacques TS, Chong WK, Gunny R, et al. Diagnostic accuracy and limitations of post-mortem MRI for neurological abnormalities in fetuses and children. *Clin Radiol*. 2015 Aug;70(8):872–80.
27. Norman W, Jawad N, Jones R, Taylor AM, Arthurs OJ. Perinatal and paediatric post-mortem magnetic resonance imaging (PMMR): sequences and technique. *Br J Radiol*. 2016 Jun;89(1062):20151028.

28. Prodhomme O, Seguret F, Martrille L, Pidoux O, Cambonie G, Couture A, et al. Organ volume measurements: comparison between MRI and autopsy findings in infants following sudden unexpected death. *Arch Dis Child - Fetal Neonatal Ed.* 2012 Nov;97(6):F434–8.
29. Sieswerda-Hoogendoorn T, van Rijn RR. Current techniques in postmortem imaging with specific attention to paediatric applications. *Pediatr Radiol.* 2010 Feb;40(2):141–52.
30. Norman W, Jawad N, Jones R, Taylor AM, Arthurs OJ. Perinatal and paediatric post-mortem magnetic resonance imaging (PMMR): sequences and technique. *Br J Radiol.* 2016 Jun;89(1062):20151028.
31. Sarda-Quarello L, Bartoli C, Laurent P-E, Torrents J, Piercecchi-Marti M-D, Sigaudy S, et al. Angio-scanner post-mortem périnatal corps entier. *J Radiol Diagn Interv.* 2015 Sep;96:S138–41.
32. Sandrini C, Rossetti L, Zambelli V, Zanarotti R, Bettinazzi F, Soldá R, et al. Accuracy of Micro-Computed Tomography in Post-mortem Evaluation of Fetal Congenital Heart Disease. Comparison Between Post-mortem Micro-CT and Conventional Autopsy. *Front Pediatr [Internet].* 2019 Mar 22 [cited 2019 Jul 13];7. Available from: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fped.2019.00092/full>
33. Lombardi CM, Zambelli V, Botta G, Moltrasio F, Cattoretti G, Lucchini V, et al. Postmortem microcomputed tomography (micro-CT) of small fetuses and hearts. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2014 Nov;44(5):600–9.
34. Rügger CM, Bartsch C, Martinez RM, Ross S, Bolliger SA, Koller B, et al. Minimally invasive, imaging guided virtual autopsy compared to conventional autopsy in foetal, newborn and infant cases: study protocol for the paediatric virtual autopsy trial. *BMC Pediatr.* 2014 Dec;14(1):15.
35. Hutchinson C, Shelmerdine SC, Lewis C, Parmenter J, Simcock IC, Ward L, et al. Feasibility and experience of the MinImAL procedure: Minimally Invasive perinatal and paediatric Autopsies with Laparoscopically assisted tissue sampling: Laparoscopic autopsy. *Ultrasound Obstet Gynecol [Internet].* 2019 Jan 8 [cited 2019 Jul 13]; Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/uog.20211>
36. Baglivo M, Winklhofer S, Hatch GM, Ampanozi G, Thali MJ, Ruder TD. The rise of forensic and post-mortem radiology—Analysis of the literature between the year 2000 and 2011. *J Forensic Radiol Imaging.* 2013 Jan;1(1):3–9.
37. Aalders MC, Adolphi NL, Daly B, Davis GG, de Boer HH, Decker SJ, et al. Research in forensic radiology and imaging; Identifying the most important issues. *J Forensic Radiol Imaging.* 2017 Mar;8:1–8.
38. Gorincour G, Sarda-Quarello L, Laurent P-E, Brough A, Ruddy GN. The future of pediatric and perinatal postmortem imaging. *Pediatr Radiol.* 2015 Apr;45(4):509–16.
39. Kawasumi Y, Usui A, Hosokai Y, Igari Y, Hosoya T, Hayashizaki Y, et al. Post-mortem computed tomography findings of the lungs: Retrospective review and comparison with autopsy results of 30 infant cases. *Eur J Radiol.* 2015 Apr;84(4):721–5.
40. Filograna L, Thali MJ. Post-mortem CT imaging of the lungs: pathological versus non-pathological findings. *Radiol Med (Torino).* 2017 Dec;122(12):902–8.

