Le patient polytraumatisé pédiatrique : Quels moyens? Quelle orientation?

Guillaume MORTAMET

PUPH, Service de soins critiques pédiatriques, CHU de Grenoble-Alpes

Congrès ADARPEF, Lyon, 23 mai 2025

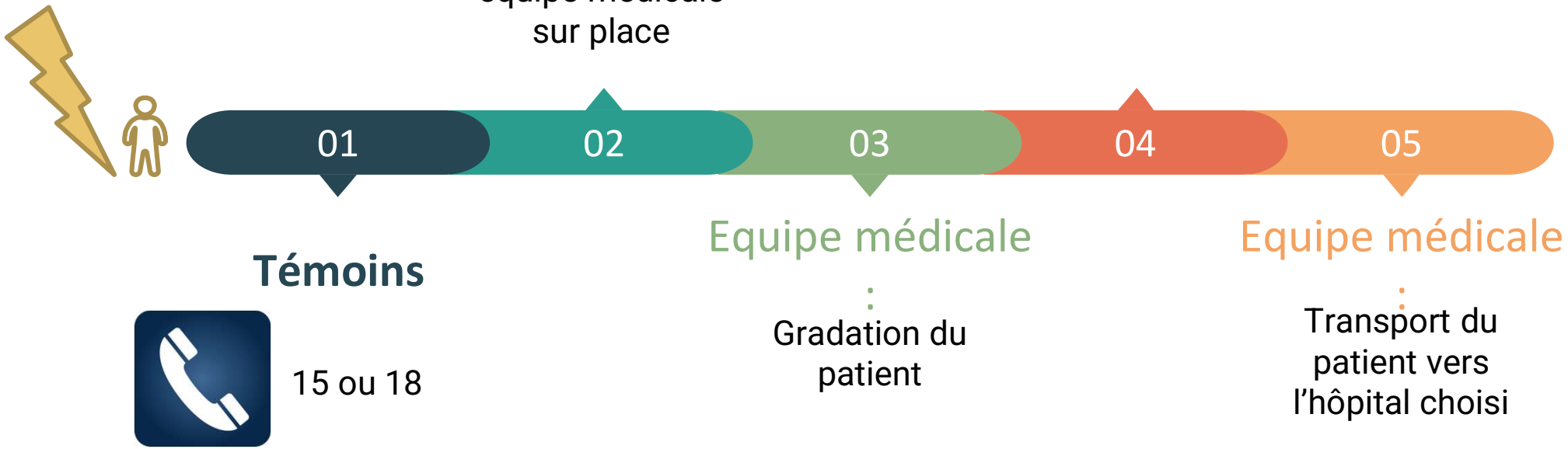
Pas de conflit d’intéret

Plan

- Rationnel
- Triage/overtriage/Undertriage
- Critères de triage
- Définition des trauma sévères
- Trauma center
- Importance du réseau
- Quel moyen



TRAUMATOLOGIE :
prise en charge pré-hospitalière



Diapo J Chifflet

Rationnel

2006

SPECIAL ARTICLE

A National Evaluation of the Effect of Trauma-Center Care on Mortality

Ellen J. MacKenzie, Ph.D., Frederick P. Rivara, M.D., M.P.H., Gregory J. Jurkovich, M.D., Avery B. Nathens, M.D., Ph.D., Katherine P. Frey, M.P.H., Brian L. Egleston, M.P.P., David S. Salkever, Ph.D., and Daniel O. Scharfstein, Sc.D.

Table 4. Adjusted Case Fatality Rates and Relative Risks of Death after Treatment in a Trauma Center as Compared with Treatment in a Non–Trauma Center.*

