



**HAL**  
open science

# Comment optimiser le recours au scanner cérébral dans les traumatismes crâniens légers aux urgences pédiatriques? : l'intérêt d'un protocole inspiré de la règle de décision clinique du " Pediatric Emergency Care Applied Research Network " (PECARN)

Hélène Mariette

## ► To cite this version:

Hélène Mariette. Comment optimiser le recours au scanner cérébral dans les traumatismes crâniens légers aux urgences pédiatriques? : l'intérêt d'un protocole inspiré de la règle de décision clinique du " Pediatric Emergency Care Applied Research Network " (PECARN). Médecine humaine et pathologie. 2020. dumas-02940416

**HAL Id: dumas-02940416**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02940416>**

Submitted on 16 Sep 2020

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

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

UNIVERSITÉ de CAEN NORMANDIE

-----  
UFR SANTÉ

Année 2019/2020

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

Présentée et soutenue publiquement le : 20 Mai 2020

par

Me Hélène MARIETTE

Née le 11/04/1990 à CAEN (*Calvados*)

**TITRE DE LA THÈSE :**

**Comment optimiser le recours au scanner cérébral dans les traumatismes crâniens légers aux urgences pédiatriques ? L'intérêt d'un protocole inspiré de la règle de décision clinique du « Pediatric Emergency Care Applied Research Network » (PECARN).**

**Président : Monsieur le Professeur Jacques BROUARD**

Membres : Monsieur le Professeur Bernard GUILLOIS

Madame le Docteur Claire DUPONT

Madame le Docteur Sophie LUKSENBERG

**Directrice de thèse : Dr Sophie LUKSENBERG**

**Co-directeur : Dr Joseph TOULOUSE (CHU de Lyon)**

**Année Universitaire 2019/2020****Doyen**

Professeur Emmanuel TOUZÉ

**Assesseurs**

Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)

Professeur Guy LAUNOY (recherche)

Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne EMERY (3<sup>ème</sup> cycle)**Directrice administrative**

Madame Sarah CHEMTOB

**PROFESSEURS DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS**

M.	AGOSTINI Denis	Biophysique et médecine nucléaire
M.	AIDE Nicolas	Biophysique et médecine nucléaire
M.	ALLOUCHE Stéphane	Biochimie et biologie moléculaire
M.	ALVES Arnaud	Chirurgie digestive
M.	AOUBA Achille	Médecine interne
M.	BABIN Emmanuel	Oto-Rhino-Laryngologie
M.	BÉNATEAU Hervé	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie
M.	BENOIST Guillaume	Gynécologie - Obstétrique
M.	BERGER Ludovic	Chirurgie vasculaire
M.	BERGOT Emmanuel	Pneumologie
M.	BIBEAU Frédéric	Anatomie et cytologie pathologique
Mme	BRAZO Perrine	Psychiatrie d'adultes
M.	BROUARD Jacques	Pédiatrie
M.	BUSTANY Pierre	Pharmacologie
Mme	CHAPON Françoise	Histologie, Embryologie
Mme	CLIN-GODARD Bénédicte	Médecine et santé au travail
M.	DAMAJ Ghandi Laurent	Hématologie
M.	DAO Manh Thông	Hépatologie-Gastro-Entérologie
M.	DEFER Gilles	Neurologie
M.	DELAMILLIEURE Pascal	Psychiatrie d'adultes
M.	DENISE Pierre	Physiologie
Mme	DOLLFUS Sonia	Psychiatrie d'adultes
M.	DREYFUS Michel	Gynécologie - Obstétrique
M.	DU CHEYRON Damien	Réanimation médicale
Mme	ÉMERY Evelyne	Neurochirurgie

<b>M.</b>	<b>ESMAIL-BEYGUI Farzin</b>	Cardiologie
<b>Mme</b>	<b>FAUVET Raffaèle</b>	Gynécologie – Obstétrique
<b>M.</b>	<b>FISCHER Marc-Olivier</b>	Anesthésiologie et réanimation
<b>M.</b>	<b>GÉRARD Jean-Louis</b>	Anesthésiologie et réanimation
<b>M.</b>	<b>GUILLOIS Bernard</b>	Pédiatrie
<b>Mme</b>	<b>GUITTET-BAUD Lydia</b>	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
<b>M.</b>	<b>HABRAND Jean-Louis</b>	Cancérologie option Radiothérapie
<b>M.</b>	<b>HAMON Martial</b>	Cardiologie
<b>Mme</b>	<b>HAMON Michèle</b>	Radiologie et imagerie médicale
<b>M.</b>	<b>HANOUS Jean-Luc</b>	Anesthésie et réa. médecine péri-opératoire
<b>M.</b>	<b>HULET Christophe</b>	Chirurgie orthopédique et traumatologique
<b>M.</b>	<b>ICARD Philippe</b>	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
<b>M.</b>	<b>JOIN-LAMBERT Olivier</b>	Bactériologie - Virologie
<b>Mme</b>	<b>JOLY-LOBBEDEZ Florence</b>	Cancérologie
<b>M.</b>	<b>JOUBERT Michael</b>	Endocrinologie
<b>M.</b>	<b>LAUNOY Guy</b>	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
<b>M.</b>	<b>LE HELLO Simon</b>	Bactériologie-Virologie
<b>Mme</b>	<b>LE MAUFF Brigitte</b>	Immunologie
<b>M.</b>	<b>LOBBEDEZ Thierry</b>	Néphrologie
<b>M.</b>	<b>LUBRANO Jean</b>	Chirurgie viscérale et digestive
<b>M.</b>	<b>MAHE Marc-André</b>	Cancérologie
<b>M.</b>	<b>MANRIQUE Alain</b>	Biophysique et médecine nucléaire
<b>M.</b>	<b>MARCÉLLI Christian</b>	Rhumatologie
<b>M.</b>	<b>MARTINAUD Olivier</b>	Neurologie
<b>M.</b>	<b>MAUREL Jean</b>	Chirurgie générale
<b>M.</b>	<b>MILLIEZ Paul</b>	Cardiologie
<b>M.</b>	<b>MOREAU Sylvain</b>	Anatomie/Oto-Rhino-Laryngologie
<b>M.</b>	<b>MOUTEL Grégoire</b>	Médecine légale et droit de la santé
<b>M.</b>	<b>NORMAND Hervé</b>	Physiologie
<b>M.</b>	<b>PARIENTI Jean-Jacques</b>	Biostatistiques, info. médicale et tech. de communication
<b>M.</b>	<b>PELAGE Jean-Pierre</b>	Radiologie et imagerie médicale
<b>Mme</b>	<b>PIQUET Marie-Astrid</b>	Nutrition
<b>M.</b>	<b>QUINTYN Jean-Claude</b>	Ophthalmologie
<b>Mme</b>	<b>RAT Anne-Christine</b>	Rhumatologie
<b>M.</b>	<b>RAVASSE Philippe</b>	Chirurgie infantile
<b>M.</b>	<b>REPESSE Yohann</b>	Hématologie
<b>M.</b>	<b>REZNIK Yves</b>	Endocrinologie

<b>M. ROD Julien</b>	Chirurgie infantile
<b>M. ROUPIE Eric</b>	Médecine d'urgence
<b>Mme THARIAT Juliette</b>	Radiothérapie
<b>M. TILLOU Xavier</b>	Urologie
<b>M. TOUZÉ Emmanuel</b>	Neurologie
<b>M. TROUSSARD Xavier</b>	Hématologie
<b>Mme VABRET Astrid</b>	Bactériologie - Virologie
<b>M. VERDON Renaud</b>	Maladies infectieuses
<b>Mme VERNEUIL Laurence</b>	Dermatologie
<b>M. VIVIEN Denis</b>	Biologie cellulaire

#### **PROFESSEURS ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS**

<b>M. DE LA SAYETTE Vincent</b>	Neurologie
<b>Mme DOMPMARTIN-BLANCHÈRE Anne</b>	Dermatologie
<b>M. GUILLAUME Cyril</b>	Médecine palliative
<b>M. LE BAS François</b>	Médecine Générale
<b>M. SABATIER Rémi</b>	Cardiologie

#### **PRCE**

<b>Mme LELEU Solveig</b>	Anglais
--------------------------	---------

#### **PROFESSEURS EMERITES**

<b>M. HURAUULT de LIGNY Bruno</b>	Néphrologie
<b>Mme KOTTLER Marie-Laure</b>	Biochimie et biologie moléculaire
<b>M. LE COUTOUR Xavier</b>	Epidémiologie, économie de la santé et prévention
<b>M. LEPORRIER Michel</b>	Hématologie
<b>M. VIADER Fausto</b>	Neurologie

**Année Universitaire 2019/2020****Doyen**

Professeur Emmanuel TOUZÉ

**Assesseurs**

Professeur Paul MILLIEZ (pédagogie)

Professeur Guy LAUNOY (recherche)

Professeur Sonia DOLLFUS & Professeur Evelyne EMERY (3<sup>ème</sup> cycle)**Directrice administrative**

Madame Sarah CHEMTOB

**MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITÉS - PRATICIENS HOSPITALIERS**

M.	ALEXANDRE Joachim	Pharmacologie clinique
Mme	BENHAÏM Annie	Biologie cellulaire
M.	BESNARD Stéphane	Physiologie
Mme	BONHOMME Julie	Parasitologie et mycologie
M.	BOUVIER Nicolas	Néphrologie
M.	COULBAULT Laurent	Biochimie et Biologie moléculaire
M.	CREVEUIL Christian	Biostatistiques, info. médicale et tech. de communication
M.	DE BOYSSON Hubert	Médecine interne
Mme	DINA Julia	Bactériologie - Virologie
Mme	DUPONT Claire	Pédiatrie
M.	ÉTARD Olivier	Physiologie
M.	GABEREL Thomas	Neurochirurgie
M.	GRUCHY Nicolas	Génétique
M.	GUÉNOLÉ Fabian	Pédopsychiatrie
M.	HITIER Martin	Anatomie - ORL Chirurgie Cervico-faciale
M.	ISNARD Christophe	Bactériologie Virologie
M.	JUSTET Aurélien	Pneumologie
Mme	KRIEGER Sophie	Pharmacie
M.	LEGALLOIS Damien	Cardiologie
Mme	LELONG-BOULOUARD Véronique	Pharmacologie fondamentale
Mme	LEVALLET Guénaëlle	Cytologie et Histologie
M.	MITTRE Hervé	Biologie cellulaire
M.	SESBOÛÉ Bruno	Physiologie

<b>M. TOUTIRAIS Olivier</b>	Immunologie
<b>M. VEYSSIERE Alexis</b>	Chirurgie maxillo-faciale et stomatologie

**MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIÉS DES UNIVERSITÉS A MI-TEMPS**

<b>Mme ABBATE-LERAY Pascale</b>	Médecine générale
<b>M. COUETTE Pierre-André</b>	Médecine générale
<b>Mme NOEL DE JAEGHER Sophie</b>	Médecine générale
<b>M. PITHON Anni</b>	Médecine générale
<b>M. SAINMONT Nicolas</b>	Médecine générale
<b>Mme SCHONBRODT Laure</b>	Médecine générale

**MAITRES DE CONFERENCES EMERITES**

<b>Mme DEBRUYNE Danièle</b>	Pharmacologie fondamentale
<b>Mme DERLON-BOREL Annie</b>	Hématologie
<b>Mme LEPORRIER Nathalie</b>	Génétique

## **Remerciements**

A Monsieur le professeur BROUARD pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de présider mon jury de thèse. Veuillez trouver ici l'expression de ma sincère gratitude et de mon profond respect. Je vous remercie également pour votre soutien pendant toute la durée de mon internat, pour la pertinence de vos conseils et votre grande disponibilité.

A Monsieur le professeur GUILLOIS pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de juger mon travail en participant à mon jury de thèse. Veuillez trouver ici l'expression de ma sincère gratitude et de mon profond respect. Je vous remercie également pour votre intérêt pour mon projet professionnel et pour m'avoir guidée dans mes projets de recherche.

A Madame le docteur DUPONT pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de juger mon travail en participant à mon jury de thèse. Veuillez trouver ici l'expression de ma sincère gratitude et de mon profond respect. Je vous remercie également pour votre écoute et votre bienveillance constante pendant mon internat.

A Madame le docteur LUKSENBERG pour avoir accepté de diriger ce travail. Je vous remercie chaleureusement pour votre soutien, vos conseils et d'avoir partagé votre regard et expérience d'urgentiste pédiatrique pour la rédaction de cette thèse.

A Monsieur le docteur TOULOUSE pour avoir accepté de co-diriger ce travail. Je vous remercie chaleureusement pour avoir maintenu vos encouragements malgré la distance et pour votre patience. Votre soutien et vos conseils pendant l'élaboration des travaux portant sur les traumatismes crâniens aux urgences pédiatriques et la réflexion sur mon projet professionnel ont été une aide précieuse.

A tous les praticiens hospitaliers, infirmier(e)s, aide-soignant(e)s, auxiliaires de puériculture, sages-femmes et secrétaires qui m'ont guidé tout au long de mon apprentissage de la pédiatrie. Pensées toutes particulières à toute l'équipe de néonatalogie qui avec douceur et réelle expertise m'a formée aux soins.



Au terme de ce parcours, je remercie enfin celles et ceux qui me sont chers.

A mes parents Françoise et Joël pour leur confiance indéfectible pendant toutes ces années, je vous aime. A mon frère Antoine sur qui je peux toujours compter et à Geri qui embellit sa vie chaque jour. A mon grand-père Louis qui ne pourra pas être présent ce jour, j'aurais été extrêmement fière de prêter serment en sa présence.

A ma nouvelle famille, Catrina, Thierry et Maryline, Marie et Mustafa qui ont toujours cru en moi, je vous aime.

A tous mes amis anciens ou plus récents :

A Chloé ma plus ancienne amie, la cour de maternelle paraît bien loin. A Inès pour sa bonne humeur et sa tendresse depuis l'Australie. A mes amis de la fac de médecine Candou et Taz, Pierre, Julien et Ambre, Solène et François, Laure-Marine et Aurélien, Gambit et Mathilde, Lulu, Pierrick, Thibault et Carine (Jeanne <3), Camsexor et Marie, Damsex, Maxime et Nolwenn, avec qui j'ai partagé des carnivals étudiants aux costumes douteux, de « trop » nombreux repas au RU, les nocturnes en BU, les weekends à la Hague, la pisciculture, les brunchs et soirées : je vous adore ! A Pauline malpighi et Alex (et petit bébé à venir), à Claire smecta et Gabin, pour les vacances à Oleron, les vagues, les feux sur la plage, la grenouille, et tant d'autres petits bonheurs faisant de cette évasion une institution estivale ! A Varoo et Tomoki, famille de cœur pour Louise. A mes co-internes de pédiatrie, Coraline, Caroline, Pauline, et Sandrine, les plus anciennes avec qui j'ai vécu les balbutiements du début de l'internat en périphérie mais aussi les plus récents en néonatalogie avec Hélène, Eliel, Olivia, Mathilde, Laura, Quentin, Jimmy, Léa, Marion avec qui les journées passent en un éclair ! Aux collègues de médecine générale que j'ai eu la chance de côtoyer pendant mes stages : Raphaëlle, Aurore et Sandrine ainsi qu'Anaïs, l'exceptionnelle collègue de pharma ! A mes anciens collègues de Master 2 sans qui j'aurais été bien perdue avec mes petites souris : Jo, Léonie, Charlène, Caroline, Erwan, Charlotte, Ludivine, Laurent, Sara et tous les doctorants, puis tous les chercheurs pour leur accueil : Denis, Carine, Isabelle, Benoit et bien d'autres.

Enfin, à Paul, mon amour, mon partenaire sincère et solide, présent et bienveillant à chaque instant, je t'aime.

A Louise, celle qui donne sens à tout, je t'aime.

## **Abréviations**

**AVP** : Accident de la voie publique

**CHU** : Centre hospitalo-universitaire

**EVEACE** : Etude multicentrique prospective de validation externe d'un algorithme de prise en charge du traumatisme crânien léger chez l'enfant

**FP** : Faux positif

**FN** : Faux négatif

**HAS** : Haute autorité de santé

**HED** : Hématome extradural

**HSA** : Hémorragie sous arachnoïdienne

**HSD** : Hématome sous dural

**HTIC** : Hypertension intracrânienne

**IC 95%** : intervalle de confiance à 95%

**LIC** : Lésion intracrânienne

**LICcs** : Lésion intracrânienne cliniquement sévère

**LCR** : Liquide céphalorachidien

**PECARN** : « Pediatric Emergency Care Applied Research Network »

**RV+** : Rapport de vraisemblance positif

**RV-** : Rapport de vraisemblance négatif

**RDC** : Règle de décision clinique

**Se** : Sensibilité

**Sp** : Spécificité

**SF** : Signe fonctionnel

**TC** : Traumatisme crânien

**TCL** : Traumatisme crânien léger

**VP** : Vrai positif

**VN** : Vrai négatif

## **Tableaux et figures**

Tableau 1.....	15
Tableau de contingence.	
Tableau 2.....	20
Tableau présentant la répartition dans la population du sexe, de l'âge, de la stratification du niveau de risque de LICCs de la RDC du PECARN, du score de Glasgow et des LIC.	
Tableau 3.....	22
Tableau représentant les effectifs des différents signes fonctionnels et du nombre de LIC associées.	
Tableau 4.....	23
Tableau représentant les performances diagnostiques de la RDC du PECARN.	
Tableau 5.....	24
Tableau représentant les performances diagnostiques du Glasgow.	
Figure 1 .....	11
Graphique représentant le nombre de consultations tous motifs confondus par année aux urgences pédiatriques du CHU de Caen.	
Figure 2 .....	11
Graphique représentant le nombre de scanners cérébraux réalisés pour TC rapporté au nombre de consultations pour TC par année aux urgences pédiatriques du CHU de Caen.	
Figure 3 .....	17
Flow-chart représentant la répartition des dossiers inclus, exclus et analysés.	
Figure 4 .....	18
Graphique représentant les différentes tranches d'âge des patients ayant consulté pour TCL.	
Figure 5 .....	18
Graphique représentant les différentes tranches d'âge des patients ayant consulté pour TCL.	
Figure 6 .....	19
Graphique représentant les tranches d'âges par 24 mois des dossiers où le score de Glasgow était manquant.	
Figure 7 .....	21
Graphique représentant les différents signes fonctionnels présentés par les patients ayant consulté pour TCL rapportés au nombre de consultations.	
Figure 8 .....	21
Graphique représentant les différents signes fonctionnels présentés par les patients ayant consulté pour TCL rapportés au nombre de LIC.	
Figure 9 .....	22
Représentation graphique des tableaux de contingence du PECARN et du score de Glasgow.	
Illustrations	
<u>Illustration 1</u> .....	154
Illustration des LIC 1	
<u>Illustration 2</u> .....	205
Illustration des LIC 2	
<u>Illustration 3</u> .....	226
Illustration des LIC 3	
<u>Illustration 4</u> .....	237
Illustration des LIC 4	
<u>Illustration 5</u> .....	249
Illustration de la localisation et des modes de libération, d'élimination et de prélèvement de la protéine s100β.	