41. Miller AC, Rosati SF, Suffredini AF, Schrupp DS. A systematic review and pooled analysis of CPR-associated cardiovascular and thoracic injuries. *Resuscitation*. 2014 Jun;85(6):724–31.
42. Bolster F, Ali Z, Fowler D, Daly B. Imaging of resuscitation and emergency resuscitation devices—Lessons learned from post mortem computed tomography. *J Forensic Radiol Imaging*. 2019 Jun;17:23–30.
43. Ondruschka B, Baier C, Siekmeyer M, Buschmann C, Dreßler J, Bernhard M. Cardiopulmonary resuscitation-associated injuries in still-/newborns, infants and toddlers in a German forensic collective. *Forensic Sci Int*. 2017 Oct;279:235–40.
44. Dettmeyer RB. *Forensic histopathology: fundamentals and perspectives*. 2nd edition. New York, NY: Springer Berlin Heidelberg; 2018.
45. Shaw K, Ritchie D, Adams G. Does witnessing resuscitation help parents come to terms with the death of their child? A review of the literature. *Intensive Crit Care Nurs*. 2011 Oct;27(5):253–62.
46. Filograna L, Bolliger SA, Ross SG, Ruder T, Thali MJ. Pros and cons of post-mortem CT imaging on aspiration diagnosis. *Leg Med*. 2011 Jan;13(1):16–21.
47. Gardner AM. Aspiration of food and vomit. *Q J Med*. 1958 Apr;27(106):227–42.
48. Knight BH. The significance of the postmortem discovery of gastric contents in the air passages. *Forensic Sci*. 1975 Nov;6(3):229–34.
49. Thach BT. Sudden infant death syndrome: can gastroesophageal reflux cause sudden infant death? *Am J Med*. 2000 Mar;108(4):144–8.
50. Byard RW, Beal SM. Gastric aspiration and sleeping position in infancy and early childhood. *J Paediatr Child Health*. 2000 Aug;36(4):403–5.
51. Alex N, Thompson JM, Becroft DM, Mitchell EA. Pulmonary aspiration of gastric contents and the sudden infant death syndrome. *J Paediatr Child Health*. 2005 Aug;41(8):428–31.
52. Schober D, Schwendener N, Zech W-D, Jackowski C. Post-mortem CT: Hounsfield unit profiles obtained in the lungs with respect to the cause of death assessment. *Int J Legal Med*. 2017 Jan;131(1):199–210.
53. Van Hoyweghen AJL, Jacobs W, Op de Beeck B, Parizel PM. Can post-mortem CT reliably distinguish between drowning and non-drowning asphyxiation? *Int J Legal Med*. 2015 Jan;129(1):159–64.
54. Tsokos M, editor. *Forensic Pathology Reviews* [Internet]. Totowa, NJ: Humana Press; 2005 [cited 2019 Jul 17]. Available from: <http://link.springer.com/10.1385/1592598722>
55. Yukawa N, Carter N, Rutty G, Green MA. Intra-alveolar haemorrhage in sudden infant death syndrome: a cause for concern? *J Clin Pathol*. 1999 Aug 1;52(8):581–7.
56. Tuchtan L, Delteil C, Levrat F, Bacquet J, Garcia P, Fayol L, et al. Sudden unexpected infant death characteristics in the French region of West Provence-Alpes-Côte d’Azur. *Paediatr Int Child Health*. 2019 Apr 3;39(2):104–10.

57. Delteil C, Tuchtan L, Torrents J, Capuani C, Piercecchi-Marti M-D. Pediatric medicolegal autopsy in France: A forensic histopathological approach. *J Forensic Leg Med*. 2018 Jan;53:106–11.
58. Ducloyer M, Tuchtan L, Delteil C, Piercecchi M-D, David A, Visseaux G, et al. Lung density measurement in postmortem computed tomography: a new tool to assess immediate neonatal breath in suspected neonaticides. *Int J Legal Med* [Internet]. 2019 Jul 8 [cited 2019 Jul 19]; Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s00414-019-02103-3>
59. Robinson C, Biggs MJ, Amoroso J, Pakkal M, Morgan B, Ruttly GN. Post-mortem computed tomography ventilation; simulating breath holding. *Int J Legal Med*. 2014 Jan;128(1):139–46.