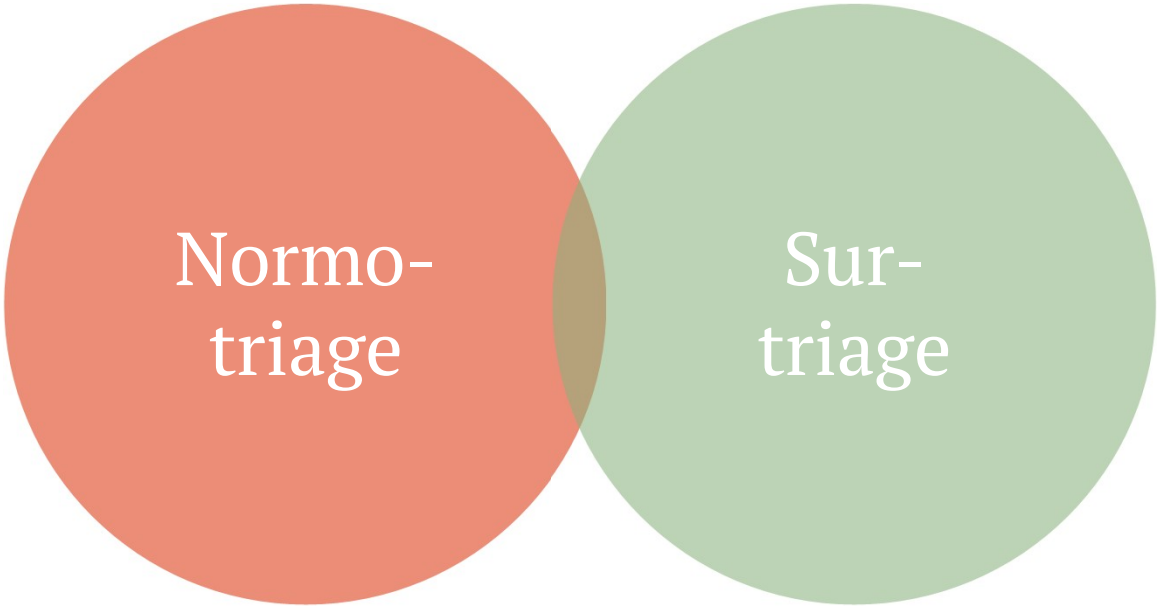
Variable	Weighted No. of Patients	Death in Hospital	Death within 30 Days after Injury	Death within 90 Days after Injury	Death within 365 Days after Injury
Overall population	15,009				
Trauma center (%)		7.6	7.6	8.7	10.4
Non–trauma center (%)		9.5	10.0	11.4	13.8
Relative risk (95% CI)		0.80 (0.66–0.98)	0.76 (0.58–1.00)	0.77 (0.60–0.98)	0.75 (0.60–0.95)

Concepts de triage/undertriage/overtriage

TRIAGE



TRIAGE



Over triage

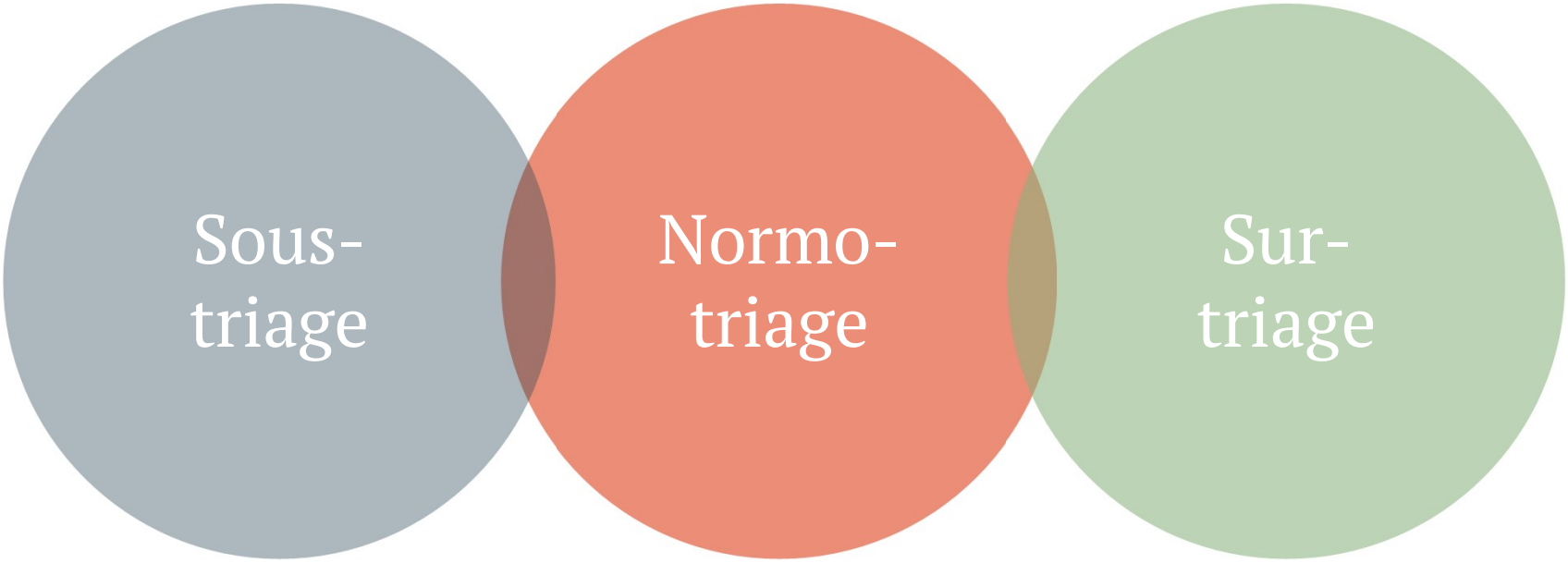
- = utilisation d'un trauma center de niveau 1 pour un patient qui n'en a pas besoin (en dehors du parcours patient via les urgences)

