



**HAL**  
open science

**Prise en charge pré-hospitalière et hospitalière initiale  
des enfants traumatisés sévères hospitalisés en  
réanimation : données du “ trauma system ” du réseau  
nord-alpin des urgences**

Murielle Moine

► **To cite this version:**

Murielle Moine. Prise en charge pré-hospitalière et hospitalière initiale des enfants traumatisés sévères hospitalisés en réanimation : données du “ trauma system ” du réseau nord-alpin des urgences. Médecine humaine et pathologie. 2014. dumas-01075454

**HAL Id: dumas-01075454**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01075454>**

Submitted on 17 Oct 2014

**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.

## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il n'a pas été réévalué depuis la date de soutenance.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact au SICD1 de Grenoble : **thesebum@ujf-grenoble.fr**

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

[http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg\\_droi.php](http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php)

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

**UNIVERSITE JOSEPH FOURIER  
FACULTE DE MEDECINE DE GRENOBLE**

Année : 2014

N°

**PRISE EN CHARGE PRE-HOSPITALIERE ET HOSPITALIERE INITIALE DES  
ENFANTS TRAUMATISES SEVERES HOSPITALISES EN REANIMATION AU  
CHU DE GRENOBLE. DONNEES DU « TRAUMA SYSTEM » DU RESEAU NORD-  
ALPIN DES URGENCES.**

THESE  
PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE  
DIPLOME D'ETAT

**Mlle Murielle MOINE**  
Née le 08/05/1986 à Saint Martin d'Hères (38)

THESE SOUTENUE PUBLIQUEMENT A LA FACULTE DE MEDECINE DE GRENOBLE\*  
LE 09/10/2014

DEVANT LE JURY COMPOSE DE

Président du jury : M. le Professeur Thierry Debillon

Membres :

M. le Professeur Jacques Griffet

M. le Professeur Christian Piolat

M. le Dr Julien Brun

Mme le Dr Isabelle Wroblewski

Directeur de thèse : Mme le Dr Claire Jannel

*\*La Faculté de Médecine de Grenoble n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses ; ces opinions sont considérées comme propres à leurs auteurs.*

## REMERCIEMENTS

-A Monsieur le Professeur Debillon,

Vous me faites l'honneur d'accepter la présidence de cette thèse, je vous remercie pour vos conseils et vos enseignements tout au long de mon internat

-A Monsieur le Professeur Griffet

Vous me faites l'honneur de siéger à ce jury, veuillez trouver l'expression de mon profond respect

-A Monsieur le Professeur Piolat

Vous me faites l'honneur de siéger à ce jury, je vous en suis reconnaissante et vous remercie pour votre bienveillance et votre disponibilité dans le travail quotidien

-A Monsieur le Docteur Julien Brun

Vous me faites l'honneur de siéger à ce jury, je vous en suis reconnaissante et vous remercie d'apporter votre expertise critique au jugement de mon travail

-A Madame le Docteur Isabelle Wroblewski

Tu me fais l'honneur de siéger à ce jury, je te remercie de cela et également de tes enseignements, conseils et de ta disponibilité

-A Madame le Dr Claire Jannel

Je te remercie de ton accompagnement dans la réalisation de ce travail, de ton soutien, de ta disponibilité et de ton humour à toute épreuve

-A Monsieur le Dr François-Xavier Ageron

Je vous remercie de votre aide et de vos conseils dans la réalisation de ce travail et dans la compréhension du fonctionnement du TRENAU

-A l'ensemble des équipes médicales et paramédicales avec lesquelles j'ai eu la chance de travailler au cours de mon internat, notamment celles des services de pédiatrie du CH de Voiron, de réanimation pédiatrique et de réanimation néonatale du CHU de Grenoble, et à Cécile Gervasoni, pour son aide et son efficacité dans la recherche dans la base de données

-A mes parents et à mon frère pour votre soutien inconditionnel, votre souci de toujours faire au mieux pour nous.

-A ma famille, cousins, cousines, oncles, tantes, grands-parents, pour votre soutien et votre confiance, particulièrement à Caroline qui m'a un jour convaincue que « la P1 ça se faisait bien, il suffit de regarder un épisode d'Urgences le dimanche soir et ça repart ».

-A la famille Milu (a-k-a les Jouve) dans tout son ensemble, tout particulièrement les parents Milu pour leur bienveillance, leur gentillesse et leur dévouement à toute épreuve, les Ballotins et P'tits loups pour tous les bons moments passés, et Bullette bien sûr, notre mascotte depuis un an déjà!

-Aux deux pingouins, Anaïs et Julien, toujours présents, à l'écoute et prêts à nous accueillir sur leur petit bout de banquise, que de bons moments partagés et à venir !

-Aux amis, de longues de date ou plus récents, Béné et Aude, qui sont toujours là comme si les années ne passaient pas, et que j'ai toujours autant de plaisir à retrouver. Aux grenoblois, Sophie, Cécile, Guillaume, Bruno qui supportent nos humeurs de lendemains de gardes et sont toujours prêts à entendre nos débriefings autour d'un bon brunch ou d'un jeu... Aux stéphanois que j'ai appris à connaître Gregos et son sac de réa toujours à l'arrière dans le coffre, Rudy et ses talents de T-Rex, Damien et petit Maël les plus courageux, et Caro qui brille de là-haut...

-Aux amies de médecine, Lulu & Juju, Lisou, Anaïs, Angélique, que de chemin parcouru depuis les débuts, des amphes jusqu'à aujourd'hui, de révisions communes en orgies de sushis, de soirées réussies en voyages, des moments de vie souvent drôles, quelques fois improbables et malheureusement parfois tristes, chacune suit sa route, mais c'est toujours pour moi un plaisir de vous retrouver et de partager ces moments ensemble.

-A tous mes co-internes de pédiatrie, particulièrement ceux avec qui j'ai eu la chance de travailler pendant quelques semestres, Magalou Cigalou (a-k-a El Intubator) ma première co-interne et pas des moindres, Elodie avec qui on n'est jamais déçu et qui partage nombre de mes TOC, Angelina qui a tenté de m'apprendre à prendre du recul dans la vie, Laureline et ses entrechats dans les couloirs, Cloclo et les abricots, Cruello, Mélanie, Flavie, Julien, Marie-de-Paris, Cécile et tous les autres...

-A la super team de mes cointernes de médecine générale et Julie, ce stage dans le voironnais à vos côtés a été un plaisir, digadiguidiguigadou...

-Et bien sûr, enfin et avant tout à Tom-Tom, mon rocher pour le petit chapeau-chinois que je suis au milieu des vagues, mon support de chaque instant, qui efface le grouillaminage d'un claquement de doigt, comment imaginer tout cela sans toi ?

## Table des matières

<b>1. Introduction :</b>	<b>8</b>
1.1. Particularités épidémiologiques	8
1.2. Particularités physiopathologiques	9
1.2.1. Sur le plan respiratoire	9
1.2.2. Sur le plan cardio-vasculaire et hémodynamique	11
1.2.3. Sur le plan neurologique	11
1.2.4. Sur le plan néphrologique et hydro-électrolytique	12
1.2.5. Sur le plan de la thermo-régulation	12
1.2.6. Sur le plan lésionnel	13
1.3. Evaluation initiale des patients	16
1.4. Spécificités thérapeutiques	18
1.5. Organisation des soins	19
1.6. TRENAU	19
<b>2. Matériel et méthodes :</b>	<b>23</b>
2.1. Population étudiée	23
2.2. Source d'information et recueil des données	23
2.3. Variables recueillies	23
2.4. Traitement des données	24
<b>3. Résultats</b>	<b>25</b>
3.1. Analyse descriptive	25
3.1.1. Données relatives à la population	25
3.1.2. Données relatives à l'accident	26
3.1.3. Prise en charge pré-hospitalière	28
3.1.4. Prise en charge hospitalière initiale	41
3.1.5. Prise en charge en réanimation	46
3.1.6. Devenir	48
3.1.7. Patients décédés	50
3.2. Analyse des facteurs influençant durée de séjour en réanimation et devenir	53
3.2.1. Facteurs influençant la durée de séjour en réanimation	53
3.2.2. Facteurs influençant le devenir (Glasgow Outcome Scale)	55
<b>4. Discussion</b>	<b>58</b>
4.1. Analyse de la population étudiée	58
4.2. Analyse du type d'accident	58
4.3. Analyse du type de traumatisme	58
4.4. Analyse de la prise en charge	59
4.5. Patients décédés	61
4.6. Analyse des facteurs influençant le devenir (GOS)	62
4.7. Analyse des facteurs influençant la durée de séjour en réanimation	64

<b>5. Conclusion</b>	<b>67</b>
<b>6. Annexes</b>	<b>68</b>
6.1. Valeurs limites des paramètres physiologiques selon l'âge de l'enfant	68
6.2. GCS et CGS pédiatrique	69
6.3. Pediatric trauma score	70
6.4. Revised Trauma score	70
6.5. PRISM	71
6.6. Classification des lésions hépatiques	72
6.7. Classification des lésions rénales	72
6.8. Orientation des patients traumatisés graves au sein du RENAU	73
6.9. Carte représentant les centres hospitaliers appartenant au TRENAU	74
6.10. Fiches de recueil du TRENAU	75
6.11. Protocole de prise en charge des patients traumatisés pédiatriques au déchoquage du CHU de Grenoble	78
<b>7. Références bibliographiques :</b>	<b>83</b>
<b>8. Serment d'Hippocrate</b>	<b>88</b>

## ABREVIATIONS

ACR : arrêt cardio-respiratoire

ACSOS : agressions cérébrales systémiques d'origine secondaire

AIS : abbreviated injury scale

AVP : accident de la voie publique

CRF : capacité résiduelle fonctionnelle

GCS : glasgow coma scale

GOS : glasgow outcome scale

HED : hématome extra-dural

HIV : hémorragie intra-ventriculaire

HSA : hémorragie sous-arachnoïdienne

HSD : hématome sous-dural

HTA : hypertension artérielle

HTIC : hypertension intra-crânienne,

IOT : intubation oro-trachéale

ISS : injury severity score

PAM : pression artérielle moyenne

PIC : pression intra-crânienne

PMO : prélèvement multi-organes

PPC : pression de perfusion cérébrale

PTS : pediatric trauma score

RTS : revised trauma score

SAMU : service d'aide médicale d'urgence

SMUR : service médicale d'urgence et réanimation

TRISS : trauma score – injury severity score

VL : véhicule léger

## RESUME

Objectif : Il existe peu de données concernant la prise en charge pré-hospitalière des enfants traumatisés sévères en France, il s'agit pourtant d'un temps essentiel. L'objectif de notre étude est de décrire la prise en charge pré-hospitalière et hospitalière initiale des enfants traumatisés sévères hospitalisés en réanimation au CHU de Grenoble dans le réseau Nord-Alpin des urgences et de décrire les facteurs influençant la durée de séjour en réanimation et leur devenir.

Matériel et méthodes : L'analyse des données a été réalisée de manière rétrospective à partir du registre du TRENAU (Trauma system du Réseau Nord-Alpin des Urgences), les informations concernaient la prise en charge pré-hospitalière et hospitalière initiale des patients traumatisés sévères (selon les critères de Vittel) âgés de 0 à 15 ans révolus hospitalisés en réanimation au CHU de Grenoble entre janvier 2009 et décembre 2011.

Résultats : 101 enfants traumatisés sévères ont été hospitalisés en réanimation, 39% victimes d'un accident de la voie publique, 32% d'un accident de montagne et 19% d'une chute de hauteur élevée. Le délai moyen de prise en charge pré-hospitalière était de 100 ( $\pm 40$ ) minutes. La lésion la plus fréquente (74%) était le traumatisme crânien (associé ou non à d'autres lésions), 7% des enfants sont décédés, ils présentaient tous un traumatisme crânien sévère. En analyse multivariée seuls l'âge du patient et la transfusion influençaient la durée de séjour en réanimation, en analyse univariée l'âge, la tachycardie, GCS pré-hospitalier, le GCS hospitalier initial, le PTS, l'ISS, le TRISS, le RTS, le PRISM, le grade pré-hospitalier et hospitalier initial, l'osmothérapie pré-hospitalière et initiale et la transfusion influençaient de manière significative le devenir selon le GOS.

Conclusion : La prise en charge des enfants traumatisés sévères dans le cadre du réseau de soins du TRENAU paraît satisfaisante sur de nombreux points (orientation précoce vers un centre de niveau adapté, délais de prise en charge), cependant certains éléments semblent perfectibles. Les résultats de notre étude pourraient servir d'axe de travail pour permettre une amélioration des pratiques (protocoles spécifiques pédiatriques).

Mots-clés :

Traumatisme sévère, Réanimation, Pédiatrique, Pré-hospitalier

## **1. Introduction :**

Les traumatismes graves de l'enfant représentent une pathologie relativement rare, les enfants représentent 15% de la population des traumatisés en France (1) et l'incidence des traumatisés graves est de 7.7 pour 100000 enfants.(2)

Ces traumatismes graves sont responsables du tiers de la mortalité infantile, et les séquelles et handicaps qui en découlent sont loin d'être négligeables.

Il existe peu de données sur la prise en charge pré-hospitalière et hospitalière initiale de la population pédiatrique des patients traumatisés graves en France. En effet, contrairement à certains pays anglo-saxons et américains, il n'existe pas de registre national répertoriant ces cas.(3,4)

De plus l'enfant traumatisé sévère est différent de l'adulte, d'une part du fait d'une épidémiologie spécifique (étiologies des traumatismes différentes des adultes), et d'autre part du fait de particularités physio-pathologiques liées à l'âge de l'enfant, entraînant la nécessité d'une prise en charge spécifique (en fonction de celui-ci), que ce soit pour l'évaluation clinique ou la phase thérapeutique.(5)

L'objectif de notre travail est d'étudier la prise en charge pré-hospitalière et hospitalière initiale clinique et thérapeutique des patients traumatisés graves hospitalisés en réanimation au CHU de Grenoble, à partir des données du TRENAU, et de définir les facteurs de morbi-mortalité liés à cette prise en charge.

Pour ce faire, nous avons travaillé à partir des données recueillies par le TRENAU, « trauma-system » du réseau nord-alpin des urgences, qui centralise les données concernant les patients traumatisés dans l'arc alpin à partir de feuilles de recueil remplies par les équipes médicales et paramédicales dès la prise en charge du patient.

### **1.1. Particularités épidémiologiques**

Les traumatismes de l'enfant ne représentent que 15% de l'ensemble des traumatismes.

Ils représentent la première cause de mortalité chez l'enfant après un an et la troisième en dessous de 1 an, 80% des enfants traumatisés présentent un traumatisme crânien.(6)

Chez l'enfant 98% des traumatismes sont le fait de mécanismes fermés(7). Ils peuvent être le fait d'accidents de la vie courante (chute de grande hauteur, accidents de sports, chutes à domicile), d'accident de la voie publique (particulièrement piéton contre véhicule léger, cycles, ou lésions liées à des dispositifs de retenue comme la ceinture de sécurité) ou de traumatismes non accidentels dans un contexte de maltraitance, particulièrement chez l'enfant de moins de deux ans.(8)

Les étiologies majoritaires des traumatismes diffèrent en fonction de l'âge, ainsi en dessous de 2 ans les causes liées à la maltraitance sont plus fréquemment retrouvées, en âge préscolaire jusqu'à 5 ans les chutes de lieux élevés sont fréquentes, alors qu'après l'âge de 5 ans l'étiologie principale est surtout la traumatologie routière.(9)

Les traumatismes liés au sport sont également à prendre en compte dans les spécificités épidémiologiques, leur nombre étant accru ces dernières décennies, et plus particulièrement dans notre région où les traumatismes liés aux sports de montagne sont fréquents.(10–14)

## 1.2. Particularités physiopathologiques

### 1.2.1. *Sur le plan respiratoire*

Chez l'enfant, certaines particularités anatomiques au niveau des voies aériennes rendent la mécanique ventilatoire différente de celle de l'adulte et le contrôle des voies aériennes plus difficile.(15)

Tout d'abord le fait que la tête soit plus volumineuse et le cou proportionnellement plus court que chez le sujet adulte, la rigidité de l'épiglotte et sa longueur, ainsi que la relative macroglossie, et la position haut située et antérieure de la trachée rendent l'exposition au laryngoscope et l'intubation plus difficile.

La longueur relativement courte de la trachée entraîne un risque important d'intubation sélective ou d'extubation accidentelle.(16)

Enfin la souplesse des cartilages trachéaux et la présence d'une sous-glottite étroite entraînent des complications de type compression trachéale ou sténose sous-glottique plus fréquentes.

La mécanique ventilatoire de l'enfant présente des aspects qui entraînent une fragilité particulière de celui-ci, d'autant plus importante que son âge est jeune.

En effet les voies aériennes de l'enfant présentent des résistances élevées, particulièrement chez les nouveaux-nés et nourrissons, qui ont une respiration nasale et des voies aériennes supérieures de petit calibre. Ceci a pour conséquence un volume courant et une CRF bas (la CRF étant d'autant plus difficile à maintenir du fait d'une compliance thoracique élevée et d'une compliance pulmonaire basse, d'où le rôle essentiel des muscles respiratoires accessoires tels que les muscles intercostaux et la fatigabilité rapide liée au travail respiratoire élevé). L'espace mort important qui en résulte explique le manque de réserve, à l'origine d'une hypoxémie fréquente et précoce chez le sujet jeune.

Un autre élément spécifique à l'enfant (particulièrement au nourrisson et nouveau-né) à prendre en compte est la majoration possible de la détresse respiratoire par la distension gastrique, secondaire aux pleurs, cris, ou à la ventilation au masque, qui doit être évitée par l'évacuation du contenu gastrique par la pose d'une sonde oro- ou naso-gastrique.

Par conséquent la détresse respiratoire est fréquente chez l'enfant traumatisé sévère, les étiologies pouvant être liées aux lésions thoraciques ou extra-thoraciques (défaillance neurologique, abdominale, hémodynamique, atteinte des voies aériennes supérieures) et l'indication d'intubation naso- ou oro-trachéale (l'intubation naso-trachéale étant formellement contre-indiquée en cas de traumatisme du pôle céphalique) et de ventilation mécanique doit être large.(17,18)

Il n'existe pas de score unique permettant de porter l'indication d'intubation, mais l'on peut retenir comme critères reconnus la détresse respiratoire, l'état de choc réfractaire, le GCS inférieur à 8 ou la nécessité d'une sédation profonde et/ou d'une analgésie importante.

Chez l'enfant traumatisé il est recommandé dans ce cas d'utiliser une induction en séquence rapide (sauf en cas d'arrêt cardio-respiratoire ou d'intubation difficile) par Kétamine ou Etomidate et Célocurine en vue de l'intubation, après stabilisation du rachis dans l'axe. L'entretien de la sédation par morphinique et benzodiazépines étant ensuite recommandé. La ventilation par la suite doit être réalisée en limitant les potentiels barotraumatismes et volotraumatismes.(19)

### *1.2.2. Sur le plan cardio-vasculaire et hémodynamique*

Chez l'enfant le débit cardiaque dépend en grande partie de la fréquence cardiaque, notamment du fait de la faible réserve contractile du myocarde.

Chez le nouveau-né la pression artérielle est un bon reflet de la volémie. En revanche chez le grand enfant, la pression artérielle peut se maintenir longtemps du fait de l'augmentation importante des résistances systémiques.

La volémie est estimée entre 90 et 100 mL/kg chez le nouveau-né, 80 mL/kg chez le nourrisson et 70mL/kg chez l'enfant plus grand.

L'hypovolémie s'installant plus rapidement que chez l'adulte, il est donc primordial de rechercher la tachycardie, qui est donc un des premiers signes d'hypovolémie, l'hypotension artérielle (signe de gravité), et les autres signes de choc que sont l'allongement du temps de recoloration cutanée, l'oligurie, les troubles de la conscience.(20)

La valeur minimale de la pression artérielle systolique minimale chez l'enfant entre 1 et 10 ans peut être approximée par la formule suivante :

$$\text{PA systolique (mm Hg)} = 70 + (2 \times \text{âge (années)})$$

En cas d'hypovolémie avérée le traitement par remplissage vasculaire (recommandations habituelles de 20 mL/kg de cristalloïdes, voire colloïdes et si nécessaire traitement par amines vasopressives) doit être débuté sans délai, afin d'éviter tout retard de remplissage.(21–23)

### *1.2.3. Sur le plan neurologique*

L'hypertension intracrânienne (HTIC) post-traumatique est plus fréquente chez l'enfant du fait d'une compliance inférieure à celle de l'adulte, entraînant une augmentation de la pression intra-crânienne (PIC) pour toute augmentation de volume intra-cérébral, et une plus grande difficulté de régulation de la pression de perfusion cérébrale (PPC). (PPC = PAM – PIC)(1)

#### *1.2.4. Sur le plan néphrologique et hydro-électrolytique*

L'immaturation rénale notamment chez le nouveau-né et nourrisson peut être responsable de troubles hydro-électrolytiques tels que la déshydratation sévère, l'hyponatrémie et l'hypoglycémie dans les conditions de stress que sont celles d'un traumatisme grave.

En effet, le seuil de réabsorption du glucose étant abaissé, il existe un risque de déshydratation par polyurie osmotique, la réabsorption tubulaire du sodium étant faible, le risque de pertes sodées importantes est à prendre en compte, de plus le pouvoir de concentration des urines étant bas, il existe un risque de déshydratation plus rapide.

Les besoins hydriques sont proportionnels aux besoins métaboliques et aux pertes insensibles. Il est donc essentiel de prendre en compte dans la prise en charge le fait que plus l'âge et le poids de l'enfant sont faibles, plus les besoins hydriques en mL/kg sont importants.

Il est donc nécessaire de prendre en compte les pertes insensibles qui peuvent être importantes, afin de réaliser une compensation rigoureuse des pertes hydro-électrolytiques, et de tenir compte de la potentielle modification des volumes de distribution des drogues qui découlent de ces phénomènes.

#### *1.2.5. Sur le plan de la thermo-régulation*

L'hypothermie peut avoir des conséquences délétères en cas de traumatisme grave, en effet elle peut entraîner une augmentation de la consommation en oxygène, de la fréquence des apnées, ainsi que des résistances artérielles pulmonaires et de la consommation en glucose.

L'enfant (en particulier le nouveau-né et le nourrisson), de par l'immaturation de sa thermogénèse et la déperdition thermique importante, est particulièrement à risque d'hypothermie.

Il est donc important de surveiller la température, d'éviter les pertes thermiques et de réchauffer le patient si nécessaire (couverture chauffante, réchauffage des solutés).

### 1.2.6. *Sur le plan lésionnel*

#### **-Lésions crâniennes**

Les contraintes biomécaniques du corps de l'enfant sont différentes de celles de l'adulte. En effet, le rapport du volume et du poids de la tête par rapport au volume et au poids du reste du corps est plus élevé chez l'enfant que chez l'adulte, ce qui explique une fréquence accrue des traumatismes crâniens.

Parmi les enfants traumatisés, 80% présentent un traumatisme crânien. Les traumatismes crâniens graves sont isolés dans 25 à 55% des cas et associés dans des contextes de polytraumatismes (dans 45 à 75% des cas).(6)

Par ailleurs, la musculature axiale squelettique du cou et du corps est peu développée chez l'enfant, entraînant une fréquence accrue de lésions liées aux phénomènes d'accélération et décélération. Le tissu cérébral est moins myélinisé que celui de l'adulte, d'où une fréquence accrue des lésions à distance de l'impact direct.

Les lésions les plus fréquentes sont les lésions axonales diffuses entraînant un œdème cérébral important et les lésions de cisaillement. Les hématomes sous-duraux et extra-duraux sont peu fréquents, mais peuvent être potentiellement graves et de diagnostic différé, notamment chez les nourrissons qui peuvent présenter des tableaux de choc hémorragique (importants sur de tels hématomes expansifs intra-cérébraux) avant même l'apparition de signes neurologiques.

Les lésions d'origines systémiques qui viennent se surajouter aux lésions cérébrales primaires peuvent être également particulièrement délétères. Il est donc particulièrement important de surveiller et prendre en compte les facteurs d'agressions cérébrales secondaires d'origine systémique (ACSOS) que sont l'hypotension artérielle, l'hypoxie (24), l'hypercapnie et l'hypocapnie, l'hyperthermie, l'hypoglycémie et l'hyperglycémie, l'hyponatrémie et les crises convulsives, et ce dès la prise en charge du patient traumatisé crânien sur les lieux de l'accident.(25–27)

Le monitoring de la PIC est recommandé, selon l'ANAES, pour tout traumatisme crânien grave avec GCS inférieur à 8 et présentant des anomalies au scanner cérébral, pour l'adulte comme pour l'enfant.(28,29)

Il est bien sûr important de noter, dans le contexte de patients traumatisés, que comme chez l'adulte, une plaie du scalp chez l'enfant peut être à l'origine d'une déperdition sanguine importante.