# Sommaire

## Table des matières

Table des matières	
I. Introduction .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
II. Rappels .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Le traumatisme crânien chez l'enfant .....	2
Le traumatisme crânien léger .....	2
Score de Glasgow et adaptation pédiatrique.....	3
Définition des LICcs = Lésion intracrânienne cliniquement sévères .....	8
Règle de décision clinique (RDC) .....	8
Biomarqueurs .....	8
Une règle de décision clinique intégrant un biomarqueur ? .....	10
Le service des urgences pédiatriques au CHU de Caen: .....	11
III. Matériel et méthode : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Design de l'étude.....	13
Population.....	13
Modalités de recueils des variables .....	14
Définition des variables .....	14
Analyses statistiques .....	15
IV. Résultats .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Population étudiée .....	17
Description de la population.....	18
Critère de jugement principal : performances diagnostiques de la RDC PECARN et du score de Glasgow...22	
V. Discussion.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
VI. Conclusion.....	<b>Erreur ! Signet non défini.1</b>
VII. Bibliographie .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
VIII. Annexes .....	<b>Erreur ! Signet non défini.7</b>
Annexe 1 : Score de Glasgow avec adaptation pédiatrique .....	37
Annexe 2 : Protocole de prise en charge des TC aux urgences pédiatriques du CHU de CAEN de 2013 à 2017 .....	38
Annexe 3 : Protocole de prise en charge des TC aux urgences pédiatriques du CHU de CAEN à partir de 2017 (protocole EVEACE).....	39
Annexe 4 : Tableau présentant la répartition dans la population du sexe, de l'âge, de la stratification du niveau de risque de LICcs de la RDC du PECARN, des LIC, des mécanismes des TC des dossiers sans cotation de Glasgow).....	40
Annexe 5 : Protocole de prise en charge des TC aux urgences pédiatriques proposé .....	41

## I. Introduction

Les traumatismes crâniens (TC), sont une des causes les plus importantes de mortalité et de handicap chez l'enfant (1). Les complications en cause sont les lésions intracrâniennes (LIC), qui peuvent nécessiter une surveillance hospitalière, une prise en charge neurochirurgicale ou entraîner le décès de l'enfant (2). L'examen de référence pour la mise en évidence des LIC est le scanner cérébral (3). Les difficultés d'un examen neurologique chez les nourrissons et de l'interrogatoire de l'enfant rendent difficile une évaluation clinique fiable et le recours au scanner cérébral est donc fréquent. L'utilisation de ce dernier a effectivement triplé de 1995 à 2008 (4).

Pourtant la majorité des TC sont des traumatismes crâniens légers (TCL), définis par un score de Glasgow  $\geq$  à 13. En effet, ils représentent plus de 95% des TC chez l'enfant (5). Le nombre de scanners cérébraux réalisés dans ce contexte reste important. Selon les études, la part de réalisation de scanner cérébral dans ce contexte aux Etats-Unis varie entre 30 et 60 % avec de grandes disparités selon les centres (6,7). Pourtant, 93% des scanners cérébraux effectués sont normaux (8).

La réalisation d'un scanner cérébral n'est pas un examen anodin : il représente une exposition aux radiations ionisantes. De plus, la radiosensibilité des organes en développement en pédiatrie nécessite de prendre des précautions supplémentaires pour minimiser cette exposition. Les risques liés aux radiations ionisantes sont réels et non négligeables. Ils ont été partiellement caractérisés par Pearce et Brenner qui ont mis en évidence un risque plus important à long terme de développer une leucémie ou une tumeur cérébrale chez les enfants ayant reçu un scanner cérébral (9-12). Ces résultats sont confortés par une cohorte australienne de 680000 patients exposés (13).

La problématique posée est : comment repérer les enfants à risque de lésions intracrâniennes (LIC) chez les enfants consultant pour un traumatisme crânien léger tout en diminuant le recours au scanner cérébral ? Une des pistes pour répondre à cette problématique est de mieux sélectionner la population pour laquelle un scanner cérébral est indiqué afin d'éviter une exposition inutile à des radiations ionisantes, tout en minimisant le risque de sous-diagnostiquer des LIC. Pour cela, il semble nécessaire de mettre en œuvre des stratégies de prise en charge pour aider le clinicien dans sa prise de décision clinique.

Notre analyse des scanners réalisés aux urgences pédiatriques du CHU de CAEN de 2015 à 2019 a pour but d'évaluer notre pratique et de dégager des axes d'amélioration. Nous basons notre travail sur les travaux réalisés aux Etats Unis, au nom du *Pediatric Emergency Care Applied Research Network* (PECARN) par N. Kupperman, en 2009 qui a permis l'élaboration d'une nouvelle règle de décision clinique basée sur une cohorte prospective multicentrique de 42412 enfants permettant l'identification de 3 groupes de niveaux de risque de lésion intracrânienne cliniquement sévère (LICCs) : faible risque, risque intermédiaire et haut risque (14).

Ce travail de thèse réalisé au CHU de CAEN analyse les scanners cérébraux réalisés de février 2015 à février 2019 aux urgences pédiatriques pour traumatisme crânien léger datant de moins de 24h au CHU de CAEN.

L'objectif principal de ce travail est de comparer les performances diagnostiques des critères de haut risque de LICs PECARN et du score de Glasgow pour le diagnostic de LIC en utilisant comme gold standard le scanner cérébral. Ceci afin de vérifier l'utilité et la sécurité d'un algorithme multiparamétrique versus un score de Glasgow seul au sein de la population pédiatrique. Les objectifs secondaires sont de décrire l'épidémiologie locale des TCL et de proposer un protocole de prise en charge des TCL inspiré du PECARN pour les urgences pédiatriques du CHU de CAEN.

## II. Rappels

### I. Le traumatisme crânien chez l'enfant :

Un traumatisme crânien (TC) est un traumatisme touchant la tête, au niveau du crâne. En cas de traumatisme au niveau de la face, on parle de traumatisme facial qui relève d'une prise en charge différente. A noter que tout traumatisme crânien peut s'associer à un traumatisme facial ou à un traumatisme du rachis cervical et vice-versa.

Les enfants présentent des singularités par rapport à l'adulte avec un ratio tête/corps plus élevé augmentant le risque de TC et l'intensité du choc reçu au niveau de l'encéphale. Leur boîte crânienne est également plus mince, ce qui la rend plus fragile malgré le fait qu'elle soit plus déformable. Les tissus neuraux sont également moins myélinisés et sont donc plus susceptibles aux lésions axonales, notamment favorisées par des espaces péricérébraux et sous-arachnoïdiens plus importants permettant une mobilisation par ébranlement de ces tissus (15).

Contrairement aux idées reçues un traumatisme crânien n'est pas moins sévère chez le jeune enfant que chez le grand enfant ou adulte. En effet, en dépit de la mobilité des sutures initiales ou de la présence des fontanelles, les augmentations de la pression intracrânienne aiguës sont mal tolérées en raison d'une dure-mère et d'un crâne ostéo-fibreux aux distensibilités très faibles lors d'une distension rapide associées à un volume intracrânien faible chez l'enfant. De plus, l'autorégulation vasculaire cérébrale est moins efficace chez l'enfant. Cette dernière permet le maintien d'un débit sanguin cérébral constant sur une certaine plage de pression artérielle, grâce aux réflexes de vasoconstriction/vasodilatation cérébrales. Le maintien d'une pression de perfusion cérébrale (PPC : différence entre la pression artérielle moyenne et la pression intracrânienne) optimale est donc à la fois difficile et crucial (16).

### II. Le traumatisme crânien léger :

Le TCL est défini selon la HAS par un score de Glasgow compris entre 13 et 15. Nous basons nos travaux sur ceux de N. Kupperman, en 2009 qui a sélectionné une population présentant un score de Glasgow >13 strictement et où sont exclus les enfants avec des troubles de la coagulation, des troubles

neurologiques antérieurs au TC, une dérivation ventriculaire, un antécédent de tumeur cérébrale, un TC pénétrant ou en cas de suspicion de TC infligé (maltraitance) ainsi que les TC bénins, c'est-à-dire les TC de faible énergie cinétique sans signe fonctionnel ni dermabrasion (14).

### III. Score de Glasgow et adaptation pédiatrique

L'approche diagnostique d'un TC inclut le score neurologique de Glasgow. Il se base sur l'évaluation de 3 critères : ouverture des yeux, réponse verbale et réponse motrice. Ils sont cotés respectivement de 1 à 4, de 1 à 5 et de 1 à 6. Ce score varie donc de 3, équivalent d'un coma profond, à 15, conscience normale. Le score de Coma de Glasgow a été publié pour la première fois en 1974 à l'Université de Glasgow par les professeurs de neurochirurgie Graham Teasdale et Bryan Jennett (17). Il a été établi pour évaluer l'état de conscience d'un individu victime d'un traumatisme crânien en appréciant la gravité potentielle des lésions cérébrales, constituant un moyen de surveillance du coma et une évaluation pronostique (18). En raison des limitations de l'évaluation clinique inhérentes à l'âge pédiatrique ; certaines adaptations sont nécessaires avec des réponses comportementales spécifiques pour les enfants de moins de 2 ans ou de 2 à 5 ans comme détaillé dans *l'annexe 1*.

### IV. Définition des LIC = Lésions intracrâniennes

Les lésions intracrâniennes sont définies de manière exhaustive par la présence d'au moins une des lésions traumatiques suivantes : hémorragie/contusion intracrânienne, ischémie cérébrale post traumatique, œdème cérébral, thrombose du sinus sigmoïde, lésions axonales diffuses, pneumocéphalie, engagement /hernie parenchymateuse, diastasis ou fracture des os du crâne (19-22).

#### *Hémorragie/contusion intracrânienne*

Secondaires à une projection violente du cerveau contre l'os ou la dure mère, les contusions associent un foyer de déchirure parenchymateuse, des pétéchies hémorragiques et une nécrose tissulaire. Elles sont souvent peu visibles sur le scanner initial. Les hémorragies cérébrales sont constituées de micro-foyers d'hémorragies intra-parenchymateuses, pétéchiales, et s'accompagnent d'un œdème focal.


#### *Hémorragies extra-cérébrales*

Les hématomes extra-duraux (HED) sont constitués d'un épanchement de sang entre un os du crâne et la dure-mère secondaire à une fracture de la voûte lésant une artère méningée. Ils forment au scanner une lentille biconvexe hyperdense souvent associée à une fracture du crâne. Ces HED sont le plus souvent retrouvés au niveau des régions pariéto-temporales, où la voûte est mince et fragile, où il existe de nombreux vaisseaux méningés, et où la dure-mère est décollable (zone décollable de Gérard-Marchand). Les symptômes sont souvent retardés avec l'existence d'un intervalle libre entre le traumatisme et les signes de compression cérébrale.

Les hématomes sous-duraux (HSD) aigus sont constitués d'un épanchement de sang entre la dure-mère et le feuillet externe de l'arachnoïde par arrachement d'une veine cortico-durale et forment au scanner une lentille biconcave hyperdense. L'expression clinique est immédiate après le traumatisme crânien. Les hémorragies sous-arachnoïdiennes (HSA) sont constituées d'un épanchement de sang entre l'arachnoïde et la pie-mère et sont visibles dans les citernes et les sillons de la convexité cérébrale.

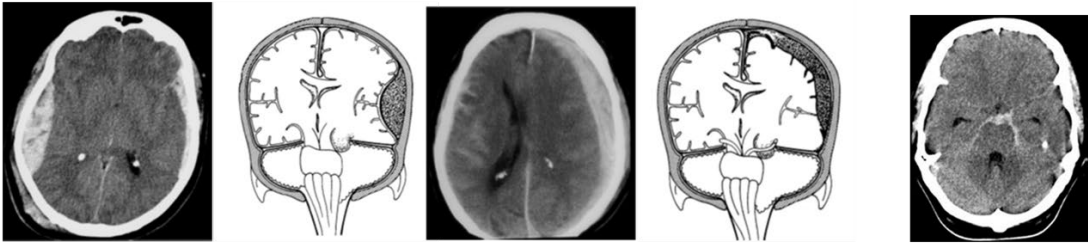
Les saignements

1- Hémorragies intracérébrales



*Contusion temporale gauche*

2- Hémorragies extracérébrales



*HED parieto temporal D*      *HSD parieto temporal G*      *HSA*

*Illustration des LIC 2*

### *Œdème cérébral*

L'œdème cérébral est ici d'origine vasogénique par rupture mécanique de la barrière hématoencéphalique. Le gonflement cérébral diffus précoce (Brain swelling) correspond à un œdème cérébral isolé apparaissant dans les premières heures chez l'enfant. Les ventricules et les citernes de la base sont effacés.

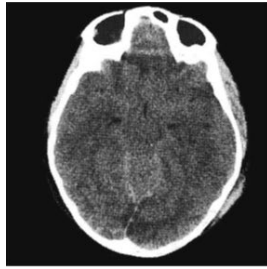
### *Engagements cérébraux*

Ces saignements ou cet œdème cérébral constituent un processus expansif d'installation aiguë ou subaiguë au sein d'un espace clos et rigide. Ils peuvent entraîner un déplacement de la masse du cerveau vers les orifices naturels du cerveau par l'augmentation de la pression intracrânienne.



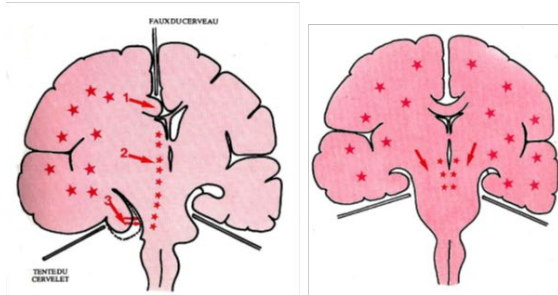
## Œdème cérébral et engagements cérébraux

### 1- Œdème cérébral



*Effacement des sillons corticaux, amincissement des ventricules*

### 2- Engagements cérébraux

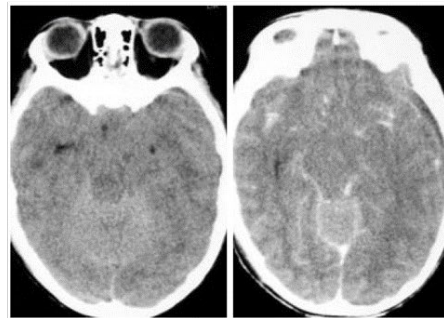


*Engagements sur une lésion expansive unilatérale*

*1 : engagement sous la faux*

*2 : déplacement de la ligne médiane*

*3 : engagement temporal de T5*



*Engagement central sur des lésions hémisphériques bilatérales*

*Illustration des LIC 3*

### *Les fractures,*

Les fractures de la voûte du crâne sont linéaires, avec ou sans enfoncement. Une fracture isolée n'est pas une lésion grave mais en cas d'enfoncement, il y a possiblement une lésion cérébrale sous-jacente.

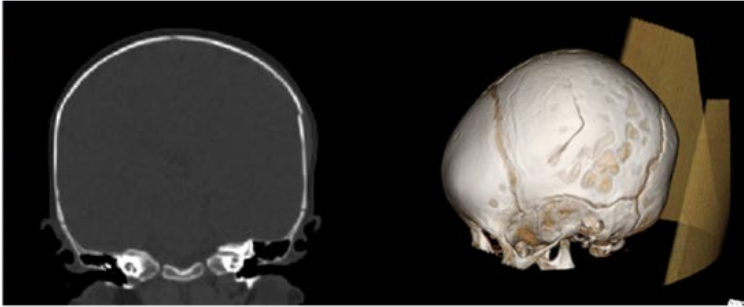
Les fractures de la base du crâne (symptomatologie évocatrice : ecchymose mastoïdienne, une otorrhée ou rhinorrhée de liquide céphalorachidien, un hématome en lunette, une paralysie faciale) sont souvent associées à des contusions cérébrales sus-jacentes et à un traumatisme du massif facial. Il existe un risque de méningite infectieuse en cas d'atteinte associée des sinus aériens frontaux et/ou de la lame criblée de l'ethmoïde.

Les fractures du rocher intéressent la pyramide pétreuse et sont suspectées cliniquement par l'existence d'une ecchymose mastoïdienne et /ou une otorragie associée à une otorrhée de LCR. Dans les fractures plus médianes on peut observer un hémotympan et/ou une collection de LCR dans l'oreille moyenne à l'origine d'une rhinorrhée via la trompe d'Eustache. Ces fractures peuvent également s'associer à une atteinte de l'oreille interne et/ou une paralysie faciale périphérique.

Les fractures peuvent s'associer à une *pneumencéphalie*, c'est-à-dire la présence d'air en intracrânien (petites zones fortement hypodenses au scanner). L'air pénètre à l'intérieur du crâne via une brèche ostéo-durale constituant un risque de méningite infectieuse.