## ANNEXES

### Annexe 1. Résumé des recommandations de l'American Academy of Pediatrics

**TABLE 2** Summary of Recommendations With Strength of Recommendation

---

A-level recommendations

- Back to sleep for every sleep.
- Use a firm sleep surface.
- Breastfeeding is recommended.
- Room-sharing with the infant on a separate sleep surface is recommended.
- Keep soft objects and loose bedding away from the infant's sleep area.
- Consider offering a pacifier at naptime and bedtime.
- Avoid smoke exposure during pregnancy and after birth.
- Avoid alcohol and illicit drug use during pregnancy and after birth.
- Avoid overheating.
- Pregnant women should seek and obtain regular prenatal care.
- Infants should be immunized in accordance with AAP and CDC recommendations.
- Do not use home cardiorespiratory monitors as a strategy to reduce the risk of SIDS.
- Health care providers, staff in newborn nurseries and NICUs, and child care providers should endorse and model the SIDS risk-reduction recommendations from birth.
- Media and manufacturers should follow safe sleep guidelines in their messaging and advertising.
- Continue the "Safe to Sleep" campaign, focusing on ways to reduce the risk of all sleep-related infant deaths, including SIDS, suffocation, and other unintentional deaths. Pediatricians and other primary care providers should actively participate in this campaign.

B-level recommendations

- Avoid the use of commercial devices that are inconsistent with safe sleep recommendations.
- Supervised, awake tummy time is recommended to facilitate development and to minimize development of positional plagiocephaly.

C-level recommendations

- Continue research and surveillance on the risk factors, causes, and pathophysiologic mechanisms of SIDS and other sleep-related infant deaths, with the ultimate goal of eliminating these deaths entirely.
  - There is no evidence to recommend swaddling as a strategy to reduce the risk of SIDS.
- 

The following levels are based on the Strength-of-Recommendation Taxonomy (SORT) for the assignment of letter grades to each of its recommendations (A, B, or C).<sup>2</sup> Level A: There is good-quality patient-oriented evidence. Level B: There is inconsistent or limited-quality patient-oriented evidence. Level C: The recommendation is based on consensus, disease-oriented evidence, usual practice, expert opinion, or case series for studies of diagnosis, treatment, prevention, or screening. Note: "patient-oriented evidence" measures outcomes that matter to patients: morbidity, mortality, symptom improvement, cost reduction, and quality of life; "disease-oriented evidence" measures immediate, physiologic, or surrogate end points that may or may not reflect improvements in patient outcomes (eg, blood pressure, blood chemistry, physiologic function, pathologic findings). CDC, Centers for Disease Control and Prevention.

## Annexe 2. Synthèse des recommandations de la HAS 2007 sur la prise en charge de la Mort inattendue du nourrisson ; protocoles de prélèvements



### « Prise en charge en cas de mort inattendue du nourrisson (moins de 2 ans) »

#### OBJECTIF

Proposer un protocole à tous les professionnels concernés par le thème, pour que la « prise en charge en cas de mort inattendue d'un nourrisson » soit standardisée, harmonisée entre les différents intervenants, efficace, et homogène sur l'ensemble du territoire national, afin :

- de réaliser un ensemble d'investigations pour déterminer la cause du décès
- d'améliorer la prise en charge et le suivi de la famille
- de rendre disponibles des statistiques de mortalité fiables

#### Prise en charge de tous les cas de mort inattendue du nourrisson (MIN) par un centre de référence MIN

- Alerter systématiquement le centre 15 pour tous les cas de MIN
- Établir systématiquement un contact et un échange d'informations entre le centre 15 et le centre de référence MIN
- Transporter le corps de l'enfant vers un centre de référence MIN

#### Quand alerter l'autorité judiciaire ?

À tout moment de la procédure : s'il apparaît un doute sur l'origine naturelle du décès, le médecin doit alerter les autorités judiciaires

Chaque situation doit être évaluée au cas par cas, si possible de façon multidisciplinaire, en s'appuyant sur l'ensemble des données disponibles (faisceau d'arguments)

#### Établissement du certificat de décès

- ♦ Dans ce contexte particulier, établir le certificat de décès en deux étapes :
  - Lors de la constatation du décès, remplir un certificat de décès à transmettre à l'état civil :
    - partie administrative : si décès non suspect cocher la case « prélèvements en vue de rechercher la cause du décès », si décès suspect cocher la case « obstacle médico-légal »
    - partie médicale : mentionner la cause la plus probable du décès
  - À l'issue des explorations diagnostiques : remplir un certificat médical de décès complémentaire à transmettre au CépiDc :
    - partie médicale : mentionner les causes du décès retenues après les explorations et compléter la partie « autopsie »

#### Points clés de la prise en charge

Sur le lieu de l'intervention, en urgence :

- Prise en charge systématiquement médicalisée de l'enfant et des parents
- Remplir une « fiche d'intervention » afin de recueillir toutes les éléments d'information notés sur place
- Organiser le transport du corps de l'enfant (médecin sur place ou centre 15) en accord avec les parents

Au centre de référence MIN :