### **-Lésions abdominales**

Elles représentent 10 à 20% des traumatismes de l'enfant. Elles peuvent être présentes dans le contexte de polytraumatismes et sont en général dans ce cas liées à des phénomènes de décélération, ou de traumatismes isolés avec impact direct. Les lésions abdominales résultent la plupart du temps de traumatismes fermés.

Les traumatismes hépatiques et spléniques représentent 75% des traumatismes abdominaux, rénaux 15% et pancréatiques 35%. Il est à noter que les traumatismes d'organes creux sont liés dans la moitié des cas à des accidents de la voie publique mal ceinturés.

Les conséquences de ces traumatismes sont diverses, il peut s'agir de troubles métaboliques (hyperglycémie, troubles catécholaminergiques), d'hypovolémie, de troubles de l'hémostase, de gêne au travail diaphragmatique (par compression mécanique directe ou dans les suites de la constitution d'un épanchement intra-abdominal), de translocations bactériennes... Un épanchement abdominal du fait d'une lésion d'organe peut être à l'origine de l'augmentation de la pression intra-abdominale, pouvant mener à un syndrome du compartiment abdominal.

(30)

L'aide au diagnostic que sont la biologie et l'imagerie (TDM, échographie) est essentielle dans ces lésions.

Les lésions spléniques, fréquentes, sont en général parallèles à la segmentation, les lésions vasculaires majeures sont rares et un traitement conservateur est le plus souvent réalisé. Le risque d'infection pneumococcique est à prendre en compte dans ce type de lésions.

Les lésions hépatiques sont souvent associées aux lésions spléniques, elles sont définies par une classification en 5 stades (*cf annexe*). Elles peuvent survenir suite à un mécanisme d'écrasement direct et/ou à une décélération associée, l'hémostase se fait de manière spontanée dans la plupart des cas, cependant le risque d'hémopéritoine est à surveiller.

Les lésions rénales, classifiées selon 4 stades (*cf annexe*) sont rarement hémorragiques, en revanche il existe un risque de fibrose et de perte rénale secondaire ainsi qu'un risque d'HTA secondaire. En cas de lésion vasculaire la récupération est faible. Dans un contexte de traumatisme abdominal les lésions urétérales sont souvent de diagnostic différé et les lésions urétrales plutôt retrouvées en cas de traumatisme du bassin. Les lésions vésicales sont rares, mais en cas de rupture intra-péritonéale, il s'agit d'une urgence chirurgicale.

Les lésions pancréatiques sont rares, elles sont le fait d'un impact direct ou d'une fracture contre le rachis. Leur diagnostic est difficile, les marqueurs biologiques tels que l'amylase étant peu spécifiques.

Les traumatismes pelviens, souvent liés à des mécanismes d'écrasement, sont rarement à l'origine de lésions vasculaires chez l'enfant, et sont à l'origine de pertes hémorragiques modérées par rapport à l'adulte.

Les traumatismes abdominaux par décélération sont à l'origine de lésions tels que le « syndrome de la ceinture de sécurité », de hernies diaphragmatiques (exceptionnelles dans les cas de décélération majeures) ou de ruptures d'organes creux. Ces ruptures d'organes creux sont souvent de diagnostic différé et doivent être évoqués devant les mécanismes de l'accident. Ils peuvent être à l'origine de péritonites secondaires et les lésions sont en général situées au niveau du duodénum.

### **-Lésions thoraciques**

Elles représentent entre 5 et 12% des traumatismes de l'enfant, elles sont souvent associées à des lésions abdominales ou crâniennes, il s'agit la plupart du temps de traumatismes fermés (60 à 80% des cas).(31)

Chez l'enfant, la paroi thoracique présente une compliance élevée entraînant une flexibilité de la cage thoracique. De ce fait les contusions pulmonaires sont fréquentes, en revanche les lésions pariétales sont plus rares et lorsqu'elles existent, elles sont souvent le signe d'un traumatisme à haute cinétique. Le médiastin est plus mobile chez le sujet jeune, ce qui explique le peu de lésions des gros vaisseaux observées mais en revanche le potentiel retentissement hémodynamique de lésions thoraciques. (32)

Les épanchements gazeux (pneumothorax), liquidien (hémothorax) ou mixtes, résultant de lésions thoraciques, peuvent avoir un retentissement hémodynamique important, que ce soit par perte volémique importante ou mécanisme compressif. Il est nécessaire si tel est le cas de réaliser un drainage de l'épanchement en urgence.

Les lésions à type de contusion myocardique peuvent être asymptomatiques, et l'ECG ainsi que le dosage de troponines sanguines sont d'un grand intérêt pour le diagnostic.

#### **-Lésions rachidiennes**

Elles représentent une atteinte rare chez l'enfant, mais potentiellement grave (33) (notamment en cas de lésion du tronc cérébral, ou de lésion médullaire haute pouvant entraîner un risque de choc neuro-vasoplégique), il est donc important de réaliser une imagerie adaptée (IRM) en cas de mécanisme lésionnel pouvant faire évoquer une lésion rachidienne(34), d'autant plus que l'existence de lésions médullaires sans anomalie radiographique associée (spinal cord injury without radiological abnormalities : SCIROWA), est régulièrement décrite dans la population pédiatrique.(15)

#### **-Lésions osseuses**

Elles sont très fréquentes chez l'enfant, mais leur présence isolée met rarement en jeu le pronostic vital.

En effet contrairement à ce qui est observé chez l'adulte, les traumatismes pelviens, du bassin, ou encore les fractures fémorales entraînent rarement des pertes sanguines majeures.

Il est par contre important de prendre en compte le retentissement et la gêne fonctionnelle que peuvent entraîner ces lésions osseuses chez un enfant en période de croissance.

### **1.3. Evaluation initiale des patients**

Lors de la prise en charge d'un enfant traumatisé sévère, la première étape d'évaluation est primordiale(35), afin de stabiliser le patient et de traiter les défaillances vitales le plus rapidement possible, puis d'orienter celui-ci vers un centre de traumatologie pédiatrique à

niveau de soins adapté rapidement. On parle de « golden hour » ou phase post-traumatique initiale. Une prise en charge initiale optimale influence en grande partie le pronostic.(36)

Le modèle anglo-saxon « A-B-C-D-E » permet une évaluation clinique rapide et systématique(37) :

- « Airway » : Evaluation des voies aériennes et sécurisation si nécessaire
- « Breath » : Evaluation et prise en charge de la fonction respiratoire
- « Circulation » : Evaluation et prise en charge de la fonction hémodynamique et cardiovasculaire
- « Disability » : Evaluation de la fonction neurologique
- « Environment and Exposure » : Evaluation des facteurs de l'environnement potentiellement aggravants et correction de ceux-ci, évaluation des circonstances

Il est également important dans un contexte de traumatisme de connaître le mécanisme lésionnel précis et d'évaluer la cinétique de celui-ci. La haute cinétique d'un traumatisme est un facteur de gravité, permet de suspecter certaines lésions et de réaliser un premier « triage » pré-hospitalier.(38)

Il existe différents scores permettant en phase pré-hospitalière de réaliser une évaluation de la gravité clinique du patient (39) (et ainsi de réaliser un premier tri) :

-Le Glasgow Coma Scale (GCS) :*(cf annexe)* il permet une évaluation de la fonction neurologique, en quotant chez le grand enfant et l'adulte l'ouverture des yeux, la réponse verbale et motrice. Il est corrélé à la gravité des lésions et au risque de mortalité. Le score obtenu se situe entre 3 et 15, un score inférieur à 8 signe un traumatisme crânien grave.(40) Il existe une adaptation de ce score pour les jeunes enfants de moins de 5 ans.*(cfannexe)*(41)

-L'InjurySeverity Score (ISS) :*(cfannexe)*, calculé à partir de l'AbbreviatedInjuryScale (AIS), il évalue la gravité des lésions chez un patients polytraumatisés, il s'intéresse aux régions

suivantes : tête et cou, face, thorax, abdomen et pelvis, membres et bassin, peau et tissus sous-cutanés. Chaque item est coté de 1 (atteinte mineure) à 6 (atteinte maximale). Le score final est obtenu en réalisant la somme des scores des 3 régions les plus atteintes au carré. Un score supérieur à 25 est signe de gravité et supérieur à 32 est associé à un taux de mortalité élevé (6,7,42)

-Le Pediatric Trauma Sport (PTS) : (*cfannexe*) il s'agit d'un score permettant l'évaluation de la gravité d'un traumatisme chez l'enfant. Il prend en compte le poids, la pression artérielle systolique, l'état neurologique, l'état des voies aériennes, l'existence de fractures et de plaies ouvertes. Un score inférieur ou égal à 8 est signe de gravité, un score inférieur à 4 est prédictif de mortalité chez les enfants traumatisés sévères.(43)

-Le Revised Trauma Score (RTS) : (*cfannexe*) il est établi à partir de la pression artérielle systolique, du Glasgow Coma Scale et de la fréquence respiratoire. Il permet de calculer le TRISS, qui prédit un taux de survie, en le combinant avec l'ISS et en prenant en compte l'âge du patient.(44,45)

Il existe également des scores réalisés lors de la prise en charge hospitalière initiale permettant une évaluation du risque de mortalité :

-Le Pediatric Risk of Mortality (PRISM) : (*cfannexe*) il est établi à partir de la pression artérielle systolique, de la pression artérielle diastolique, de la fréquence cardiaque, du taux de bilirubinémie, de la calcémie, de la kaliémie, de la glycémie, du taux de bicarbonates sanguin, de la réaction pupillaire et du score de Glasgow. Il permet d'estimer un taux de mortalité prédictible chez l'enfant traumatisé sévère.(7)

#### 1.4. Spécificités thérapeutiques

Lors de la prise en charge d'un enfant il est également nécessaire de prendre en compte les spécificités thérapeutiques. Ainsi il est essentiel d'utiliser un matériel adapté (taille notamment) pour la prise des constantes, la pose de voie d'abord, la ventilation, l'intubation si nécessaire, et d'adapter les thérapeutiques au poids et à l'âge de l'enfant (paramètres de ventilation, repères de sondes d'intubation, pose de voie intra-osseuse rapide si échec de voie d'abord, posologie médicamenteuse...).(21,46,47)

### 1.5. Organisation des soins

Contrairement aux Etats-Unis, où la prise en charge des enfants traumatisés est filiarisée et organisée en « Trauma System » autour de structures spécifiquement dédiées à la prise en charge des traumatismes les « Trauma Center », voire « Pediatric Trauma Center »(3–5,48,49), en France, les enfants sont orientés selon l'évaluation de leur gravité initiale par l'équipe du SAMU, vers un centre hospitalier régional ne disposant pas forcément de structure d'accueil pédiatrique spécifique ou un centre disposant d'un déchoquage et/ou d'une réanimation pédiatrique. (26,28)

### 1.6. TRENAU

Le Réseau Nord Alpin des Urgences (RENAU) est composé de médecins urgentistes (le TRENAU étant la branche traumatologie du RENAU), il a pour but l'amélioration de la qualité des soins et l'uniformisation des pratiques et des prises en charge.

Il s'agit d'une fédération inter-hospitalière composée de 23 établissements de santé publics et privés du nord des Alpes françaises sur trois départements administratifs (Isère, Savoie et Haute-Savoie).

Depuis 2007, le Trauma System du Réseau Nord Alpin des Urgences (TRENAU) a été développé sur les bases d'un « Trauma System » afin de réaliser des procédures de prise en charge et de permettre une démarche d'évaluation grâce à une registre recueillant les données concernant les patients traumatisés inclus.

Les centres hospitaliers du réseau sont classés par niveaux de I à III en fonction du niveau de soins disponible dans chacun des établissements, ces niveaux sont explicités ci-dessous : (*cf annexe*).

**-Niveau I :**Service d'Urgences, anesthésie réanimation spécialisée, toutes spécialités chirurgicales, radiologie interventionnelle, moyens de transfusion massive 24h/24

**-Niveau II :**Service d'Urgences, anesthésie réanimation, chirurgie générale, radiologie conventionnelle (scanner), moyens de transfusion massive 24h/24

**-Niveau II embolisation :** Niveau II standard et radiologie interventionnelle 24h/24

**-Niveau II Neurologique :** Niveau II standard et possibilité d'évacuer un hématome extradural en urgence

**-Niveau III :** Service d'Urgence. Réalisation d'un bilan lésionnel complet (scanner corps entier injecté) 24h/24

Il est cependant important de noter que pour la population pédiatrique, seul le CHU de Grenoble dispose d'un service de réanimation pédiatrique.

Les patients sont inclus dans le registre s'ils présentent des critères de gravité selon la classification de Vittel, qui est explicitée ci-dessous :

**1. Gravité des paramètres physiologiques :**

Score de Glasgow < 13

Pression artérielle systolique < 90 mm Hg

Saturation capillaire en oxygène < 90%

**2. Intensité de la réanimation pré hospitalière :**

Recours à la ventilation artificielle

Remplissage > 1000 ml

Recours aux catécholamines

Recours à la transfusion pré hospitalière

Pantalon antichoc gonflé

**3. Eléments de cinétique :**

Ejection d'un véhicule

Projection

Autre passager décédé dans le même véhicule

Chute > 6 m

Victime projetée ou écrasée

Blast

Appréciation pré hospitalière du médecin sur place

#### **4. Gravité des lésions anatomiques :**

Traumatisme pénétrant au dessus des genoux et/ou des coudes, de la tête, du cou du thorax et de l'abdomen

Volet thoracique

Brûlure sévère (> 15% et/ou de la face et/ou des voies aériennes supérieures) suspicion d'inhalation de fumée

Hypothermie traumatique < 32°C

Suspicion de fracture instable du bassin

Suspicion d'atteinte médullaire

Amputation au niveau du poignet, de la cheville ou au dessus

Ischémie aigue de membre

#### **5. Gravité liée au terrain**

Age > 65 ans ou < 5 ans

Insuffisance cardiaque ou coronarienne

Grossesse (2e et 3e trimestre)

Trouble de la crase sanguine

Les patients sont ensuite triés selon les critères du TRENAU en trois groupes en fonction de leur gravité (Grade A, B ou C), ce qui permet leur orientation vers les différents établissements du réseau, en fonction du niveau de soins et du plateau technique requis par l'état du patient (*cf annexe*).

---

**Grade A : Patient instable**

---

PAS < 90 mm Hg malgré la réanimation pré hospitalière

Transfusion pré hospitalière

Détresse respiratoire et/ou ventilation mécanique difficile : SpO<sub>2</sub> < 90%

---

**Grade B : Patient stabilisé**

---

Détresse respiratoire stabilisée avec SpO<sub>2</sub> ≥ 90%

Hypotension corrigée

Trauma crânien avec score de Glasgow < 13 ou score de Glasgow moteur < 5

Trauma pénétrant de la tête, du cou, thorax, abdomen, et au dessus des coudes ou des genoux

Volet thoracique

Amputation, dégantage ou écrasement de membres.

Suspicion de traumatisme grave du bassin

Suspicion de traumatisme vertébro-médullaire

---

**Grade C : Patient stable**

---

Chute de plus de 6 mètres

Patient traumatisé victime d'une éjection, d'une projection, écrasement et/ou blast

Patient décédé et/ou traumatisé grave dans le même véhicule de l'accident

Patient victime d'un accident à haute cinétique selon l'appréciation de l'équipe pré-hospitalière

---

## **2. Matériel et méthodes :**

### **2.1. Population étudiée**

Nous avons réalisé une étude rétrospective incluant les patients traumatisés sévères, âgés de 0 à 15 ans révolus, inclus dans le registre du TRENAU (*cf ci-dessus*) et hospitalisés en réanimation au CHU de Grenoble.

Les patients étaient considérés comme traumatisés sévères s'ils présentaient les critères de Vittel (*cf ci-dessus*), qui définissaient également l'inclusion dans le TRENAU.

La période d'étude s'étendait de janvier 2009 à décembre 2011.

### **2.2. Source d'information et recueil des données**

Les données concernant la prise en charge pré-hospitalière, hospitalière initiale (notamment déchoquage) et hospitalière en réanimation ont été recueillies à partir du registre du TRENAU, réalisé à partir des fiches de recueil du TRENAU (*cf annexe*), remplies par les équipes médicales aux différents temps de la prise en charge. Les données complémentaires ont été collectées à partir des dossiers médicaux hospitaliers.

### **2.3. Variables recueillies**

Pour chaque patient, les données recueillies étaient les suivantes :

-Patient : âge, sexe, poids

-Accident : type de traumatisme, circonstances, intentionnalité, système de protection, lieu, période de l'année, période de la journée

-Prise en charge pré-hospitalière : grade (A, B, C), constantes physiologique, score de GCS, traitements (intubation, drainage thoracique, osmothérapie, transfusion, remplissage, utilisation d'amines), délais de prise en charge (délai d'arrivée du SMUR sur les lieux, délai de prise en charge pré-hospitalier, vecteur de transport utilisé)

-Prise en charge hospitalière initiale : lieu d'admission, constantes, traitements (idem ci-dessus), imagerie réalisée

-Le bilan lésionnel et le devenir : diagnostics, scores ISS, PTS, RTS, TRISS, chirurgie éventuellement réalisée, durée de ventilation mécanique, durée de séjour en réanimation, durée de séjour hospitalier, décès, lieu de sortie, score GOS.

#### 2.4. Traitement des données

Nous avons réalisé l'analyse rétrospective des données à l'aide des logiciels Excel® et R. Pour l'étude des facteurs influençant la durée de séjour en réanimation un modèle de Poisson a été utilisé, pour l'étude des facteurs influençant le devenir selon le GOS un modèle de Kruskal Wallis a été utilisé pour les données quantitatives, et le calcul des Chi 2 pour les données qualitatives.

### 3. Résultats

Les médianes sont décrites avec les valeurs du 1<sup>er</sup> et le 3<sup>ème</sup> interquartile, les moyennes avec leur intervalle de confiance à 95%.

#### 3.1. Analyse descriptive

##### 3.1.1. *Données relatives à la population*

Cent un patients ont été inclus dans notre étude. La population présentait une prépondérance masculine : avec 59 garçons (58%) et 42 filles (42%), ce qui est habituellement décrit dans la littérature.

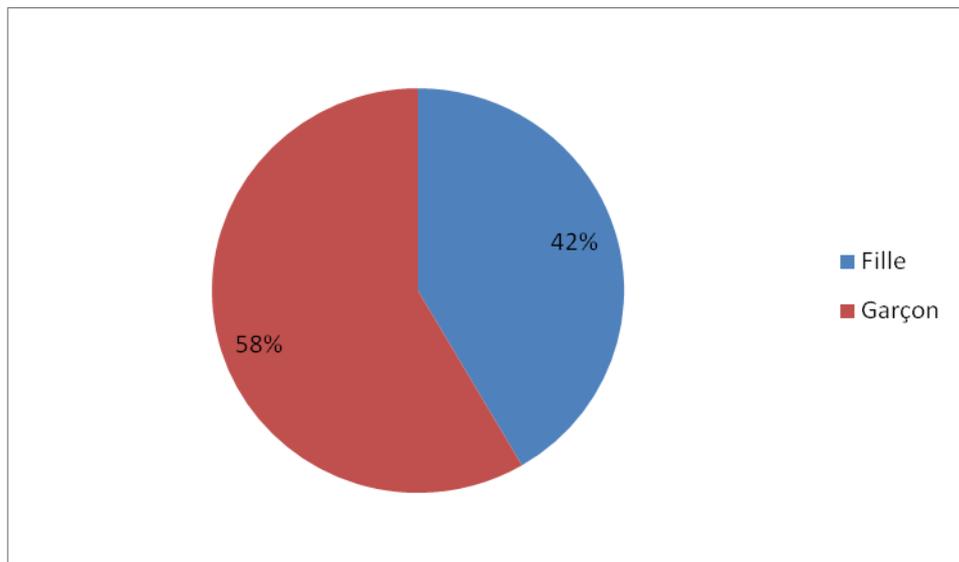
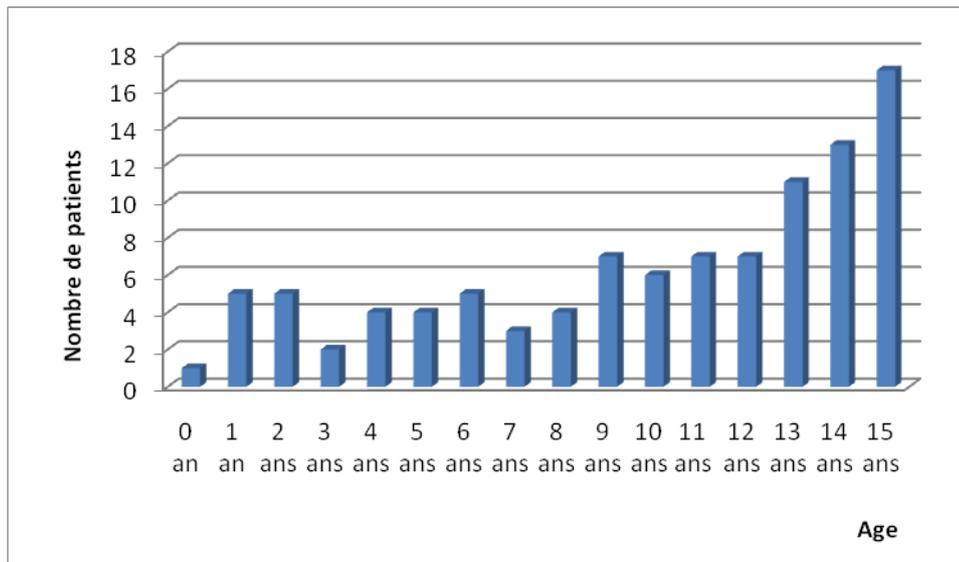


Figure 1 : Répartition par sexe des patients traumatisés sévère admis en réanimation

L'âge médian était de 11 [6-14] ans, l'âge moyen de 9,9 ( $\pm 4.54$ ) ans, on retrouve dans la répartition des âges (figure 2) une répartition présentant deux pics : à l'âge pré-scolaire et à l'adolescence.



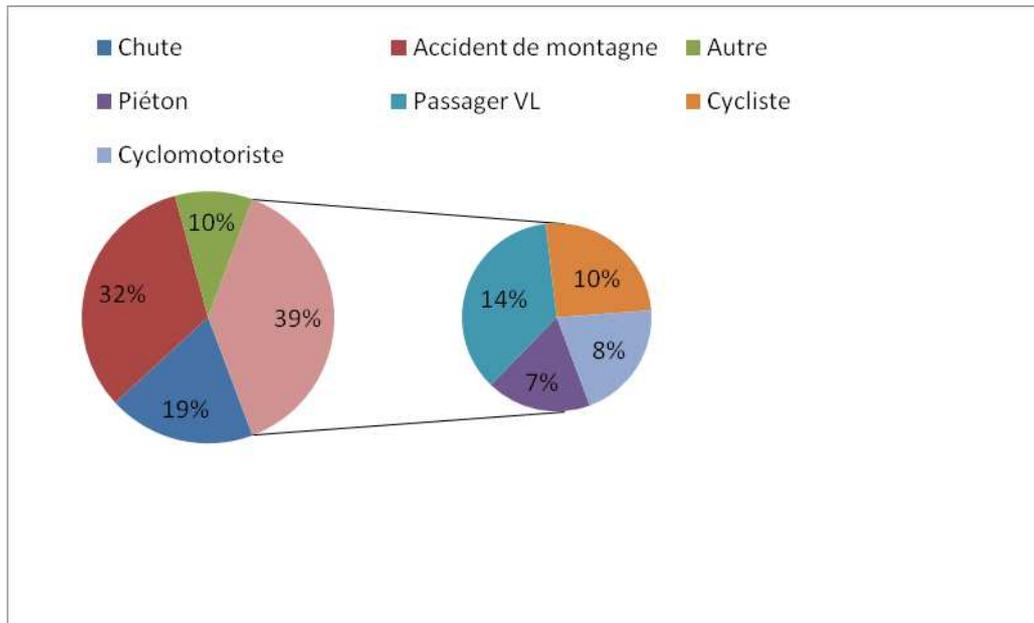
**Figure 2 :** Répartition par âge des patients traumatisés sévères admis en réanimation

### 3.1.2. Données relatives à l'accident

Les circonstances de l'accident ont été renseignées pour chaque patient : il s'agissait d'un accident de la voie publique (AVP) dans 39% des cas (n=38), d'une chute d'un lieu élevé dans 19% des cas (n=19), d'un accident de montagne dans 32% des cas (n=33), d'un autre mécanisme dans 10% des cas (n=10).