- Conséquences potentielles :
  - Surutilisation des systèmes de transport
  - Surutilisation des ressources locales
  - Coût

- Le prix à payer pour limiter l'undertriage?



TRIAGE



Diapo J Chifflet

UNDERTRIAGE

= patient avec un traumatisme grave pris en charge dans un trauma center de niveau 2/3

Objectif premier = taux sous-triage < 5%

THE COMMITTEE ON TRAUMA

mortalité ↗

J Trauma. 2000 Aug;49(2):237-45. doi: 10.1097/00005373-200008000-00009.

Impact of pediatric trauma centers on mortality in a statewide system

D A Potoka [1], L C Schall, M J Gardner, P W Stafford, A B Peitzman, H R Ford

Effect of under triage on early mortality after major pediatric trauma: a registry-based propensity score matching analysis

François-Xavier Ageron[1†], Jordan Porteaud[2†], Jean-Noël Evain[2], Anne Millet[3], Jules Greze[2], Cécile Vallot[1], Albrice Levrat[4], Guillaume Mortamet[3,5], Pierre Bouzat[2,5,6*] and For the TRENAU Group

Do pediatric patients with trauma in Florida have reduced mortality rates when treated in designated trauma centers?

Etienne E. Pracht[a], Joseph J. Tepas III [b,*], Barbara Langland-Orban[a], Lisa Simpson[c], Pam Pieper[d], Lewis M. Flint[c]

Published in final edited form as:
JAMA Pediatr. 2016 August 01; 170(8): 780–786. doi:10.1001/jamapediatrics.2016.0805.

THE RELATIONSHIP BETWEEN CENTER TYPE AND MORTALITY AMONG ADOLESCENT TRAUMA PATIENTS

Rachel B. Webman, MD[a], Elizabeth A. Carter, PhD, MPH[a], Sushil Mittal, PhD[b], Jichaun Wang, PhD[c], Chethan Sathya, MD[d], Avery B. Nathens, MD, PhD[d], Michael L. Nance, MD[e], David Madigan, PhD[f], Randall S. Burd, MD, PhD[a]

Under or overtriage

Ageron et al. World Journal of Emergency Surgery (2021) 16:1
https://doi.org/10.1186/s13017-020-00345-w

World Journal of Emergency Surgery

RESEARCH ARTICLE Open Access

Effect of under triage on early mortality after major pediatric trauma: a registry-based propensity score matching analysis

François-Xavier Ageron[1†], Jordan Porteaud[2†], Jean-Noël Evain[2], Anne Millet[3], Jules Greze[2], Cécile Vallot[1], Albrice Levrat[4], Guillaume Mortamet[3,5], Pierre Bouzat[2,5,6*] and For the TRENAU Group

Table 1 Characteristics of trauma children.