- Organiser un accueil immédiat et attentionné des parents : entretien médical et accompagnement auprès de l'enfant
- Mener les explorations médicales à visée diagnostique le plus rapidement possible, après accord signé des parents
- Réaliser une autopsie médicale, après information et accord signé des parents selon la procédure définie dans le protocole, si possible dans les 48 premières heures
- Informer les parents des résultats des examens pratiqués
- Aviser les parents que tous les frais (transport de l'enfant, explorations médicales) sont à la charge du centre de référence MIN
- Proposer un soutien psychologique et/ou associatif à la famille

Modalités de suivi à moyen et long terme :

- Organiser au centre de référence MIN une confrontation multidisciplinaire pour analyser les éléments du dossier et faire une synthèse diagnostique
- Prise en charge (accompagnement, soutien psychologique, informations complémentaires, etc.) ultérieure de la famille et des tiers présents lors du décès
- Évaluer la nécessité de mettre en place des comités de revue des cas de décès d'enfants, multidisciplinaires et ayant des objectifs épidémiologiques, d'évaluation des pratiques et de prévention

**Protocole de conduite à tenir : « PRISE EN CHARGE EN CAS DE MORT INATTENDUE DU NOURRISSON (MOINS DE 2 ANS) »**

<b>Conduite à tenir lors de l'appel téléphonique d'urgence au 15</b>	
<b>Qui :</b> médecin régulateur du centre 15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Envoi immédiat des secours les plus proches et systématiquement d'un véhicule d'urgence médicalisé</li> <li>- Si l'ACR paraît incertain ou récent : conseils par téléphone de gestes de secourisme</li> <li>- Maintenir le contact téléphonique avec l'appelant</li> <li>- Faire préciser les circonstances de l'événement</li> <li>- Si autres enfants présents : s'assurer qu'ils sont pris en charge par un adulte</li> </ul>
<b>Conduite à tenir sur place</b>	
<b>Où :</b> sur place  <b>Qui :</b> médecin premier intervenant	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selon l'état de l'enfant : entreprendre ou non des manœuvres de réanimation, et les interrompre dans un délai raisonnable en l'absence de reprise d'activité cardiaque</li> <li>- Tenir informés les parents des gestes pratiqués et s'assurer qu'ils ne restent pas seuls</li> <li>- Annoncer le décès aux parents avec respect, tact et empathie, par un médecin (après s'être présenté)</li> <li>- Ne pas évoquer de diagnostic potentiel à un stade aussi précoce</li> <li>- Proposer aux parents un rapprochement physique avec l'enfant décédé</li> <li>- S'assurer de la prise en charge des autres enfants présents et les rassurer</li> <li>- Prendre contact avec le centre de référence MIN pour organiser le transfert de l'enfant</li> <li>- Prévenir le médecin habituel de l'enfant et lui faire préciser les antécédents ou l'histoire médicale récente de l'enfant</li> </ul> <p><b>Si événement en dehors de la présence des parents :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- les contacter dès que possible</li> <li>- éviter d'annoncer d'emblée le décès par téléphone sauf si les parents le demandent expressément</li> </ul> <p><b>Si décès chez une assistante maternelle :</b> prévenir le service de PMI, s'assurer de la continuité de la garde des autres enfants et s'assurer qu'elle bénéficie d'une prise en charge avec la même attention que les parents</p>
<b>Informations à recueillir sur place : compléter la « fiche de recueil » qui sera transmise au centre de référence</b>	
<b>Où :</b> sur place  <b>Qui :</b> médecin premier intervenant	<p><b>Examen complet de l'enfant dénudé :</b> noter les lésions cutané-muqueuses, lividités, tension des fontanelles, température, signes de déshydratation ou dénutrition, etc.</p> <p><b>Entretien avec chacune des personnes présentes et si possible par le même intervenant :</b> guider l'échange en laissant les personnes s'exprimer librement, et en étant attentif à d'éventuelles discordances ou incohérences</p> <p><b>Documents à recueillir :</b> carnet de santé et ordonnances récentes de l'enfant</p> <p><b>Examen détaillé du lieu de décès :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- examen de l'endroit où a été trouvé l'enfant : caractéristiques du lit ou du couchage, type de literie, couettes, coussins, peluches, etc.</li> <li>- température de la pièce, recherche de CO, présence d'animaux, signes de tabagisme</li> <li>- noter la présence de médicaments (pédiatriques ou pour adultes) ou de produits toxiques susceptibles d'avoir pu contribuer au décès</li> <li>- si l'examen du lieu du décès n'est pas possible immédiatement, prévoir avec l'accord des parents une visite ultérieure, dans les 48 h, par l'équipe de centre de référence</li> </ul>
<b>Transport du corps de l'enfant</b>	
<b>Où :</b> sur place  <b>Qui :</b> médecin premier intervenant	<p>Expliquer aux parents qu'en cas de MIN le transport est systématique vers un centre de référence, pour mener les investigations médicales, afin de rechercher la cause du décès et pour leur proposer une prise en charge dans un service hospitalier spécialisé (on n'évoquera pas sur place la question de l'autopsie, qui sera expliquée à l'hôpital, sauf bien sûr si les parents soulèvent la question)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informer les parents : lieu où est transporté l'enfant, coordonnées du médecin du centre de référence et du médecin « premier intervenant »</li> <li>- Organiser, en lien avec la régulation du 15, le transport vers le centre de référence</li> <li>- proposer aux parents d'accompagner le corps de leur enfant dans le véhicule</li> <li>- Informer les parents que tous les frais de transport de l'enfant (aller, retour et transport secondaire) sont pris totalement en charge par le centre de référence</li> <li>- Si malgré les explications, les parents refusent le transport, le médecin jugera au cas par cas, en fonction des premières constatations, de la nécessité de cocher la case « obstacle médico-légal », après les avoir informés que cela entraînera une prise en charge judiciaire</li> </ul> <p>Dans tous les cas, le centre MIN sera tenu informé par la régulation du 15</p>