Parmi les patients victimes d'un AVP, 36% étaient passagers d'un véhicule léger, d'un poids lourd ou d'un bus (n= 14), 26% étaient cyclistes (n=10), 20% étaient cyclomotoristes (n=8) et 18% étaient piétons (n=7).

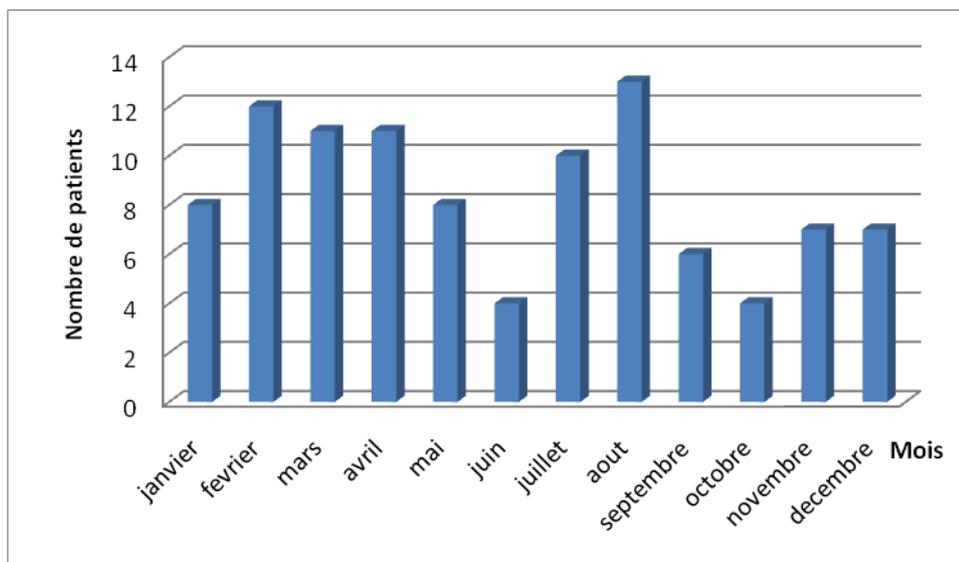
Parmi les accidents de montagne, 94% étaient liés à des accidents de ski, surf ou luge (n= 31), et 6% à un autre contexte (n = 2).



**Figure 3 :** Circonstances liées aux traumatismes sévères des enfants admis en réanimation

Dans la population étudiée, le traumatisme était pour 95 % des cas le fait d'un mécanisme fermé (n= 95) et dans 5% des cas d'un mécanisme pénétrant (n=6).

Nous retrouvons des taux élevés de traumatismes sévères aux périodes de vacances scolaires d'hiver et d'été, facilement expliqués par la localisation de notre centre, premier service de réanimation pédiatrique de recours pour les accidents survenant en montagne dans l'arc alpin. Les sports de montagne sont en effet plus particulièrement pratiqués à ces périodes.



**Figure 4 :** Répartition du nombre d'enfants traumatisés sévères en fonction du mois de l'année

Concernant la répartition en fonction de la période de la journée, nous retrouvons, comme cela a souvent été décrit dans la littérature, un pic d'incidence des traumatismes en fin d'après-midi, à l'heure de sortie des écoles (entre 16 et 18 heures).

En revanche en ce qui concerne les traumatismes de montagne seuls, la répartition se lisse sur la journée.

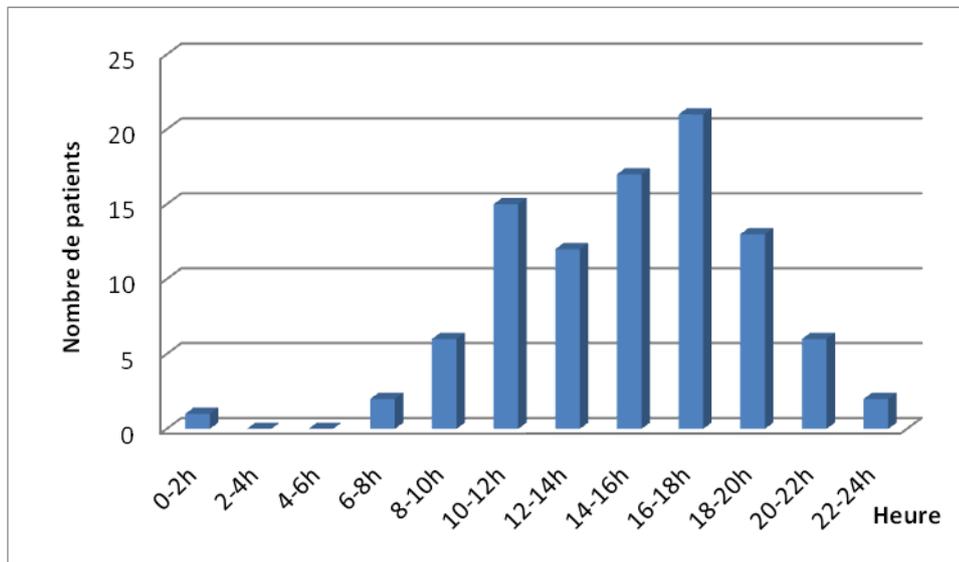
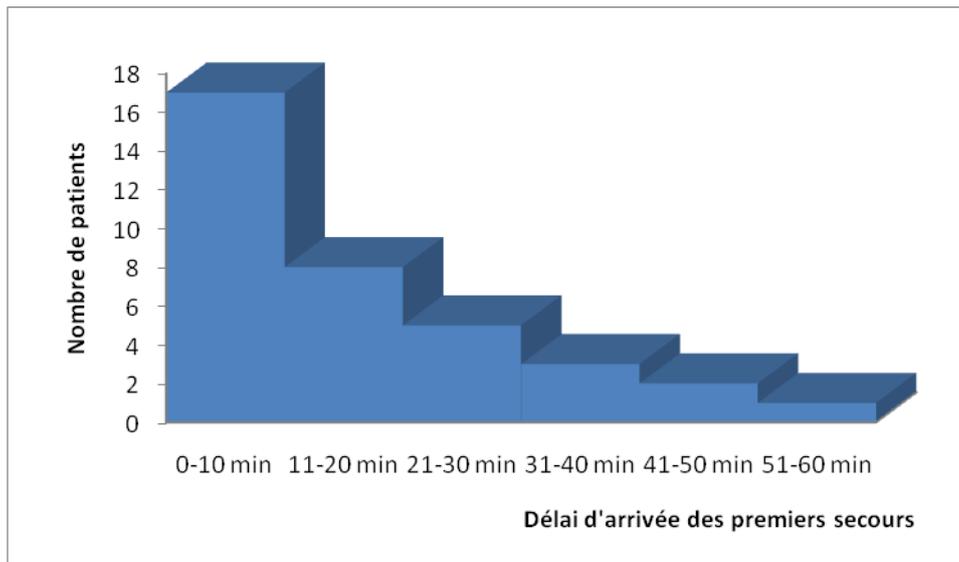


Figure 5 : Répartition du nombre d'enfants traumatisés sévères en fonction de la période de la journée

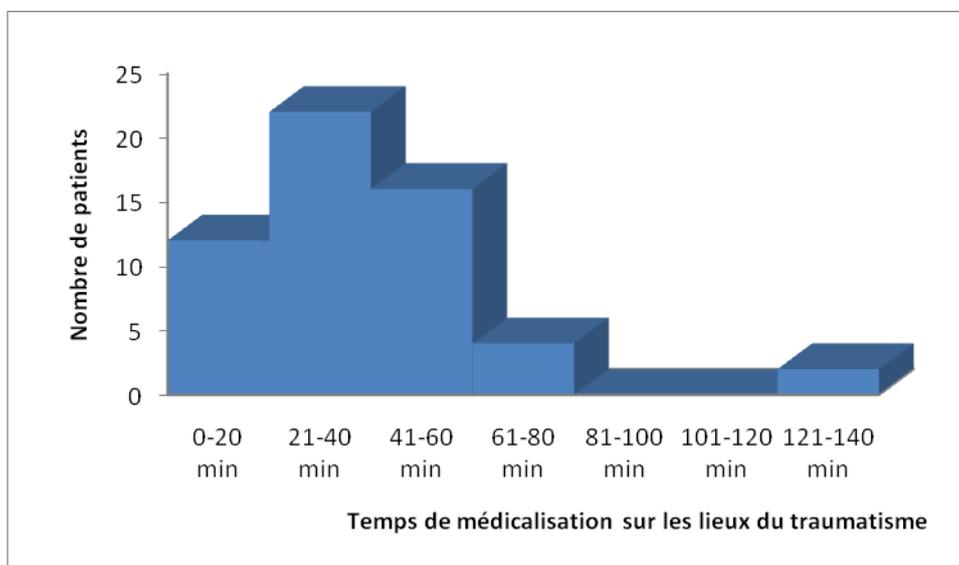
### 3.1.3. Prise en charge pré-hospitalière

Dans notre population, le délai moyen entre l'appel et l'arrivée des premiers secours était 16.3 ( $\pm 14.6$ ) minutes, le délai médian de 11 [5-22] minutes, les extrêmes allant de 0 à 60 minutes.



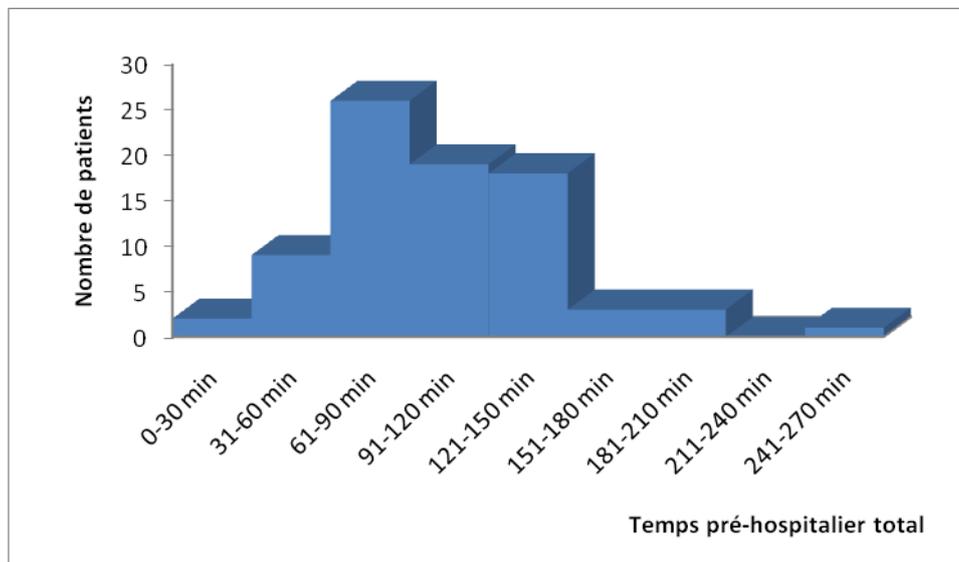
**Figure 6 :** Répartition des délais entre le premier appel et l'arrivée des premiers secours pour la prise en charge des enfants traumatisés sévères

La durée médiane de médicalisation sur les lieux de l'accident par l'équipe du SMUR était de 30 [21-47] minutes, la durée moyenne de 38 ( $\pm 25$ ) minutes, les extrêmes allant de 5 à 142 minutes.



**Figure 7 :** Répartition des durées de prise en charge sur les lieux de l'accident par l'équipe du SMUR

La durée totale de prise en charge pré-hospitalière (du premier appel à la prise en charge hospitalière) était en moyenne de 100 ( $\pm 40$ ) minutes, la médiane était de 97 [76-125] minutes, les extrêmes allant de 12 à 256 minutes.



**Figure 8 :** Répartition des durées de prise en charge pré-hospitalière totales des patients traumatisés sévères

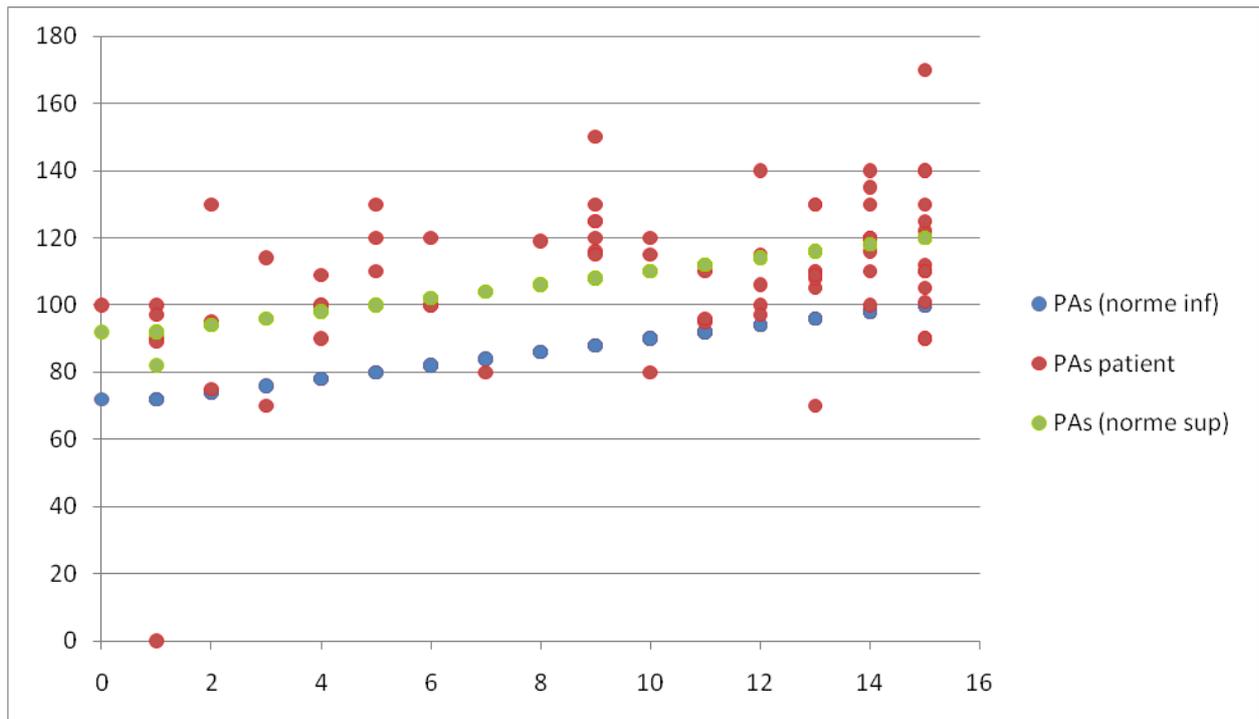
Le type de transport utilisé était soit routier dans 61 % des cas (n =62), soit hélicoptéré dans 29% des cas (n=29), le mode de transport n'était pas renseigné dans 10% des cas.

La plupart des transports étaient des transports médicalisés par les services du SMUR (91 %, n = 91), 7 patients ont été pris en charge par des équipes du SMUR non médicalisées (7%, n=7).

### 3.1.3.1. Etat clinique des patients

#### Pression artérielle

Dans notre population, 10 % des patients présentaient une hypotension lors de la prise en charge pré-hospitalière (n=10). L'hypotension ayant été définie par la formule suivante : PA systolique (mm Hg) < 70 + (2 x âge (années))



**Figure 9 :** Répartition des PAs (pressions artérielles systoliques en ordonnée, en mm Hg) des patients lors de la prise en charge initiale en fonction de l'âge (en années en abscisse)

### Fréquence cardiaque

Parmi les patients étudiés 32 % (n = 32) présentaient une tachycardie (en référence aux normes de fréquence cardiaque pour l'âge, *cf annexe*).

### Saturation

Les saturations à la prise en charge initiale des patients ont été relevées, la médiane était de 99% [96-100], la moyenne de 95 ( $\pm 13$ ).

Les saturations renseignées lors de la prise en charge des patients dans les dossiers étudiés étaient rarement prises en air ambiant, par conséquent ces résultats ne sont pas étonnants et peu informatifs.

### Fréquence respiratoire

Les fréquences respiratoires des patients lors de la prise en charge pré-hospitalière n'ont été relevées que chez 52 d'entre eux. Parmi ceux-ci, 8 présentaient une bradypnée et 7 une tachypnée (en référence aux normes pour l'âge, *cf annexe*)

### Score de Glasgow

Le score de Glasgow (GCS) était en moyenne de 11 ( $\pm 4$ ), la médiane était de 14 [11-15], avec des valeurs extrêmes allant de 3 à 15, 16 % des patients (n=16) présentaient un score strictement inférieur à 8, 69% un score supérieur à 8, ce score n'a pas été renseigné pour 16 des patients.

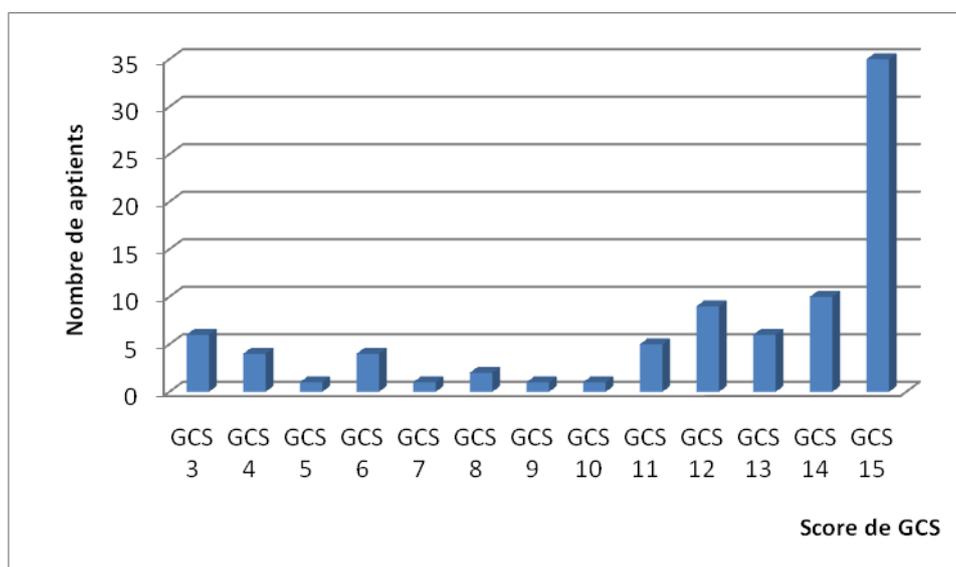


Figure 10 : Répartition des scores de Glasgow (GCS) des patients

#### **3.1.3.2. Bilan lésionnel**

Sur le plan lésionnel, 74 % des patients présentaient une atteinte au niveau du crâne (n=74), 26 % au niveau de la face (n= 26), 28 % au niveau de l'abdomen (n= 28), 41 % au niveau du thorax (n= 41), 8 % au niveau du rachis (n = 8), 5% au niveau du bassin et 42 % au niveau des membres (n= 42).

Parmi les patients ayant présenté un traumatisme crânien, 72% (n=53) présentaient d'autres lésions associées, 28% (n = 21) présentaient une atteinte crânienne isolée.

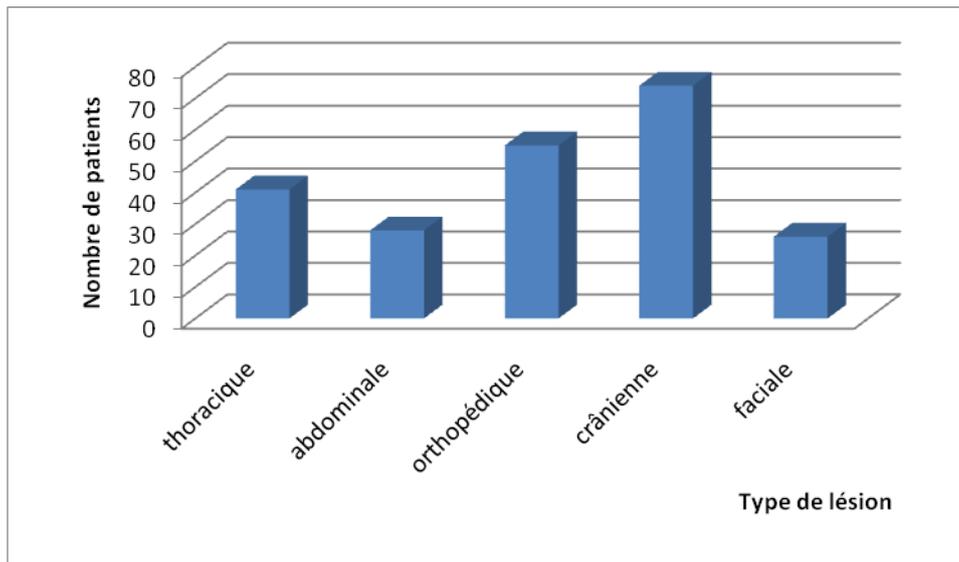


Figure 11 : Types de lésions chez les patients traumatisés sévères admis en réanimation

### Lésions neurologiques

Parmi les patients présentant une lésion au niveau du crâne, 15% présentaient un hématome extra-dural (n=11), 20% un hématome sous-dural (n=15), 13% une hémorragie sous-arachnoïdienne (n = 10) et 31% un hématome intra-cérébral (n=23).

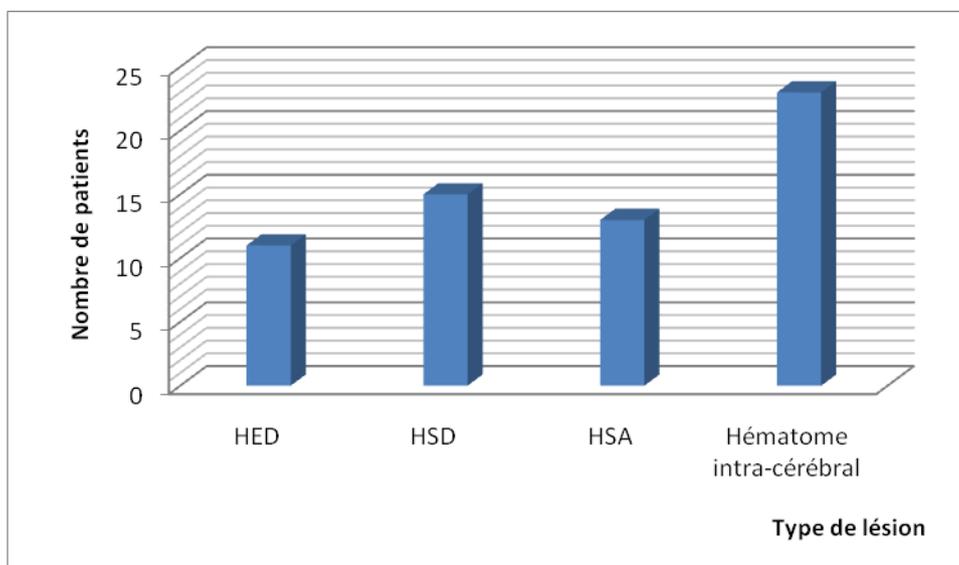


Figure 12 : Type de lésions chez les patients présentant une atteinte neurologique

### Lésions abdominales

Les lésions hépatiques, spléniques et rénales étaient les plus fréquentes dans notre population, respectivement 42% (n=12), 39% (n = 11) et 25% (n = 7), on retrouvait également un cas de lésion des voies urinaires, un de lésions des organes creux et deux des organes génitaux externes. Il n'a pas été décrit de lésion des organes génitaux internes, ni de l'aorte, ni de la veine cave inférieure.

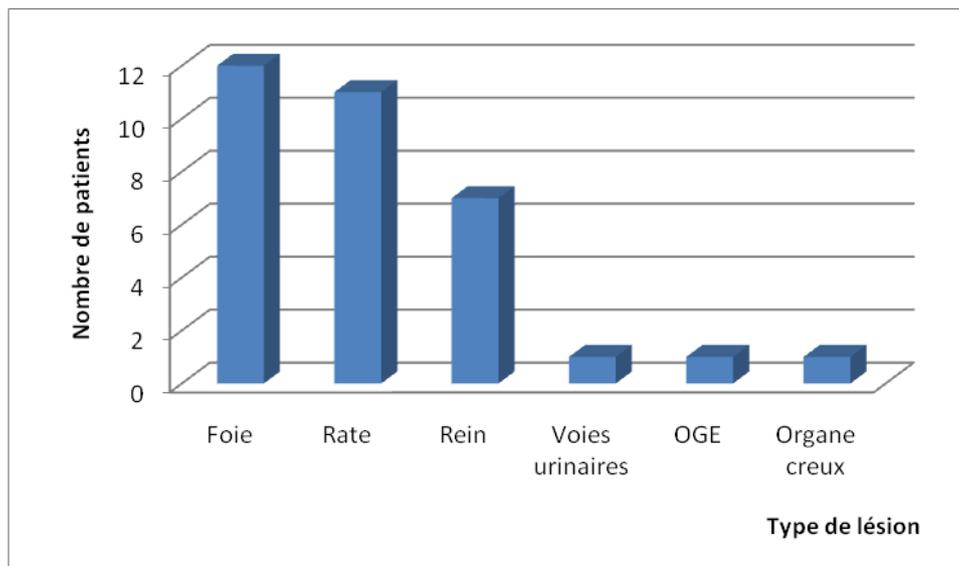


Figure 13 : Type de lésions chez les patients présentant une atteinte abdominale

### Lésions thoraciques

Concernant les lésions thoraciques, les atteintes les plus fréquentes étaient les contusions pulmonaires (56%, n = 23). On retrouvait ensuite les hémithorax et pneumothorax (34%, n = 14) et les fractures de côtes (7%, n = 3).