## Fractures et complications

### 1- Fractures

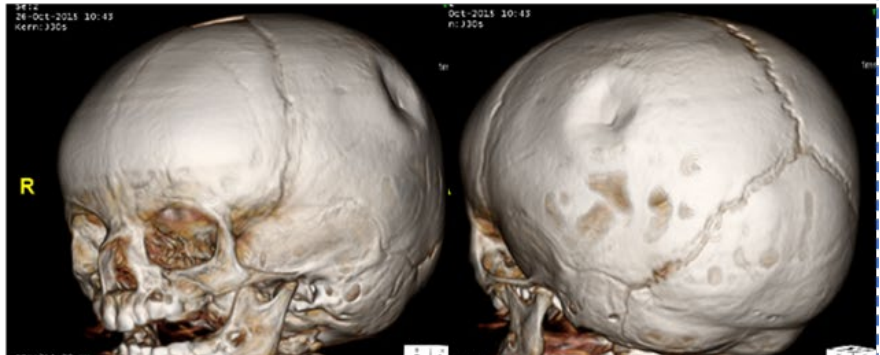


*Fracture pariétale gauche*

### 2- Enfoncement, embarrure

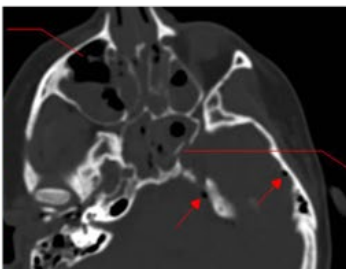


*Fracture pariétotemporale gauche avec embarrure*



*Fracture pariétale gauche avec enfoncement*

### 3- Pneumencéphalie



*Présence d'air (flèches rouges)*

*Illustration des LIC 4*

*Autres LIC :*

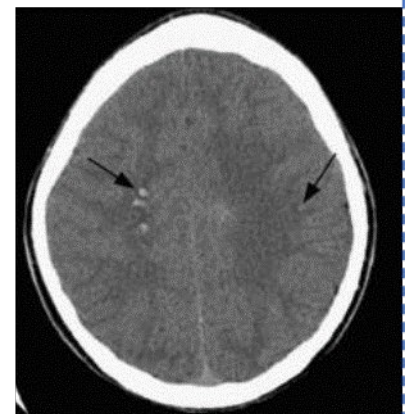
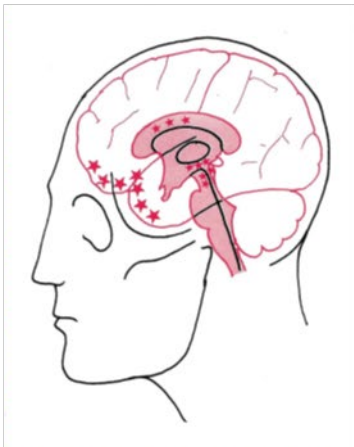
D'autres anomalies post-traumatiques peuvent être constatées mais sont plus rares. *Une ischémie cérébrale post traumatique, une thrombose du sinus sigmoïde ou des atteintes axonales diffuses.*

Chez l'enfant, cette dernière présentation radiologique est deux fois plus fréquente que chez l'adulte. Avec l'œdème cérébral, les lésions axonales résultent d'un traumatisme par mécanisme de rotation et de type accélération-décélération sans impact direct. Le cerveau des enfants est particulièrement sensible à ce type de dommage en raison :

- de leur crâne volumineux,
- de la faiblesse des muscles du cou, permettant l'accélération angulaire et linéaire,
- d'un espace sous-arachnoïdien large, permettant des mouvements relatifs du cerveau et de ses enveloppes
- d'une proportion élevée du contenu cérébral en eau, associée à une myélinisation incomplète, notamment au niveau des zones de densité différente (frontière substance blanche/ substance grise).

Les atteintes axonales sont des lésions multiples de la substance blanche correspondant à des contusions hémorragiques diffuses.

## Lésions axonales diffuses



*Illustration des LIC 5*

## V. Définition des LICcs = Lésion intracrânienne cliniquement sévères

Les lésions intracrâniennes cliniquement sévères ont été définies par l'étude de Kuppermann (14) comme la présence d'un de ces critères :

- la survenue du décès secondaire aux lésions cérébrales,
- la réalisation d'une intervention neurochirurgicale : pour monitoring de la pression intracrânienne, réduction chirurgicale d'une embarrure, ventriculostomie, évacuation d'un hématome, lobectomie, débridement, et/ou parage/fermeture dural(e),
- une intubation > 24 heures secondaire aux lésions cérébrales,
- une hospitalisation supérieure ou égale à 2 nuits (pour symptômes neurologiques persistants, altération de la conscience persistante, vomissements répétés, céphalées sévères ou crise convulsive) en association avec un scanner positif tel que décrit précédemment.

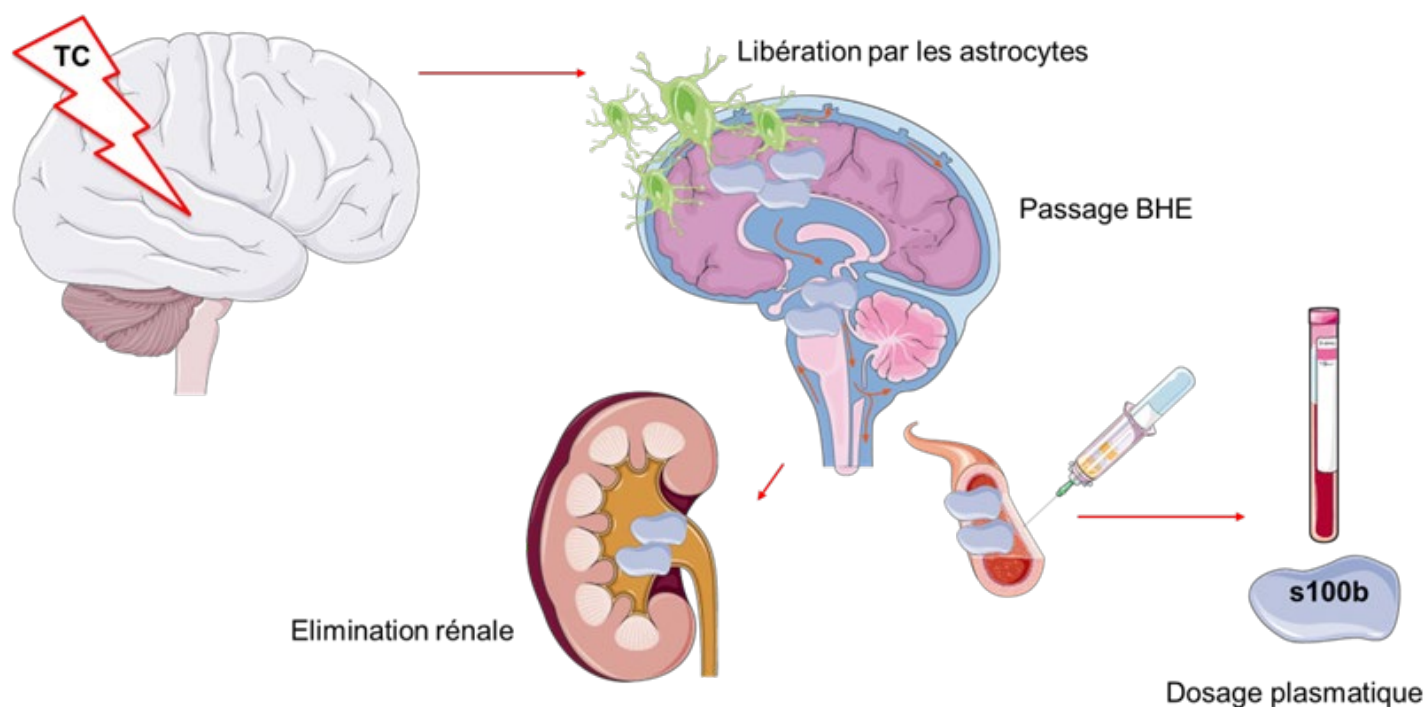
## VI. Règle de décision clinique (RDC)

Une règle de décision clinique n'a pas pour but d'être un cadre rigide mais de constituer une aide à la décision à prendre selon des facteurs identifiés sur des données épidémiologiques basées sur des preuves. Elles associent des critères d'anamnèse, des données cliniques voire parfois des données paracliniques. Des règles de décision clinique (RDC) ont été publiées pour guider la prise en charge des TC, permettant une diminution du nombre de scanners réalisés sans négliger de lésions intracrâniennes (14,23). Parmi les différentes règles de décision clinique publiées jusqu'alors, celle du PECARN présente les meilleures performances diagnostiques (23). C'est la règle de décision clinique du PECARN qui a été utilisée pour établir les recommandations de la Société Française de Médecine d'Urgence en 2012 et celles de la Société Française de Pédiatrie en 2014. Cette RDC a été publiée par N. Kupperman, en 2009 et a permis d'identifier des facteurs de risque de LICcs et de proposer deux algorithmes de prise en charge en fonction de l'âge (> 2 ans et < 2ans). Ces travaux se basaient sur une cohorte prospective multicentrique de 42412 enfants de moins de 18 ans présentant un Glasgow  $\geq$  à 14 et dont le TC datait de moins de 24h. Les enfants se présentant aux urgences pour un TC avec un Glasgow  $\geq$  à 14 étaient répartis en trois niveaux de risque de LICcs, puis orientés vers la réalisation ou non d'une imagerie cérébrale, d'une surveillance hospitalière ou d'un retour à domicile (14).

La règle de décision clinique du PECARN établie sur une population d'enfants américains nécessite une étude de validation externe afin de confirmer ses performances diagnostiques dans nos hôpitaux. Cette étude constitue un protocole de recherche clinique interrégional clos en 2018 et en cours d'analyse (Etude multicentrique prospective de validation externe d'un algorithme de prise en charge du traumatisme crânien léger chez l'enfant, protocole EVEACE) portant sur une cohorte de 10000 patients et auquel le CHU de Caen a participé (24).

## VII. Biomarqueurs

Plusieurs biomarqueurs sériques ont été étudiés dans le cadre du TC afin d'identifier des LIC et permettre d'orienter le praticien dans sa décision clinique aux urgences. La protéine S100 $\beta$  semble être une des plus performantes (25). Elle appartient à la famille des protéines liant le calcium, elle est largement distribuée au sein du tissu cérébral, présente à la fois dans la substance blanche et la substance grise, le cervelet mais aussi au niveau des cellules de la gaine de Schwann tout au long de la moelle épinière. C'est une protéine cytosolique de 21 kDa présentant des chaînes  $\beta\beta$  ou  $\alpha\beta$ . Elle est impliquée dans des processus de régulation intra et extracellulaires puis une fois libérée par les cellules gliales endommagées dans la circulation sanguine, elle est éliminée par voie rénale. Sa demi-vie plasmatique est courte, de 30 à 100 minutes. La présence d'une lésion cérébrale notamment traumatique fait augmenter sa concentration sérique. L'avantage de son utilisation est établi chez l'adulte avec une corrélation entre une valeur élevée et une évolution clinique défavorable permettant de réduire le nombre de scanners cérébraux de 30% dans la prise en charge des TC (26). Son utilisation est recommandée au sein des urgences adultes depuis 2012 (Société Française de médecine d'urgence SFMU 2012). Ces dernières années, de nombreuses études, tout d'abord observationnelles puis interventionnelles, se sont intéressées à l'utilité de la protéine s100 $\beta$  chez l'enfant. Une méta analyse récente confirme l'intérêt de l'utilisation de ce biomarqueur au sein des urgences pédiatriques et conclut à une réduction potentielle d'un tiers du nombre de scanners cérébraux réalisés dans le contexte des TCL chez l'enfant sans sous diagnostiquer de LICcs (25).



*Illustration biomarqueur 1*

Illustration de la localisation et des modes de libération, d'élimination et de prélèvement de la protéine s100 $\beta$ .

### VIII. Une règle de décision clinique intégrant un biomarqueur ?

Des travaux sont réalisés au CHU de Nantes depuis mai 2014, où le dosage de la protéine s100 $\beta$  est effectué de manière courante et intégré à la RDC du PECARN aux urgences pédiatriques (19). L'intégration d'un tel biomarqueur semble améliorer les performances diagnostiques de la RDC PECARN pour la catégorie des TCL à risque intermédiaire de LICCs. Son évaluation s'intègre comme objectif secondaire du protocole EVEACE (24).

Au CHU de Caen, une précédente étude rétrospective monocentrique analysant les scanners cérébraux réalisés pour traumatisme crânien depuis moins de 6h et comparant la proportion de TCL à risque intermédiaire de LICCs, avant et après la mise en place d'un tel protocole en février 2017 a été réalisée et constituait mon mémoire de DES de pédiatrie (26). Lors de ce travail, aucune différence significative entre les échantillons inclus avant et après la mise en place du nouveau protocole n'avait pu être mise en évidence sur ce critère de jugement principal ( $p=0,43$ ). Nous n'avons ainsi pas pu conclure à une meilleure sélection des patients avec l'utilisation de la RDC intégrant un biomarqueur. Toutefois, ce résultat décevant peut-être balancé par les faits que l'analyse exhaustive reprenant l'ensemble des consultations pour TC avec et sans scanner cérébral aurait été une méthodologie plus fiable. De plus, le respect du protocole, c'est à dire la décision de réaliser ou non le scanner cérébral de manière conforme au protocole intégrant le dosage de la protéine s100 $\beta$ , n'était observé que chez 56% des patients ayant reçu le scanner cérébral. Les données recueillies nous ont tout de même permis des constats intéressants. En effet, le délai de consultation après les TC était bref avec au total 51,5% des patients qui consultaient aux urgences moins de 3h après le TC. Ce travail éclairait donc sur la faisabilité de cette règle, qui paraît applicable dans la pratique courante d'un service d'urgence. Nous avons pu constater également qu'indépendamment de l'utilisation de la protéine S100B, une économie de scanners cérébraux aurait été possible par l'application du protocole de prise en charge PECARN seule. En effet, des scanners cérébraux auraient potentiellement pu être évités car les patients appartenaient au groupe de faible risque de LICCs. C'est ce dernier constat notamment qui a motivé ce travail de thèse et une nouvelle analyse des dossiers des TCL afin de dégager des axes d'amélioration dans la prise en charge des TCL.

### IX. Le service des urgences pédiatriques au CHU de Caen

Les urgences pédiatriques du CHU de Caen reçoivent en moyenne 25000 visites par an. Le service prend en charge aussi bien les urgences médicales et chirurgicales pédiatriques (traumatologie neurologique, faciale, orthopédique) ainsi que les urgences pédopsychiatriques. Les consultations pour TCL représentent environ 5 % des passages dans les services d'urgences pédiatriques soit 1250 visites pour TCL par an en moyenne (figure 1). Le taux de réalisation de scanner pour consultations de TC sur les 4 dernières années était de 10.5% (figure 2).

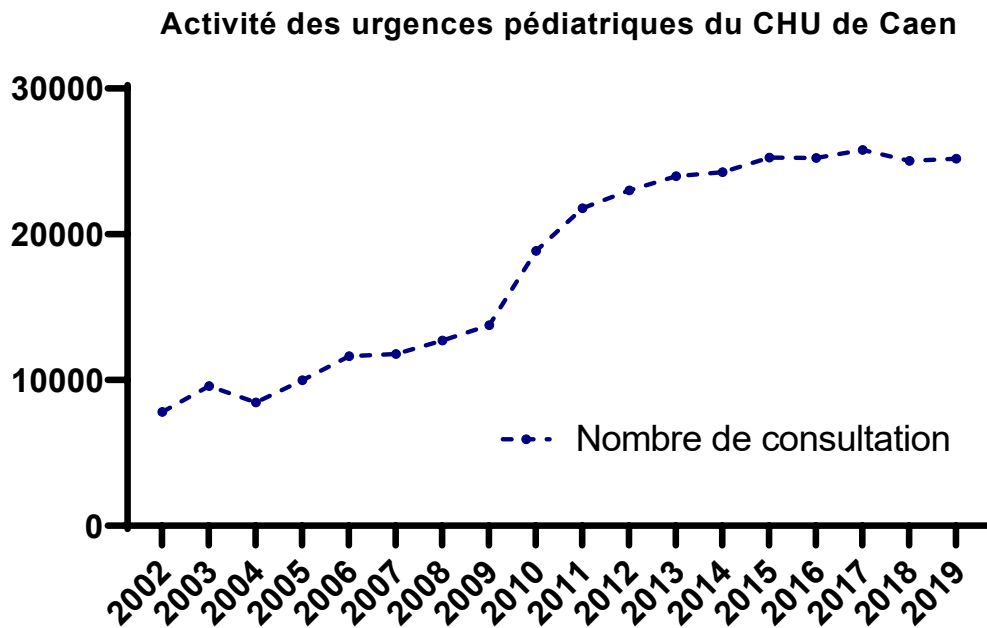


Figure 1

Graphique représentant le nombre de consultations tous motifs confondus par année aux urgences pédiatriques du CHU de Caen.

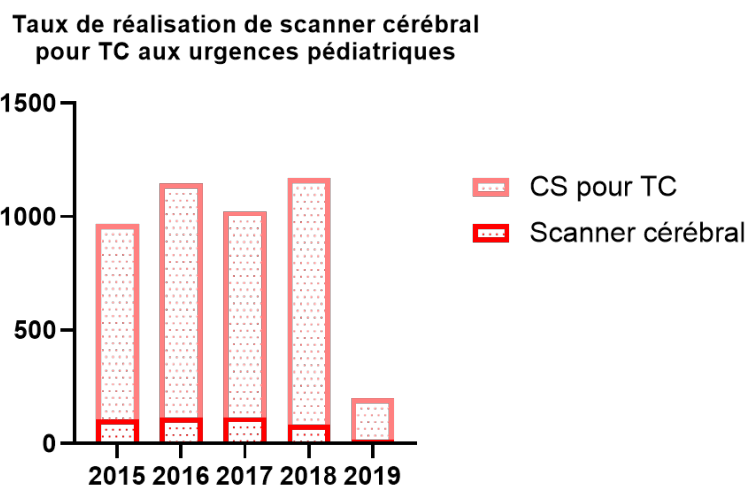


Figure 2

Graphique représentant le nombre de scanners cérébraux réalisés pour TC rapporté au nombre de consultations pour TC par année aux urgences pédiatriques du CHU de Caen.

*A noter que les années 2015 et 2019 présentent de plus faibles effectifs car le recueil a porté respectivement sur 10 et 2 mois de ces années*



Les médecins exerçant aux urgences pédiatriques du CHU de CAEN avaient à leur disposition depuis 2013 un protocole de prise en charge des traumatismes crâniens basé sur la règle de décision clinique du PECARN (*annexe 2*). Depuis février 2017, le CHU de CAEN a intégré l'étude EVEACE suite à laquelle la protéine s100 $\beta$  a pu être dosée en soins courants (*annexe 3*). Ces protocoles permettent la répartition des enfants ayant présenté un TCL en 3 groupes à risque décroissant de présenter une LICCs selon les facteurs de risque identifiés par Kupperman (14).

*Avant février 2017 : Protocole de prise en charge inspiré du PECARN (annexe 2).*

Le scanner cérébral était systématiquement réalisé pour les enfants à haut risque de présenter une LICCs et chez les plus de 2 ans présentant des signes cliniques en faveur d'une lésion osseuse de la base du crâne.

Le scanner était discuté devant une association  $\geq 2$  items prédictifs, une aggravation clinique chez les enfants à risque intermédiaire de LICCs.

Enfin, aucune imagerie cérébrale n'était recommandée pour le groupe à faible risque de LICCs.

*Après février 2017 : Protocole de prise en charge PECARN modifié/ EVEACE (annexe 3).*

Pour les enfants âgés de moins de deux ans, l'algorithme intégrant la protéine s100 $\beta$  doit permettre au clinicien d'identifier les patients à risque intermédiaire de LICCs pour lesquels le scanner cérébral est inutile. Pour autant, le praticien peut décider d'une hospitalisation pour observation sans réaliser de scanner cérébral ou inversement de réaliser un scanner cérébral. Ce choix est fonction de l'expérience du praticien, de l'association ou non de plusieurs symptômes et/ou d'une aggravation clinique depuis l'admission.