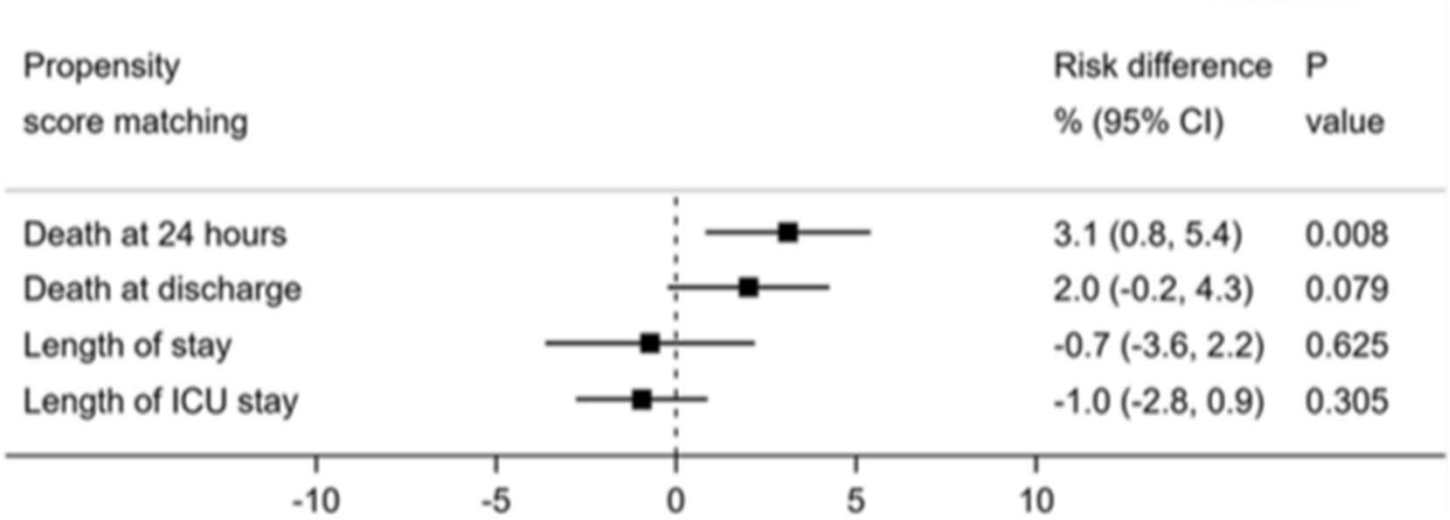
Characteristics	N = 1143	Missing value, N (%)
Age, years (mean, SD)		0
Age, N (%)		
0–2	75 (7)	
2–6		
6–10		
10–15		
Sex male, N (%)		
Mechanism of injury, N (%)		
Road traffic accident		
Falls		
Stabbing, gunshot		
Hit by object or person	120 (11)	
Mountain accidents		
Skiing accidents		
Helicopter transport, N (%)		
Prehospital GCS, N (%)		
15–14		
13–9		
8–3		
Prehospital SBP, mean (SD)		
Prehospital SBP < 70 + 2 × age, N (%)		
Prehospital oxygen saturation < 90%, N (		
ISS, mean (SD)		
ISS, N (%)		
< 16		
16–24		
25–34		
> 34		

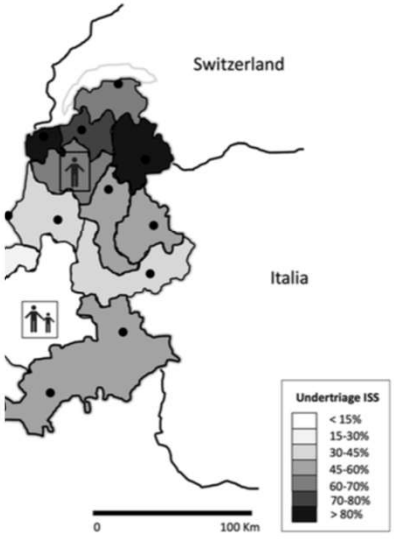
Table 4 Accuracy of field triage according to the need of critical resources or severe injury with ISS > 15