Aucune lésion aortique, du sternum ni de volet costal n'a été décrit dans notre population.

La répartition de ces lésions s'explique notamment du fait des particularités physiologiques de la cage thoracique de l'enfant qui ont été exposées dans l'introduction.

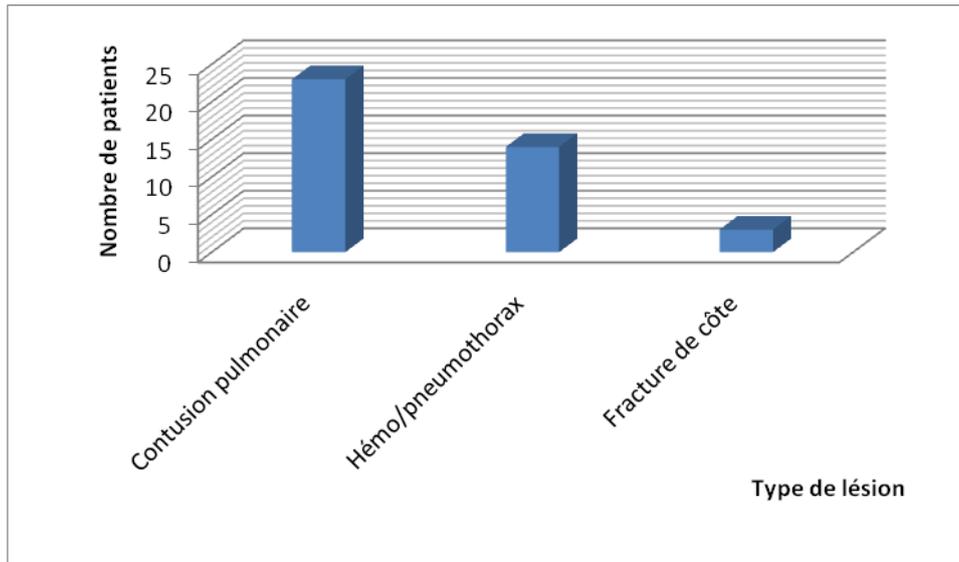


Figure 14 :Types de lésions chez les patients présentant une atteinte thoracique

### Lésions orthopédiques

Parmi les lésions orthopédiques, les lésions des membres étaient prédominantes (42% des patients) parmi lesquelles on retrouvait notamment 8 fractures du fémur (19%).

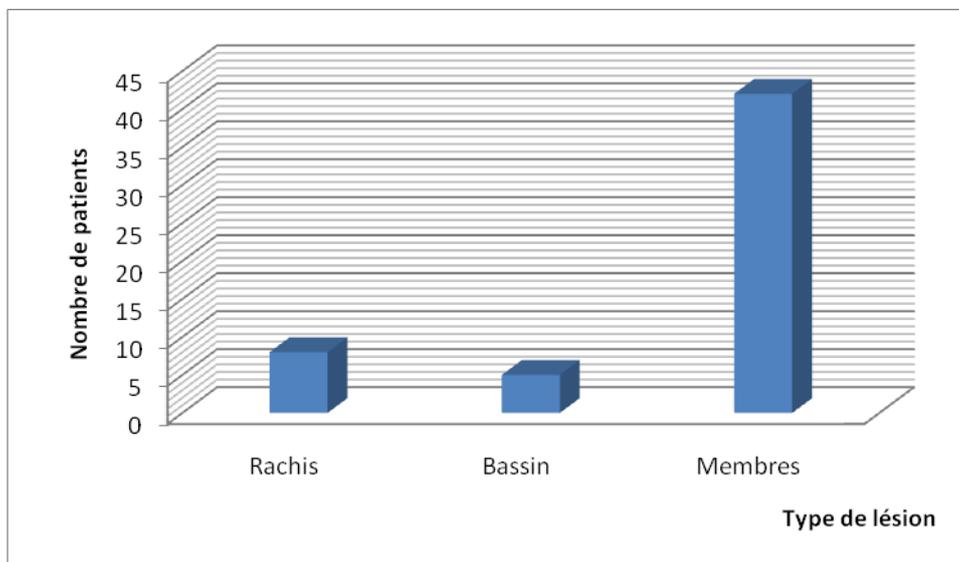


Figure 15 : Type de lésions chez les patients présentant une atteinte orthopédique

### 3.1.3.3. Critères de gravité

Les patients ont été triés selon les grades A, B et C du TRENAU. Lors de la prise en charge pré-hospitalière, 10% des patients ont été évalués grade A (n=10), 30% grade B (n=30), 36% grade C (n=36). Parmi ces patients, 24% n'ont pas été évalué selon ces grades.

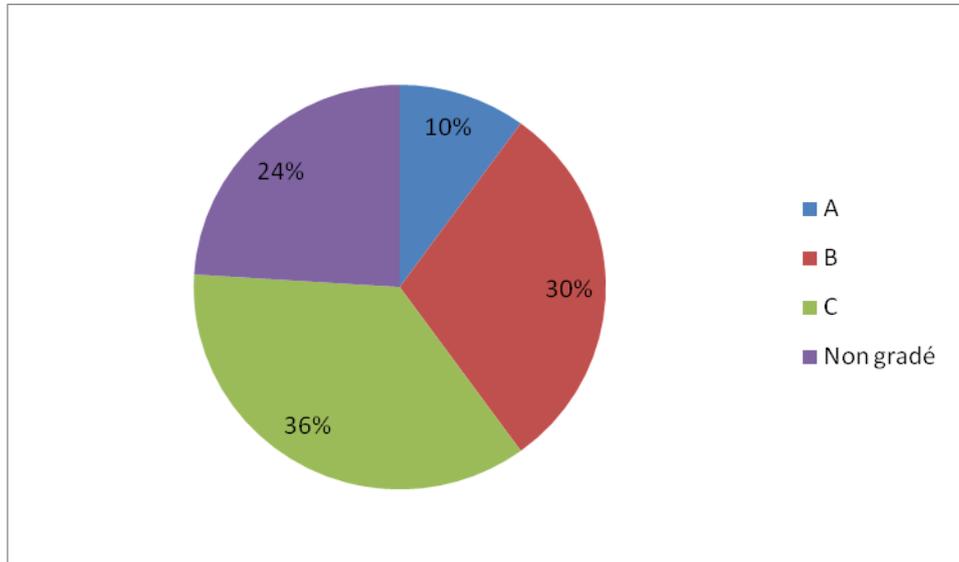


Figure 16 : Répartition des patients selon les grades A, B et C du TRENAU lors de la prise en charge pré-hospitalière

Le PTS a été calculé à postériori, le score médian était de 12 [11-12], le score moyen de 11 ( $\pm 1.79$ ), 1 % de la population présentait un score inférieur ou égale à 4 (n = 1), 7 % de la population avait un score inférieur ou égal à 8 (n = 7).

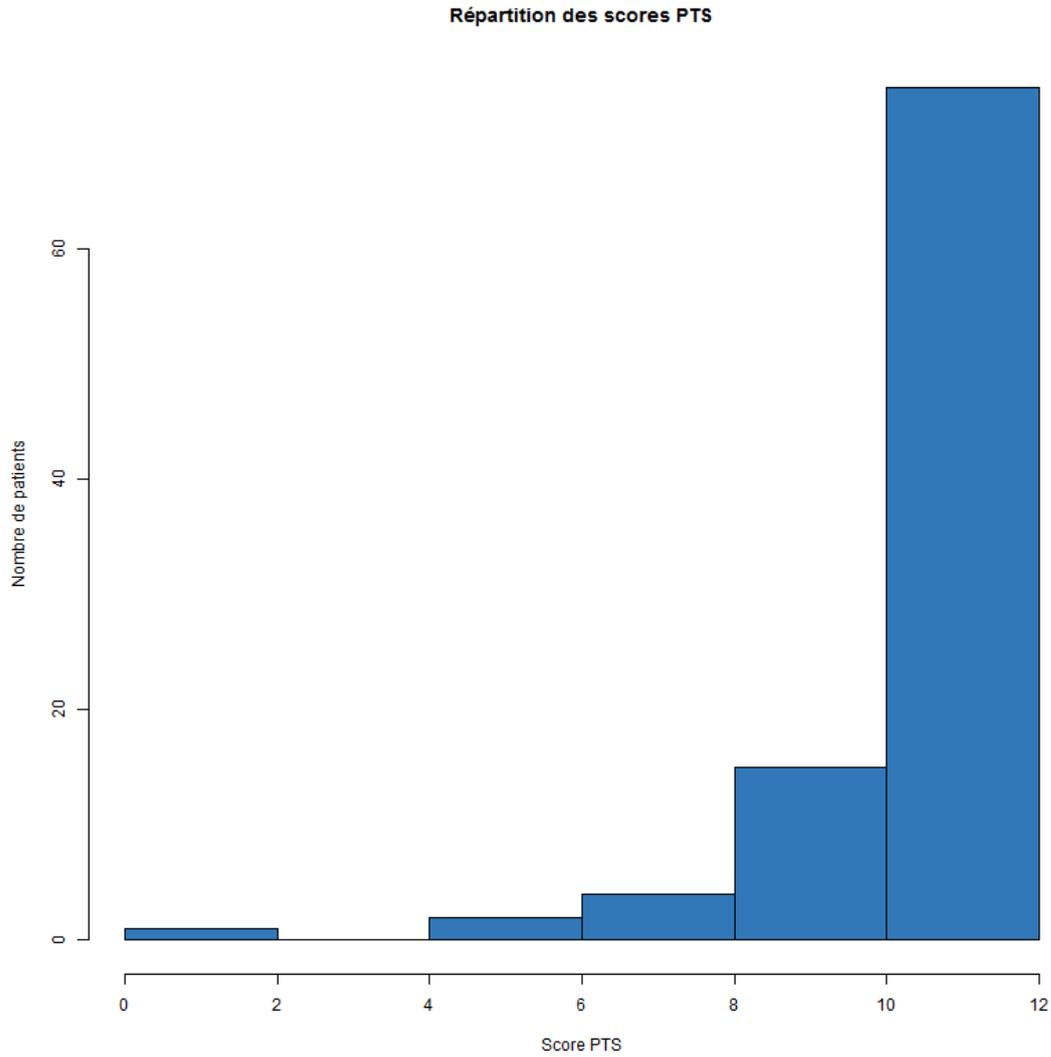
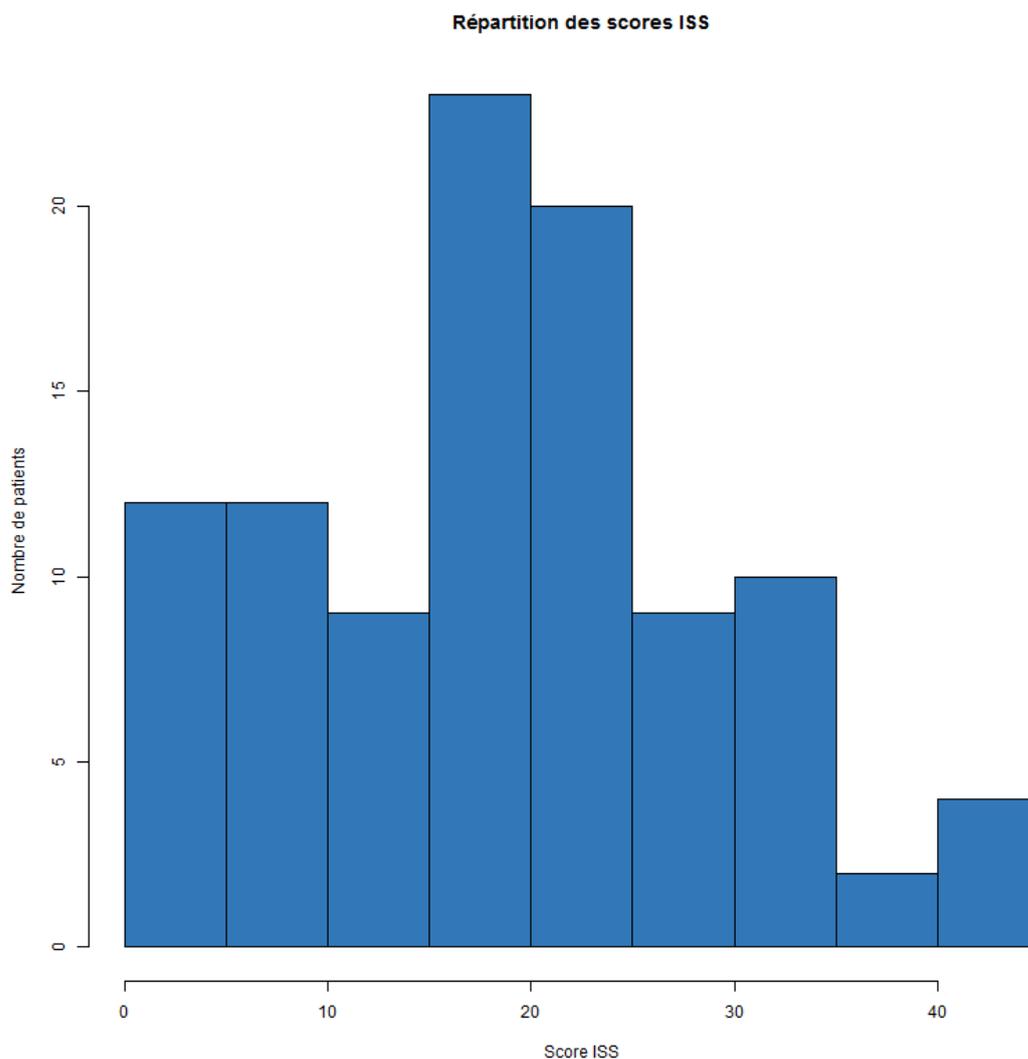


Figure 17 : Score PTS chez les patients traumatisés sévères

L'ISS moyen dans la population était de 19 ( $\pm 10$ ), la médiane était de 18 [12-25], 33% de la population présentait un score inférieur à 16 ( $n = 33$ ), 31% un score entre 16 et 24 ( $n = 31$ ), 21% un score entre 25 et 32 ( $n = 21$ ), 16% un score strictement supérieur à 32 ( $n = 16$ ).



**Figure 18 :** Scores ISS chez les patients traumatisés sévères

Les scores RTS et TRISS ont également été calculé à posteriori, il s'agit de scores de gravité prenant en compte la fréquence respiratoire, or cette variable n'a été renseignée que chez 52 des patients de notre population. Nous n'avons donc calculé ces scores que chez ces patients-là. Concernant le RTS la moyenne était de 6,9 ( $\pm 1.6$ ), la médiane de 7,8 [6,7-7,8], pour le TRISS la moyenne était de 0,93 ( $\pm 0,17$ ), la médiane de 0, 98 [0,95-0,99]. (Un score de RTS inférieur à 11 signe la nécessité de transfert en centre de traumatologie).

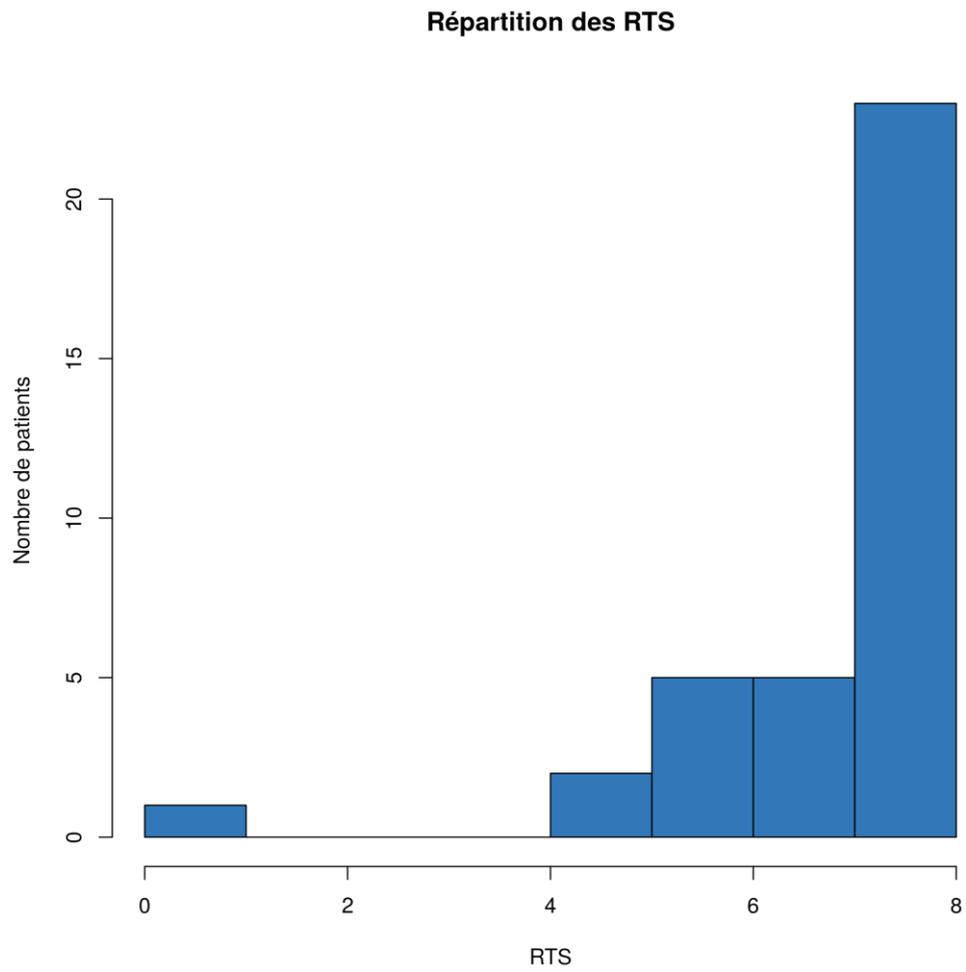


Figure 19 : Répartition des patients en fonction du RTS

### Répartition des scores TRISS

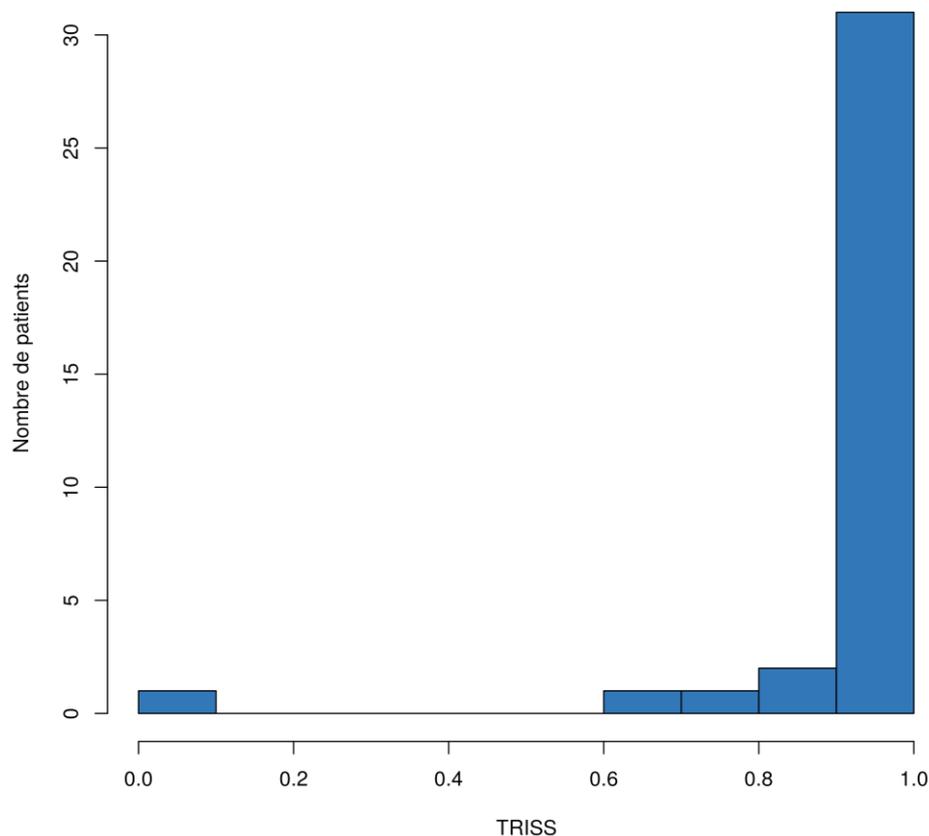


Figure 20 : Répartition des patients en fonction du TRISS

#### 3.1.3.4. Prise en charge thérapeutique

Dans notre population, 24 % des patients ont bénéficié d'une intubation oro-trachéale (n = 24). Il est à noter que parmi les patients présentant un GCS inférieur à 8 (indication formelle d'intubation) 81 % ont été intubé (n= 13).

Sur le plan hémodynamique, 54 % des patients ont bénéficié d'un remplissage (n = 54), en moyenne de 16 ( $\pm 11$ ) mL/kg et avec une valeur médiane de 12 [7-20] mL/kg, 9 % des patients ont bénéficié d'un support par amines vasopressives (n= 9), et 1 % des patients d'une transfusion sanguine (n= 1) (contexte de fracture fémorale déplacée associée à un traumatisme crânien modéré).

Dans notre population, 10% des patients étaient hypotendus à la prise en charge (n = 10), parmi ceux-ci 50 % ont bénéficié d'un remplissage (n = 5).

Sur le plan neurologique, 8 % des patients ont reçu une osmothérapie (n= 8).

Un seul patient (âgé de un an) a bénéficié d'un drainage thoracique en période pré-hospitalière.

#### 3.1.4. *Prise en charge hospitalière initiale*

##### Lieu d'accueil initial

Lors de la prise en charge hospitalière initiale, 7 patients ont été admis dans des centres hospitaliers de niveau II (Annecy, Chambéry, Sallanches, Voiron), 94 patients au centre hospitalier universitaire de Grenoble (centre de niveau I).

La figure 21 permet de visualiser le service d'accueil initial lors de la prise en charge hospitalière.

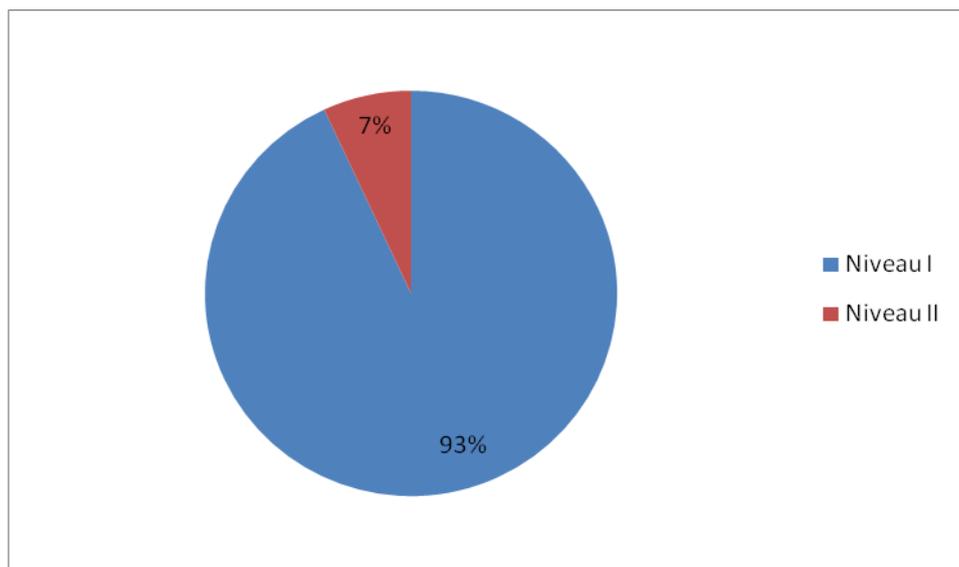


Figure 21 : service d'accueil initial lors de la prise en charge hospitalière des patients

Tous les patients de notre étude ont été pris en charge au déchoquage du CHU de Grenoble, soit par admission directe après la prise en charge pré-hospitalière, soit après transfert du CH initial.