A noter que pour les enfants âgés de moins de 4 mois, aucun dosage de protéine s100 $\beta$  n'était réalisé car les valeurs de référence ne sont pas considérées comme suffisamment fiables.

Le scanner cérébral était systématiquement réalisé pour les enfants à haut risque de présenter une LICCs ou pour les enfants à risque intermédiaire avec un dosage de la protéine s100 $\beta$  positif, s'il avait pu être réalisé, devant une association  $\geq 2$  items prédictifs d'un risque intermédiaire de LICCs, une aggravation clinique ou chez les moins de 4 mois sans réaliser de dosage de la protéine s100 $\beta$  au préalable.

Aucune imagerie cérébrale n'était recommandée pour le groupe à risque intermédiaire de LICCs s'il ne présentait pas les éléments sus cités, notamment si l'enfant était âgé de plus de 4 mois et qu'il présentait une protéine s100 $\beta$  négative, et pour le groupe à faible risque de LICCs,



### **III. Matériel et méthode :**

#### **I. Design de l'étude**

Une étude observationnelle rétrospective monocentrique non contrôlée a été conduite chez les enfants se présentant aux urgences pédiatriques du CHU de CAEN pour un traumatisme crânien léger et ayant reçu un scanner cérébral du 1er février 2015 au 28 février 2019 datant de moins de 24H.

Le travail a pu être réalisé en accord avec les considérations éthiques de la recherche biomédicale avec avis initial favorable du Comité de protection des personnes, CPP, le 22/09/2015, avis favorable du Comité consultatif sur le traitement de l'information en matière de recherche, CCTIRS, le 09/07/2015 et autorisation de la Commission nationale de l'informatique et des libertés, CNIL, le 24/11/2015. Ce projet bénéficie en outre du soutien et de l'appui du Centre de Recherche Clinique Pédiatrique du pôle Femme-Enfant du CHU de CAEN ainsi que de l'avis favorable du Comité Local d'Ethique en Recherche Santé du CHU de CAEN rendu le 24 avril 2019 ( ID de la réponse 248 - Date de lancement 2019-01-28 12:13:36). Le traitement des données a été réalisé en conformité avec le Règlement Européen du 27 avril 2016 (UE-2016/679) relatif à la protection des données des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel.

L'objectif principal de ce travail est d'évaluer les performances diagnostiques des critères de haut risque de LICs de la RDC du PECARN et du score de Glasgow pour le diagnostic de LIC en utilisant comme gold standard le scanner cérébral. Les objectifs secondaires sont de décrire l'épidémiologie locale des TCL et de proposer un protocole de prise en charge des TCL inspiré du PECARN pour les urgences pédiatriques du CHU de CAEN.

#### **II. Population :**

Les patients inclus étaient âgés de moins de 16 ans et s'étaient présentés pour un traumatisme crânien survenu dans les 24h précédant l'admission et ayant reçu un scanner cérébral pour ce motif de consultation au CHU de CAEN.

Les patients non inclus étaient les enfants présentant un TC modéré ou grave avec un score de Glasgow strictement inférieur à 14, des troubles connus de la coagulation, des troubles neurologiques antérieurs, une tumeur cérébrale connue, une dérivation ventriculaire et/ou ayant subi un traumatisme de mécanisme bénin (chute de la hauteur de l'enfant ou choc contre un objet en marchant/courant sans autre signe clinique qu'une dermabrasion du cuir chevelu, un traumatisme pénétrant) et /ou ayant déjà réalisé un scanner cérébral pour le TC dans un autre centre hospitalier avant examen aux urgences pédiatriques du CHU de CAEN.

### III. Modalités de recueils des variables

La collecte des données cliniques a reposé sur la mise en place d'une base de données cliniques anonymisée à partir des observations cliniques et comptes-rendus d'imagerie accessibles via le logiciel des urgences pédiatriques du CHU de CAEN : le logiciel URQUAL, en conformité avec le protocole de recherche et les réglementations actuellement en vigueur, notamment la loi « informatique et libertés » du 6 janvier 1978 modifiée en 2004. Le traitement des données a été réalisé en conformité avec le Règlement Européen du 27 avril 2016 (UE-2016/679) relatif à la protection des données des personnes physiques à l'égard du traitement des données à caractère personnel.

### IV. Définition des variables

#### *Critère de jugement principal*

Le critère de jugement principal est le calcul des performances diagnostiques du PECARN et du score de Glasgow seul : sensibilité, spécificité, valeurs prédictives négative et positive, rapports de vraisemblance négative et positive, indice de Youden, coefficient de Q de Yule et calcul du X<sup>2</sup> (Khi carré).

#### *Paramètres recueillis*

Age en mois et Sexe

Critères cliniques permettant l'inclusion et le classement du risque clinique de LICCs (*annexes 2 et 3*) : Date et heure du TC, de l'examen clinique avec calcul du délai entre le TC et la consultation.

Mécanismes de TC : répartis en 3 grandes catégories : accidents domestiques, accidents de la voie publique et accidents liés à la pratique d'un sport. Mécanisme lésionnel sévère, défini selon les termes du protocole en *annexe 2*. A noter que tous les AVP ont été considérés comme un mécanisme lésionnel sévère.

Anomalies à l'anamnèse et à l'examen clinique notamment le score de Glasgow *annexe 2*.

Taux de positivité des scanners cérébraux réalisés dans ce contexte : la positivité du scanner cérébral était définie par la présence d'au moins une des lésions traumatiques suivantes : hémorragie/contusion intracrânienne, ischémie cérébrale post traumatique, œdème cérébral, thrombose du sinus sigmoïde, lésions axonales diffuses, pneumocéphalie, engagement / hernie parenchymateuse, diastasis ou fracture des os du crâne.

#### *Description des scanners cérébraux :*

Les scanners encéphaliques ont été réalisés sans injection de produit de contraste iodé sur un appareil multibarrettes (SIEMENS 128 SOMATOM DEFINITION mis en service le : 03/06/2013 ou GE Optima CT660 mis en service le : 29/11/2010). Afin d'obtenir une immobilité de l'enfant, des moyens de contention physique étaient parfois nécessaires voire une sédation médicamenteuse. Un topogramme

céphalique latéral était réalisé, puis l'acquisition se faisait de la première vertèbre cervicale jusqu'au vertex. Les modes d'acquisition choisis correspondaient à une population pédiatrique, et étaient adaptés à l'âge de l'enfant. Les paramètres de reconstruction utilisés étaient standards pour une exploration encéphalique (« soft » 350-50 UH ; « bone » 2500- 500 UH).

## V. Analyses statistiques

La description de la population étudiée comprend les effectifs et le calcul de pourcentage pour les données qualitatives et par les calculs des médiane, moyenne, minimum, maximum, bornes inférieure et supérieure des intervalles de confiance à 95% de la valeur moyenne pour les données quantitatives. On considérera le tableau de contingence comme ci-dessous afin de calculer les performances diagnostiques, (tableau 1):

Tableau 1

Tableau de contingence.

Tableau d'analyse des performances diagnostiques	
Vrais positifs	Faux positifs
Faux négatifs	Vrais négatifs
Stratification du risque de LIC par la RDC PECARN	
Haut risque de LICs associé à une LIC	Haut risque de LICs avec scanner normal
Risques intermédiaire et faible de LICs associés à une LIC	Risques intermédiaire et faible de LICs avec scanner normal
Stratification du risque de LIC par le score de Glasgow	
Glasgow=14 associé à une LIC	Glasgow=14 associé à une LIC avec scanner normal
Glasgow=15 associé à une LIC	Glasgow=15 avec scanner normal

Ces dernières ont été évaluées par le calcul de la sensibilité, de la spécificité, (associées à leurs intervalles de confiance à 95%) des valeurs prédictives négative et positive, des rapports de vraisemblance négative et positive, (associés à leurs intervalles de confiance à 95%) de l'indice de Youden, le coefficient de Q de Yule et le calcul du X<sup>2</sup> (Khi carré) (27).

Pour rappel :

- la *sensibilité* d'un signe pour un diagnostic est la probabilité que le signe soit présent chez les individus atteints par la maladie recherchée.

$$Se = \frac{VP}{VP + FN}$$

- la *spécificité* d'un signe pour un diagnostic est la probabilité que le signe soit absent chez les individus non atteints par la maladie recherchée.

$$Sp = \frac{VN}{VN + FP}$$

-la *valeur prédictive positive* d'un signe pour un diagnostic est la probabilité que le diagnostic soit vrai si le signe est présent.

$$VPP = \frac{VP}{VP + FP}$$

-la *valeur prédictive négative* d'un signe pour un diagnostic est la probabilité que le diagnostic soit faux si le signe est absent.

$$VPN = \frac{VN}{VN + FN}$$

-l'*indice de Youden* = (sensibilité + spécificité - 1), qui conclut à un test inefficace en cas de négativité et à une méthode diagnostique parfaite s'il est égal à 1. Plus un test réel approche de cette valeur, meilleur il est [28].

-on appelle *rapport de vraisemblance* le quotient de la fréquence du résultat d'un test chez les malades et de la fréquence de ce même résultat chez les non malades. L'apport diagnostique d'un résultat positif du test est d'autant plus élevé que RV+ est élevé (faible si compris entre 1 et 2 et fort si >5). L'apport diagnostique d'un résultat négatif est d'autant plus grand que RV- est plus petit et proche de zéro (faible si compris entre 0,5 et 1 et fort si <0,1).

$$RV+ = \frac{se}{1 - spe} \quad \text{et} \quad RV- = \frac{1 - se}{spe}$$

-le coefficient de Q de Yule :  $Q = (VP \cdot VN - FP \cdot FN) / (VP \cdot VN + FP \cdot FN)$ , mesure l'intensité de la liaison entre les deux variables comme ci-dessous (29) :

Coefficient Q de Yule	
nul	Q = 0
négligeable	Q = (0.01 - 0.09)
léger	Q = (0.10 - 0.29)
modéré	Q = (0.30 - 0.49)
fort	Q = (0.50 - 0.69)
très fort	Q = (0.70 - 1)

- $X^2$  (*Khi carré*):  $X^2 = \{ [VP \cdot T - (VP + FP) \cdot (VP + FN)]^2 / T \} \cdot [1 / (VP + FN) + 1 / (FP + VN)] \cdot [1 / (VP + FP) + 1 / (FN + VN)]$  où  $T = VP + FP + FN + VN$ , mesure la signification statistique de la liaison entre la maladie et le signe. C'est-à-dire l'appréciation des chances que la distribution résulte du hasard. Le risque alpha déterminé par la table du  $X^2$  avec ddl = 1, comme ci-dessous :

X <sup>2</sup> (Khi carré)	
alpha < 0.05	X <sup>2</sup> > 3.841
alpha < 0.02	X <sup>2</sup> > 5.412
alpha < 0.01	X <sup>2</sup> > 6.635
alpha < 0.001	X <sup>2</sup> > 10.827

Un p<0.05 a été considéré comme significatif. Les logiciels R et GraphPad Prism 7-0 ont été utilisés pour l'ensemble des analyses.

#### IV. Résultats

##### I. Population étudiée

Au total, entre le 01 février 2015 et le 28 février 2019, il y a eu 3827 consultations pour traumatisme crânien aux urgences pédiatriques du CHU de CAEN et 440 enfants ont fait l'objet d'un scanner cérébral parmi lesquels 80 ont été exclus de l'analyse (figure 3).

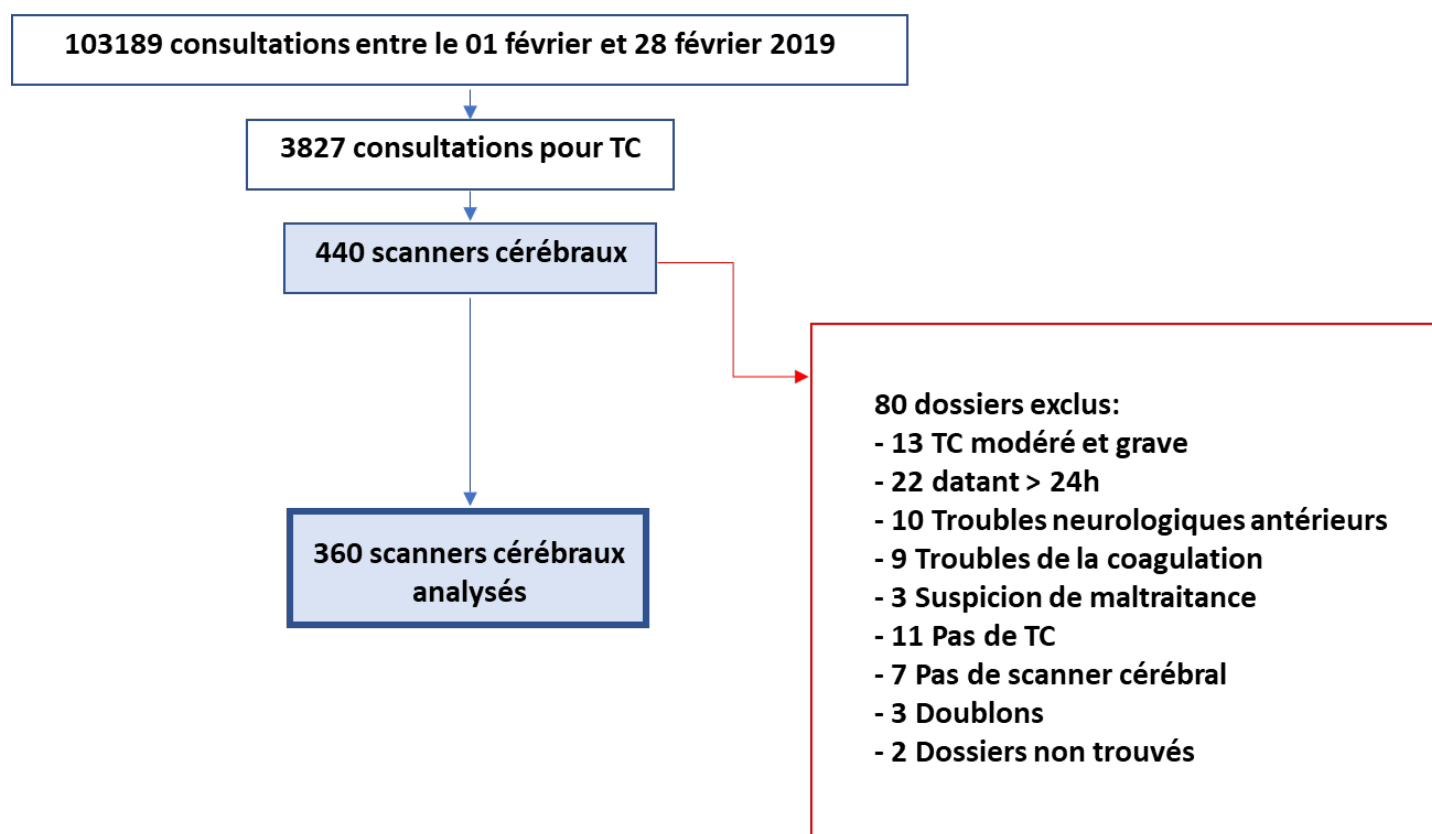


Figure 3

Flow-chart représentant la répartition des dossiers inclus, exclus et analysés.

II. Description de la population :

La population de notre étude était essentiellement composée de jeunes enfants et d'adolescents (107 enfants de 2 à 6 ans (30%), 65 enfants de 6 à 10 ans (18%) et 119 enfants de plus de 10 ans (33%)). Les nourrissons ne représentaient que 19% de l'ensemble de la population (20 nourrissons de moins de 6 mois (5,5%), 13 de 6 mois à 1 an (3,5%) et 36 de 12 à 24 mois (10%)) (figure 4). Quasiment deux tiers des patients étaient des garçons (63%, tableau 2).

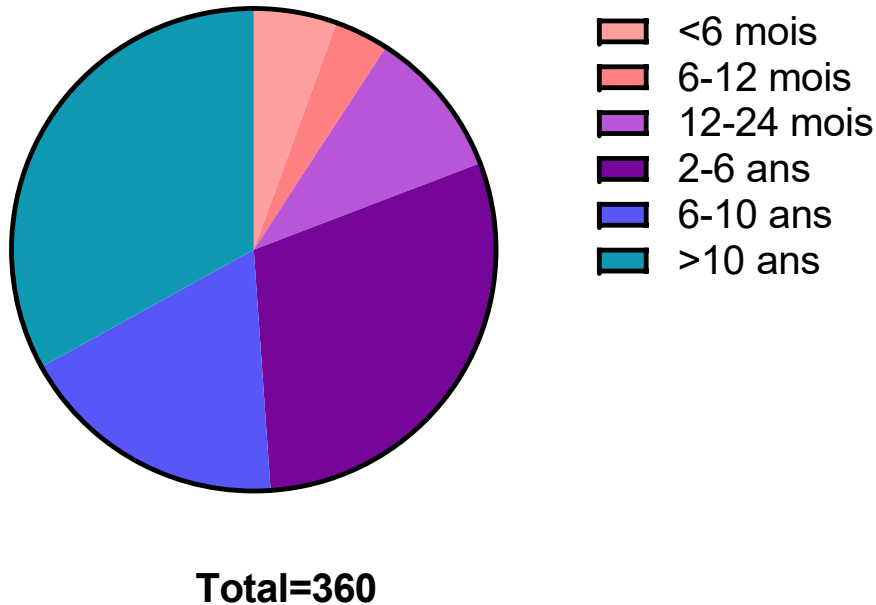


Figure 4

Graphique représentant les différentes tranches d'âge des patients ayant consulté pour TCL.

Les traumatismes crâniens étaient secondaires à des accidents domestiques dans 78% des cas tandis que les AVP et les incidents liés à la pratique d'un sport représentaient respectivement 18% et 4% des cas. 25,5% des mécanismes lésionnels ont été considérés comme sévères (figure 5 et tableau 2).