	Sensibility % (95% CI)	Specificity % (95% CI)	Under triage % (95% CI)	Over triage % (95% CI)	PPV % (95% CI)	NPV % (95% CI)
Need of specialized trauma care*	67 (63–71)	51 (47–56)	33 (29–37)	36 (32–40)	58 (52–60)	63 (59–67)
ISS > 15	57 (52–62)	43 (39–46)	43 (38–48)	44 (40–47)	35 (32–39)	65 (60–69)

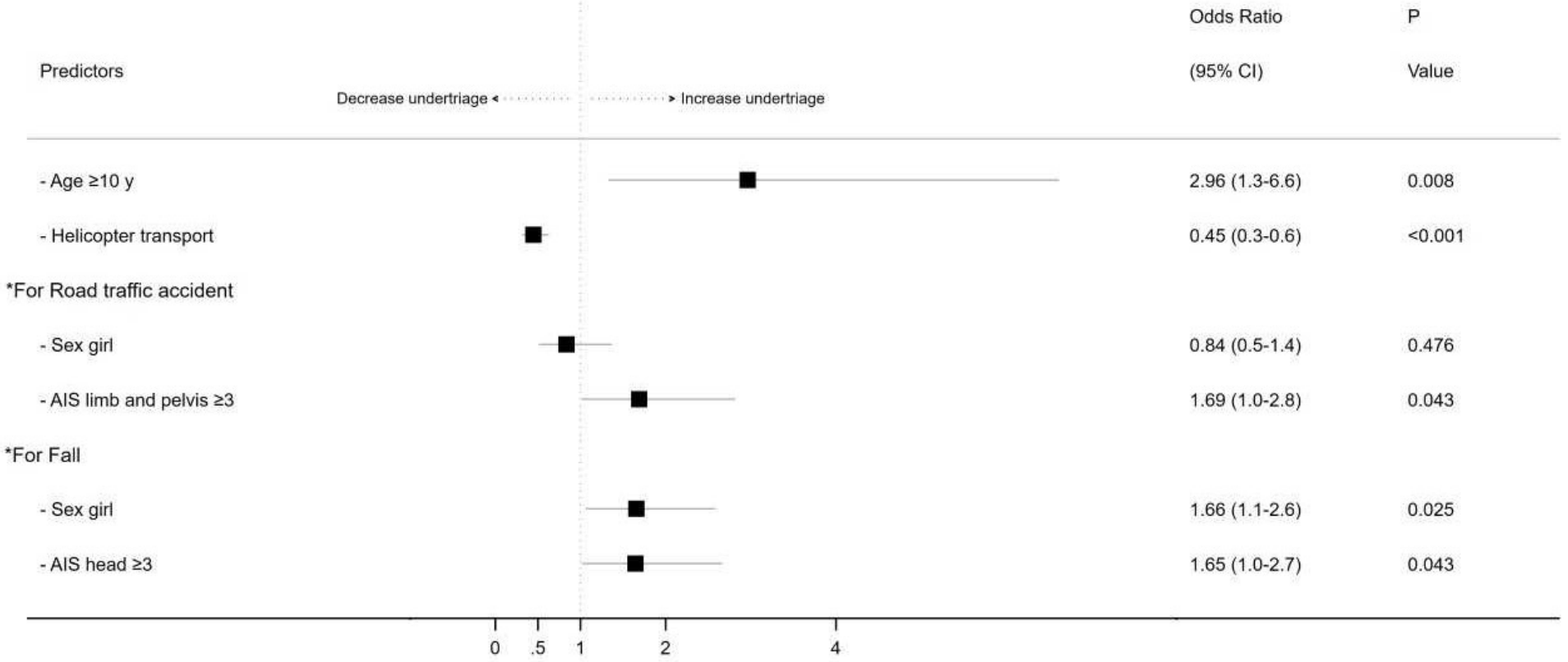
*Critical resource use within 24 h (pediatric ICU admission, non-orthopedic surgery, transfusion, or embolization)

auma system

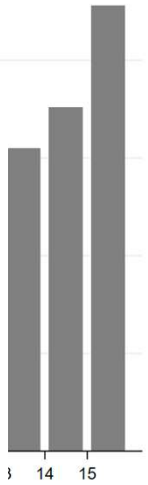




Undertriage et facteurs de risque



Logistic regression N=1,524. Full set of variable included age, sex, Systolic blood pressure, Heart rate, Glasgow coma scale, Prehospital grade, Road traffic accident, Fall, Helicopter transportation, Time of admission during night shift, Severe injury of head, Severe injury of limb and pelvis
*Significant interaction between Sex and Mechanism of Injury (P=0.05)