<b>Quand alerter l'autorité judiciaire ? : Cette question peut se poser à tout moment de la prise en charge</b>	
<b>Qui :</b> médecin premier intervenant ou pédiatre du centre de référence	Sur les lieux du décès, en cas de signes d'emblée évocateurs de maltraitance (ecchymoses multiples ou d'ages différents, morsures, brûlures de cigarettes, maigreur extrême, etc.) : - cocher la case « obstacle médico-légal » sur le certificat de décès et alerter immédiatement les autorités judiciaires (parquet du TGI) Pour les autres situations : - évaluation au cas par cas en s'appuyant sur des éléments objectifs, recueillis sur le lieu du décès et/ou issus des premières investigations hospitalières - si besoin, prendre conseil auprès d'un médecin légiste En cas de décès alors que l'enfant est confié à un tiers, les explorations <i>post-mortem</i> sont indispensables : en cas de refus, contacter le procureur
<b>Prise en charge hospitalière dans un centre de référence MIN</b>	
<b>Où :</b> centre de référence MIN  <b>Qui :</b> pédiatre et équipe du centre de référence	<b>Accueil des parents :</b> - veiller à les recevoir dès leur arrivée, dans une pièce réservée, s'adresser à eux en évoquant leur enfant par son prénom - les aborder avec une attitude prudente, patiente, compréhensive, respectueuse de leur douleur, sans chercher à « consoler », et leur expliquer les suites de la prise en charge (examens pratiqués sur l'enfant, procédures administratives, etc.) - compléter les données recueillies initialement par un interrogatoire médical précautionneux - leur proposer un temps d'intimité auprès de leur enfant, les aider et les soutenir - donner si nécessaire des conseils pour l'arrêt brutal de l'allaitement <b>Investigations médicales</b> (à mener dès l'arrivée du corps et après accord écrit des parents) comprenant principalement un examen clinique complet, des examens biologiques (même précautions d'asepsie que chez un enfant vivant) et radiologiques Ces informations seront reportées dans un dossier médical standardisé MIN Tous les frais liés aux investigations sont pris en charge par le centre de référence À ce stade, la situation sera réévaluée avec ces nouveaux éléments, et s'il y a un doute sur l'origine naturelle du décès, le procureur sera alerté
<b>Demande d'autopsie médicale</b>	
<b>Où :</b> centre de référence MIN  <b>Qui :</b> pédiatre du centre de référence	<b>C'est un examen primordial dans le bilan pour déterminer la cause du décès :</b> - pratiqué selon un protocole préétabli et par un anatomopathologiste compétent en pédiatrie - il permet le plus souvent d'exclure certaines pathologies héréditaires ou congénitales et les morts violentes - si une cause médicale héréditaire est retrouvée, cela permet d'adapter la prise en charge de la fratrie - la détermination de la cause du décès est un appui pour la famille dans le processus de deuil - tous les frais liés à l'autopsie sont pris en charge par le centre de référence. <b>L'autopsie médicale est donc à proposer systématiquement aux parents</b> - Il est nécessaire de leur en faire signer l'autorisation, après avoir : o pris le temps de leur en expliquer l'intérêt et les modalités, o répondu clairement à toutes leurs questions (délais de réalisation, des résultats, aspect de l'enfant après l'examen, etc.) o proposé d'adapter si besoin les modalités en fonction de contraintes culturelles ou religieuses propres à la famille o proposé si besoin un délai de réflexion - Les premiers résultats de cet examen (même partiels) seront expliqués aux parents dans les jours suivants <b>En cas de refus des parents :</b> - effectuer une synthèse des données disponibles (cliniques et paracliniques, dont une imagerie cérébrale indispensable dans ce cas) pour apprécier au cas par cas et si besoin signaler à la justice
<b>Synthèse du dossier médical individuel</b>	
<b>Où :</b> centre de référence MIN <b>Qui :</b> équipe du centre de référence	<b>Confrontation multidisciplinaire</b> permettant d'analyser les informations recueillies, afin principalement de : - conclure à une cause de décès et adapter la prise en charge de la famille en conséquence - faire un signalement si des éléments évocateurs d'une origine violente sont retenus à ce stade Les conclusions de cette confrontation seront expliquées aux parents, et transmises aux médecins concernés