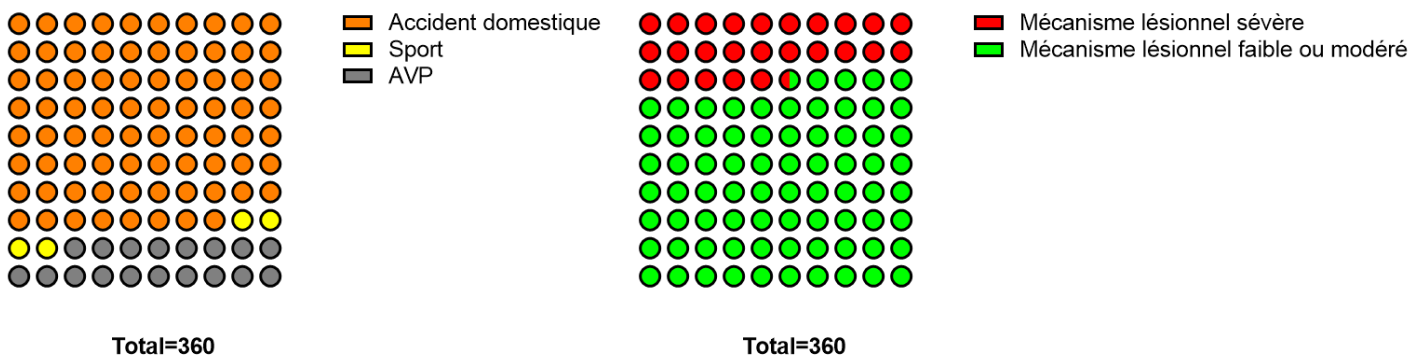


Figure 5

Graphique représentant les différentes tranches d'âge des patients ayant consulté pour TCL.

Le score de Glasgow n'était pas renseigné dans 54.5% des dossiers. L'absence de score de Glasgow était plus fréquente chez les plus jeunes enfants (âge préverbal < 24 mois) (figure 6).

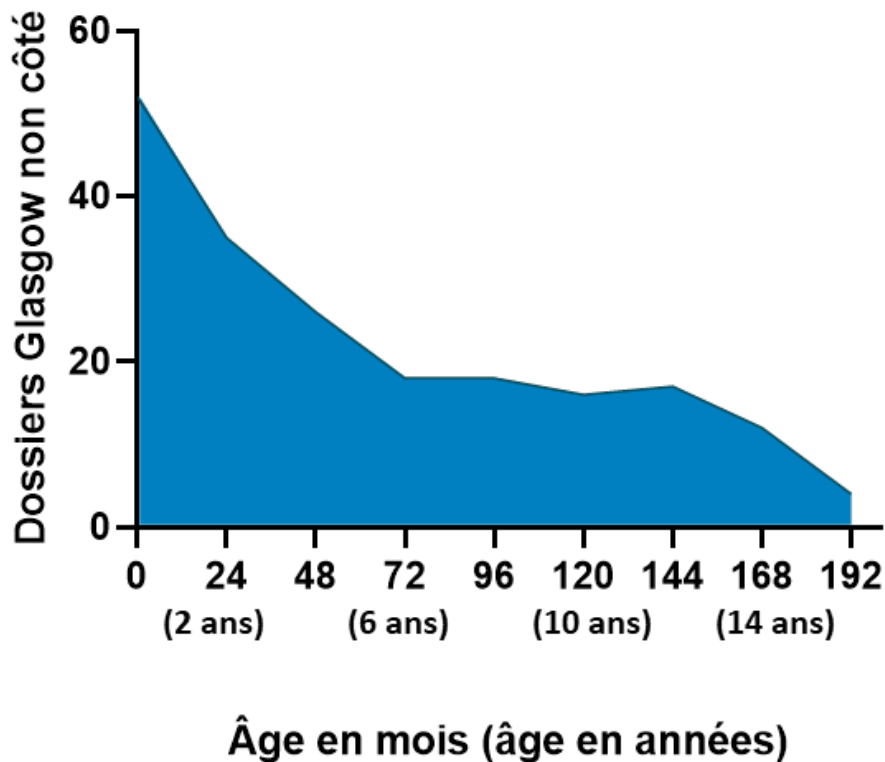


Figure 6

Graphique représentant les tranches d'âges par 24 mois des dossiers où le score de Glasgow était manquant.

51 LIC ont été diagnostiquées parmi les TCL datant de moins 24h sur ces 4 années soit 14.2% de positivité des scanners cérébraux. La majorité des TCL était classée a posteriori comme des TCL à risque intermédiaire de LICCs, seulement 23% de TCL à haut risque de LICCs et tout de même 2.5% de TCL à faible risque chez qui un scanner cérébral n'était pas indiqué. La stratification du risque de LICCs par la RDC PECARN montre que chez les 38 patients à haut risque de LICCs, 50% des scanners cérébraux ont retrouvé une LIC, chez les 313 patients à risque intermédiaire de LICCs, 11.4% des scanners cérébraux ont retrouvé une LIC et chez les 9 patients à faible risque de LICCs, tous les scanners cérébraux étaient normaux. Seules 2.5% des observations rapportaient un score de Glasgow anormal. L'évaluation par le score de Glasgow n'était pas renseignée dans 196 dossiers (dont 27 retrouvant une LIC). Un score de Glasgow normal était associé à une LIC au scanner cérébral dans 17.4% des cas et 88.9% des scanners cérébraux réalisés en raison d'un score de Glasgow à 14 ne retrouvaient pas de LIC (tableau 2).

Tableau 2

Tableau présentant la répartition dans la population du sexe, de l'âge, de la stratification du niveau de risque de LICs de la RDC du PECARN, du score de Glasgow et des LIC.

Enfants inclus (n=360)			
SEXE, n (%)			
Filles		132	(37)
Garçons		228	(63)
AGE (mois)			
Minimum - Mediane - Maximum		1 - 72 - 192	
Moyenne (IC 95%)		77 (71 - 83)	
Coefficient of variation (%)		74,23	
Niveau de risque de LICs, n (%)			
Haut risque de LICs		38	(23)
Risque intermédiaire de LICs		313	(74,5)
Faible risque de LICs		9	(2,5)
Score de Glasgow, n (%)			
Glasgow=15		155	(43)
Glasgow=14		9	(2,5)
Glasgow non côté		196	(54,5)
LIC, n (%) (total=51)			
Hémorragie/contusion/pétéchie cérébrale		6	(12)
HED		5	(10)
HSD		7	(14)
HSA		3	(6)
Ischémie, thrombose		0	(0)
Pneumencéphalie		1	(2)
Fracture		45	(88)
Lésion axonale		0	(0)
Œdème, engagement		0	(0)
Niveau de risque de LICs, n (%)		LIC +	LIC -
Haut risque de LICs	38 (23)	19	19
Risque intermédiaire de LICs	313 (74,5)	32	281
Faible risque de LICs	9 (2,5)	0	9
Score de Glasgow, n (%)		LIC +	LIC -
Glasgow=15	155 (43)	23	132
Glasgow=14	9 (2,5)	1	8
Glasgow non côté	196 (54,5)	27	169

Les signes fonctionnels présentés par les patients étaient variables (figure 7). Les plus fréquents étaient les vomissements, les céphalées, la somnolence, la perte de connaissance (qu'elle ait été immédiate ou différée) et la bosse molle non frontale. A noter que les symptômes tels que les acouphènes, le flou visuel, la présence de myiodésopsies, une amaurose transitoire et diplopie transitoire ont été rassemblés en une seule catégorie : les troubles neurosensoriels. La proportion de LIC associée aux différents signes fonctionnels était très variable (figure 8). Les vomissements, signe très fréquent, n'étaient associés à une LIC que dans 5% des cas et les céphalées dans 6,2% des cas. Aucune LIC n'était associée à une bosse frontale, à des vertiges ou à des sensations vertigineuses, à une amnésie (antéro ou rétrograde), ni à des troubles neurosensoriels. A l'inverse, la bosse molle non frontale (pariétale dans la majorité des cas) était associée à une LIC dans 77% des cas (fracture) (tableau 3).



### Représentation graphique des signes fonctionnels

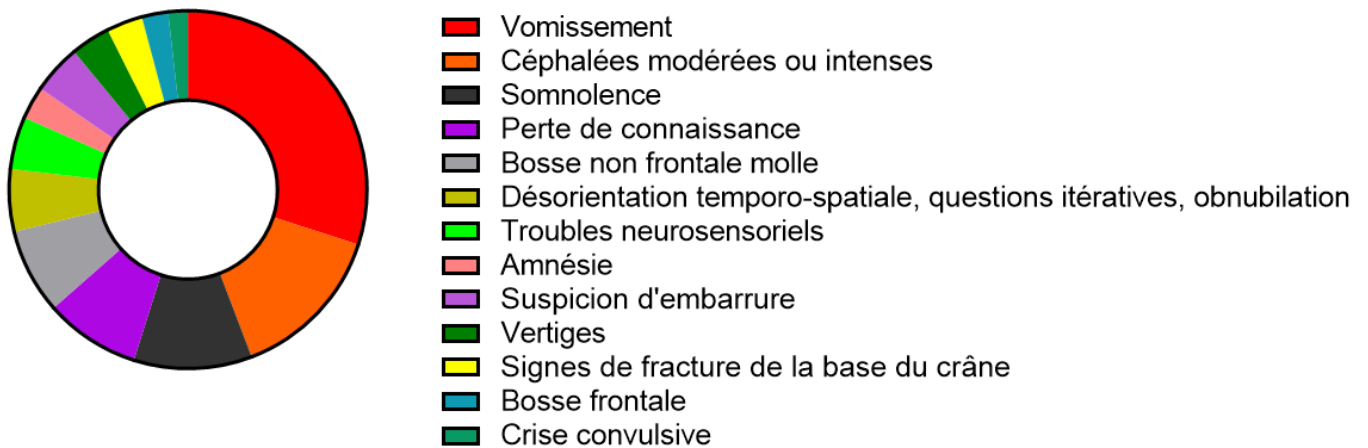


Figure 7

Graphique représentant les différents signes fonctionnels présentés par les patients ayant consulté pour TCL rapportés au nombre de consultations.

### Représentation graphique des LIC associées aux signes fonctionnels

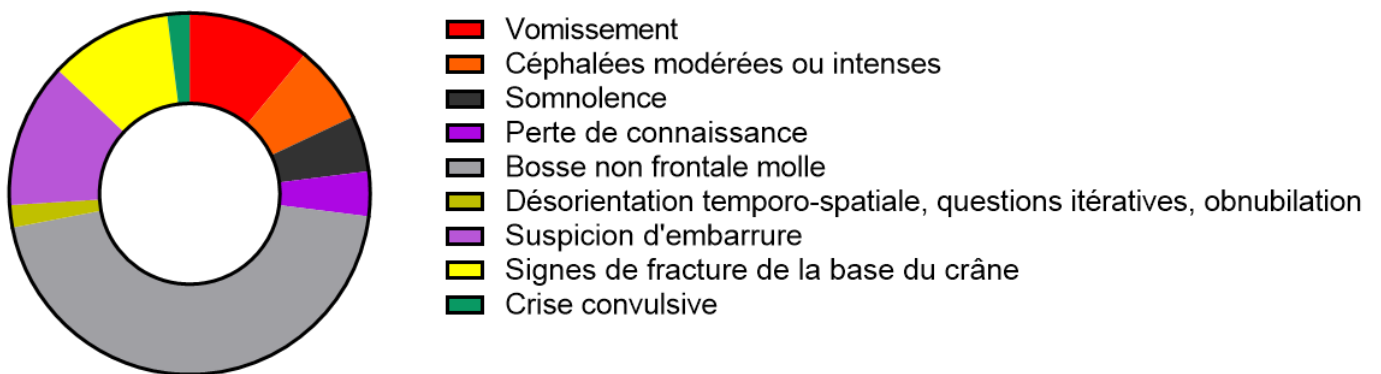


Figure 8

Graphique représentant les différents signes fonctionnels présentés par les patients ayant consulté pour TCL rapportés au nombre de LIC.

*A noter que la bosse frontale, les vertiges, les troubles neurosensoriels et l'amnésie n'apparaissent pas car la proportion de LIC associée est nulle.*

Tableau 3

Tableau représentant les effectifs des différents signes fonctionnels et du nombre de LIC associées.

Signe fonctionnel	LIC +	Nombre de patient
Vomissement	5	101
Céphalées modérées ou intenses	3	48
Somnolence	2	36
Perte de connaissance	2	29
Bosse non frontale molle	20	26
Désorientation temporo-spatiale, questions itératives, obnubilation	1	19
Troubles neurosensoriels	0	16
Suspicion d'embarure	6	15
Vertiges	0	12
Amnésie	0	10
Signes de fracture de la base du crâne	5	11
Bosse frontale	0	8
Crise convulsive	1	6

III. Critère de jugement principal : performances diagnostiques de la RDC PECARN et du score de Glasgow

Si l'on utilise les données du tableau 2 de stratification du risque de LICs par la RDC PECARN et par le score de Glasgow ainsi que les proportions de LIC, nous pouvons déterminer les résultats corrects (VP et VN) et les erreurs (FP et FN) (figure 9).

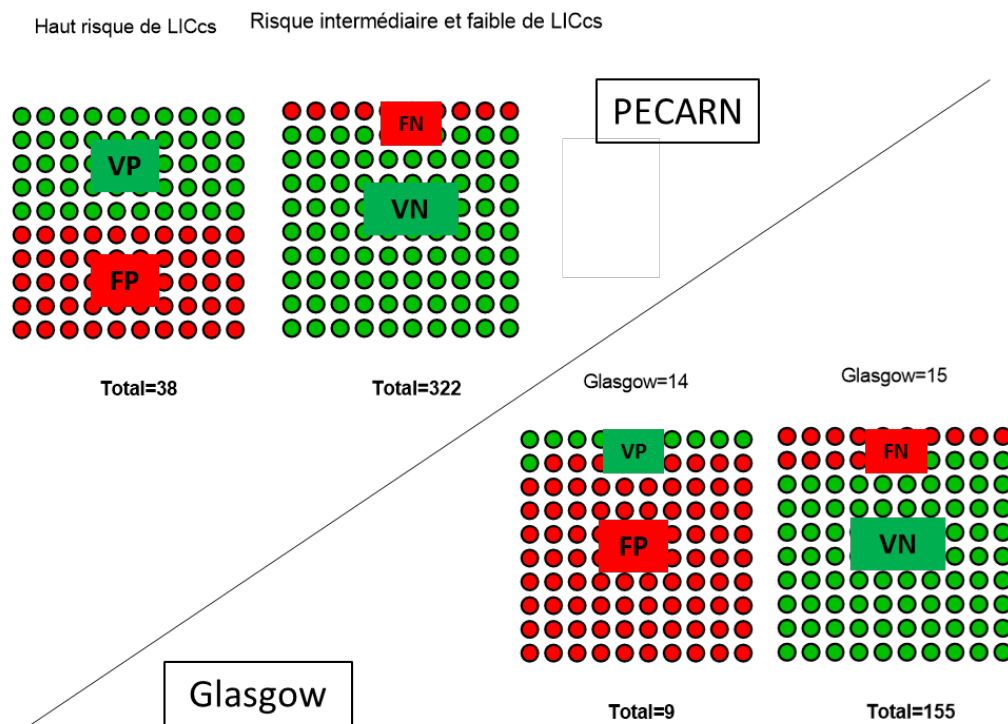


Figure 9

Représentation graphique des tableaux de contingence du PECARN et du score de Glasgow  
(En vert les résultats corrects et en rouge les erreurs)

La stratification du risque de LIC par la RDC PECARN présente de fortes spécificité et valeur prédictive négative avec un indice de Youden positif en faveur d'un test efficace et un coefficient de Q de Yule >0.7 semblant montrer un lien très fort et significatif ( $\alpha < 0.001$ , il y a moins de 1 chance sur 1000 que la distribution résulte du hasard) entre le fait d'être classé TCL à haut risque et d'avoir une LIC au scanner cérébral. Le rapport de vraisemblance positif quantifie le gain diagnostique d'un test positif, l'individu porteur de LIC a 6 fois plus de chance d'être classé à haut risque de LICs par le PECARN qu'un individu sans LIC. Un RV+ compris entre 2 et 10 est considéré comme un gain diagnostique modéré. Le gain diagnostique d'un test négatif quantifié par le RV- est faible car compris entre 0,5 et 1 (tableau 4).

Tableau 4

Tableau représentant les performances diagnostiques de la RDC du PECARN.

Tableau d'analyse des performances diagnostiques		
Vrais positifs	Faux positifs	
Faux négatifs	Vrais négatifs	
Stratification du risque de LIC par la RDC PECARN		
Haut risque de LICs associé à une LIC	Haut risque de LICs avec scanner normal	
Risques intermédiaire et faible de LICs associés à une LIC	Risques intermédiaire et faible de LICs avec scanner normal	
Stratification du risque de LIC par la RDC PECARN		
	19	19
	32	281
Stratification du risque de LIC par la RDC PECARN		
Sensibilité (IC95%)		37 (25 - 51)
Spécificité (IC95%)		94 (90 - 96)
Rapport de vraisemblance positif (IC95%)		5,9 ( 3,4 - 10,3)
Rapport de vraisemblance négatif (IC95%)		0,7 ( 0,5 - 0,8)
Valeur prédictive positive		50
Valeur prédictive négative		90
Indice de Youden		0,31
Coefficient Q de Yule		0,8
X <sup>2</sup> (Khi carré)		43,17

Les dossiers où le score de Glasgow n'était pas coté n'ont pas été intégrés au tableau d'analyse. La stratification par le score de Glasgow seul présente de bonnes spécificité et valeur prédictive négative mais avec un indice de Youden négatif en faveur d'un test inefficace et un coefficient de Q de Yule nul semblant montrer un lien nul et non significatif ( $\alpha > 0.05$ , il y a plus de 5 chances sur 100 que la distribution résulte du hasard) entre le fait d'avoir un Glasgow à 14 et d'avoir une LIC au scanner cérébral. Les gains diagnostiques d'un test positif ou négatif sont faibles avec un  $RV^+ < 1$  et un  $RV^- = 1$  (tableau 5).