0%

Male, N			
Mecha (%)			
Blun			
Pene			
Circum			
Roa			
Falls			
Mount			
ISS, mean ± SD	16.9 ± 11.3	7.0 ± 6.5	11.7± 10.4
ISS > 15, N (%)	388 (53.5)	106 (13.3)	494 (32.4)

Quels critères de triage?

Contents lists available at ScienceDirect

ELSEVIER

Rethinking pediatric trau

Lori A. Gurien[a,b,*], Lisa Nichols[b]

ALGORITHME GRADE TRAUMATISME PEDIATRIQUE région AURA

GRADE A = Détresse vitale non stabilisée

- Détresse respiratoire avec **SpO_2 < 95 % sous O_2**
- PAS **< 70 + 2x(âge en an)** mmHg ou **< 70 mmHg** chez NRS < 1 an **après 40 ml/kg remplissage vasculaire** (RV) OU nécessité d'**amines vasoactives**
- **GCS < 9 ou GCSm ≤ 4**
- **Transfusion pré-hospitalière**

GRADE B **et/ou**

Détresse vitale stabilisée	Lésion anatomique de gravité
-Détresse respiratoire avec SpO_2 >95 % -Hypotension corrigée par RV soit PAS >70 + 2x(âge) ou >70 mmHg < 1an -Pas d'hypotension mais Tachycardie permanente FC>160/mm si âge < 3 ans FC >140/mm si âge > 3 ans Et signes d'hypoperfusion périphérique: TRC > 3 sec, marbrures, extrémités froides -9 ≤ GCS ≤ 13	- Traumatisme pénétrant (tête, cou, tronc) + abdomino-pelvien + racine membres -Fracture ouverte crâne ou embarrure -Traumatisme facial avec risque obstruction VAS -Traumatisme thoracique avec volet ou déformation -Traumatisme vertébro-médullaire avec déficit sensitif ou moteur permanent ou transitoire -Traumatisme du bassin grave -Lésion vasculaire d'un membre (hémorragie ou ischémie) -Amputation au niveau poignet /cheville ou au dessus -Hémopéritoine, hémothorax ou hémopéricarde (FAST écho) -Brulure associée étendue ou inhalation de fumée

GRADE C

Eléments de cinétique élevée: - **Chute > 3 fois taille de l'enfant** - **AVP** victime projetée ou écrasée - Blast, décès autre victime dans habitacle	-Fracture ≥ 2 os longs proximaux (fémur ou humérus) -Jugement clinique du SMUR (ou de l'équipe des urgences)	Terrain: Comorbidités associées Cardiopathie congénitale Insuffisance respiratoire chronique Maladies hématologiques, neuromusculaires

2019

Committee on Trauma. 2014.[8]

on Trauma. American Surgeons; 2014.

Quels critères de triage?

Critères physiologiques > **Critères anamnestiques**

- Glasgow Coma Score motor (GCSm) *(Acker SN, J Trauma Acute Care Surg. 2014, Brown JB, J Trauma Acute Care Surg. 2014)*
- Pediatric age-adjust shock index (SIPA) *(Acker SN, J Pediatr Surg. 2015) :* 4-6 years = 1.2, 6-12 years = 1, > 12 years = 0.9
- Une combinaison du reverse Shock Index et du GCS, the rSIG (Reppucci M, *J Trauma Acute Care Surg*. 2022) : < 16

Quelle définition du trauma sévère?

Quelle définition du traumatisé sévère?