<b>Suivi de la famille et de l'entourage</b>	
<b>Qui :</b> pédiatre du centre de référence - interlocuteur référent lors du suivi	<p>Organiser la <b>prise en charge à court, moyen et long terme</b> de la famille :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recevoir les parents en consultation pour leur expliquer les résultats des investigations puis les conclusions de la confrontation multidisciplinaire</li> <li>- Informer les membres de la famille qu'ils peuvent bénéficier d'un suivi par un psychologue et donner aux parents, par écrit, les coordonnées de structures ou de professionnels auprès desquels ils pourront trouver un soutien psychologique (CMP, psychiatres, psychologues,...)</li> <li>- orienter les parents vers des associations d'aide au deuil, donner des supports d'information sur le deuil (brochures, sites Internet...)</li> <li>- proposer un soutien aux personnes (autre que la famille) qui avaient la garde de l'enfant au moment du drame</li> <li>- donner des informations et prévoir de renforcer le suivi en cas de grossesse ultérieure</li> </ul>
<b>Établissement du certificat de décès</b>	
<b>Qui :</b> médecin, pédiatre du centre de référence ou médecin d'institut médico-légal	<p>Le certificat de décès est un document administratif et un outil d'évaluation en santé publique. Il comprend deux parties : une partie « administrative » et une partie « médicale ».</p> <p>Afin que les informations apportées par ce document soient les plus précises possible, il est recommandé de remplir le <b>certificat médical de décès</b> en deux étapes</p> <p><b>Après la survenue du décès</b>, remplir le certificat de décès :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- si cause du décès non suspecte : cocher « oui » pour « prélèvements en vue de rechercher la cause du décès ». Le certificat sera remis à la mairie.</li> <li>- si cause suspecte : cocher « oui » pour « obstacle médico-légal ». Le certificat sera remis à l'autorité judiciaire</li> <li>- dans les deux cas, il sera rempli le plus précisément possible en mentionnant la cause probable du décès (dans la partie I) et les éventuelles causes associées (dans la partie II)</li> <li>- ne pas remplir la partie concernant l'autopsie (pas encore effectuée à ce stade)</li> </ul> <p><b>Un certificat médical de décès complémentaire</b> (formulaire identique au premier certificat) : est à envoyer ultérieurement au CépiDc (par voie électronique dès la mise en place de cette certification), en respectant l'anonymat :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- à compléter après analyse et synthèse des résultats des investigations</li> <li>- afin de mentionner la cause de décès retenue et de compléter la partie « autopsie »</li> <li>- si la cause demeure inexpliquée : mentionner « mort subite inexpliquée »</li> </ul>

## Explorations médicales

Ces investigations comprennent :