Quatre-vingt huit patients ont été hospitalisés en réanimation pédiatrique et 13 en réanimation adulte (neurochirurgicale, cardio-vasculaire ou polyvalente).

## Imagerie

En fonction de leur bilan lésionnel initial, les patients ont bénéficié de différents types d'examens d'imagerie (radiographies thoraciques, radiographies du bassin, « fast-échographies », TDM cérébrales ou « body-TDM »). La répartition des différents examens est décrite dans le tableau 1.

Dans notre population 96 patients ont bénéficié d'au moins un examen d'imagerie : 83 ont bénéficié d'une « body-TDM », 11 d'une TDM partielle, 32 d'une « fast-échographie », 33 de dopplerstranscrâniens, 9 d'une radiographie du bassin, 17 d'une radiographie thoracique et d'une échographie abdomino-pelvienne.

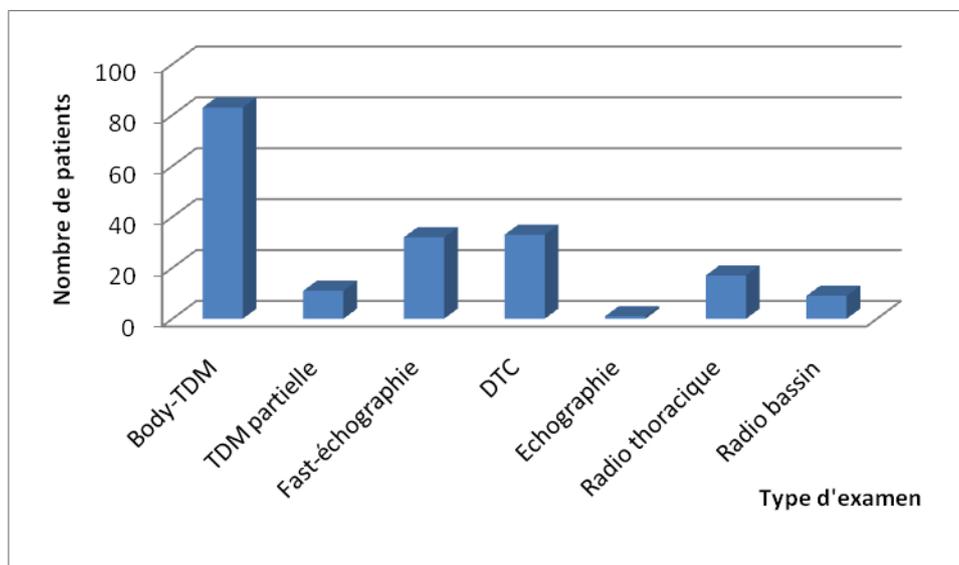


Figure 22 : répartition des différents examens d'imagerie lors de la prise en charge hospitalière initiale

Concernant les patients ayant bénéficié d'une TDM, le délai médian entre l'arrivée au centre hospitalier et la TDM était de 30 [15-45] minutes, le délai moyen de 43 ( $\pm 62$ ) minutes, avec des valeurs extrêmes allant de 0 à 469 minutes.

## Délai de prise en charge

Le délai médian de prise en charge au déchoquage avant hospitalisation ou transfert au bloc opératoire était de 3 heures [1-3] heures, la moyenne de 1.7 ( $\pm 2.8$ ) heures.

### Prise en charge thérapeutique

Comme vu ci-dessus, 24 patients ont été intubé durant la prise en charge pré-hospitalière. A l'arrivée au centre hospitalier, 11 patients supplémentaires ont bénéficié d'une intubation oro-trachéale (11%), il est à noter que parmi les 21 patients présentant un GCS inférieur à 8 l'arrivée au CH (indication formelle d'intubation) 85 % (n= 18) ont été intubé soit en pré-hospitalier soit à leur arrivée au déchoquage.

Sur le plan hémodynamique, 19 % des patients ont bénéficié d'un support par amines vasopressives (n= 19), et 13 % des patients d'une transfusion sanguine (n= 13).

Sur le plan neurologique, 13 % des patients ont bénéficié d'une osmothérapie (n= 13), parmi ces patients 6 présentaient une mydriase bilatérale et 1 une anisocorie.

Parmi les patients, 6 ont bénéficié d'un drainage thoracique lors de la prise en charge au déchoquage.

### Geste chirurgical

Dans la population étudiée, 35% des patients (n= 35) ont bénéficié d'un geste chirurgical ou d'une embolisation vasculaire (13 craniectomies, 7 chirurgies de la face, 4 thoracotomies, 6 laparotomies, 23 chirurgies de membres, 3 chirurgies de bassin et 4 embolisations).

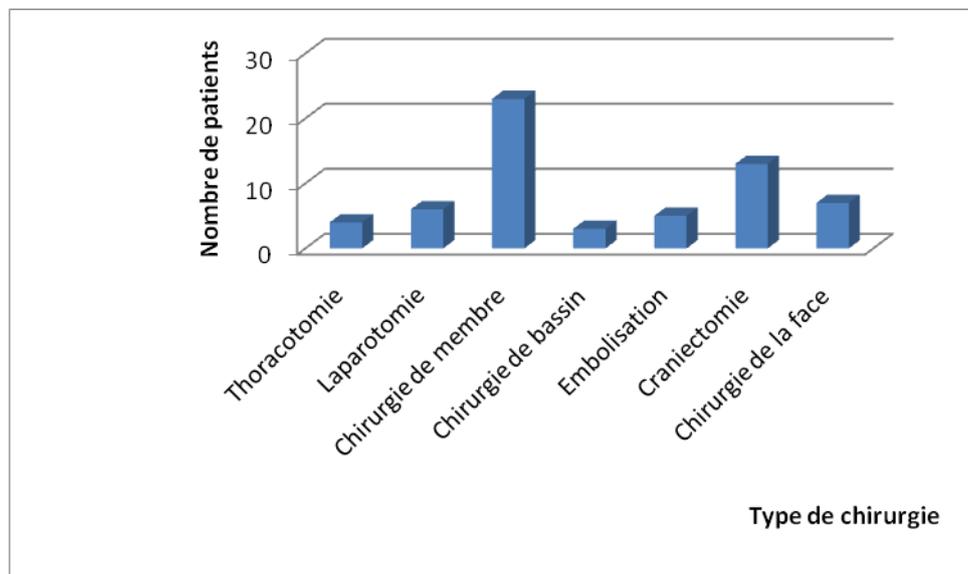


Figure 23 : Gestes chirurgicaux réalisés durant la prise en charge hospitalière initiale

Concernant ces gestes chirurgicaux, 28 ont eu lieu de manière immédiate (dans les suites immédiates de la prise en charge au déchoquage), et 7 de manière retardée (entre 12 heures et 4 jours après l'admission hospitalière).

Quatre patients ont bénéficié d'une embolisation : 3 dans un contexte de traumatisme rénal et 1 dans un contexte de traumatisme hépatique.

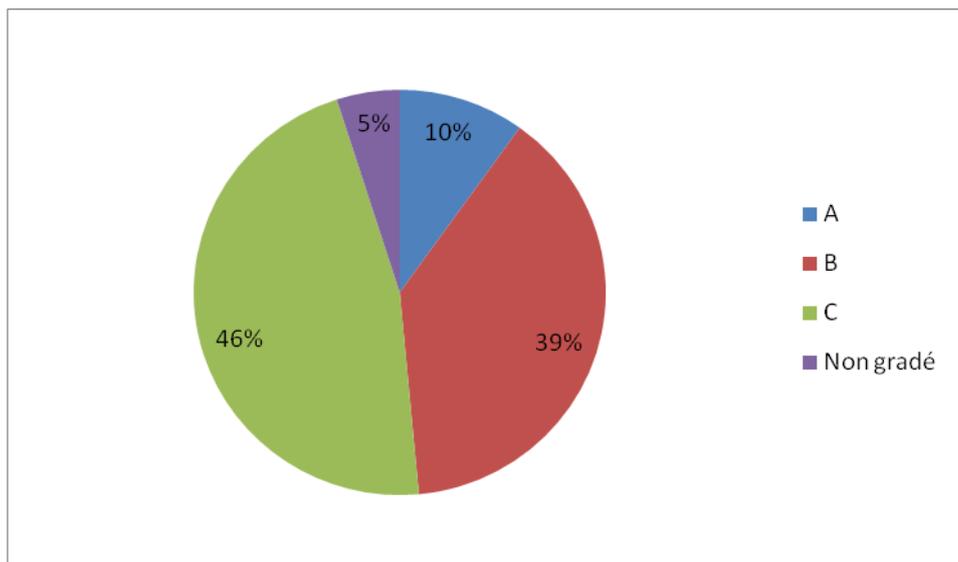
Parmi les patients ayant présenté un traumatisme crânien, 12 ont bénéficié d'un pose de capteur de pression intra-crânienne, 11 de manière immédiate (suites immédiates du déchoquage ou au déchoquage) et 1 de manière retardée. Parmi ces patients, le GCS médian était de 7 [3-10], 6 patients présentaient un GCS strictement inférieur à 8 et les 12 patients présentaient un AIS au niveau du crâne supérieur à 3.

Dans la littérature(26), on retrouve une indication de pose de capteur de pression intra-crânienne lorsque le GCS est inférieur à 8 et qu'il existe un AIS pour le crâne supérieur à 3. Ces critères sont remplis par 16 des patients de notre étude, parmi eux seuls 6 (soit 37%) ont bénéficié de la pose d'un capteur pour monitoring de la pression intra-crânienne.

Tous les patients ont été pris en charge par la suite en réanimation (88 en unité de soins continus et réanimation pédiatriques, 13 en service de réanimation adulte).

#### Grades A/B/C à la prise en charge déchoquage

Les patients ont également été triés selon les critères A/B/C de triage du TRENAU, 10% ont été classés grade A (n = 10), 39% grade B (n = 39), 47% grade C (n=47), 5 patients n'ont pas été classés.



**Figure 24 :** Répartition des patients selon les grades A, B et C du TRENAU lors de la prise en charge hospitalière initiale

	Grade A hospitalier	Grade B hospitalier	Grade C hospitalier	Non gradé hospitalier	Total hospitalier
Grade A pré-hospitalier	6	4	0	0	10
Grade B pré-hospitalier	1	18	10	1	30
Grade C pré-hospitalier	0	4	30	2	36
Non gradé pré-hospitalier	3	13	7	2	25
Total pré-hospitalier	10	39	47	5	101

**Tableau 1 :** Nombre de patients classés dans chaque grade en pré-hospitalier et à l'arrivée au déchoquage.

Dans notre population, 54% des patients ont été classés de la même manière en pré-hospitalier et au déchoquage. On observe que parmi les patients classés grade A (instable) au déchoquage, seuls 60% avaient été classés de la même manière en pré-hospitalier, parmi les grades B (patient stabilisé) 46% avaient été classés de la même manière en pré-hospitalier et parmi les grades C (patient stable) 64% avaient été classés de la même manière en pré-hospitalier.

### *3.1.5. Prise en charge en réanimation*

La durée médiane d'hospitalisation en réanimation était de 3 [2-7] jours, la moyenne était de 5 ( $\pm 6$ ) jours, les extrêmes allant de 1 à 38 jours.

### Répartition des temps de séjour en réanimation

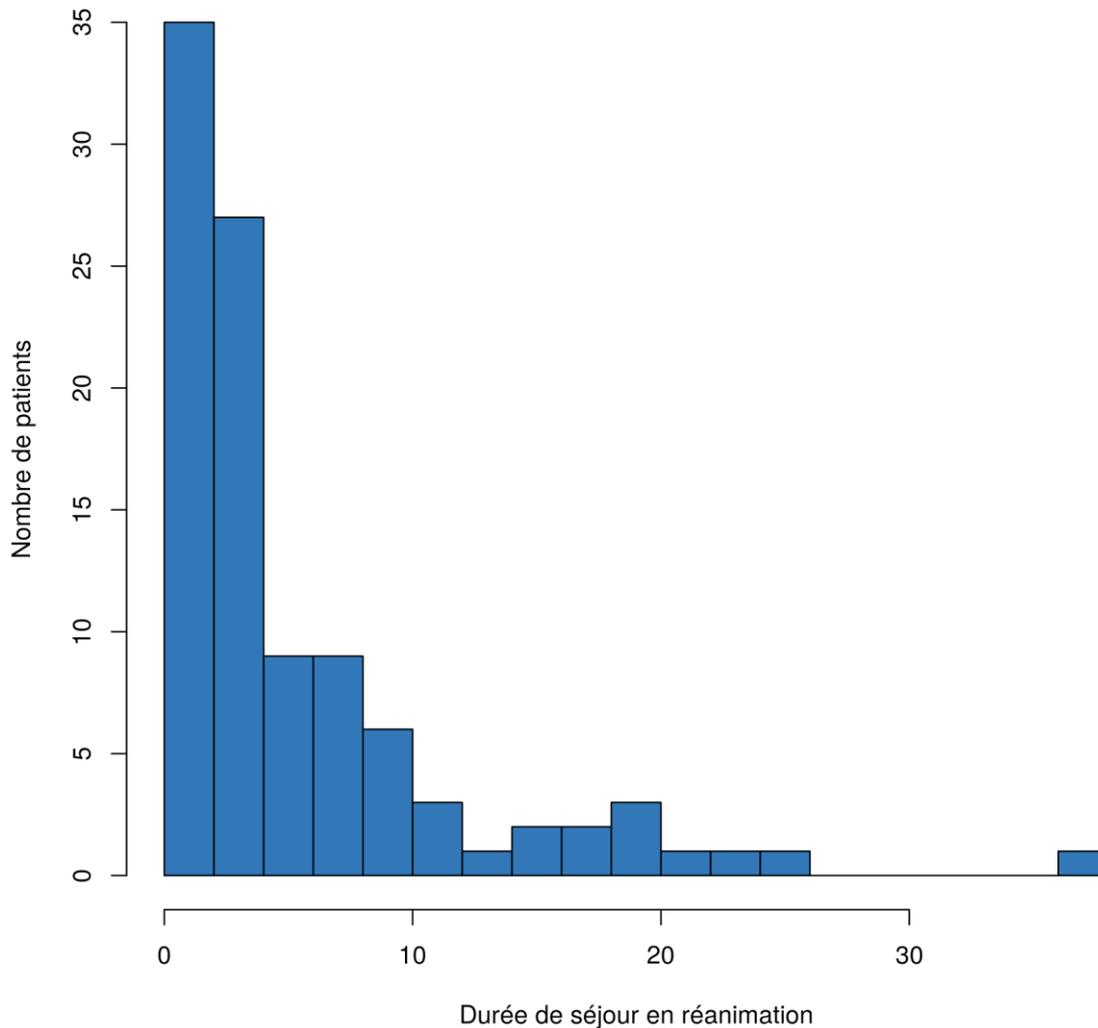


Figure 25 : Durées de séjour en réanimation pédiatrique

Chez les patients ayant nécessité une ventilation mécanique, la durée moyenne de ventilation était de 4 ( $\pm 6$ ) jours, la médiane était de 2 [1-4] jours, les extrêmes allant de 1 à 34 jours.

Les scores PRISM des patients ont été recueillis en réanimation, la médiane est à 5 [0-13], la moyenne à 8 ( $\pm 9$ ), les extrêmes allant de 0 à 38.

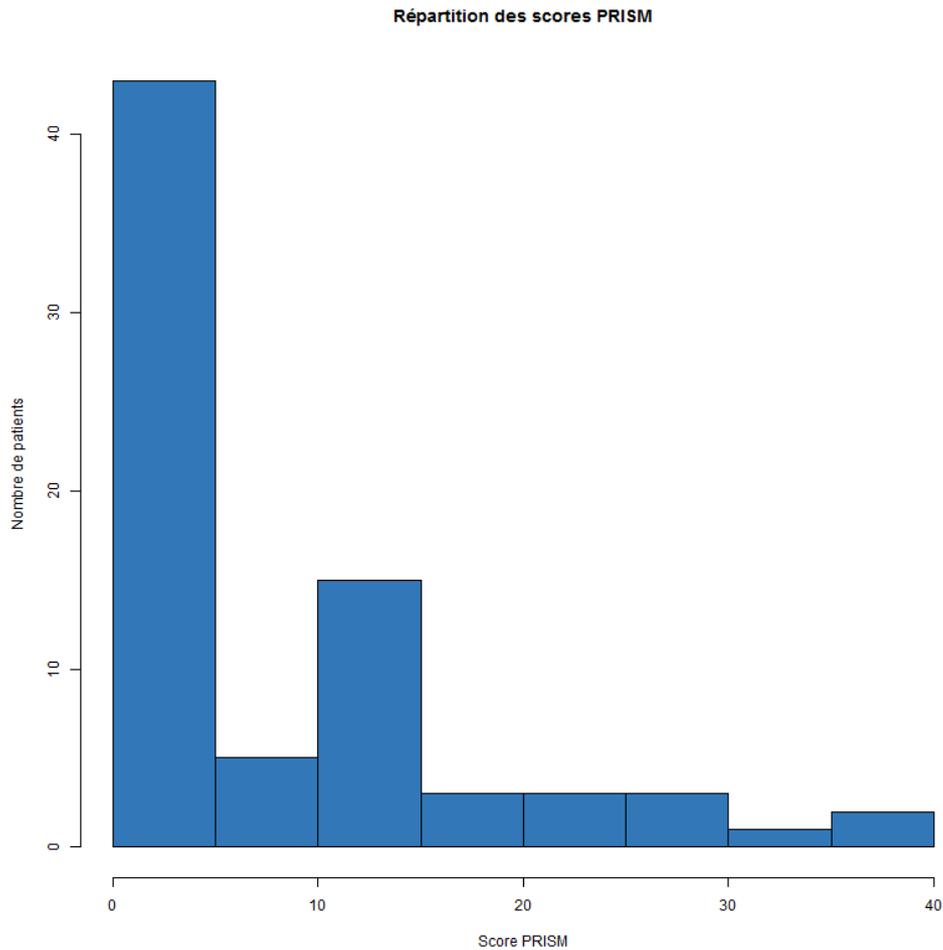


Figure 26 :Scores PRISM des patients traumatisés sévères hospitalisés en réanimation

### 3.1.6. Devenir

La durée d'hospitalisation totale était de 16 ( $\pm 42$ ) jours en moyenne, en médiane de 9 [4-15] jours, les valeurs extrêmes allant de 1 à 400 jours.

La majorité des patients ont été transférés en post-réanimation dans les services de chirurgie (64%, n = 64), médecine (16%, n = 16), rééducation (3%, n = 3), 4 sont sortis à domicile.

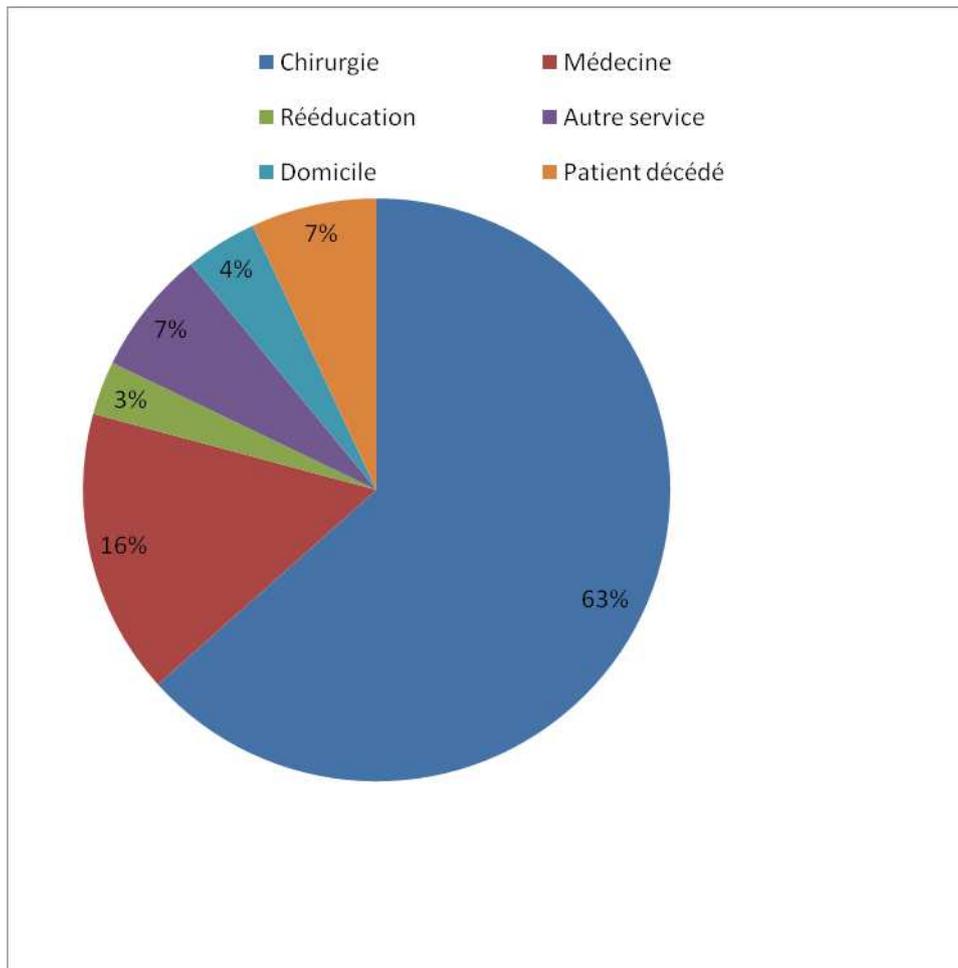


Figure 27 : Destination des patients au sortir du service de réanimation

Le devenir des patients a été classifié selon le score Glasgow OutcomeScale (GOS), qui définit le devenir en 5 stades :

I- Décès

II- Etat végétatif persistant (absence d'activité corticale)

III- Handicap sévère (conscient mais dépendant, atteinte mentale ou motrice ou les deux)

IV- Handicap modéré (patient autonome dans la vie quotidienne, troubles à type de dysphasie, hémiparésie, ataxie, troubles intellectuels ou de mémoire, troubles de la personnalité)

V- Bonne récupération (activités normales, déficit neurologiques ou psychologiques mineurs)

La majorité des patients (85%, n = 85) présentaient une bonne récupération (score à 5), seul 5 % des patients présentaient un handicap modéré (n = 5), 2 % des patients un handicap sévère (n = 2) et 7 patients sont décédés.

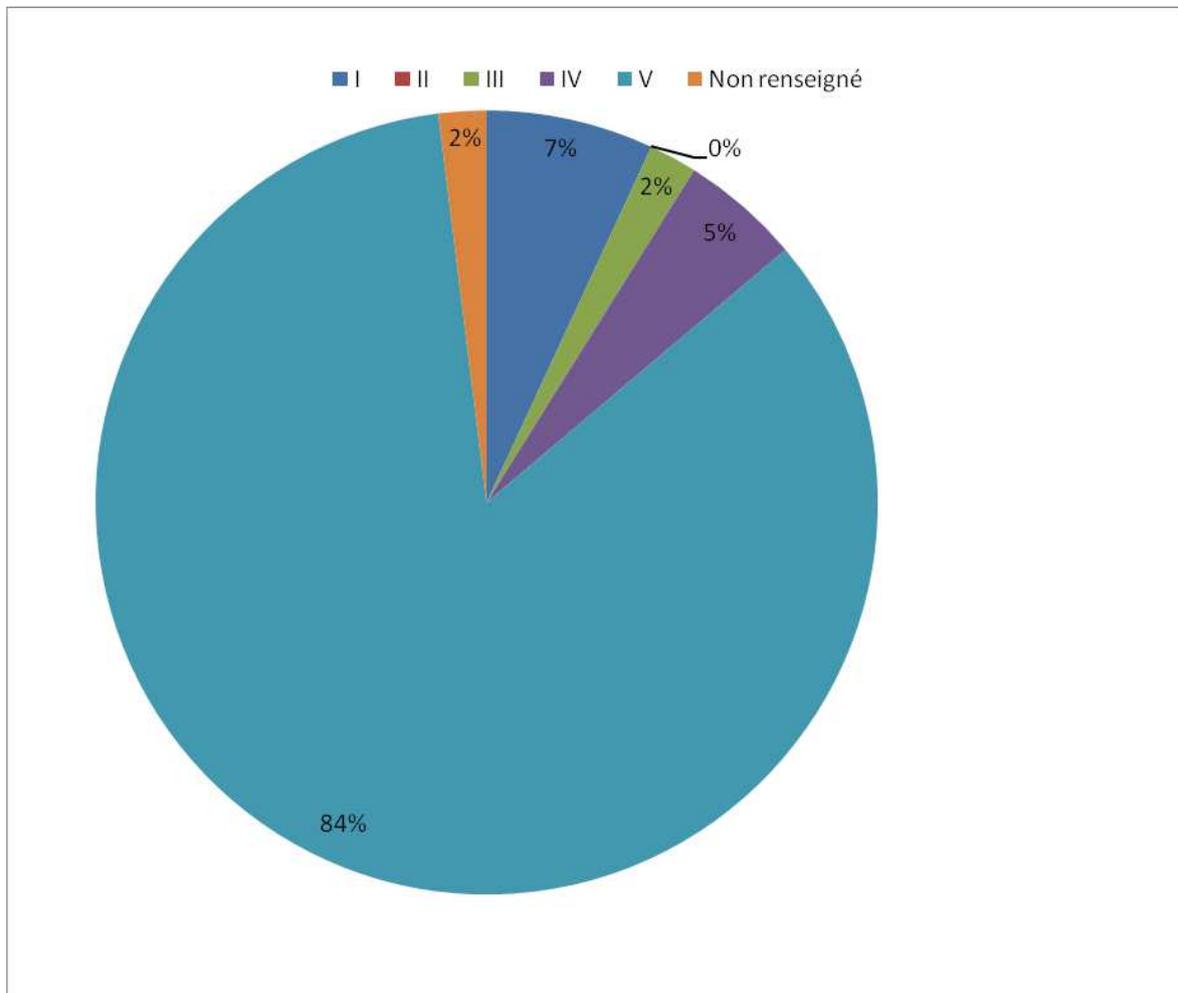


Figure 28 : Répartition des patients selon les stades du Glasgow OutcomeScale

### 3.1.7. Patients décédés

Dans la population étudiée, 7 patients sont décédés. Les caractéristiques de ces patients sont décrites dans le tableau 2.