Injury Severity Scoring Again

Champion et al. 1995

1. Calcul AIS (0-6) des 6 régions
2. ISS : (1-75) = somme des 3 AIS² les plus élevés

ISS (et dérivés)

Need for trauma (team) intervention

Roden-Foreman et al. 2019

NFTI

Quelle définition du traumatisé sévère?

Injury Severity Scoring Again

Champion et al. 1995

1. Calcul AIS (0-6) des 6 régions
2. ISS : (1-75) = somme des 3 AIS² les plus élevés

ISS (et dérivés)

Need for trauma (team) intervention

Roden-Foreman et al. 2019

NFTI

Need for surgeon presence

McGaha P, J Pediatr Surg. 2020

NSP

Quelle définition du traumatisé sévère?

Injury Severity Scoring Again

Champion et al. 1995

1. Calcul AIS (0-6) des 6 régions
2. ISS : (1-75) = somme des 3 AIS² les plus élevés

ISS (et dériv

- Transfusion dans les 4 h
- Chirurgie, drainage dans les 6h
- Pose de VVC dans les 6h
- Angiographie dans les 6h
- Pose de PIC dans les 6h

Need for trauma (team) intervention

Roden-Foreman et al. 2019

NFTI

Need for surgeon presence

McGaha P, J Pediatr Surg. 2020

NSP

Need for emergent intervention (6h)

Morris RS, Journal of Surgical Research. 2020

NEI-6

Quel trauma center?

Trauma center



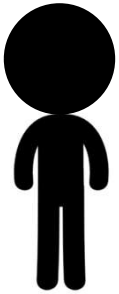
	Level I	Level II	Level III
Trauma surgeon response time	15 minutes	15 minutes	30 minutes
Trauma surgeon on-call dedicated to single trauma center	Yes	Yes	No
24-hour ED physician presence	Yes	Yes	Yes (but can leave the ED for floor care)
Neurosurgeon response time	30 minutes	30 minutes	Neurosurgical cases can be transferred
Cardiothoracic surgery availability	On-call 24-hours a day	Yes	N/A
Orthopedic surgery oversight	Board certified in orthopedic traumatology	General orthopedics	General orthopedics
Orthopedic response time	30 minutes	30 minutes	On-call availability 24 hours a day
Anesthesia response time	30 minutes	30 minutes	30 minutes
Anesthesia services in-hospital 24 hours a day	Yes	Yes	No
OR staffed and ready time	15 minutes	15 minutes	30 minutes
In-hospital radiology & CT technicians	Yes	Yes	No
Radiologist interpretation time	30 minutes	30 minutes	30 minutes
VIR response time	30 minutes	30 minutes	N/A
MRI availability	24 hours	24 hours	N/A
Annual publications	20	N/A	N/A
Research lab	Yes	No	No
Minimum annual admissions	1,200	N/A	N/A

An ideal trauma system includes all the components identified with optimal trauma care, such as prevention, access, prehospital care and transportation, acute hospital care, rehabilitation, and research activities.

Hospital Medical Director 2018

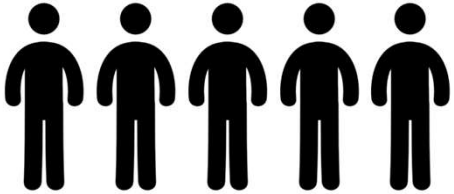
Pediatric Trauma Center





- Doit avoir :

1. Un chir pédiatrique formé à la chir traumato
2. Des urgentistes, orthopédistes, anesthésistes, neurochirurgiens, médecins MPR, réanimateurs et anesthésistes
3. Un déchoc pédiatrique individualisé avec équipement adapté
4. Un programme de formation et d'amélioration des compétences







- Même principes de prise en charge en dehors du trauma abdo fermé

Trauma center adulte, pédiatrique ou mixte?