Tableau 5

Tableau représentant les performances diagnostiques du Glasgow

Tableau d'analyse des performances diagnostiques	
Vrais positifs	Faux positifs
Faux négatifs	Vrais négatifs
Stratification du risque de LIC par le score de Glasgow	
Glasgow=14 associé à une LIC	Glasgow=14 avec scanner normal
Glasgow=15 associé à une LIC	Glasgow=15 avec scanner normal
Stratification du risque de LIC par le score de Glasgow	
1	8
23	132
Stratification du risque de LIC par le score de Glasgow	
Sensibilité (IC95%)	4 (0,7 - 20)
Spécificité (IC95%)	94 (89 - 97)
Rapport de vraisemblance positif (IC95%)	0,7 (0,1 - 6)
Rapport de vraisemblance négatif (IC95%)	1 (0,9 - 1,1)
Valeur prédictive positive	11
Valeur prédictive négative	85
Indice de Youden	0
Coefficient Q de Yule	0
X <sup>2</sup> (Khi carré)	0,09

## V. Discussion

La difficulté à sélectionner la population pour laquelle un scanner cérébral est nécessaire est une problématique concrète. Effectivement, nous constatons un total de 51 LIC sur les 360 scanners réalisés soit *14,1% de taux de LIC*. Ces chiffres sont proches de la littérature où dans le cadre des TCL près de 90% des examens sont normaux (8). *La problématique de limiter l'exposition aux radiations ionisantes est donc également présente dans notre service d'urgence.*

Un score multiparamétrique tel que *la RDC du PECARN semble montrer un intérêt diagnostique supérieur au Glasgow seul*. Pour évaluer un examen diagnostique, on résume les résultats au moyen de deux indices correspondant aux proportions de patients correctement diagnostiqués par l'examen : la sensibilité et la spécificité. *Les sensibilités des deux méthodes sont mauvaises* (PECARN 37% (25-51%) et Glasgow 4% (0.7-20%)), ce qui signifie que leurs capacités à prédire la présence d'une LIC chez les enfants présentant un scanner cérébral anormal ne sont pas satisfaisantes (éloignées de la valeur parfaite qui est 100%). On ne peut donc pas se satisfaire, pour le PECARN, d'un enfant classé à risque faible ou intermédiaire de LICs ni d'un score de Glasgow égal à 15 pour écarter le risque de LIC. Ce ne sont pas, tels que définis dans le tableau de contingence, de bons « dépistages de LIC ». Ce point souligne l'importance de ne pas utiliser seuls ces éléments diagnostiques et de les combiner ou d'y adjoindre d'autres examens si nécessaire pour améliorer leurs performances. En revanche *les spécificités sont bonnes* (PECARN 94% (90-96%) et Glasgow 94% (89-97%), %)), ce qui signifie que leurs capacités à prédire l'absence d'une LIC chez les enfants présentant un scanner cérébral normal sont satisfaisantes (proches de la valeur parfaite qui est 100%). On ne peut tout de même pas être certain que, pour le PECARN, un enfant classé à haut risque de LICs ou que, pour le score de Glasgow, un score égal à 14 assure une LIC au scanner cérébral. On considérera que la balance bénéfique/risque entre l'ignorance d'une LIC potentiellement retentissante et l'irradiation par un scanner cérébral sera, dans ce cas, en faveur de la réalisation du scanner cérébral. De plus, même si la spécificité des deux méthodes diagnostiques sont sensiblement identiques, la qualité du lien est bien supérieure avec le PECARN avec un coefficient de Q de Yule  $>0.7$  et un lien statistiquement significatif ( $< 0.001$ ). Les rapports de vraisemblance regroupent la sensibilité et la spécificité des tests. Le rapport de vraisemblance positif d'un test informatif sera  $>1$  voire  $>5$  ou  $10$  selon la communauté scientifique tandis qu'un rapport de vraisemblance négatif sera d'autant plus informatif qu'il se rapproche de 0. *Les rapports de vraisemblance sont bons pour la RDC du PECARN et très mauvais pour le Glasgow seul*. En effet, pour le PECARN, les enfants avaient presque 6 fois plus de risques d'être classés à haut risque de LICs s'ils avaient une LIC et les enfants avaient 70 fois moins de chance d'être classés à risque faible ou intermédiaire de LICs s'ils présentaient une LIC au scanner. Ces caractéristiques constituaient les caractéristiques intrinsèques des approches diagnostiques, c'est à dire leurs capacités informatives. Elles

sont propres au test et indépendantes de la prévalence des LIC (la maladie). Les caractéristiques extrinsèques sont représentées dans notre travail par les valeurs prédictives positive et négative. Ces caractéristiques sont considérées comme peu rentables et elles sont dépendantes de la prévalence des LIC au sein de la population. Un test avec une bonne VPP est donc un test rarement positif face à une maladie fréquente. Tandis que la VPN sera meilleure pour un test où la maladie est rare et le test souvent positif. Seules les VPN sont correctes pour nos deux approches (27-29). Cette analyse de performance diagnostique montre des approches utilisées telles quelles imparfaites. Toutefois, il est important de rappeler que le signe clinique parfait pathognomonique ou l'examen complémentaire idéal (non coûteux, non douloureux, non invasif...) existent rarement...

Lorsque l'on observe ses performances diagnostiques discutables il est important de rappeler que la méthodologie ayant permis de développer cet algorithme et ce score était différente. En effet, nous souhaitons ici apporter un éclairage nouveau à notre activité locale aux urgences pédiatriques à travers la critique de *ces approches cliniques* mais celles-ci restent éminemment *reconnues de manière internationale*. Le score de Glasgow est une des échelles cliniques les plus couramment utilisées en médecine et ce depuis 4 décennies. Son impact scientifique se reflète par le nombre de références à sa publication initiale (7790 citations selon Scopus/Science Direct au 3 septembre 2019) (18,19). Malgré quelques critiques, il reste le standard pour l'évaluation neurologique des traumatisés crâniens et dès les premières publications, la nécessité d'ajouter d'autres caractéristiques à ce score a été reconnue (30). Ses créateurs ne recommandent pas son utilisation seule et son développement constituait un travail pionnier pour rassembler l'ensemble des caractéristiques prédictives d'une évolution neurologique défavorable (19). La RDC du PECARN, plus récente, semble poursuivre ce travail de synthèse des caractéristiques à visée pronostique mais plus spécifiquement au sein de la population particulière que constitue les TCL. Les études de validation externe de la RDC du PECARN se multiplient partout dans le monde : en Europe (31-32), en Asie (33), en Australie (34) et en Afrique (35). Les études comparant les RDC dans le cadre des TCL sont nombreuses et semblent désigner le PECARN comme celle présentant les meilleures performances diagnostiques mais les retombées socioéconomiques favorables sont discutées pour l'ensemble d'entre elles (36, 37).

Les limites du score de Glasgow seul sont ici révélées par son utilisation inconstante dans les observations cliniques des urgences. *Seuls 45.5% des dossiers contenaient un score de Glasgow dans leur évaluation initiale*. Ce maigre recours clinique parmi les dossiers des scanners cérébraux réalisés interpelle. La réalisation du scanner cérébral révèle pourtant une inquiétude concrète d'une LIC sous-jacente avec un risque de morbi-mortalité, une nécessité de surveillance neurologique (notamment par le score de Glasgow) et un potentiel geste neurochirurgical. L'absence de score de Glasgow peut s'expliquer premièrement par des difficultés de réalisation chez le nourrisson et le petit enfant. C'est ce qui est révélé par notre étude *avec un taux de dossiers incomplets plus important chez les enfants d'âge préverbal (< 24 mois) et qui décroît progressivement*. L'adaptation pédiatrique a pourtant été

validée au sein de cohortes importantes. Par exemple, Borgianni DA s'est basé sur une cohorte de 42 041 patients et a pu montrer pour le score de Glasgow pédiatrique chez les enfants de moins de 2 ans, une aire sous la courbe roc de 0.77 (IC de 95 % = 0.73- 0.81) et de 0,81 (IC de 95 % à 0,79 à 0,83) pour le score de Glasgow standard chez les enfants plus âgés pour la détection de LICCs au scanner cérébral parmi les consultations pour TC. Ces résultats confirment que le score de Glasgow pédiatrique pour les enfants d'âge préverbal et le score de Glasgow standard pour les enfants plus âgés ont des performances diagnostiques sensiblement identiques pour identifier les LICCs (38).

L'évaluation par le score de Glasgow est cependant loin d'être constante chez le jeune enfant et adolescent où les limitations sémiologiques ne sont pourtant plus présentes. L'accès au dialogue facilité pourrait nous faire penser que le niveau de risque intermédiaire de LICCs serait plus aisé à aborder. En réalité, ce que l'on constate ici c'est que le recours au scanner est aussi présent chez ces enfants plus âgés. Ce recours peut s'expliquer par le fait que dans ces âges l'évaluation des symptômes neurologiques aspécifiques et non cités dans l'arbre décisionnel sont plus fréquents. **Cette multitude de symptômes aspécifiques en cas de TCL** est mise en exergue dans notre travail et peuvent mettre en difficulté le praticien. Les vomissements, par exemple, étaient associés à une LIC dans seulement 5% des cas. Des tableaux infectieux digestifs ou ORL associés à un TC bénin, des troubles neurosensoriels ou des amnésies circonstancielle sont des présentations cliniques trompeuses, peu spécifiques et non associées à des LICs dans notre étude. Un des intérêts de la RDC du PECARN est donc de proposer une nosographie plus détaillée du TC et d'affiner notre approche sémiologique. Une étude récente s'est intéressée à la répartition des anomalies anamnestiques intégrées dans la RDC du PECARN selon l'âge, (<2 ans ou < 18 ans), notamment à la répartition du **caractère isolé ou non** de ces signes. De 2004 à 2006, 42430 enfants ont consulté dans leurs urgences pédiatriques pour TCL dont 10721 âgé de moins de 2 ans et 31709 de plus de deux ans. Pour les moins de deux ans, 1297 enfants présentaient une anomalie à l'anamnèse, dont 31.7% de manière isolée. En cas d'anomalie isolée, seule 1 LICCs (0.2%) et 4 LIC (2.2%) sur les 411 dossiers ont été diagnostiquées, contre respectivement 29 (3.3%) et 66 (9.8%) sur les 674 dossiers où les anomalies étaient multiples. Pour les plus de deux ans, aucun cas de LICCs ou LIC n'était diagnostiqué en cas d'anomalie isolée, contre respectivement 201 (3.7%) et 298 (7.3%) sur 4082 enfants présentant des anomalies multiples (39). Ces travaux soulignent l'intérêt d'une approche spécifique par âge. Au-delà de la répartition entre population d'âge préverbal ou non, la répartition des signes fonctionnels diffère. On note que dans quasiment 1/3 des cas les anomalies sont isolées et que, dans ce cas, les LIC ou LICCs sont très rares voire nulles chez l'enfant plus grand. Ce dernier point est en accord avec nos travaux où les vertiges, les troubles neurosensoriels et l'amnésie décrits de manière isolée chez le grand enfant n'était pas associés à une LIC au scanner cérébral. Un élément paraclinique objectif comme le dosage de la protéine s100 beta ou un avis spécialisé pourrait être une aide précieuse pour ces présentations cliniques et éviter des irradiations inutiles ou une hospitalisation prolongée. A l'inverse notre travail semble montrer que la **bosse molle non frontale** est

un excellent signe clinique de fracture du crâne chez le nourrisson. La bosse frontale, elle, n'était jamais associée à une fracture. Une étude observationnelle prospective multicentrique en Australie et Nouvelle Zélande conduite de 2011 à 2014 s'est intéressée à ce signe clinique spécifiquement en arguant que la gestion des jeunes enfants asymptomatiques en dehors d'un hématome du scalp pouvait être difficile. Ils se sont basés sur le PECARN (tout hématome non frontal) et le CHALICE (5 cm d'hématome quel que soit sa localisation). Chez les enfants de moins de 2 ans présentant un hématome du scalp selon la règle PECARN, les diagnostics de LICs et de LIC étaient respectivement de 0,0% (0/241 consultations) et de 10% (1/10 scanners) ; chez ceux définis par le CHALICE, ils étaient de 12.7% (8/63 consultations) et de 20% (8/28 scanners). Cette étude détaille les localisations et tailles des différentes présentations cliniques. A la lecture des résultats, on constate que l'ensemble des hématomes associés à une LIC étaient localisés en pariéto-temporal ou occipital (jamais en frontal) et mesuraient toujours >5 cm. Les fractures linaires isolées sont extrêmement rarement associées à un retentissement clinique sévère (neurochirurgie, hémorragie retardée ou décès) (41). En dépit de l'absence de complications aiguës, nous pouvons être réticents à sous-diagnostiquer des LIC telles que des fractures, à ne pas évaluer le parenchyme cérébral sous-jacent, et à potentiellement sous-estimer un risque séquellaire neuro-développemental à l'heure actuelle non démontré ou encore un site post-fracturaire fragilisé. Une exploration des fractures par d'autres examens que le scanner est discutée. Les radiographies du crâne sont abandonnées. L'échographie « au point d'intervention » pourrait être un examen intéressant permettant une identification de la fracture avec une efficacité comparable au scanner sans exposer l'enfant à une immobilisation ou irradiation. Cependant l'évaluation du parenchyme sous-jacent n'est pas réalisée. Ainsi, une échographie associée à une surveillance de 48h pourrait suffire à prendre en charge l'enfant sans l'exposer à une irradiation ni méconnaître de fracture (42). Finalement il faut rappeler que l'approche d'un TCL ne peut se limiter au signe de fracture du crâne car plus de 50% des LIC ne sont pas associées à des fractures du crâne (43,44)

Notre travail présente cependant certaines limites. La première limite réside dans la conception méthodologique même de l'étude. En effet, le choix de **restreindre la population aux enfants ayant reçu un scanner limite la généralisation des résultats**. Que ce soit le PECARN ou le score de Glasgow, les travaux les concernant portent sur des cohortes beaucoup plus importantes intégrant toutes les consultations pour TCL datant de moins de 24h, ceux ayant reçu un scanner cérébral mais également ceux qui n'en ayant pas reçu (14,17-19, 25, 31-38). Toutefois, notre approche permet d'augmenter la prévalence des LIC, qui est l'événement recherché. En effet, une précédente publication de validation externe du PECARN réalisée en monocentrique à Nantes a suscité des critiques sur ce point méthodologique et discutait les conclusions statistiques en raison de la faible taille de la cohorte (1499 enfants) et de la faible représentation des LICs (20 soit 1.3% contre 6.3% de l'article princeps du PECARN) (45,46). Le **caractère monocentrique** constitue la seconde limite. Néanmoins, ce travail s'est



fait en parallèle de la participation du CHU de CAEN à un PHRC interrégional de plus grande ampleur ainsi des données d'autres centres pourraient dans un futur proche éclairer nos résultats et permettre de constituer une cohorte comparable aux grandes cohortes américaines, australiennes ou scandinaves de la scène internationale scientifique. De plus, nous avons inclus les patients à partir des données informatiques de la DMSI ce qui assure une exhaustivité de la population étudiée. Seuls 2 dossiers n'étaient pas analysés, car malgré les noms de famille, date de naissance ou n° d'IPP des patients, aucun dossier aux urgences pédiatriques n'a été retrouvé. Ceux-ci étant peu nombreux, ils ont été exclus de l'analyse, les résultats ne devraient pas en être affectés. En outre le *caractère rétrospectif* de l'étude peut entraîner des biais dans l'analyse des performances diagnostiques. Des *biais de sélection*, car la population étudiée (enfants consultant pour TCL ayant reçu un scanner cérébral) ne correspondait pas à celle que nous prenons en charge stricto sensu (enfants consultant pour TCL) avec une représentation de la « maladie » (LIC) plus élevée que dans la population que nous prenons en charge. On peut également noter qu'une étude s'est concentrée sur l'influence du délai de consultation sur la proportion de LIC (< ou >24h) et que les caractéristiques de la population étaient semblables entre les deux groupes, ainsi le fait d'avoir exclus les TCL de plus de 24h ne devrait pas constituer un biais (47). Un *biais de subjectivité de l'enquêteur* est possible car la lecture des tests n'était pas réalisée en aveugle ni de manière indépendante de la lecture du test de référence, c'est-à-dire que le recueil se faisait à la lecture du compte rendu où le résultat du scanner cérébral apparaissait. Cependant, l'investigateur s'est efforcé de limiter ce biais en classant selon le PECARN et en recherchant le score de Glasgow avant de récupérer le résultat du scanner cérébral. On note l'absence de biais de vérification avec un gold standard (scanner cérébral pour détecter une LIC) quasi parfait et exhaustif (réalisé chez tous les patients inclus) et l'absence de biais d'incorporation avec des approches cliniques non inclus dans le gold standard (pas de perte d'indépendance). Sur *le plan statistique* pur, les intervalles de confiance des performances diagnostiques en dehors la spécificité sont larges et donc sujets à caution. Le traitement des données manquantes concernant le score de Glasgow non-coté dans 196 dossiers est discutable. Effectivement, pour réaliser le tableau de contingence l'ensemble des dossiers n'a pas pu être exploité en raison des 196 dossiers incomplets, le choix de calculer des performances diagnostiques en les excluant n'était pas défini a priori et reste discutable. Nous avons détaillé en *annexe 4* les caractéristiques des dossiers concernés et aucune différence significative entre cette population et la population totale de l'étude n'a été montrée comme statistiquement significative. Le biais éventuel induit par l'exclusion de ces dossiers paraît ainsi limité. La méthodologie de ce travail ne permet pas de conclure à une corrélation entre certains signes fonctionnels et la présence de LIC au scanner cérébral. Il faut pour cela une population bien plus importante (14). Encore une fois, seul un PHRC interrégional avec une cohorte de plusieurs milliers d'enfants serait à même d'identifier des facteurs de risque dans la population française et permettre une réelle validation dans notre population du protocole PECARN.

Le but de ce travail n'était pas de prouver la toute-puissance d'une des deux approches étudiées mais plutôt d'entamer une réflexion sur notre approche clinique. Il semble que ces résultats offrent un éclairage intéressant sur ce qu'apporte réellement notre examen clinique, sur l'importance d'être rigoureux dans notre cotation du score de Glasgow et de faire l'effort de classer et de noter la gravité des TC pris en charge aux urgences pédiatriques (d'autant plus si une exploration par scanner cérébral est décidée). Ceci permettrait sans doute d'influer sur notre balance décisionnelle menant à l'irradiation d'un enfant.

Cette thèse permet de compléter le travail précédent ayant constitué mon mémoire de DES sur *l'épidémiologie locale des TC aux urgences pédiatriques du CHU de CAEN*. Nos résultats sont en accord avec la littérature aussi bien de par la fréquence du motif de consultation que pour la fréquence de réalisation de scanner cérébral. Dans un CHU accueillant en moyenne 25000 consultations d'urgence pédiatrique par an, cela équivaut à 3,83% des consultations, quand dans la littérature la fréquence oscille entre 3 et 5%. Nous avons constaté ici, un taux d'exposition au scanner cérébral pour TC de 10.5% sur les 4 années analysées, pour un taux dans la littérature autour de 11%. Par ailleurs, la représentation plus importante des garçons (2/3) est également décrite dans la littérature (1-4). Pour ce qui est des autres caractéristiques : les mécanismes lésionnels (forte prédominance des accidents domestiques), âge et signes fonctionnels varient du fait de la sélection de la population aux enfants ayant reçu un scanner cérébral uniquement.

L'issue de cette thèse est également de dégager des axes d'amélioration de notre prise en charge des TCL sur la base de cette observation et des critiques soulevées.