Un examen clinique complet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poids, taille, PC</li> <li>• Température corporelle</li> <li>• FO</li> </ul>
Des examens biologiques qui seront prélevés avec les mêmes précautions d'asepsie que chez un enfant vivant	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 hémocultures faites sur 2 ponctions différentes</li> <li>• NFS, plaquettes</li> <li>• CRP</li> <li>• Ponction lombaire</li> <li>• Prélèvement d'humeur vitrée (ionogramme, taux de sucre, peptide C, éventuellement toxiques)</li> <li>• ECBU par sondage</li> <li>• Bactériologie : sur prélèvements nez, pharynx, trachée (si possible après réintubation), selles</li> <li>• Virologie : IF sur nez, pharynx, trachée (VRS, influenza, parainfluenza, adénovirus) et PCR (entérovirus), selles</li> <li>• Toxicologie<sup>1</sup> : sang, urines, liquide gastrique, bile, cheveux avec racines, chambre antérieure de l'œil prélevés de façon conservatoire</li> <li>• Sérum pour profil des acyl carnitines plasmatiques</li> <li>• En cas d'orientations particulières (suspicion de maladie génétique) : culture de peau, recherche génétique de QT long en cas d'antécédents dans la fratrie ou les ascendants proches, prélèvement fait lors du test de Guthrie à la naissance à se procurer auprès du GREPAM<sup>2</sup></li> </ul>
Des examens radiologiques faits et interprétés par un radiologue pédiatre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crâne : F + P</li> <li>• Rachis : F + P</li> <li>• Bassin : F</li> <li>• Quatre membres de face</li> <li>• Radio thorax</li> <li>• Ou bien si possible TDM ou IRM corps entier</li> </ul>
Une imagerie cérébrale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TDM ou</li> <li>• IRM</li> </ul> (choix de l'examen en fonction des possibilités)
Des prélèvements à conserver	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sang, sérum, LCR et urines congelés</li> <li>• Sang sur papier buvard</li> </ul>

<sup>1</sup> Toxiques à rechercher : screening par chromatographie liquide et spectrométrie de masse, et dosages pour éthanol, phénobarbital, paracétamol, salicylés, benzodiazépines, antidépresseurs tricycliques.

<sup>2</sup> GREPAM : groupement régional d'étude et de prévention des anomalies métaboliques.

# Annexe 3. Fiche Intervention SAMU de l'InVS

**Mort inattendue de l'enfant de moins de 2 ans - Fiche principale d'intervention**

Lorsque l'enfant est transporté dans un Centre de référence de la mort subite, cette fiche doit être transmise avec l'enfant. Le Centre de référence l'envoiera anonymisée à l'Institut de veille sanitaire.

Nom de l'enfant : \_\_\_\_\_ Prénom : \_\_\_\_\_ Sexe : M  F  Date de naissance : \_\_\_\_\_  
 Téléphone des parents : \_\_\_\_\_ Téléphone de la personne qui a trouvé l'enfant (si différent) : \_\_\_\_\_  
 Nom de la personne qui remplit cette fiche : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_  
 Qualité de la personne : médecin de SMUR  médecin pompier (SDIS)  médecin de garde  autre médecin  Préciser : \_\_\_\_\_

Département : \_\_\_\_\_ Année : \_\_\_\_\_ n° d'identification : \_\_\_\_\_

**Examen à l'arrivée des secours**

Âge en mois (> 3 mois) : \_\_\_\_\_ ou Age en jours (< 3 mois) : \_\_\_\_\_  
 Moins de \_\_\_\_\_ heures d'appel : \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ mn Heures d'arrivée sur place de l'équipe médicale : \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ mn  
 Quel secours la personne qui a découvert l'enfant a-t-elle appelé ? 15  18  17  autre  préciser : \_\_\_\_\_

**Description lors de la découverte de l'enfant :** heure : \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ mn Par qui ? \_\_\_\_\_  
 Respiration : absente  gasp  présente   
 Cœur : arrêté  non  NSP   
 Coloration de l'enfant : pâleur  cyanose  grise  marbrures  icterique   
 Gestes de réanimation avant l'arrivée de l'équipe médicale : oui  non  NSP   
 Si oui : durée \_\_\_\_\_ mn  
 Quels gestes : bouche à bouche  secousses   
 MCE  somnolence   
 Réponse de l'enfant : éveil  éveillé puis réendormissement  pas de réaction   
 vomissements de l'enfant : oui  non

**Description à l'arrivée de l'équipe d'intervention**  
 Respiration : absente  gasp  présente   
 Cœur : arrêté  non  fréquence cardiaque : \_\_\_\_\_ /mn  
 Coloration de l'enfant : pâleur  cyanose  grise  marbrures  icterique   
**Température rectale :** \_\_\_\_\_ °C \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ mn  
 Lividité : non  oui  Si oui : localisation : \_\_\_\_\_  
 Rigidité : non  oui  Si oui : mâchoire  membres   
 Hypotonie : non  oui   
 Déshydratation : non  oui   
 Signes de malnutrition : maigreur anormale   
 Hygiène de l'enfant : normale  anormale  préciser : \_\_\_\_\_  
 Eruption : non  oui  Si oui : purpura  ou érythème  ou vésicules  ou \_\_\_\_\_