	Age	Sexe	Circonstances	ACR initial	GCS initial	Mydriase initiale	PTS	RTS	TRISS	Intubation initiale	Osmothérapie initiale	Support par amines	Déchoquage
Patient 1	8 ans	Garçon	Accident montagne (luge)	Non	3	Bilatérale	8	4.09	0.68	Oui	Oui	Oui	Grenoble
Patient 2	1 an	Garçon	AVP (VL/VL)	Oui	3	Bilatérale	0	0	0.02	Oui	Non	Oui	Grenoble
Patient 3	2 ans	Fille	AVP (VL/VL)	Oui	3	Bilatérale	6	2.6	0.26	Oui	Non	Oui	Grenoble
Patient 4	7 ans	Fille	Accident montagne (ski)	Oui	3	Non	NR	NR	NR	Oui	Oui	Oui	Grenoble
Patient 5	2 ans	Fille	AVP (VL/VL)	Non	4	Gauche	9	5.03	0.76	Oui	Oui	Oui	Grenoble
Patient 6	2 ans	Fille	AVP (VL/VL)	Oui	3	Bilatérale	6	2.6	0.18	Oui	Oui	Oui	Annecy
Patient 7	14 ans	Garçon	Accident montagne (ski)	Non	3	Gauche	8	4.09	0.5	Oui	Oui	Oui	Grenoble

	Bilan lésionnel	Chirurgie	Date décès	Prélèvement multi-organes
Patient 1	TC grave (HSD, HIV, œdème cérébral)	Oui (craniectomie évacuatrice)	J3	Oui
Patient 2	TC grave (HSA, HIV, HSD, œdème cérébral), contusions pulmonaires bilatérales	Non	J2	Non
Patient 3	TC grave (œdème cérébral, HIV), contusions pulmonaires bilatérales, lésions anoxiques du grêle, contusion pôle supérieur rate	Non	J2	Non
Patient 4	TC grave (fracture crâne, œdème cérébral, HIV, pneumocéphalie)	Non	J2	Non
Patient 5	TC grave (fracture crâne, HSD, œdème cérébral) fracture humérale	Oui (craniectomie évacuatrice)	J2	Non
Patient 6	TC grave (œdème cérébral), luxation C4-C1 et C5-C2, contusions pulmonaires bilatérales	Non	J1	Oui
Patient 7	TC grave (HSD, HSA, pétéchies, œdème cérébral, fracture condyle occipital), contusions pulmonaires bilatérales)	Non	J2	Oui

Tableau 2 : caractéristiques des patients décédés

## 3.2. Analyse des facteurs influençant durée de séjour en réanimation et devenir

### 3.2.1. *Facteurs influençant la durée de séjour en réanimation*

Nous avons étudié en analyse univariée puis multivariée (pour les facteurs significatifs en analyse univariée) les facteurs suivants afin de déterminer leur influence sur la durée de séjour en réanimation des patients traumatisés sévères : (nous avons exclus de cette analyse les patients décédés en réanimation afin d'éviter un biais de compétitivité lié à leur durée courte d'hospitalisation)

- âge
- hypotension artérielle lors de la prise en charge pré-hospitalière
- tachycardie lors de la prise en charge pré-hospitalière
- durée totale de prise en charge pré-hospitalière
- temps de médicalisation sur les lieux de l'accident
- grade A/B/C pré-hospitalier
- grade A/B/C hospitalier
- score de GCS pré-hospitalier
- score de GCS hospitalier initial
- score PTS
- score ISS
- score RTS
- score TRISS
- osmothérapie en pré-hospitalier
- osmothérapie hospitalière
- transfusion sanguine
- PRISM

	Analyse univariée	Analyse	multivariée
	p-value	p-value	coefficient de régression
Age	0.0001	0.0251	0,0954
Hypotension artérielle	0.8274		
Tachycardie	0.0794		
Durée de prise en charge pré-hospitalière totale	0.0002	0.0872	NS
Temps de médicalisation sur les lieux de l'accident	0.116		
GCS pré-hospitalier	<0.0001	0,3456	NS
GCS hospitalier initial	0.0001	0,1950	NS
Score PTS	<0.0001	0,0908	NS
Score ISS	<0.0001	0,0900	NS
Score RTS	0.0042	0,0908	NS
Score TRISS	<0.0001	0,1583	NS
Score PRISM	<0.0001	0.1912	NS
Grade pré-hospitalier	0.0095	B : C : Non gradé : *	B : C : Non gradé : *
Grade hospitalier	<0.0001	B : 0,1007 C : 0,0922 Non gradé : 0,1575 *	NS
Osmothérapie pré-hospitalière	<0.0001	0,1212	NS
Osmothérapie hospitalière initiale	0.0005	0,4172	NS
Transfusion	<0.0001	0.03	>10**

**Tableau 3 :** facteurs influençant la durée de séjour en réanimation (\* p-value et OR en comparaison au grade A)

\*\*Estimation difficile liée à une limite de notre modèle suite à un manque de données

En analyse univariée les facteurs influençant significativement la durée de séjour en réanimation étaient l'âge, la durée de prise en charge pré-hospitalière totale, les scores de GCS pré-hospitalier et hospitalier initiale, les scores PTS, ISS, RTS, TRISS, PRISM, les grades pré-hospitalier et hospitalier initial, le fait d'avoir reçu une osmothérapie (en pré-hospitalier et hospitalier initial) et le fait d'avoir reçu une transfusion.

En analyse multivariée, nous avons réalisé un modèle de régression logistique, les seuls facteurs influençant la durée de séjour en réanimation étaient l'âge et le fait d'avoir reçu une transfusion. La durée de prise en charge pré-hospitalière totale, les scores PTS, ISS et RTS se rapprochent de la zone de significativité.

### *3.2.2. Facteurs influençant le devenir (Glasgow Outcome Scale)*

L'influence de ces mêmes facteurs sur le devenir, défini par le GOS a également été étudiée.

	Analyse univariée	Analyse multivariée*
	p-value	p-value
Age	0,01	0.29
Hypotension artérielle	0,28	
Tachycardie	0,02	<0.001
Durée de prise en charge pré-hospitalière totale	0,49	
Temps de médicalisation sur les lieux de l'accident	0,15	
GCS pré-hospitalier	<0,001	
GCS hospitalier initial	<0,001	0.75
Score PTS	<0,001	
Score ISS	<0,001	0.26
Score RTS	<0,001	
Score TRISS	0,01	
Score PRISM	<0,001	
Grade pré-hospitalier	<0,001	
Grade hospitalier	<0,001	
Osmothérapie pré- hospitalière	<0,001	0.58
Osmothérapie hospitalière initiale	<0,001	
Transfusion	<0,001	0.24

Tableau 4 : facteurs influençant le devenir selon le GOS

\*modèle logistique ordinal ajusté avec variables âge, tachycardie, GCS hospitalier initial, score ISS, nécessité d'une osmothérapie pré-hospitalière, nécessité d'une transfusion

En analyse univariée tous les facteurs étudiés influençaient le GOS sauf l'hypotension artérielle initiale, la durée de prise en charge pré-hospitalière totale et la durée de médicalisation en période pré-hospitalière.

En analyse multivariée nous avons réalisé un modèle logistique ordinal. Il est ajusté avec peu de variables (âge, tachycardie, GCS hospitalier initial, score ISS, nécessité d'une osmothérapie pré-hospitalière, nécessité d'une transfusion), pour permettre à l'algorithme de converger. Dans ce modèle le seul facteur influençant le GOS était la tachycardie initiale.

## **4. Discussion**

### **4.1. Analyse de la population étudiée**

Il n'existe pas de registre national français de recensement des enfants polytraumatisés ou traumatisés sévères, contrairement aux pays nord-américains. De plus la prise en charge en France diffère de celle des pays nord-américains, car elle inclue la médicalisation dès la phase pré-hospitalière. Les pathologies décrites dans ces pays sont sensiblement différentes, retrouvant notamment des taux importants de traumatismes par armes à feu qui ne sont pas retrouvés en France et rendent les comparaisons difficiles.(38)

Dans la littérature une prépondérance masculine est décrite dans les populations d'enfants traumatisés sévères, ce qui est également retrouvé dans la population de notre étude.

La répartition en fonction de l'âge dans notre population retrouve un pic à l'adolescence, ce qui est également habituellement décrit dans la littérature. (42)

### **4.2. Analyse du type d'accident**

Les causes les plus fréquentes de traumatismes sévères rapportées dans la littérature sont les chutes, les AVP et les accidents domestiques (6). Dans notre série on retrouve une large prépondérance des AVP mais aussi des accidents de montagne, ce qui s'explique par la localisation de notre centre, possédant une réanimation pédiatrique proche des stations de montagne du massif alpin.

### **4.3. Analyse du type de traumatisme**

Dans notre étude, 95% des lésions étaient le fait d'un mécanisme fermé et 5% d'un mécanisme ouvert, cette répartition est habituellement décrite dans la littérature. (7)

La répartition du type de traumatisme avec une prédominance des traumatismes crâniens (associés ou non à d'autres types de lésion) que nous constatons est retrouvée dans de nombreuses études. (6)

Parmi les patients atteints de lésions thoraciques, la prédominance de lésions à type de contusion pulmonaire que nous constatons est également décrite habituellement dans la littérature.

#### 4.4. Analyse de la prise en charge

Il a été décrit dans la littérature que la rapidité de la prise en charge et la stabilisation du patient dans les premières heures suivant le traumatisme (notion de « golden hour ») étaient primordiales pour son évolution. (36)

Les délais de prise en charge pré-hospitalière retrouvés dans notre étude sont plutôt satisfaisants (délai avant l'arrivée des secours en moyenne de 16 ( $\pm$  14,6) minutes, en médiane de 11 [5-22] minutes, délai total de prise en charge pré-hospitalière en moyenne de 100 ( $\pm$ 40) minutes, en médiane de 97 [76-125] minutes), ils sont en revanche inhomogènes avec certaines valeurs élevées, pouvant être expliquées notamment dans notre région montagneuse par des délais de transport longs avant l'arrivée sur le lieu de l'accident.

Le temps de médicalisation sur les lieux de l'accident est également satisfaisant et conforme aux recommandations : en médiane 30 [21-47] minutes et en moyenne 38 ( $\pm$ 85) minutes (pour un objectif de 20 minutes).

La majorité des patients (91%) a été prise en charge par une équipe médicalisée du SMUR, ce qui témoigne d'une évaluation correcte de la gravité des patients dès le premier appel.

Il a été prouvé dans la littérature que la prise en charge dans un centre de traumatologie pédiatrique permettait une meilleure survie et la mise en place de moyens thérapeutiques plus adaptés au jeune âge du patient (5,50). Dans notre population 96% des patients ont été transférés directement au CHU de Grenoble, centre de niveau I possédant une réanimation pédiatrique, ce qui est preuve d'une orientation des patients adaptée à leur gravité dans la majorité des cas.

Lors de la prise en charge hospitalière initiale, le bilan diagnostique d'imagerie a été réalisé de manière adaptée (conforme aux recommandations) dans la grande majorité des cas, ainsi 83% des enfants ont bénéficié d'une body-TDM dans un délai médian de 30 [15-45] minutes et moyen de 43 ( $\pm$ 62) minutes, ce qui est plutôt satisfaisant d'autant plus qu'il a souvent été

nécessaire d'intuber les enfants afin de pouvoir réaliser cette imagerie dans de bonnes conditions.

Les délais de prise en charge au déchoquage (médiane de 3 [1-3] heures, moyenne de 1,7 ( $\pm 2,8$ ) heures) peuvent paraître longs, ils s'expliquent probablement par des spécificités liées à la population pédiatrique (nécessité par exemple d'intuber l'enfant avant le bilan scannographique afin de le réaliser dans de bonnes conditions) et d'autres liées à notre centre (déchoquage avec accès au scanner 24h/24 séparé physiquement du bâtiment hébergeant la réanimation pédiatrique donc nécessité de stabilisation et de bilan complet avant transfert en réanimation).

Nous pouvons faire quelques observations concernant la prise en charge thérapeutique initiale des patients de notre cohorte, que ce soit sur le plan ventilatoire, hémodynamique ou neurologique.

Sur le plan hémodynamique, seul 10% des patients présentaient une hypotension artérielle (qui apparaît généralement tardivement en cas d'hypovolémie chez l'enfant), en revanche 34% des patients présentaient une tachycardie (signe plus précoce d'hypovolémie). Parmi les patients hypotendus seuls 50% ont bénéficié d'un remplissage. Dans notre population totale 54% des patients ont bénéficié d'un remplissage, en moyenne de 16 ( $\pm 11$ ) mL/kg et médiane de 12 [7-20] mL/kg, or les recommandations concernant les quantités de remplissage chez l'enfant sont de 20 mL/kg (or de cas tels que les myocardites), à renouveler si nécessaire. Ces constatations peuvent être expliquées par une non-identification de l'hypotension (normes à rapporter à l'âge) et/ou une prudence excessive concernant l'inflation volémique de l'enfant.

Sur le plan respiratoire, lors de l'évaluation initiale la fréquence respiratoire n'a été relevée que dans 52% des cas. Il a été prouvé que ce paramètre est un indicateur pronostic important chez l'enfant dans plusieurs études(43). Il serait également intéressant pour évaluer la gravité initiale des patients de connaître les saturations en oxygène des patients en air ambiant, or la plupart des saturations ont été prises sous oxygène au masque concentration à des débit entre 9 et 12 L/min.

De plus la prise en charge en matière d'intubation oro-trachéale semble perfectible : 81% des enfants présentant un score de GCS strictement inférieur à 8 (critère formel d'indication d'intubation) ont bénéficié d'une intubation.

Sur le plan neurologique, nous avons constaté que lors d'une détresse neurologique sévère (GCS <8) seuls 81% des patients bénéficient d'une intubation oro-trachéale. De plus parmi les 16 patients de notre cohorte présentant des indications de pose de PIC, seuls 6 en ont bénéficié, ce qui peut influencer le pronostic de ces patients, la prise en charge réanimatoire « agressive » dans ce genre de cas ayant prouvé des bénéfices concernant le devenir du patient.(26)

Concernant les traumatismes abdominaux, les recommandations sont de favoriser le traitement conservateur dans la mesure du possible. Il a été décrit dans la littérature l'intérêt de la prise en charge par des équipes pédiatriques afin de favoriser ces pratiques(47). Dans notre cohorte, 20% des patients ayant subi un traumatisme abdominal ou thoracique ont bénéficié d'une prise en charge chirurgicale (laparotomie, thoracotomie) ou d'une embolisation. Dans ces situations un gain certain est apporté par l'expertise des chirurgiens pédiatriques présents dès la prise en charge au déchoquage.

Dans notre centre, il existe un protocole spécifique de prise en charge des patients pédiatriques traumatisés au déchoquage (*cf annexe*), qui précise notamment les situations dans lesquels doivent être prévenus les chirurgiens pédiatriques, et les médecins anesthésistes réanimateurs pédiatriques (pour les enfants de moins de 10 ans présentant un traumatisme grade A, pour les enfants de moins de 5 ans présentant un traumatisme grade B).

#### 4.5. Patients décédés

Nous n'avons pas recherché les facteurs de risque de décès dans notre population en raison du très faible nombre de décès (7 pour une population de 101 patients) et avons préféré nous intéresser aux facteurs influençant l'évolution en prenant pour critère le GOS.

Cependant au vu des caractéristiques des sept patients décédés, nous pouvons faire quelques remarques.

Les sept patients ont tous présenté un coma dépassé dans un contexte de traumatisme crânien sévère. Or il est décrit dans la littérature que le traumatisme crânien grave est un facteur de risque de décès (2,7).

Lors de la prise en charge initiale 4 des 7 patients ont présenté un arrêt cardio-respiratoire (ce sont d'ailleurs les 4 seuls patients de notre population ayant présenté un arrêt cardio-

respiratoire) et ont bénéficié d'injections initiales d'adrénaline puis d'un support par amines vaso-pressives pour la stabilisation de l'hémodynamique. Les données de la littérature décrivent des taux de survie très faibles chez les patients présentant un arrêt cardio-respiratoire dans les suites d'un traumatisme (51,52) malgré des mesures de réanimation bien conduites.

Le traumatisme crânien grave et l'arrêt cardio-respiratoire initial sont donc des éléments importants qui grèvent le pronostic des enfants traumatisés sévères.

#### 4.6. Analyse des facteurs influençant le devenir (GOS)

En analyse univariée, l'âge, la tachycardie, GCS pré-hospitalier, le GCS hospitalier initial, le PTS, l'ISS, le TRISS, le RTS, le PRISM, le grade pré-hospitalier et hospitalier initial, l'osmothérapie pré-hospitalière et initiale et la transfusion influençaient de manière significative le devenir selon le GOS. En analyse multivariée seule la tachycardie initiale influençait le GOS.

L'hypotension artérielle initiale a été décrite dans plusieurs études comme facteur pronostic de mauvaise évolution (22,25,42,53,54). Il est donc essentiel de la dépister rapidement lors de la prise en charge initiale, en prenant en compte les normes liées à l'âge et de mettre en place les mesures de prise en charge adaptées (remplissages, support par amines vaso-pressives si besoin) le plus rapidement possible dès la phase pré-hospitalière.

Le score GCS initial est également très fréquemment décrit comme facteur pronostic essentiel de l'évolution du patient (25,54). Les scores signant la gravité extrême en matière d'évolution sont en revanche variables selon les études, strictement inférieur à 7 pour certains (6,7,53) et strictement inférieur à 5 pour d'autres (41,42). Le score de GCS est donc essentiel à l'évaluation initial et durant les premières heures de tout patient pédiatrique traumatisé sévère, il est indispensable de l'évaluer dès les premières minutes du traumatisme afin de mettre en place

les thérapeutiques adaptées (intubation oro-trachéale, transfert vers un centre adapté...), en utilisant le score de GCS pédiatrique adapté à l'âge du patient.

La nécessité d'une osmothérapie initiale (induite par un phénomène compressif asymétrique) est retrouvée dans plusieurs études comme facteur de mauvaise évolution (25) et doit donc faire orienter rapidement les patients vers un centre adapté.

La nécessité d'une transfusion en urgence est retrouvée comme facteur de mauvais pronostic d'évolution dans plusieurs études (6,42).

Différents scores de gravité en matière de traumatologie sont évalués dans la littérature.

Concernant le PTS, les données sont divergentes. Ainsi certains auteurs retrouvent un score inférieur à 4 (6) ou inférieur à 5 (7) comme éléments prédictifs d'une mauvaise évolution, tandis que d'autres ne retrouvent pas de lien de ce score avec l'évolution (42,43). Il est donc difficile de considérer ce score comme indicateur fiable d'évolution, il serait plutôt intéressant à considérer en l'intégrant à un faisceau de marqueurs de gravité.

L'ISS est régulièrement décrit comme indicateur de mauvaise évolution, selon les auteurs les scores associés au décès du patient diffèrent : strictement supérieurs à 25, 32 ou 28 (6,7,42). Il est donc intéressant de prendre en compte ce score pour évaluer le pronostic des patients.

Le RTS a également été décrit comme prédicteur de l'évolution, pour certains auteurs sa valeur prédictive est plus importante à prendre en compte que celles de scores anatomiques tels que l' AIS, l'ISS ou encore le PTS.(44) Dans notre étude, il apparaît de manière significative comme facteur pronostic d'évolution, cependant il est difficile à évaluer initialement et peut donc difficilement servir d'indicateur sur le terrain pour les équipes pré-hospitalières (mais pourrait être intéressant dans les premières de l'hospitalisation).

Un score de PRISM élevé est reconnu par plusieurs auteurs comme prédictif de mauvaise évolution (7,41).

L'âge jeune des patients est fréquemment retrouvé (notamment inférieur à 2 ans) comme facteur de mauvaise évolution (2,41,42). Il est donc important de prendre en compte cette caractéristique des patients lors de leur prise en charge et de considérer la potentielle gravité induite par leur jeune âge.

Les grades de triage A, B et C utilisés dans le TRENAU semblent également de bons indicateurs de gravité dans la population pédiatrique dans notre étude et ont permis une bonne orientation et une prise en charge rapide et adaptée des patients.

Il existe d'autres facteurs pouvant influencer sur l'évolution décrits dans la littérature que nous n'avons pas étudiés, tels que l'atteinte hépatique (53), la nécessité d'un support initial par amines (25), l'atteinte crânienne, associée ou non à d'autres atteintes(7), l'absence de protection (2), le mécanisme par secouement (« bébés secoués ») (41).

#### 4.7. Analyse des facteurs influençant la durée de séjour en réanimation

Nous avons retrouvé en analyse univariée que les facteurs influençant significativement la durée de séjour en réanimation étaient l'âge, la durée de prise en charge pré-hospitalière totale, les scores de GCS pré-hospitalier et hospitalier initiale, les score PTS, ISS, RTS, TRISS, PRISM, les grades pré-hospitalier et hospitalier initial, le fait d'avoir reçu une osmothérapie (en pré-hospitalier et hospitalier initial) et le fait d'avoir reçu une transfusion.

En analyse multivariée, les seuls facteurs retrouvés influençant la durée de séjour en réanimation étaient l'âge et le fait d'avoir reçu une transfusion sanguine.

Dans la littérature, l'influence de certains facteurs liés à la prise en charge pré-hospitalière des enfants traumatisés sévères sur la durée de séjour en réanimation a été mise en évidence.

Ainsi White et al. (25) décrivent le GCS dans les 6 premières heures du traumatisme, l'hypotension artérielle précoce et la nécessité d'une osmothérapie comme des facteurs associés à une durée de séjour prolongée en réanimation.

Ott et al. (44) retrouvent quant à eux une association entre le score TRISS et la durée prolongée de séjour en réanimation.

Narci et al. (43) retrouvent en revanche l' AIS et l'ISS comme facteurs prédictifs de durée de séjour prolongée en réanimation, et décrivent les scores RTS, TRISS et PTS comme prédictifs de besoin d'hospitalisation en réanimation.

#### 4.8. Limites de l'étude

De par le faible effectif de notre étude, sa faible puissance constitue une limite à l'interprétation des résultats. Son caractère rétrospectif avec une absence d'exhaustivité des données recueillies constitue également un biais.

Nous avons choisi d'étudier uniquement les cas des patients admis en réanimation, ce qui exclue les patients décédés lors de la prise en charge pré-hospitalière ou hospitalière initiale et constitue un biais de sélection dans l'étude des facteurs de gravité influençant le devenir des patients.

#### 4.9. Amélioration des pratiques :

La rareté et les différentes spécificités du traumatisme sévère pédiatrique font toute la difficulté de sa prise en charge. C'est pourquoi il est important de prendre en compte les différents facteurs pronostics dont nous avons discuté ci-dessus, les spécificités épidémiologiques et thérapeutiques liées à l'âge du patient.