1. Que ce soit le mémoire qui a identifié un respect imparfait du protocole ou ce travail de thèse avec une cotation du score Glasgow inconstante, le message principal est d'avoir une approche rigoureuse des TCL avec un premier temps attentif à la recherche d'un terrain à risque ou d'un mécanisme lésionnel sévère. Un second temps où le score de Glasgow et la gravité / niveau de risque de LIC est notifié. Un troisième temps où la décision de réaliser le scanner est clairement argumentée. Une RDC est faite pour guider sans imposer mais si l'on réalise un scanner cérébral pour des signes non décrits dans le protocole (traumatisme cervical, traumatisme facial) : le notifier et en discuter peut permettre d'identifier une éventuelle alternative (radiographies du rachis cervical plutôt qu'un scanner cérébral et cervical, un avis ORL, ophtalmologique, CMF).
2. Dans le cas des TCL à risque intermédiaire les dossiers douteux exigent souvent une imagerie mais le biomarqueur a montré son efficacité en cas de négativité. Il faut cependant le réaliser dans les bonnes conditions et chez le bon patient, et n'en conclure une conduite à tenir qu'en cas de négativité. Les données recueillies lors du mémoire de DES nous ont permis de vérifier sa faisabilité (51,5% des patients consultaient aux urgences moins de 3h après le TC). Une méta analyse récente confirme l'intérêt de l'utilisation de ce biomarqueur au sein des urgences pédiatriques et conclut à une réduction potentielle d'un tiers du nombre de scanners cérébraux

réalisés dans le contexte des TCL chez l'enfant sans sous diagnostiquer de LICcs (25,26). Un autre examen à intégrer et pouvant se substituer au scanner cérébral est l'échographie en cas de suspicion de fracture sur hématome du scalp isolé non frontal et étendu (43,44). Cette dernière ne nécessite pas une grande expérience en radiologie et pourrait être réalisée aussi bien de jour comme de nuit par un junior ou un senior de radiologie.

3. Dans un nouveau protocole, certaines modifications pourraient se discuter comme l'intégration parmi les items cliniques de l'hématome flottant non frontal chez le jeune enfant (notamment si >5cm) et de la crise convulsive comme signes de TC modéré devant motiver un scanner cérébral. Il est également important de rester prudent face à des circonstances de traumatisme flous (48). Une étude de 2012 révélait par exemple que des lésions du squelette associées seraient retrouvées chez 6% des enfants présentant une fracture isolée du crâne (49).
4. L'ensemble de la littérature récente tend à encourager une surveillance hospitalière plutôt que la réalisation d'un scanner cérébral (50,51). En pratique clinique, les surveillances en lit-porte entraînent régulièrement des lourdeurs logistiques et un coût. Ce qui peut expliquer la réalisation d'une imagerie cérébrale en cas de tableaux douteux afin d'écourter la surveillance et de permettre un retour à domicile (52)

L'ensemble de ces remarques ont été synthétisée dans un protocole de prise en charge des TCL présenté en annexe 5.

## **VI. Conclusion**

Ce travail exhaustif permet d'apporter un éclairage nouveau sur notre approche clinique des TCL aux urgences pédiatriques. Sans prouver la supériorité unique d'une RDC PECARN modifiée intégrant un biomarqueur lors de mon mémoire de DES ni des approches cliniques « nues » dans ce travail de thèse, des éléments concrets et pratiques sont mis en exergue et permettent de mener une réflexion sur notre attitude de clinicien : la cotation du score de Glasgow et l'importance de manier un protocole spécifique à la pédiatrie ( reflétant la complexité du TCL chez l'enfant avec ses symptômes aspécifiques et un accès à l'anamnèse limité).

Cette thèse permet de compléter le travail précédent ayant constitué mon mémoire de DES sur l'épidémiologie locale des TC aux urgences pédiatriques du CHU de CAEN et de clore 4 années d'observation au sein de ces urgences. Il serait intéressant de diffuser ces réflexions et ce protocole afin de réaliser une évaluation des pratiques professionnelles au sein des urgences pédiatriques du CHU de CAEN les années suivantes et d'estimer l'impact éventuel des axes d'amélioration discutés ici. De plus, ce type de protocole trouverait un intérêt à être diffusé dans les centres périphériques ou services d'urgences non pédiatriques afin de guider le praticien dans l'évaluation particulière du petit enfant.

## VII. Bibliographie

- 1 Trefan L, Houston R, Pearson G, et al. Epidemiology of children with head injury: a national overview. *Arch Dis Child*. 2016;101(6):527–532
2. Thurman DJ. The Epidemiology of Traumatic Brain Injury in Children and Youths: A Review of Research Since 1990. *J Child Neurol*. 14 août 2014;
- 3 Head computed tomography use in the emergency department for mild traumatic brain injury: integrating evidence into practice for the resident physician. Morton MJ, Korley FK *Ann Emerg Med*. 2012 Sep; 60(3):361-7.
- 4 Larson DB, Johnson LW, Schnell BM et al. Rising use of CT in child visits to the emergency department in the United States, 1995-2008 *Radiology*. 2011 Jun;259(3):793-801.
- 5 Kristman VL, Borg J, Godbolt AK, et al. Methodological issues and research recommendations for prognosis after mild traumatic brain injury: results of the International Collaboration on Mild Traumatic Brain Injury Prognosis.
- 6 Colvin JD, Thurm C, Pate BM, Newland JG, Hall M, Meehan WP. Diagnosis and acute management of patients with concussion at children’s hospitals. *Arch Dis Child*. déc 2013;98(12):934- 8.
7. Mannix R, Meehan WP, Monuteaux MC, Bachur RG. Computed tomography for minor head injury: variation and trends in major United States pediatric emergency departments. *J Pediatr*. janv 2012;160(1):136-9.e1.
- 8 Homer CJ, Kleinman L. Technical report: minor head injury in children. *Pediatrics*. 1999;104(6). Available at: [www.pediatrics.org/cgi/content/full/](http://www.pediatrics.org/cgi/content/full/)
- 9 Brenner D, Elliston C, Hall E, Berdon W. Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *AJR Am J Roentgenol*. févr 2001;176(2):289-96.
10. Brenner DJ, Hall EJ. Computed tomography--an increasing source of radiation exposure. *N Engl J Med*. 29 nov 2007;357(22):2277-84. 30
11. Pearce MS, Salotti JA, Little MP, McHugh K, Lee C, Kim KP, et al. Radiation exposure from CT scans in childhood and subsequent risk of leukaemia and brain tumours: a retrospective cohort study. *Lancet*. 4 août 2012;380(9840):499-505.
12. Miglioretti DL, Johnson E, Williams A, Greenlee RT, Weinmann S, Solberg LI, et al. The use of computed tomography in pediatrics and the associated radiation exposure and estimated cancer risk. *JAMA Pediatr*. 1 août 2013;167(8):700-7.
- 13 Mathews JD, Forsythe AV, Brady Z, et al. Cancer risk in 680, 000 people exposed to computed tomography scans in childhood or adolescence: data linkage study of 11 million Australians. *BMJ*. 2013;346:f2360
- 14 Kuppermann N, Holmes JF, Dayan PS, et al; Pediatric Emergency Care Applied Research Network. Identification of children at very low risk of clinically important brain injuries after head

- trauma: a prospective cohort study [published correction appears in *Lancet*. 2014;383(9914):308]. *Lancet*. 2009;374(9696):1160–1170
- 15 Kochanek PM. Pediatric traumatic brain injury: quo vadis? *Dev Neurosci* 2006 ; 28 : 244-55.
- 16 Chassot PG, Ecoffey C, Bissonnette B. Neuroanesthésie chez l'enfant. In: Ravussin P, Boulard G, eds. *Neuroanesthésie et neuroréanimation cliniques* Paris: Masson, 1994:97-112
- 17 Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet*. 1974; 2:81-4.
- 18 Mattei TA, Teasdale GM. The Story of the Development and Adoption of the Glasgow Coma Scale: Part I, The Early Years. *World Neurosurg*. 2020 Feb;134:311-322. doi: 10.1016/j.wneu.2019.10.193. Epub 2019 Nov 8.
- 19 Simon-Pimmel J, Lorton F, Guiziou N et al. Serum S100 $\beta$  Neuroprotein Reduces Use of Cranial Computed Tomography in Children After Minor Head Trauma. *Shock*. 2015 Nov;44(5):410-6. doi: 10.1097/SHK.0000000000000442.
- 20 Les traumatisés crâniens F. Cohadon, JP Castel, E Richer, JM Mazaux, H Loiseau Arnette Ed,2000
- 21 Les traumatismes crânio-encéphaliques graves JP Sichez Lab Cassenne 1985
- 22 Brunelle F, Boddaert N, Imagerie des traumatismes crâniens chez l'enfant Imaging of pediatric head injury *Journal de Radiologie* Volume 86, Issue 2, Part 2, February 2005, Pages 253-262
- 23 Lyttle MD, Crowe L, Oakley E, Dunning J, Babl FE. Comparing CATCH, CHALICE and PECARN clinical decision rules for paediatric head injuries. *Emerg Med J*. 2012; 29(10):785–794. [PubMed: 22291431]
- 24 ClinicalTrials.gov Identifier: NCT02357186
- 25 Charlotte Oris, Bruno Pereira, Julie Durif, Jeanne Simon-Pimmel, Christophe Castellani, Sergio Manzano, Vincent Sapin and Damien Bouvier. The Biomarker S100B and Mild Traumatic Brain Injury: A Meta-analysis *Pediatrics* originally published online May 1, 2018;
- 26 Mariette H, Eckart P, Toulouse J. « Evaluation d'un algorithme de prise en charge des traumatismes crâniens légers aux urgences pédiatriques au CHU de CAEN incluant un marqueur biologique : la protéine s100b.» Mémoire DES de Pédiatrie – Année universitaire 2018-2019, Caen, France.
- 27 Delacour H, Servonnet A, Roche C. Critères d'évaluation de la validité d'un test biologique *REVUE FRANCOPHONE DES LABORATOIRES* - MAI 2009 - N°412
- 28 Landais P, Besson C, Jais JP. Evaluation of the diagnostic contribution of a test. Main information indices. *J Radiol* 1994 ; 75 : 141-50.
- 29 Doyon F, Hill C. Evaluation des méthodes diagnostiques. *J Radiol* 2001 ; 82 : 117-125
- 30 Jennett and Teasdale G Aspects of Coma after severe head injury *Lancet* 1977 878 -881
- 31 Undé J, Dalziel SR, Borland ML et al. External validation of the Scandinavian guidelines for management of minimal, mild and moderate head injuries in children *BMC Medicine* (2018) 16:176 <https://doi.org/10.1186/s12916-018-1166-8>

- 32 Schonfeld D, Bressan S, Da Dalt L et al. Pediatric Emergency Care Applied Research Network head injury clinical prediction rules are reliable in practice. *Postgrad Med J*. 2015 Nov;91(1081):634-8. doi: 10.1136/postgradmedj-2013-305004rep.
- 33 Ide K, Uematsu S, Tetsuhara K et al. External Validation of the PECARN Head Trauma Prediction Rules in Japan. *Acad Emerg Med*. 2017 Mar;24(3):308-314. doi: 10.1111/acem.13129.
- 34 Oakley E, May R, Hoepfner T et al. Computed tomography for head injuries in children: Change in Australian usage rates over time. *Emerg Med Australas*. 2017 Apr;29(2):192-197. doi: 10.1111/1742-6723.12732.
- 35 Kobe IO, Qureshi MM, Hassan S et al. The impact of the introduction of PECARN head CT rules on the utilisation of head CT scans in a private tertiary hospital in Sub-Saharan Africa. *Childs Nerv Syst*. 2017 Dec;33(12):2147-2152. doi: 10.1007/s00381-017-3577-9. Epub 2017 Aug 30.
- 36 Babl FE, Borland ML, Phillips N et al. Accuracy of PECARN, CATCH, and CHALICE head injury decision rules in children: a prospective cohort study. *Rdc Lancet*. 2017 Jun 17;389(10087):2393-2402. doi: 10.1016/S0140-6736(17)30555-X. Epub 2017 Apr 11.
- 37 Dalziel K, Cheek JA, Fanning L et al. A Cost-Effectiveness Analysis Comparing Clinical Decision Rules PECARN, CATCH, and CHALICE With Usual Care for the Management of Pediatric Head Injury. *Ann Emerg Med*. 2019 May;73(5):429-439. doi: 10.1016/j.annemergmed.2018.09.030. Epub 2018 Nov 15.
- 38 Borgianni DA, Mahajan P, Hoyle JD Performance of the Pediatric Glasgow Coma Scale Score in the Evaluation of Children With Blunt Head Trauma. *Acad Emerg Med*. 2016 Août;23(8):878-84. doi: 10.1111/acem.13014. Epub 2016 1er août.
- 39 Nishijima D, Holmes J, Dayan P et al. Association of a Guardian's Report of a Child Acting Abnormally With Traumatic Brain Injury After Minor Blunt Head Trauma *JAMA Pediatr*. 2015 December ; 169(12): 1141–1147. doi:10.1001/jamapediatrics.2015.2743.
- 40 Bressan S, Kochar A, Oakley E et al. Traumatic brain injury in young children with isolated scalp haematoma. *Arch Dis Child*. 2019 Jul;104(7):664-669. doi: 10.1136/archdischild-2018-316066. Epub 2019 Mar 4.
- 41 Bressan S, Marchetto L, Lyons TW, et al. A systematic review and meta-analysis of the management and outcomes of isolated skull fractures in children. *Ann Emerg Med* 2018;71:714–24.
- 42 Dunning J, Batchelor J, Stratford-Smith P, et al. A meta-analysis of variables that predict significant intracranial injury in minor head trauma. *Arch Dis Child* 2004;89:653–9.
- 43 Parri N, Crosby BJ, Mills L, et al. Point-of-Care Ultrasound for the Diagnosis of Skull Fractures in Children Younger Than Two Years of Age. *J Pediatr* 2018;196:230–6.
- 44 Burke K, Christian W. Question 1: Is ultrasound scanning as sensitive as CT in detecting skull fracture s in children presenting following head injury? *Arch Dis Child* 2014;99:958–60.

- 45 Lorton F, Poullaouec C, Legallais E et al, Validation of the PECARN clinical decision rule for children with minor head trauma: a French multicenter prospective study *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* (2016) 24:98
- 46 Freund and Philippon External validation of a clinical decision rule: we need events in a population in order to rule them out! *Scandinavian Journal of Trauma, Resuscitation and Emergency Medicine* (2017) 25:3
- 47 Gelernter R, Weiser G, Kozler E. .Computed Tomography Findings in Young Children with Minor Head Injury Presenting to the Emergency Department Greater than 24hrs Post Injury.*Injury*
- 48 Wood JN, Christian CW, Adams CM, Rubin DM. Skeletal surveys in infants with isolated skull fractures. *Pediatrics*. 2009 Feb;123(2):e247-52.
- 49 Laskey AL, Stump TE, Hicks RA, Smith JL. Yield of skeletal surveys in children  $\leq$  18 months of age presenting with isolated skull fractures. *J Pediatr*. 2013 Jan;162(1):86-9.
- 50 Nigrovic LE, Schunk JE, Foerster A, et al. Traumatic Brain Injury Group for the Pediatric Emergency Care Applied Research Network. The effect of observation on cranial computed tomography utilization for children after blunt head trauma. *Pediatrics*. 2011; 127(6):1067–1073. [PubMed: 21555498]
- 51 Singh S, Hearps SJC, Borland ML et al. The Effect of Patient Observation on Cranial Computed Tomography Rates in Children With Minor Head Trauma. *Acad Emerg Med*. 2020 Feb 16. doi: 10.1111/acem.13942
- 52 Cloutier RL It's Time to Normalize Observation for Pediatric Minor Head Trauma. *Acad Emerg Med*. 2020 Apr 12. doi: 10.1111/acem.13983


### VIII. Annexes

#### Annexe 1 : Score de Glasgow avec adaptation pédiatrique

Enfant de moins de 2 ans	Enfant de 2 à 5 ans	Enfant de plus de 5 ans
<b>Ouverture des yeux :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 : Spontanée</li> <li>- 3 : Lors des pleurs</li> <li>- 2 : Aux stimuli douloureux</li> <li>- 1 : Aucune réponse</li> </ul>	<b>Ouverture des yeux :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 : Spontanément</li> <li>- 3 : Aux stimuli verbaux</li> <li>- 2 : Aux stimuli douloureux</li> <li>- 1 : Aucune réponse</li> </ul>	<b>Ouverture des yeux</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 4 : Spontanément</li> <li>- 3 : A l'appel</li> <li>- 2 : A la douleur</li> <li>- 1 : Aucune réponse</li> </ul>
<b>Réponse verbale :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 : Agit normalement</li> <li>- 4 : Pleure</li> <li>- 3 : Hurlements inappropriés</li> <li>- 2 : Gémissements</li> <li>- 1 : Aucune réponse</li> </ul>	<b>Réponse verbale :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 : Mots appropriés, sourit, fixe et suit du regard</li> <li>- 4 : Mots inappropriés, pleure, est consolable</li> <li>- 3 : Hurlé, est inconsolable</li> <li>- 2 : Gémit aux stimuli douloureux</li> <li>- 1 : Aucune réponse</li> </ul>	<b>Réponse verbale :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 5 : Orientée, conversation normale</li> <li>- 4 : Confuse, désorientée</li> <li>- 3 : Inappropriée, conversation impossible</li> <li>- 2 : Incompréhensible, gémissements</li> <li>- 1 : Aucune réponse</li> </ul>
<b>Réponse motrice :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 : Mouvements spontanés intentionnels</li> <li>- 5 : Se retire au toucher</li> <li>- 4 : Se retire à la douleur</li> <li>- 3 : Flexion anormale (décortication)</li> <li>- 2 : Extension anormale (décérébration)</li> <li>- 1 : Aucune réponse</li> </ul>	<b>Réponse motrice :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 : Répond aux demandes</li> <li>- 5 : Localise la douleur</li> <li>- 4 : Se retire à la douleur</li> <li>- 3 : Flexion à la douleur (décortication)</li> <li>- 2 : Extension à la douleur (décérébration)</li> <li>- 1 : Aucune réponse</li> </ul>	<b>Réponse motrice :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 : Obéit, répond aux demandes</li> <li>- 5 : Orientée, localise la douleur</li> <li>- 4 : Evitement, se retire à la douleur</li> <li>- 3 : Flexion anormale (décortication)</li> <li>- 2 : Extension anormale (décérébration)</li> <li>- 1 : Aucune réponse</li> </ul>