Sueurs : non  oui   
 Rejets : non  oui   
 Si oui : aliments  sang  sérosité   
 Ou : nez  bouche  vêtements  drap   
 Eczymose(s) ou traumatisme(s) : non  oui  Si oui, préciser où : \_\_\_\_\_  
 Cicatrice(s) : non  oui  localisation : \_\_\_\_\_

**Gestes effectués par l'équipe médicale**  
 Heure de début : \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ mn Heure de fin : \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ mn  
 MCE  ventilation au masque  intubation :   
 Si intubation : état des voies aériennes à l'intubation : fibres  oui  non  si non : préciser : \_\_\_\_\_  
 Médicaments administrés et voie d'administration :  
 Intra-trachéale  IV  intra-osseuse   
 Intra-trachéale  IV  intra-osseuse   
 Reprise d'une activité cardiaque : \_\_\_\_\_ oui  non   
 Survenue de vomissements : oui  non

**Environnement de l'enfant avant son décès**

Lieu du décès : domicile  crèche  assistante maternelle  extérieur  autre  (préciser) : \_\_\_\_\_  
 L'enfant dormait-il avec quelqu'un lorsqu'il a été trouvé ? non  oui dans la pièce  oui dans le même lit   
 si oui : avec qui ? \_\_\_\_\_

**Position de sommeil**  
 - dans laquelle il a été couché : sur le dos  sur le côté  assis  NSP   
 - dans laquelle il a été trouvé : sur le dos  sur le côté  assis  NSP   
 Position de la tête : face contre le matelas  sur le côté  face libre

**Type de couchage où l'enfant a été trouvé :**  
 lit à barreaux  lit parapluie  berceau  couffin  siège coque  transat   
 lit adulte  canapé  fauteuil  poussette  landau  autre   
 Caractéristiques du matelas : mou

**Objets dans le couchage se trouvant près de la figure, nez ou bouche de l'enfant :**  
 Oreiller(s) : oui  non  NSP   
 Couverture : oui  non  NSP   
 Couette : oui  non  NSP   
 Peluches : oui  non  NSP   
 Tour de lit : oui  non  NSP   
 Cousin(s) de positionnement : oui  non  NSP   
 Autre : oui  non  NSP   
 Tête recouverte par couverture, couette ou autre : oui  non  NSP   
 L'enfant était-il coince ? oui  non  NSP   
**Schéma :** \_\_\_\_\_

**Température ambiante :** mesurée en °C \_\_\_\_\_ (thermomètre d'ambiance)  
 Evaluée : chaude (>25°C)  froide (<15°C)  normale   
**Habillement :** décore : \_\_\_\_\_  
 Possibilité d'une intoxication : OO  fumées  médicaments  autre   
**Heure du dernier repas :** \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ mn  
 Composition : \_\_\_\_\_ Quantités : \_\_\_\_\_  
 Heure du couchage : \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ mn Heures du dernier contact vivant (vu ou entendu) : \_\_\_\_\_ h \_\_\_\_\_ mn  
 L'enfant avait-il une tétine quand il a été couché ? oui  non  NSP

Feuillet 1 est à conserver par l'équipe d'intervention

NOM : BERTHELEMY

PRENOM : Mathilde

**Titre de Thèse :** CORRELATIONS ENTRE LES ANOMALIES DU PARENCHYME PULMONAIRE OBSERVEES EN SCANNER POST MORTEM ET LES ETIOLOGIES DES MORTS INATTENDUES DU NOURRISSON - ETUDE RETROSPECTIVE MULTICENTRIQUE

---

### RESUME (10 lignes)

L'imagerie post mortem est en plein essor et tend à devenir une spécialité radiologique à part entière. Sa place la prise en charge de la mort inattendue du nourrisson (MIN) est maintenant établie. Toutefois, la sémiologie post mortem dans ce contexte doit encore être explorée et aucune étude jusqu'à présent n'avait étudié spécifiquement le parenchyme pulmonaire post mortem sur une population suffisante. Le but de ce travail était de déterminer s'il existe une corrélation entre les anomalies du parenchyme pulmonaire visible en scanner post mortem et les étiologies des MIN. Se basant sur les données issues de quatre centres de référence français, nous avons pu établir la fréquence et la spécificité des principales anomalies rencontrées en scanner post mortem (verre dépoli, condensation, micronodule, comblement trachéo-bronchique) et définir l'aspect post mortem « normal » du poumon de l'enfant de moins de 2 ans décédé subitement.

---

### MOTS-CLES

SCANNER POST-MORTEM, MORT INATTENDUE DU NOURRISSON, PARENCHYME PULMONAIRE, REANIMATION-CARDIOPULMONAIRE, CONDENSATION PARENCHYMATEUSE