Afin d'optimiser les pratiques il a été montré dans la littérature que la formation des personnels amenés à prendre en charge ces patients était primordiale (46). La réalisation et la diffusion de protocoles spécifiques pédiatriques ont également démontré leur efficacité (5,55). Martinon et al. (19) ont par exemple retrouvé un taux d'intubation de 100 % des traumatisés crâniens sévères, une diminution des complications liées à l'intubation et la sédation suite à l'introduction d'un protocole pédiatrique spécifique.

Par ailleurs, la prise en charge dans un centre adapté de traumatologie pédiatrique a montré ces bénéfices dans la littérature. Il a été démontré que la survie des patients pris en charge

dans des « trauma centers » pédiatriques était plus importante (48,50). Il a également été décrit dans la littérature que le management des traumatismes abdominaux était plus adapté dans des centres pédiatriques avec un moindre recours à la chirurgie, un traitement conservateur plus fréquent et une meilleure évolution (47).

Javouhey et al. (26) rapportent également que les enfants traumatisés sévères pris en charge dans un centre de traumatologie pédiatrique disposant d'un déchoquage adapté avec mise en place d'un capteur de PIC si nécessaire présentaient une meilleure évolution.

Pour parfaire la prise en charge des patients pédiatriques traumatisés sévères il semble donc important de former le personnel aux spécificités pédiatriques, par la diffusion notamment de protocoles adaptés concernant le triage initial (35), l'orientation en cas de signe de gravité vers un centre de traumatologie pédiatrique adapté et les thérapeutiques. Le recours à des personnels formés et spécialisés tels que les chirurgiens pédiatriques et les anesthésistes-réanimateurs pédiatriques semble également essentiel pour parfaire cette prise en charge.

L'évaluation des pratiques grâce à un registre de recueil des patients traumatisés (tel que le TRENAU) est essentielle afin d'évaluer les pratiques et les besoins de formation, l'intérêt de tels registres a été largement démontré dans la littérature (3,39).

## **5. Conclusion**

La population d'enfants traumatisés sévères décrite dans notre étude est comparable aux données décrites dans la littérature en dehors de certaines spécificités liées à la localisation de notre centre (fréquence élevée des accidents de montagne).

La prise en charge des patients de notre étude paraît satisfaisante sur plusieurs points (délais de prise en charge, orientation rapide vers un centre de soins adapté), l'organisation en réseau de soins dans le cadre du TRENAU permettant une optimisation de cette prise en charge.

Cependant certains éléments semblent perfectibles, notamment concernant les mesures thérapeutiques mises en place (intubation, quantité de remplissage, pose de capteur de PIC).

Afin d'analyser et améliorer les pratiques, l'importance du registre de recueil des patients traumatisés est primordiale. La formation du personnel soignant aux spécificités pédiatriques (normes de constantes, posologies, indication des différentes thérapeutiques) et la rédaction de protocoles spécifiques est essentielle afin de parfaire les pratiques en matière de traumatologie pédiatrique. Les données de cette étude pourraient constituer un premier axe de travail afin de perfectionner les pratiques.

## 6. Annexes

### 6.1. Valeurs limites des paramètres physiologiques selon l'âge de l'enfant

<b>Age</b>	<b>Tachycardie</b>	<b>Bradycardie</b>	<b>Fréquence respiratoire</b>	<b>Hypotension artérielle (PA systolique)</b>
<1 mois	>180/min	<100/min	>40/min	<70 mmHg
1 mois-1 an	>180/min	<90/min	>34/min	<75 mmHg
2-5 ans	>140/min	<70/min	>22/min	<80 mmHg
6-12 ans	>130/min	<60/min	>18/min	<90 mmHg
13-18 ans	>110/min	<55/min	>14/min	<100 mmHg

## 6.2. GCS et CGS pédiatrique

# Echelle du score de Glasgow (GCS)

Ouverture des yeux (Y)	Réponse verbale (V)	Réponse motrice (M)
<b>1 - Nulle</b>	<b>1 - Nulle</b>	<b>1 - nulle</b>
<b>2 - A la douleur</b>	<b>2 - Incompréhensible</b>	<b>2 - Extension stéréotypée (rigidité <u>décérébrée</u>)</b>
<b>3 - Au bruit</b>	<b>3 - Inappropriée</b>	<b>3 - Flexion stéréotypée (rigidité de <u>décortication</u>)</b>
<b>4 - Spontanée</b>	<b>4 - Confuse</b>	<b>4 - Evitement</b>
	<b>5 - Normale</b>	<b>5 - Orientée</b>
		<b>6 - Aux ordres</b>

Score de Glasgow = Y + V + M (mini = 3 ; maxi = 15)

**Tableau 2.** Appréciation de la profondeur du coma

Glasgow coma scale adaptée.

GSC = E + V + M = entre 3 et 15.

Critères		> 5 ans	2-5 ans	1-2 ans	< 1 an
Ouverture des yeux (E)	4	Spontanée	Spontanée	Spontanée	Spontanée
	3	A la parole	A la parole	A la parole	Au cri
	2	A la douleur	A la douleur	A la douleur	A la douleur
	1	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle
Réponse verbale (V)	5	Orientée	Mots/phrases appropriés	Sourire/interaction	Sourire/interaction
	4	Confuse	Mots/phrases inappropriés	Cris irritables	Cris irritables
	3	Inappropriée	Cris ou pleurs persistants	Cris/pleurs inappropriés	Cris/pleurs inappropriés
	2	Incompréhensible	Gémissements	Gémissements/agitation	Gémissements/agitation
	1	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle
Réponse motrice (M)	6	Obéit aux ordres	Obéit aux ordres	Mouvements spontanés/dirigés	Mouvements spontanés/dirigés
	5	Localisation douleur	Localisation douleur	Localisation douleur	Localisation douleur
	4	Retrait	Retrait	Retrait	Retrait
	3	Flexion	Flexion	Flexion	Flexion
	2	Extension	Extension	Extension	Extension
	1	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle

### 6.3. Pediatric trauma score

<b>Items</b>	<b>+ 2</b>	<b>+ 1</b>	<b>- 1</b>
<b>Poids (kg)</b>	> 20	10 - 20	< 10
<b>Liberté des voies aériennes</b>	Normale	Maintenue	Non maintenue
<b>Pression artérielle systolique (mmHg)</b>	> 90	50 - 90	< 50
<b>État neurologique</b>	Réveillé	Obnubilé	Comateux
<b>Plaie</b>	0	Minime	Majeure
<b>Fracture</b>	0	Fermée	Ouverte

### 6.4. Revised Trauma score

<b>Glasgow Coma Scale (GCS)</b>	<b>TA systolique (TAs)</b>	<b>Fréquences respiratoire (FR)</b>	<b>Valeur codée</b>
13-15	>89	10-29	4
9-12	76-89	>29	3
6-8	50-75	6-9	2
4-5	1-49	1-5	1
3	0	0	0

$$\mathbf{RTS = 0.9368\ GCS + 0.7326\ TAs + 0.2908\ FR}$$

6.5. PRISM

Table 1 Pediatric Risk of Mortality Score (PRISM Score)				
FACTORS	AGE RESTRICTION AND RANGES			Pts
Systolic BP (mm/Hg)	<b>Infants only</b>	<b>Children only</b>	<b>All Ages</b>	
	130 - 160	150 - 200		2
	55 - 65	65 - 75		2
	> 160	> 200		6
	40 - 54	50 - 64		6
	< 40	< 50		7
Diastolic BP (mm Hg)			> 110	6
Heart Rate (beats/min)	> 160	> 150		4
	< 90	< 70		4
Respiratory Rate (breaths/min)	61 - 90	51 - 70		1
	> 90	> 70		5
	APNEA	APNEA		5
PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>			200 - 300	2
			< 200	3
PaCO <sub>2</sub> (mm Hg)			51 - 65	1
			> 65	5
Glasgow score			< 8	6
Pupillary Reactions			Unequal or dilated	4
			Fixed and dilated	10
PT/PTT			> 1.5 x Control	2
Total Bilirubin (mg/dl)			> 3.5 at age > 1 month	6
Potassium (meq/l)			3.0 - 3.5	1
			6.5 - 7.5	1
			< 3.0	5
			> 7.5	5

### 6.6. Classification des lésions hépatiques

Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
Lacération superficielle, Hématome sous Capsulaire	Déchirure parenchymateuse avec hémopéritoine mineur	Lacération avec hémorragie massive	Eclatement, déchirure d'un lobe, hématome central évolutif	Fractures multisegmentaires
Absence de lésions pédiculaires	Absence de nécrose	Nécrose parenchymateuse, Lésions pédiculaires segmentaires		Lésions sus-hépatiques ou de la veine cave

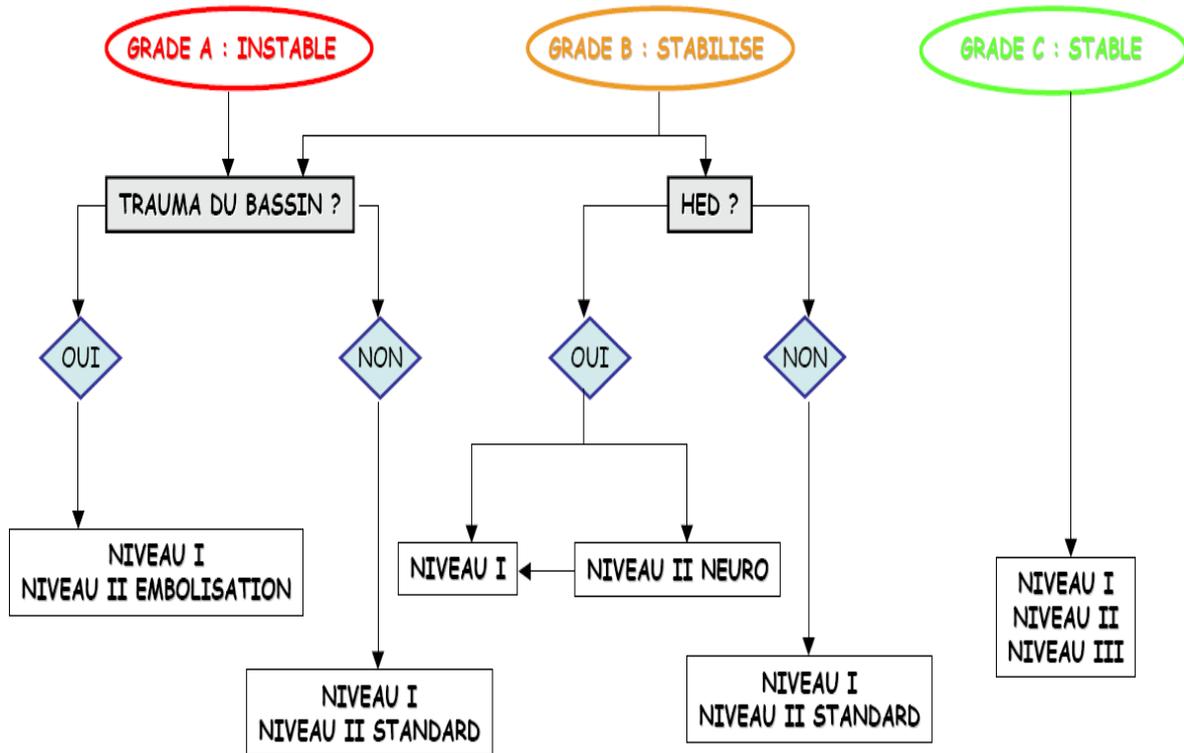
### 6.7. Classification des lésions rénales

Type 1	Type 2	Type 3	Type 4
Contusion parenchymateuse simple	Contusion parenchymateuse avec atteinte calicelle	Fracture du rein avec lésion capsulaire et de la voie excrétrice	Lésion pédiculaire
Hématome sous Capsulaire	Lacération capsulaire sans communication avec la voie excrétrice	Lacérations rénales multiples	

## 6.8. Orientation des patients traumatisés graves au sein du RENAU

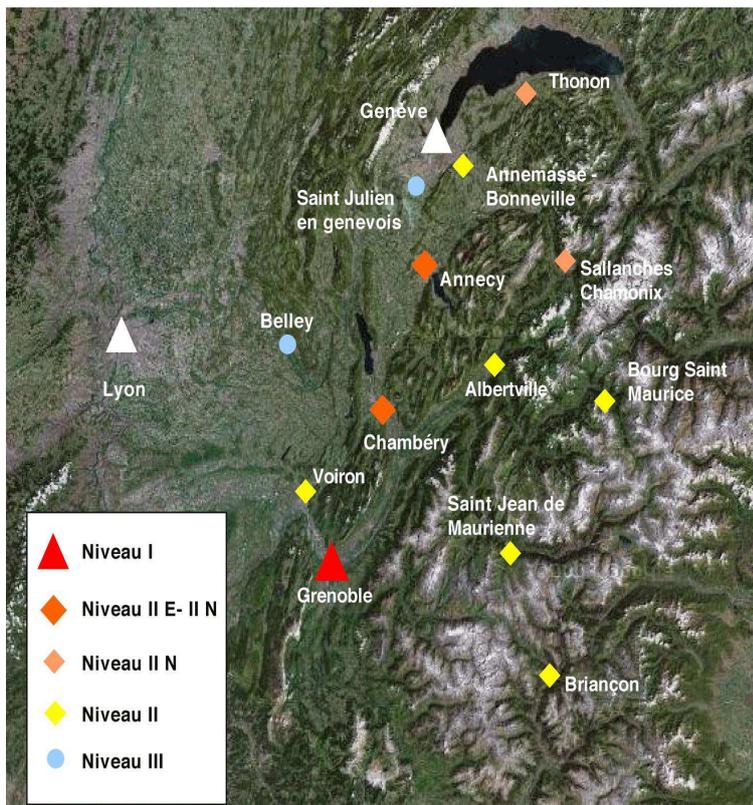
	<b>ORIENTATION DES PATIENTS TRAUMATISES GRAVES AU SEIN DU RENAU</b>	
	RENAU	Classeur : Pratiques médicales et médico-techniques P. « Orientation trauma. grave »
		RENAU - TRAUMA P1 - version 03
		22/10/2007
		Page 1/1

*Orientation réalisée à l'issu du bilan préhospitalier transmis au médecin régulateur du SAMU*  
*L'objectif est d'orienter le patient vers le centre le plus approprié le plus proche du lieu de la prise en charge*  
*En cas de suspicion préhospitalière de lésion neurochirurgicale, discuter le transfert direct en centre niveau I si le transport est inférieur à 30 minutes*



*HED : suspicion d'hématome extra dural (intervalle libre, focalisation motrice, asymétrie pupillaire)*

6.9. Carte représentant les centres hospitaliers appartenant au TRENAU



## 6.10. Fiches de recueil du TRENAU

	<b>REGISTRE TRENAU - 1</b> <b>PRISE EN CHARGE PREHOSPITALIERE</b> <b>SMUR - MCS - MSP</b>
---	---

<b>PATIENT</b>	1.1 Nom : .....
	Prénom : .....
	Date de naissance : ..... / ..... / .....
	(ou Age: .....)
	Sexe: <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F
numéro de téléphone : .....	

<b>EQUIPE</b>	1.2 SMUR / MCS / MSP de : .....
	Nom du médecin : .....
	<input type="checkbox"/> Rouler <input type="checkbox"/> Hélicoptère <input type="checkbox"/> Secours montagne
	<input type="checkbox"/> Intervention primaire
	<input type="checkbox"/> Transfert inter hospitalier
<input type="checkbox"/> Jonction avec smur de : .....	

<b>ACCIDENT</b>	1.3 Département : .....
	Commune / lieu-dit : .....
	<input type="checkbox"/> Trauma fermé <input type="checkbox"/> Trauma pénétrant
	AVP <input type="checkbox"/> Occupant VULP <input type="checkbox"/> Piéton
	<input type="checkbox"/> Motocycliste <input type="checkbox"/> Vélo
	<input type="checkbox"/> Chute d'un lieu élevé
	<input type="checkbox"/> Accident de sport <input type="checkbox"/> Montagne
	<input type="checkbox"/> Suicide <input type="checkbox"/> Agression / Rixe
	<input type="checkbox"/> Autre : .....

<b>TAPE</b>	1.4 FC: ..... /min PA: ..... / ..... mmHg																					
	FR: ..... /min T°: ..... °C SpO2: ..... %																					
	Echelle de Glasgow: ..... (voir le caser à dosier)																					
	<table border="1"> <tr> <th>ouverture des Yeux</th> <th>réponse Verbale</th> <th>réponse Motrice</th> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> profonde</td> <td><input type="checkbox"/> normale</td> <td><input type="checkbox"/> aux ordres</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> à la demande</td> <td><input type="checkbox"/> confuse</td> <td><input type="checkbox"/> localise la douleur</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> à la douleur</td> <td><input type="checkbox"/> incohérente</td> <td><input type="checkbox"/> réflexe de retrait</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> aucune</td> <td><input type="checkbox"/> incompréhensible</td> <td><input type="checkbox"/> flexion</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> égare</td> <td><input type="checkbox"/> extension</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><input type="checkbox"/> aucune</td> </tr> </table>	ouverture des Yeux	réponse Verbale	réponse Motrice	<input type="checkbox"/> profonde	<input type="checkbox"/> normale	<input type="checkbox"/> aux ordres	<input type="checkbox"/> à la demande	<input type="checkbox"/> confuse	<input type="checkbox"/> localise la douleur	<input type="checkbox"/> à la douleur	<input type="checkbox"/> incohérente	<input type="checkbox"/> réflexe de retrait	<input type="checkbox"/> aucune	<input type="checkbox"/> incompréhensible	<input type="checkbox"/> flexion		<input type="checkbox"/> égare	<input type="checkbox"/> extension			<input type="checkbox"/> aucune
	ouverture des Yeux	réponse Verbale	réponse Motrice																			
<input type="checkbox"/> profonde	<input type="checkbox"/> normale	<input type="checkbox"/> aux ordres																				
<input type="checkbox"/> à la demande	<input type="checkbox"/> confuse	<input type="checkbox"/> localise la douleur																				
<input type="checkbox"/> à la douleur	<input type="checkbox"/> incohérente	<input type="checkbox"/> réflexe de retrait																				
<input type="checkbox"/> aucune	<input type="checkbox"/> incompréhensible	<input type="checkbox"/> flexion																				
	<input type="checkbox"/> égare	<input type="checkbox"/> extension																				
		<input type="checkbox"/> aucune																				
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Pupilles gauche droite</th> </tr> <tr> <td>senle <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>inégalitaires <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>mydriase <input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Pupilles gauche droite		senle <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	inégalitaires <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	mydriase <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>														
Pupilles gauche droite																						
senle <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																					
inégalitaires <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																					
mydriase <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																					

<b>CHRONO</b>	1.5 Date: ..... / ..... / .....
	Heure d'appel des secours: ..... h ..... min
	Heure d'arrivée des 1er secours: ..... h ..... min
	Heure d'arrivée SMUR / MCS / MSP: ..... h ..... min
	Heure de départ des lieux: ..... h ..... min
	Heure d'arrivée hôpital: ..... h ..... min
<input type="checkbox"/> Décès ..... h ..... min	
(Voir avec le centre 15 lors de la transmission du bilan)	

<b>DIAGNOSTIC</b>	1.6 <input type="checkbox"/> Grade A <input type="checkbox"/> Grade B <input type="checkbox"/> Grade C																																
	<table border="1"> <tr> <th>Lesions de</th> <th>Severe</th> <th>Léger</th> <th>Absent</th> </tr> <tr> <td>Tête et Cou</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Face</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Thorax</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Abdomen</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Bassin</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Rachis</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Membres</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Lesions de	Severe	Léger	Absent	Tête et Cou	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Face	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Thorax	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Abdomen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bassin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rachis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Membres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Lesions de	Severe	Léger	Absent																													
	Tête et Cou	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
	Face	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
	Thorax	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
	Abdomen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
	Bassin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																													
Rachis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														
Membres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																														

<b>TIT</b>	1.7 <input type="checkbox"/> Intubation / <input type="checkbox"/> Drainage thoracique
	Ventilation mécanique <input type="checkbox"/> Cristalloïde: ..... ml
	<input type="checkbox"/> Amines vasopressives <input type="checkbox"/> Colloïde: ..... ml
	<input type="checkbox"/> Transfusion <input type="checkbox"/> Osmothérapie

<b>TRANSPORT</b>	1.8 <input type="checkbox"/> Rouler <input type="checkbox"/> Hélicoptère
	Centre Hospitalier destinataire : .....
	<input type="checkbox"/> Déchocage <input type="checkbox"/> Urgences box
	<input type="checkbox"/> Réanimation <input type="checkbox"/> Bloc opératoire
	<input type="checkbox"/> Radio - Scanner <input type="checkbox"/> Radio interventionnelle

**2.1** Nom : .....  
Prénom : .....  
Date de naissance : .....  
(ou Age: .....) Sexe:  M  F  
numéro de téléphone : .....

**2.2** Provenance:  
 Smur primaire  Non médicalisé  
 Transfert du CH de: .....  
Service receveur  
Centre hospitalier de: .....  
Nom du médecin : .....  
 Déchocage  Urgences box  
 Réanimation  Bloc opératoire  
 Radio - Scanner  Radio interventionnelle

**2.3**  Grade A  Grade B  Grade C  
FC: ...../min PA: ...../..... mmHg  
FR: ...../min T°: .....°C SpO2: .....%  
Patient intubé à l'arrivée:  Oui  Non  
Echelle de Glasgow: ..... (cocher les cases correspondantes)

ouverture des Yeux	réponse Verbale	réponse Motrice
<input type="checkbox"/> spontanée	<input type="checkbox"/> normale	<input type="checkbox"/> aux ordres
<input type="checkbox"/> à la demande	<input type="checkbox"/> confuse	<input type="checkbox"/> localise la douleur
<input type="checkbox"/> à la douleur	<input type="checkbox"/> incohérente	<input type="checkbox"/> réflexe de retrait
<input type="checkbox"/> aucune	<input type="checkbox"/> incompréhensible	<input type="checkbox"/> flexion
	<input type="checkbox"/> aucune	<input type="checkbox"/> extension
		<input type="checkbox"/> aucune

Pupilles gauche droite  
senée    
intermédiaire    
mydriase

**2.4** Date: .....  
Heure d'entrée dans le service: ..... h ..... min  
Heure d'entrée au scanner : ..... h ..... min  
Heure de fin de prise en charge aux urgences ou déchocage : ..... h ..... min  
 Bloc opératoire - heure d'arrivée : ..... h ..... min  
 Embolisation - heure d'arrivée: ..... h ..... min  
 Hospitalisation Réanimation  Service de soins  
Nom du service : .....  
 Sortie au domicile  
 Décès: ..... h ..... min

**2.5**  Radio thorax  Radio bassin  
 Echo (Fast) au déchocage  Echo en radiologie  
 Scanner corps entier  Doppler trans-cranien  
 Scanner segmentaire: .....

**2.6**  Intubation / Ventilation mécanique  Traitement d'une plaie (par le chirurgien)  
 Drainage thorax  Contention du bassin  
 Amines vasopresseive  Ballon d'occlusion aortique  
 Transfusion  Tamponnement nasal  
 Osmothérapie  Thoracotomie

**2.7**  Routier  Hélicoptère  
Centre Hospitalier destinataire: .....  
Service de : .....  
Heure de départ du patient: ..... h ..... min

**3.1**  
**P**  
**A**  
**T**  
**I**  
**E**  
**N**  
**T**

Nom : .....  
Prénom : .....  
Date de naissance : .....  
(ou Age: .....) Sexe:  M  F  
numéro de téléphone : .....

**3.2**  
**S**  
**E**  
**R**  
**V**  
**I**  
**C**  
**E**  
**D**  
**E**  
**R**  
**E**  
**A**

Provenance:  
 Déchocage  Urgences  Scanner  
 Bloc opératoire  Radio interventionnelle  
 Service de soins: .....  
ou .....  
 Transfert du CH de: .....  
Service de réanimation receveur  
Centre hospitalier de: .....  
Nom de la réa: .....  
Nom du médecin: .....

**3.3**  
**C**  
**H**  
**R**  
**O**  
**N**  
**O**

Date d'entrée en réa : .....  
Date de sortie de réa : .....  
Nombre de jours intubé / ventilé : .....  
Décès en réanimation  Oui  Non  
Date : .....

**3.4**  
**T**  
**T**  
**T**

Thérapie dans les 24 premières heures  
(préhospitalier et déchocage compris)

Cristalloïdes : .....ml  
Colloïdes : .....ml  
Nbr de Culot globulaire: .....  
Nbr d'Unité plaquettaire: .....  
Nbr de Plasma frais congelé: .....  
Fibrinogène: .....gr  
Facteur VII activé  Oui  Non  
PPSB  Oui  Non  
 Dialyse/hémofiltration pendant le séjour en réa

**3.5**  
**D**  
**E**  
**S**  
**T**  
**I**  
**N**  
**A**  
**T**  
**I**  
**O**  
**N**

Service de soins chirurgie ou médecine  
 Autre service de réanimation  
 Service réadaptation  
 Domicile  
Nom du service : .....  
Centre Hospitalier destinataire: .....