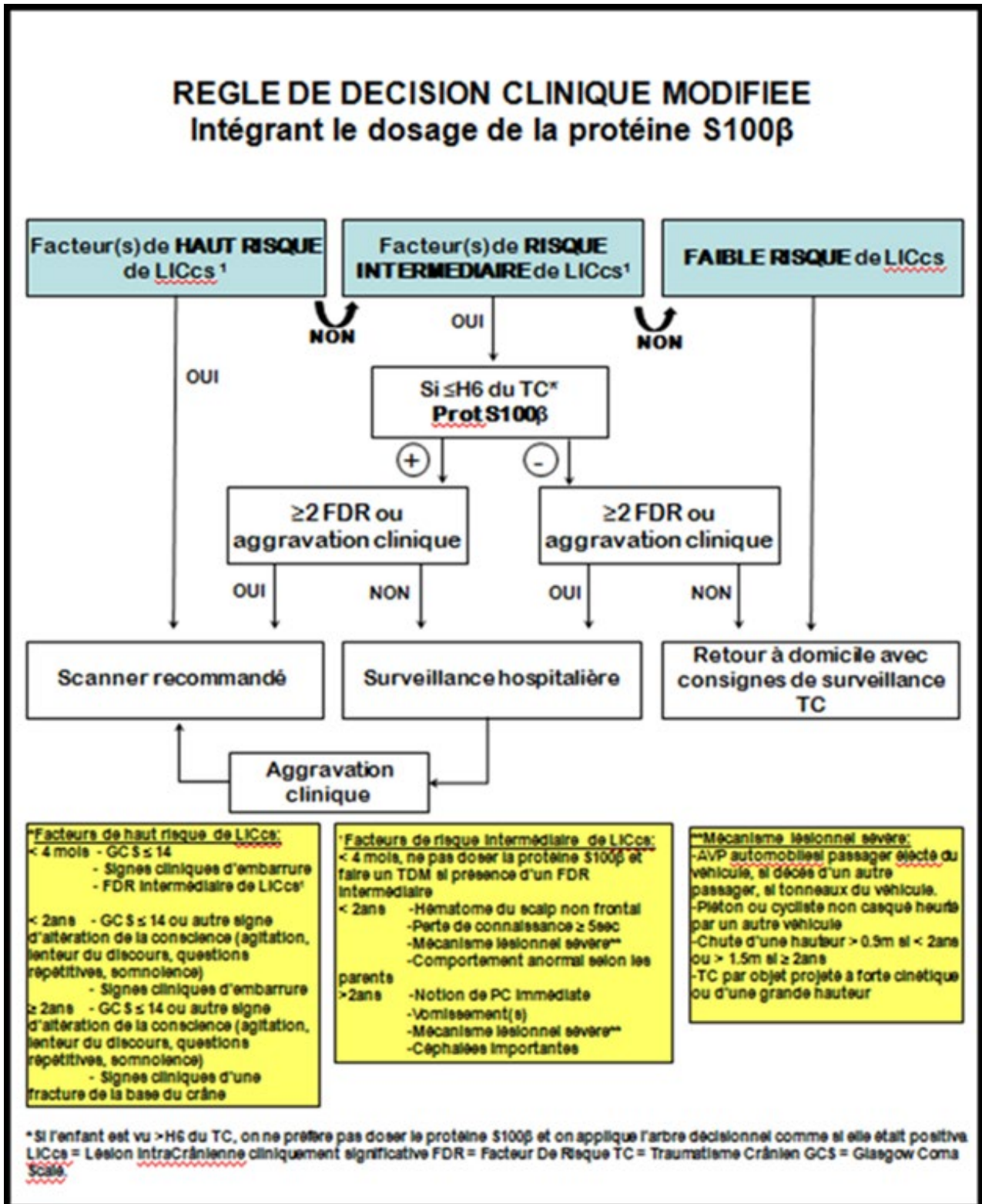


Annexe 2 : Protocole de prise en charge des TC aux urgences pédiatriques du CHU de CAEN de 2013 à 2017

Traumatisme crânien modéré	Traumatisme crânien grave
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Glasgow entre 12 et 13</li> <li>- Convulsions</li> <li>- signes de fracture de la base du crâne : hématome à l'avant de la mastoïde, rhinorrhée LCR, hématome en lunette, paralysie faciale</li> <li>- Possibilité de blessure cérébrale par enfoncement localisé du crâne</li> <li>- Polytraumatisme.</li> <li>- Suspicion de maltraitance.</li> <li>- Lésion cervicale connue ou fortement suspectée</li> <li>- Antécédents : coagulopathie, atcdt neurochirurgicaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Glasgow &lt; 12</li> <li>- Embarrure du crâne clinique</li> <li>- Fracture ouverte du crâne</li> <li>- asymétrie pupillaire ou signes d'engagement cérébral, signes d'hypertension intracrânienne (réflexe de cushing, augmentation du PC)</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Appel Réanimateur de garde GSM : 98 76 54</p>

**Traumatisme crânien mineur : Glasgow 14-15, Pas de signe des autres groupes de risque**

<u>Haut risque de lésion intra cérébrale :</u>		<u>Risque intermédiaire de lésion :</u>	<u>Bas risque :</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- vomissements (&gt;5 ou &gt; 6h après le TC)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- bombement de la fontanelle</li> <li>- signes de localisation neurologique</li> <li>- céphalées progressivement croissantes</li> </ul> </li> <li>- modification des reliefs osseux crâniens à la palpation.                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hématotympan, hématome péri orbitaire.</li> </ul> </li> <li>- Somnolence progressive, état de conscience ralenti                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- PC prolongée</li> </ul> </li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- vomissements (&lt;5)</li> <li>- HDM vague, amnésie circonstancielle</li> <li>- traumatisme à cinétique importante (plus d'un mètre, sur une surface dure)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- céphalées</li> <li>- hématome important du scalp</li> <li>- PC brève</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-asymptomatique 2 heures après le TC (même si un vomissement tout de suite après le TC)</li> <li>-Traumatisme à faible énergie (chute &lt; 1m)</li> </ul>
Scanner cérébral sans injection		Surveillance en UHCD 6 h après le TC Puis réévaluation	Retour à domicile avec consignes écrites
<u>Lésion intra cérébrale :</u> Appel du neurochirurgien de garde (98.74.11) surveillance en hospitalisation pendant 48h si pas d'intervention. Nouveau scanner avant la sortie	<u>Pas de lésion :</u> Surveillance 24 h en UHCD	<u>Si pas de nouveaux symptômes :</u> RAD avec consignes écrites  <u>Si persistance des symptômes ou nouveaux :</u> surveillance UHCD et discussion TDM cérébrale selon évolution	



Annexe 4 : Tableau présentant la répartition dans la population du sexe, de l'âge, de la stratification du niveau de risque de LICCs de la RDC du PECARN, des LIC, des mécanismes des TC des dossiers sans cotation de Glasgow.

Enfants sans cotation Glasgow (n=196)			
SEXE, n (%)*		LIC, n (%) (total=27)(*)	
Filles	71 (36)	Hémorragie/contusion/pétéchie cérébrale	5 (18,5)
Garçons	125 (64)	HED	4 (11)
AGE (mois)**		HSD	7 (8)
Minimum - Mediane - Maximum	1 - 60 - 180	HSA	1 (3)
Moyenne (IC 95%)	69 (61 - 77)	Fracture	19 (51)
Coefficient of variation (%)	77,05	Mécanisme TC, n (%) (**)	
Niveau de risque de LICCs, n (%)***		Accident domestique	165 (84)
Haut risque de LICCs	35 (18)	Sport	28 (14)
Risque intermédiaire de LICCs	152 (77,5)	AVP	3 (2)
Faible risque de LICCs	9 (4,5)	Mécanisme lésionnel sévère (***)	49 (25)

*A noter qu'aucune différence statistiquement significative n'a été retrouvée entre cette population et la population totale :*

\* test chi 2, résultat non significatif :  $p= 0.92$

\*\* test Mann-Whitney (test non paramétrique test Shapiro-Wilk:  $p<0.05$ ) résultat non significatif :  $p= 0.17$

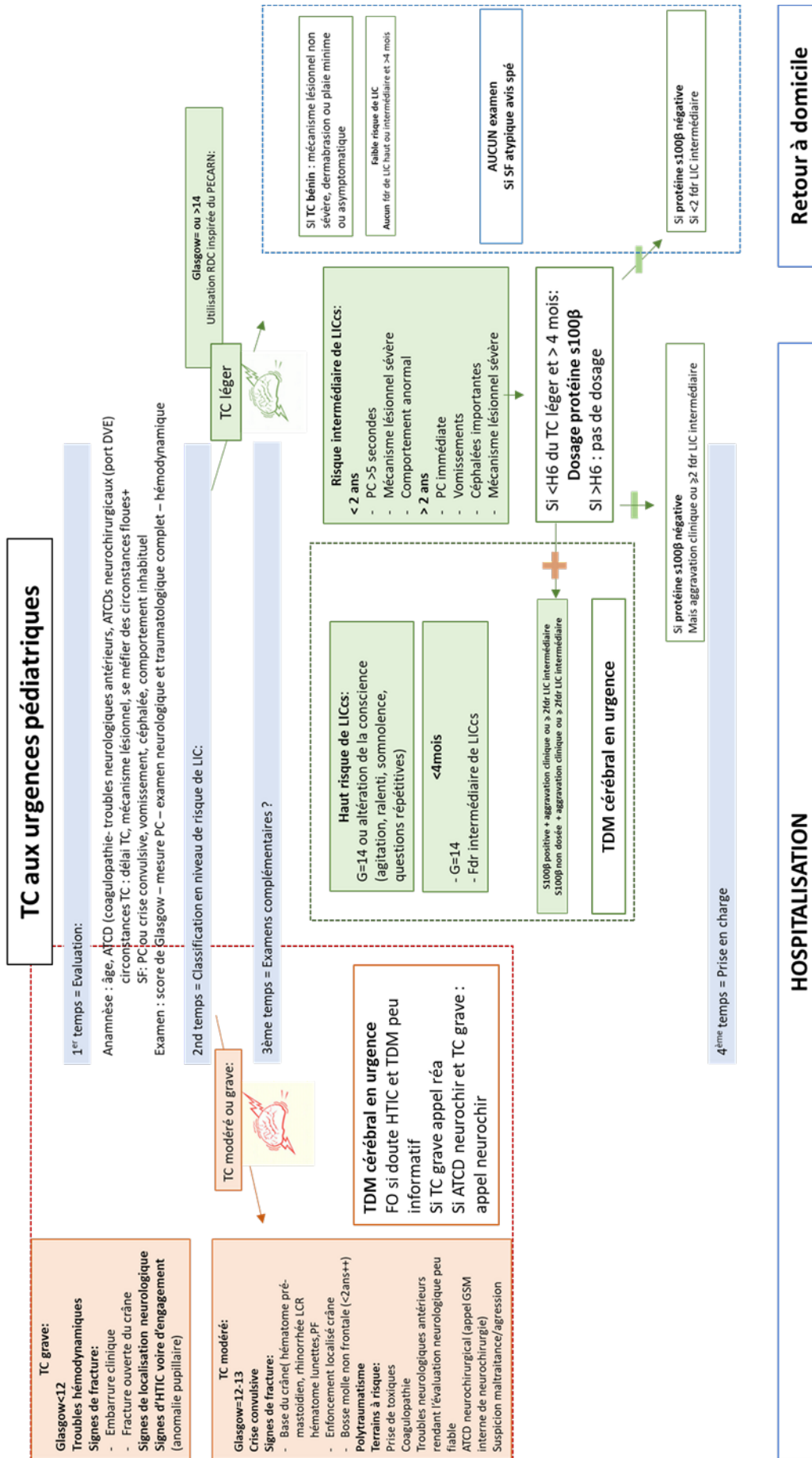
\*\*\* test Kruskal-Wallis, résultat non significatif :  $p= 0.30$

(\*) test chi 2, résultat non significatif :  $p= 0.89$

(\*\*) test Kruskal-Wallis, résultat non significatif :  $p= 0.27$

(\*\*\*) test chi 2, résultat non significatif :  $p= 0.90$

# Annexe 5 : Protocole de prise en charge des TC aux urgences pédiatriques proposé



**TC léger**

Glasgow= ou >14  
Utilisation RDC inspirée du PECARN:

**Haut risque de LICs:**  
 G=14 ou altération de la conscience (agitation, ralenti, somnolence, questions répétitives)  
 - G=14  
 - Fdr intermédiaire de LICs

**Risque intermédiaire de LICs:**  
 < 2 ans  
 - PC >5 secondes  
 - Mécanisme lésionnel sévère  
 - Comportement anormal  
 > 2 ans  
 - PC immédiate  
 - Vomissements  
 - Céphalées importantes  
 - Mécanisme lésionnel sévère

**Si <H6 du TC léger et > 4 mois:  
 Dosage protéine s100β  
 SI >H6 : pas de dosage**

**Si protéine s100β négative**  
 Mais aggravation clinique ou ≥2 fdr LIC intermédiaire

**TDM cérébral en urgence**

**Si protéine s100β négative**  
 Mais aggravation clinique ou ≥2 fdr LIC intermédiaire

**Si <H6 du TC léger et > 4 mois:  
 Dosage protéine s100β  
 SI >H6 : pas de dosage**

**Si protéine s100β négative**  
 Mais aggravation clinique ou ≥2 fdr LIC intermédiaire

**Si <H6 du TC léger et > 4 mois:  
 Dosage protéine s100β  
 SI >H6 : pas de dosage**

**Si protéine s100β négative**  
 Mais aggravation clinique ou ≥2 fdr LIC intermédiaire

**Si TC bénin : mécanisme lésionnel non sévère, déhiscence ou plaie minime ou asymptomatique**

**Faible risque de LIC**  
 Aucun fdr de LIC haut ou intermédiaire et >4 mois

**AUCUN examen**  
 SI SF atypique avis spé

**Si protéine s100β négative**  
 SI <2 fdr LIC intermédiaire

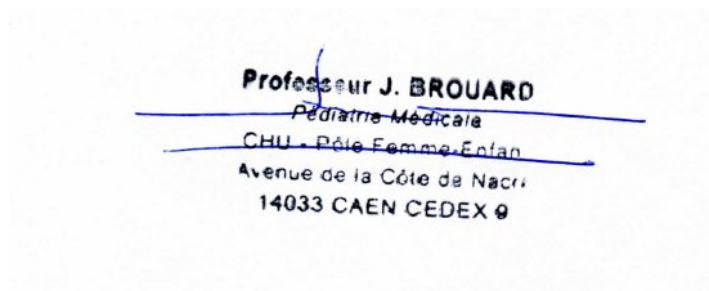
**HOSPITALISATION**

**Retour à domicile**

4<sup>ème</sup> temps = Prise en charge

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

VU, le Président de Thèse



VU, le Doyen de l'UFR Santé

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

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

Le Doyen

ANNEE DE SOUTENANCE : 2019/2020

NOM ET PRENOM DE L'AUTEUR : MARIETTE Hélène

TITRE DE LA THESE EN FRANÇAIS :

Comment optimiser le recours au scanner cérébral dans les traumatismes crâniens légers aux urgences pédiatriques ?  
L'intérêt d'un protocole inspiré de la règle de décision clinique du « Pediatric Emergency Care Applied Research Network » (PECARN).

RESUME DE LA THESE EN FRANÇAIS :

Contexte : Les traumatismes crâniens légers (TCL) sont fréquents et peuvent être associés à des lésions intracrâniennes (LIC) avec un risque non nul de morbi-mortalité. L'examen de référence pour faire le diagnostic de LIC est le scanner cérébral. L'utilisation de cet examen diagnostique doit cependant être justifiée et équilibrée au risque de tumeur solide et de leucémie associée à son irradiation. Des règles de décision clinique (RDC) comme celle réalisée par N Kupperman au nom du « Pediatric Emergency Care Applied Research Network » (PECARN) en 2009 ont pour objectif de mieux sélectionner la population à qui est réalisée un scanner cérébral pour TCL.

Objectif : Evaluer les performances diagnostiques dans la détection des LIC en cas de scanner pour TCL de la RDC du PECARN et du score de Glasgow.

Méthode : Les enfants ayant reçu un scanner cérébral dans les 24h suivant un TCL consultant aux urgences pédiatriques au CHU de CAEN de février 2015 à février 2019 ont été inclus.

Résultats : Les critères de haut risque de LIC de la RDC du PECARN et un Glasgow <15 ont respectivement une sensibilité de 37% (25%-51%) et de 4% (0,7%-20%) et une spécificité de 94% (90%-96%) et de 94% (89%-97%) pour une détection de LIC. L'indice de Youden, le coefficient Q de Yule et le khi-2 sont significatifs uniquement pour la RDC du PECARN. Le score de Glasgow n'était coté que dans 45,5% des dossiers.

Conclusion : Les critères de la RDC du PECARN semblent être supérieurs au score de Glasgow seul pour une détection de LIC en cas de scanner pour TCL. Un protocole inspiré du PECARN pourrait diminuer les indications de scanner cérébral pour TCL.

MOTS CLES : Traumatisme crânien, lésion intracrânienne, règle de décision clinique, scanner cérébral, enfant

TITRE DE LA THESE EN ANGLAIS :

How to limit the increasing CT (Computed tomography) use for children with mild traumatic brain injury (mTBI) in pediatric emergency ward?

Clinical decision rules (CDRs) similar to the PECARN CDR may hence indicate for CT in mTBI management.

RESUME DE LA THESE EN ANGLAIS :

Context: Mild traumatic brain injury (mTBI) is common in and is associated with considerable mortality and morbidity imputable to intracranial complications. The gold-standard investigation is computed tomography (CT), which reliably detects intracranial complications but is associated with radiation-induced malignancy. Clinical decision rules (CDRs) have been developed to stratify patients according to the risk of intracranial complication and hence indication for CT, such as N Kupperman's CDR in 2009 from the « Pediatric Emergency Care Applied Research Network » (PECARN).

Objective: Efficacy of PECARN CDR and Glasgow scale were investigated for predicting traumatic CT findings in infants who underwent CT for mTBI.

Methods: Records of children who were admitted to emergency ward and underwent CT imaging because of mTBI during a 4-year period were retrospectively reviewed.

Results: Sensitivities of PECARN CDR and Glasgow scale were 37% (25%-51%) and 4% (0,7%-20%) and specificities were 94% (90%-96%) and 94% (89%-97%) in detecting traumatic intracranial injury. Youden index, Q coefficient and Khi-2 were significant for PECARN CDR. Only 45,5% of reviewed records showed an evaluation of Glasgow scale.

Conclusions: Using PECARN CDR may offer a guide to TBI management, including a better selection of patients for CT scan compared to a single scale (Glasgow).

KEY WORDS: Mild traumatic brain injury, Intracranial complication, Computed tomography, Clinical decision rule, Infant, Child,