**3.6**  
**S**  
**C**  
**O**  
**R**  
**E**  
**S**

SAPS II: .....  
ISS: .....

Remarques éventuelles : .....

.....

.....

**Merci de joindre les compte-rendus et courriers de sortie.**

## 6.11. Protocole de prise en charge des patients traumatisés pédiatriques au déchoquage du CHU de Grenoble



### Points essentiels à retenir

2 documents d'aide à l'accueil et à la prise en charge des DCA pédiatriques sont disponibles :

- 📎 **Annexe 1 de la Fiche Réflexe DCA « Traumatisé pédiatrique »** : préparation Accueil DCA pédiatrique en fonction du poids : l'ensemble des dispositifs médicaux et drogues devant être prêts à l'admission du patient est rappelé.  
→ **Disponibilité** : poste 3 du DCA (poste dédié à la pédiatrie ; trieur vertical mural) + Dossier public et VDoc.
- 📎 **Fichier Excel** ou sont indiqués les paramètres physiologiques, le matériel et les posologies adaptés au poids exact de l'enfant.  
→ **Disponibilité**: le fichier a été diffusé par mail et peut être redemandé auprès des équipes du BU DCA afin que chacun en dispose dans ses propres documents informatiques. Après avoir rentré le poids de l'enfant, le logiciel calcule l'ensemble des données.
- 📎 **Rappel calcul poids théorique enfant** :  $(AGE \times 2) + 9$

### CRITERES d'ADMISSION

- **Scores Pediatric Trauma Score** :
  - PTS < 8 = traumatisme potentiellement grave
  - PTS < 4 : risque de décès (Orliaguet Anesth Analg 1998 ; 87 :537-542)
  - PTS > 8 : survie à 100 % (Cantais ICM 2001 ; 27 :1511-1517)

PTS	+2	+1	-1
POIDS (kg)	> 20	10 - 20	< 10
LIBERTE VAS	Normale	Maintenue	Non maintenue
PAS (mmHg)	> 90	50-90	< 50
ETAT NEURO	Reveillé	Obnubilé	Comateux
PLAIE OUVERTE	Aucune	Minime	Majeure
FRACTURE	Aucune	Fermée	Ouverte

- **Critères TRENAU : adaptation pédiatrique**
  - Reprendre les critères TRENAU : cf Fiche Réflexe DCA « Accueil du traumatisé selon grade »
  - Adaptations à prendre en compte :

**GRADE A** : Définition de l'**HYPOTENSION** : se reporter à la CAT ci après

**GRADE B** : Pas de modification des critères TRENAU

**GRADE C** : **HAUTEUR de CHUTE** : 3 fois la hauteur de l'enfant (remplace les 6mètres des grades C de l'adulte)

**NECESSITE d'un SCANNER** : en l'absence de TDM disponible à l'HCE, tout enfant nécessitant une imagerie par TDM sera pris en charge sur Michallon. La procédure des grades C doit être respectée: appel du Bip 101 par la régulation SAMU et décision collégiale de prise en charge pour TDM par l'équipe du DCA ou par l'équipe du SMUR selon les éléments médicaux et la disponibilité des différentes équipes.

de \_\_\_\_\_

## PARTICULARITES PEDIATRIQUES



- **NEURO : Score de GLASGOW , adaptation pédiatrique**

Echelle ADULTE	Echelle PEDIATRIQUE			
<b>OUVERTURE YEUX</b>				
Spontanée 4	idem	4	idem	
A la demande 3	idem	3	idem	
A la stimulat* douleur 2	idem	2	idem	
Aucune 1	idem	1	idem	
<b>REPONSE VERBALE</b>				
> 3 ANS (idem adulte)	0-2 ANS	2-3 ANS		
Orientée 5	Sourire, cris appropriés	5	Mots et phrases appropriées à l'âge	
Confuse 4	Cris	4	Mots inappropriés	
Inappropriée 3	Hurllements	3	Cris, hurlements	
Incompréhensible 2	Geignement	2	Geignement	
Aucune 1	Aucune	1	Aucune	
<b>REPONSE MOTRICE</b>				
A la demande 6	idem	6	idem	
Orientée 5	idem	5	idem	
Evitement 4	idem	4	idem	
En flexion 3	idem	3	idem	
En extension 2	idem	2	idem	
Aucune 1	idem	1	idem	

- **CARDIO VASCULAIRE**

→ Rappel masse sanguine : NNé : 90 ml / kg. < 6 mois : 80 ml / kg > 1 an : 70 ml / kg

→ Solutés : \* HEA OK après age d' 1 mois (limité par précaution à 20 ml/kg max).

\* Albumine 5 ou 10 % (2gr/kg maxi ; albumine à 20% diluée dans sérum phy).

→ ABORD VASCULAIRE d' URGENCE : **VOIE INTRA OSSEUSE** , système motorisé EZIO

OU ? péristel mural équipement pédiatrique (poste 3 DCA pédiatrique)

QUAND ? ACR = pose IO immédiate. CHOC = après maxi 3 minutes de tentatives de voie IV

COMMENT ? cf schémas dans EZIO. Aiguille rose jusqu' à 40 kg. Test d'aspiration. Ne pas oublier le bolus (sérum phy jusqu' à 20 ml selon l'age) avant toute perfusion !

QUOI ? tout type de drogues ou de solutés y compris produit de contraste pour TDM (accord radiologues pédiatriques). Attention à la douleur provoquée par certains solutés. Pas de système d'accélérateur.

## NUMERO UTILES et RAPPELS IMPORTANTS :

- 📍 **Quand appeler le MAR d'astreinte HCE ?**

Grade A < 10 ans ; Grade B < 5 ans. En journée Tel 22242, en garde : cf liste d'astreinte.

- 📍 **Quand appeler le chirurgien pédiatrique ?**

TOUJOURS , dès la pré alerte, y compris grade C (hospitalisation en chirurgie pédiatrique au décours seulement après accord du Xien sénior) . C'est le Xien sénior et non l'Interne qui doit être appelé !

→ Xien viscéral pédiatrique d'astreinte : Tel unique = 06 46 32 47 67

→ Xien orthopédiste pédiatrique d'astreinte : cf liste d'astreinte.

- 📍 **Réanimation pédiatrique** : poste 65708. Bip MDG : 136.

- 📍 **Liste d'astreinte MAR et Xien HCE** : *Dossiers publics PAR/gardes et astreintes / tableau mensuel en cours.*

## Conduite à tenir :

Advanced Trauma Life Support



### ✓ INDUCTION SEQUENCE RAPIDE

- Avant 2 ans : Kétamine (2 à 3 mg/kg) + Célocurine (2mg/kg) (± Atropine 20 µgr/kg)
- Après 2 ans : Etomidate (0,3 mg/kg) ou Kétamine (2mg/kg) + Célocurine (1 mg/kg)



### ✓ INTUBATION ORO TRACHEALE

Selon age : [age (année) + 16] / 4  
 Selon poids : 4.0 pour 10 kg + 0.5 / 5 kg  
 Distance (IOT) : 3 x diamètre sonde



Sonde gastrique précoce : dilatation gastrique fréquente, impacte directement la ventilation



### ✓ DEFINITION HYPOTENSION :

- NN : PAS < 50 mmHg
- NRS : PAS < 70 mmHg
- 1 à 10 ans : 70 (mmHg) + [age (années)] x 2
- Après 10 ans : PAS : < 90 mmHg



Hypotension plus tardive : à partir de 40 % de perte de MS (25-30 % chez l'adulte)  
 Bradycardie extrême - ACR Rappel des seuils : NN FC ≤ 90/min ; NRS ≤ 60/min.  
 Attention aux saignements occultes : Cuir chevelu = jusqu' à 8% de la masse sanguine  
 HED = choc hémorragique possible jusqu' 5 ans.

### ✓ TRANSFUSION (ml) : [Hb cible - Hb mesurée (g/dl)] x Poids (Kg) x 3

- PFC : 20 ml/kg
- Plaquettes : 20 ml /kg
- Fibrinogène : [Fg cible - Fg mesurée (g/l)] x Poids (Kg) x 0,04
- Exacyl : 20 mg/kg puis 10 mg/kg/h
- CALCIUM : CaCl 0,3 mg / 1 ml de CGR transfusé ou GlucCa 1 mg (soit 0,1 ml) / 1 ml de CGR transfusé



### ✓ MYDRIASE = ARRET CIRCULATOIRE CEREBRAL !

- OSMOTHERAPIE IMMEDIATE : mannitol 0,25 gr/kg à 1gr/kg soit 1,25 à 5 ml/kg de Mannitol à 20%  
 → Diurèse osmotique induite (monitorer la diurèse, compensation précoce)
- Contrôle PAM et PaCO2 immédiat + autres ACSOS.

### • DTC :

SEX	10-14MOIS	15-24MOIS	25-36MOIS	AGE	30-36MOIS	37-48MOIS	49-60MOIS
♀-MAGE	40	24	12	♀-GAMM	147	94	55
♂-3MOIS	75	42	24	♂-10ANS	144	97	72
♀-12MOIS	114	74	36	♂-18ANS	120	81	60
♂-1.5AN	124	85	55	VALEURS DTE NORMALES de TENIANT d'après Bode			

Profondeur : < 20kg : 35 - 40 mm  
 > 20kg : 40 - 45 mm  
 Adulte : 60 mm

### ✓ POSE DE PIC / OBJECTIF PPC :

< 1 an : PPC ≥ 40 mmHg 1-5 ans : 50mmHg 6-10 ans : 55 mmHg 10-15 ans : 60 mmHg



### ✓ OBJECTIF TEMPERATURE : > 35°C



Déperdition très rapide

THESE SOUTENUE PAR : Murielle Moine, née le 08/05/1986

TITRE : PRISE EN CHARGE PRE-HOSPITALIERE ET HOSPITALIERE INITIALE DES ENFANTS TRAUMATISES SEVERES HOSPITALISES EN REANIMATION. DONNEES DU « TRAUMA SYSTEM » DU RESEAU NORD-ALPIN DES URGENCES.

### CONCLUSION

Objectif : Il existe peu de données concernant la prise en charge pré-hospitalière des enfants traumatisés sévères en France, il s'agit pourtant d'un temps essentiel. L'objectif de notre étude est de décrire la prise en charge pré-hospitalière et hospitalière initiale des enfants traumatisés sévères hospitalisés en réanimation dans le réseau Nord-Alpin des urgences et de décrire les facteurs influençant la durée de séjour en réanimation et leur devenir.

Matériel et méthodes : L'analyse des données a été réalisée de manière rétrospective à partir du registre du TRENAU (Trauma system du Réseau Nord-Alpin des Urgences), les informations concernaient la prise en charge pré-hospitalière et hospitalière initiale des patients traumatisés sévères (selon les critères de Vittel) âgés de 0 à 15 ans révolus hospitalisés en réanimation au CHU de Grenoble entre janvier 2009 et décembre 2011.

Résultats : 101 enfants traumatisés sévères ont été hospitalisés en réanimation, 39% victimes d'un accident de la voie publique, 32% d'un accident de montagne et 19% d'une chute de hauteur élevée. Le délai moyen de prise en charge pré-hospitalière était de 100 ( $\pm 40$ ) minutes. La lésion la plus fréquente (74%) était le traumatisme crânien (associé ou non à d'autres lésions), 7% des enfants sont décédés, ils présentaient tous un traumatisme crânien sévère. En analyse multivariée seul l'âge du patient influençait la durée de séjour en réanimation, en analyse univariée l'âge, la tachycardie, GCS pré-hospitalier, le GCS hospitalier initial, le PTS, l'ISS, le TRISS, le RTS, le PRISM, le grade pré-hospitalier et hospitalier initial, l'osmothérapie pré-hospitalière et initiale et la transfusion influençaient de manière significative le devenir selon le GOS.

\* Conclusion : La prise en charge des enfants traumatisés sévères dans le cadre du réseau de soins du TRENAU paraît satisfaisante sur de nombreux points (orientation précoce vers un centre de niveau adapté, délais de prise en charge), cependant certains éléments semblent perfectibles. Les résultats de notre étude pourraient servir d'axe de travail pour permettre une amélioration des pratiques (protocoles spécifiques pédiatriques).

Mots-clés :

Traumatisme sévère, Réanimation, Pédiatrique, Pré-hospitalier

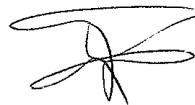
VU ET PERMIS D'IMPRIMER  
Grenoble, le 18/3/2014

LE DOYEN

LE PRESIDENT DE LA THESE



PROFESSEUR DEBILLO



## **7. Références bibliographiques :**

1. Uhrig L, Orliaguet G. *Enfant traumatisé sévère. Médecine d'urgence*, Elsevier Masson SAS; 2011.
2. Javouhey E, Guérin A-C, Amoros E, Haddak M, Ndiaye A, Floret D, et al. Severe outcome of children following trauma resulting from road accidents. *Eur J Pediatr*. août 2006;165(8):519- 25.
3. Morrison W, Wright JL, Paidas CN. Pediatric trauma systems. *Crit Care Med*. nov 2002;30(11 Suppl):S448- 56.
4. Amini R, Lavoie A, Moore L, Sirois M-J, Emond M. Pediatric trauma mortality by type of designated hospital in a mature inclusive trauma system. *J Emerg Trauma Shock*. janv 2011;4(1):12- 9.
5. Hulka F. Pediatric trauma systems: critical distinctions. *J Trauma*. sept 1999;47(3 Suppl):S85- 9.
6. Orliaguet GA, Meyer PG, Blanot S, Jarreau MM, Charron B, Buisson C, et al. Predictive factors of outcome in severely traumatized children. *Anesth Analg*. sept 1998;87(3):537- 42.
7. Cantais E, Paut O, Giorgi R, Viard L, Camboulives J. Evaluating the prognosis of multiple, severely traumatized children in the intensive care unit. *Intensive Care Med*. sept 2001;27(9):1511- 7.
8. Dowd MD, Keenan HT, Bratton SL. Epidemiology and prevention of childhood injuries. *Crit Care Med*. nov 2002;30(11 Suppl):S385- 92.
9. Orliaguet G, Martinon C. *Enfant polytraumatisé. Congrès national d'anesthésie et de réanimation 2008. Conférences d'actualisation*, p. 163-175. Elsevier Masson SAS; 2008.
10. Schneider S, Yamamoto S, Weidmann C, Brühmann B. Sports injuries among adolescents: incidence, causes and consequences. *J Paediatr Child Health*. oct 2012;48(10):E183- 9.
11. Selig HF, Hüpfel M, Trimmel H, Voelckel WG, Nagele P. Pediatric trauma in the Austrian Alps: the epidemiology of sport-related injuries in helicopter emergency medical service. *High Alt Med Biol*. juin 2012;13(2):112- 7.
12. Pakzad-Vaezi K, Singhal A. Trends in paediatric sport- and recreation-related injuries: An injury surveillance study at the British Columbia Children's Hospital (Vancouver, British Columbia) from 1992 to 2005. *Paediatr Child Health*. avr 2011;16(4):217- 21.
13. Skokan EG, Junkins EP, Kadish H. Serious winter sport injuries in children and adolescents requiring hospitalization. *Am J Emerg Med*. mars 2003;21(2):95- 9.

14. McBeth PB, Ball CG, Mulloy RH, Kirkpatrick AW. Alpine ski and snowboarding traumatic injuries: incidence, injury patterns, and risk factors for 10 years. *Am J Surg.* mai 2009;197(5):560- 3; discussion 563- 4.
15. White JRM, Dalton HJ. Pediatric trauma: postinjury care in the pediatric intensive care unit. *Crit Care Med.* nov 2002;30(11 Suppl):S478- 88.
16. Meyer G, Orliaguet G, Blanot S, Jarreau MM, Charron B, Sauverzac R, et al. Complications of emergency tracheal intubation in severely head-injured children. *Paediatr Anaesth.* 2000;10(3):253- 60.
17. Adelson PD, Bratton SL, Carney NA, Chesnut RM, du Coudray HEM, Goldstein B, et al. Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents. Chapter 3. Prehospital airway management. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* juill 2003;4(3 Suppl):S9- 11.
18. Kuluz J. Improving prehospital airway management and care of children with severe traumatic brain injury. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* janv 2011;12(1):112- 3.
19. Martinon C, Duracher C, Blanot S, Escolano S, De Agostini M, Périé-Vintras AC, et al. Emergency tracheal intubation of severely head-injured children: changing daily practice after implementation of national guidelines. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* janv 2011;12(1):65- 70.
20. Adelson PD, Bratton SL, Carney NA, Chesnut RM, du Coudray HEM, Goldstein B, et al. Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents. Chapter 4. Resuscitation of blood pressure and oxygenation and prehospital brain-specific therapies for the severe pediatric traumatic brain injury patient. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* juill 2003;4(3 Suppl):S12- 8.
21. Seid T, Ramaiah R, Grabinsky A. Pre-hospital care of pediatric patients with trauma. *Int J Crit Illn Inj Sci.* sept 2012;2(3):114- 20.
22. Coates BM, Vavilala MS, Mack CD, Muangman S, Suz P, Sharar SR, et al. Influence of definition and location of hypotension on outcome following severe pediatric traumatic brain injury. *Crit Care Med.* nov 2005;33(11):2645- 50.
23. Orliaguet G. [Volume expansion in children]. *Arch Pédiatrie Organe Off Société Fr Pédiatrie.* juin 2004;11(6):714- 5.
24. Pigula FA, Wald SL, Shackford SR, Vane DW. The effect of hypotension and hypoxia on children with severe head injuries. *J Pediatr Surg.* mars 1993;28(3):310- 4; discussion 315- 6.

25. White JR, Farukhi Z, Bull C, Christensen J, Gordon T, Paidas C, et al. Predictors of outcome in severely head-injured children. *Crit Care Med.* mars 2001;29(3):534- 40.
26. Javouhey E, Guérin A-C, Martin J-L, Floret D, Chiron M, SERAC group. Management of severely injured children in road accidents in France: impact of the acute care organization on the outcome. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* juill 2009;10(4):472- 8.
27. Marescal C, Adnet P, Bello N, Halle I, Forget AP, Boittiaux P. -Secondary cerebral stress of systemic origin in children with severe craniocerebral injuries-. *Ann Fr Anesthésie Rèanimation.* 1998;17(3):234- 9.
28. Javouhey E, Guérin A-C. [Organisation of health care management for children with traumatic brain or spinal injuries]. *Arch Pédiatrie Organe Off Société Fr Pédiatrie.* juin 2006;13(6):557- 9.
29. Adelson PD, Bratton SL, Carney NA, Chesnut RM, du Coudray HEM, Goldstein B, et al. Guidelines for the acute medical management of severe traumatic brain injury in infants, children, and adolescents. Chapter 5. Indications for intracranial pressure monitoring in pediatric patients with severe traumatic brain injury. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* juill 2003;4(3 Suppl):S19- 24.
30. DeCou JM, Abrams RS, Miller RS, Gauderer MW. Abdominal compartment syndrome in children: experience with three cases. *J Pediatr Surg.* juin 2000;35(6):840- 2.
31. Peclet MH, Newman KD, Eichelberger MR, Gotschall CS, Garcia VF, Bowman LM. Thoracic trauma in children: an indicator of increased mortality. *J Pediatr Surg.* sept 1990;25(9):961- 5; discussion 965- 6.
32. Sartorelli KH, Vane DW. The diagnosis and management of children with blunt injury of the chest. *Semin Pediatr Surg.* mai 2004;13(2):98- 105.
33. Cirak B, Ziegfeld S, Knight VM, Chang D, Avellino AM, Paidas CN. Spinal injuries in children. *J Pediatr Surg.* avr 2004;39(4):607- 12.
34. Grasso SN, Keller MS. Diagnostic imaging in pediatric trauma. *Curr Opin Pediatr.* juin 1998;10(3):299- 302.
35. Engum SA, Mitchell MK, Scherer LR, Gomez G, Jacobson L, Solotkin K, et al. Prehospital triage in the injured pediatric patient. *J Pediatr Surg.* janv 2000;35(1):82- 7.
36. Simpson AJ, Rivara FP, Pham TN. Quality care in pediatric trauma. *Int J Crit Illn Inj Sci.* sept 2012;2(3):149- 55.
37. Biarent D, Bingham R, Richmond S, Maconochie I, Wyllie J, Simpson S, et al. European

Resuscitation Council guidelines for resuscitation 2005. Section 6. Paediatric life support. Resuscitation. déc 2005;67 Suppl 1:S97- 133.

38. Burd RS, Jang TS, Nair SS. Evaluation of the relationship between mechanism of injury and outcome in pediatric trauma. J Trauma. avr 2007;62(4):1004- 14.

39. Lecky F, Woodford M, Edwards A, Bouamra O, Coats T. Trauma scoring systems and databases. Br J Anaesth. août 2014;113(2):286- 94.

40. Simpson DA, Cockington RA, Hanieh A, Raftos J, Reilly PL. Head injuries in infants and young children: the value of the Paediatric Coma Scale. Review of literature and report on a study. Childs Nerv Syst ChNS Off J Int Soc Pediatr Neurosurg. août 1991;7(4):183- 90.

41. Thakker JC, Splaingard M, Zhu J, Babel K, Bresnahan J, Havens PL. Survival and functional outcome of children requiring endotracheal intubation during therapy for severe traumatic brain injury. Crit Care Med. août 1997;25(8):1396- 401.

42. Ducrocq SC, Meyer PG, Orliaguet GA, Blanot S, Laurent-Vannier A, Renier D, et al. Epidemiology and early predictive factors of mortality and outcome in children with traumatic severe brain injury: experience of a French pediatric trauma center. Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc. sept 2006;7(5):461- 7.

43. Narci A, Solak O, Turhan-Haktanir N, Ayçiçek A, Demir Y, Ela Y, et al. The prognostic importance of trauma scoring systems in pediatric patients. Pediatr Surg Int. janv 2009;25(1):25- 30.

44. Ott R, Krämer R, Martus P, Bussenius-Kammerer M, Carbon R, Rupprecht H. Prognostic value of trauma scores in pediatric patients with multiple injuries. J Trauma. oct 2000;49(4):729- 36.

45. Orliaguet G, Meyer P, Blanot S, Schmautz E, Charron B, Riou B, et al. Validity of applying TRISS analysis to paediatric blunt trauma patients managed in a French paediatric level I trauma centre. Intensive Care Med. avr 2001;27(4):743- 50.

46. Vavilala MS. Quality of pediatric prehospital trauma care: a call to education. Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc. juill 2011;12(4):477- 8.

47. Petrosyan M, Guner YS, Emami CN, Ford HR. Disparities in the delivery of pediatric trauma care. J Trauma. août 2009;67(2 Suppl):S114- 9.

48. Potoka DA, Schall LC, Gardner MJ, Stafford PW, Peitzman AB, Ford HR. Impact of pediatric trauma centers on mortality in a statewide system. J Trauma. août 2000;49(2):237- 45.

49. Suominen P, Baillie C, Kivioja A, Korpela R, Rintala R, Silfvast T, et al. Prehospital care and survival of pediatric patients with blunt trauma. *J Pediatr Surg.* sept 1998;33(9):1388- 92.
50. Amini R, Lavoie A, Moore L, Sirois M-J, Emond M. Pediatric trauma mortality by type of designated hospital in a mature inclusive trauma system. *J Emerg Trauma Shock.* janv 2011;4(1):12- 9.
51. Crewdson K, Lockey D, Davies G. Outcome from paediatric cardiac arrest associated with trauma. *Resuscitation.* oct 2007;75(1):29- 34.
52. Murphy JT, Jaiswal K, Sabella J, Vinson L, Megison S, Maxson RT. Prehospital cardiopulmonary resuscitation in the pediatric trauma patient. *J Pediatr Surg.* juill 2010;45(7):1413- 9.
53. Kamal H, Mardini A, Aly BM. Traumatic brain injury in pediatric age group; predictors of outcome in Pediatric Intensive Care Unit. *Libyan J Med.* 2007;2(2):90- 4.
54. Salorio CF, Slomine BS, Guerguerian A-M, Christensen JR, White JRM, Natale JE, et al. Intensive care unit variables and outcome after pediatric traumatic brain injury: a retrospective study of survivors. *Pediatr Crit Care Med J Soc Crit Care Med World Fed Pediatr Intensive Crit Care Soc.* janv 2008;9(1):47- 53.
55. Paul TR, Marias M, Pons PT, Pons KA, Moore EE. Adult versus pediatric prehospital trauma care: is there a difference? *J Trauma.* sept 1999;47(3):455- 9.