~~TC adulte~~

TC pédi

\+

Meilleur

Expertise p

\-

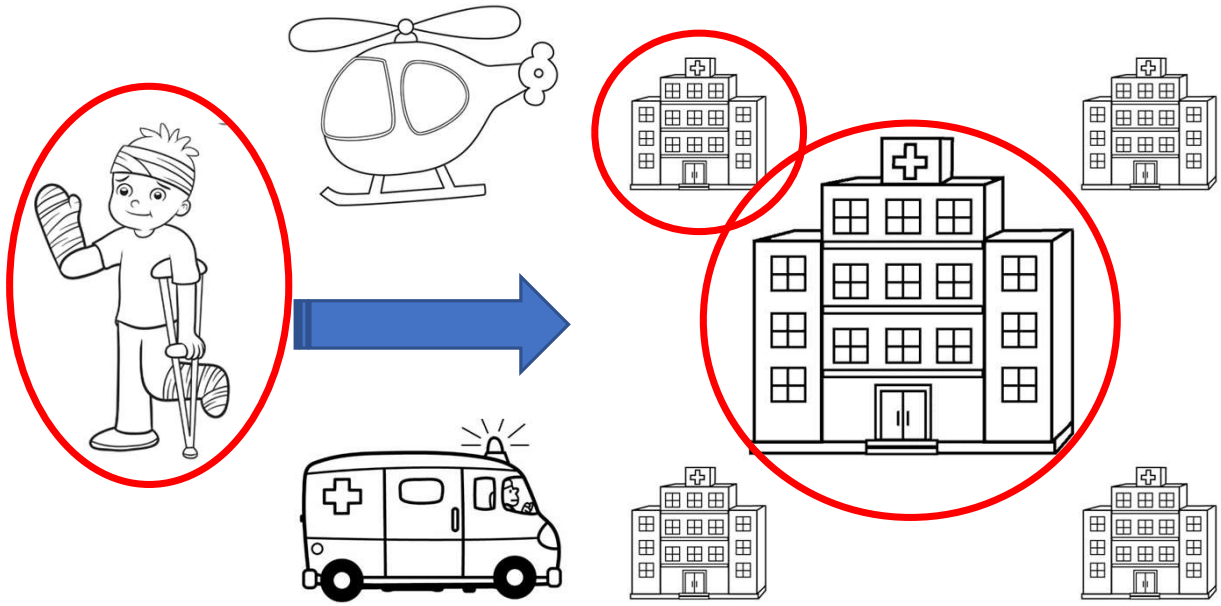
Faible rec

OK mais

1. Assurer un volume de recrutement : **centres régionaux**
2. En acceptant systématiquement tout enfant
3. En transposant les compétences de **traumatologie sévère** à la pédiatrie
4. En identifiant les **particularités spécifiques pédiatriques** (moins invasive, dimension psy, accueil des parents, etc)
5. En développant des **protocoles spécifiques** (admission, déchoquage et imagerie)
6. En créant une réelle **complémentarité adulte/ped**

Vavilala CCM 2014
Blasius J Clin Med 2021
Javouhey PCCM 2009
Reisner J Neurosurg Ped 2018
Berdes J Ped Surg 2018

Quid de la stratégie en 2 temps?





Non car :

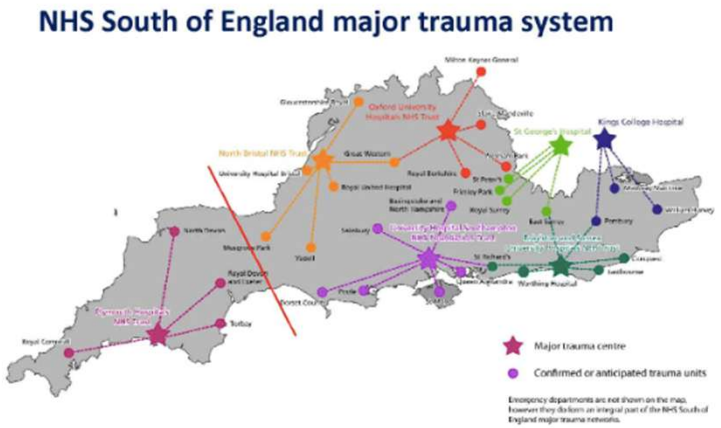
- Erreurs diagnostiques
- Retard de prise en charge

(Acosta Ac Emerg 2010, Yeguiayan Crit Care 2011)

Sauf choc hémorragique instable?

Importance du réseau de trauma

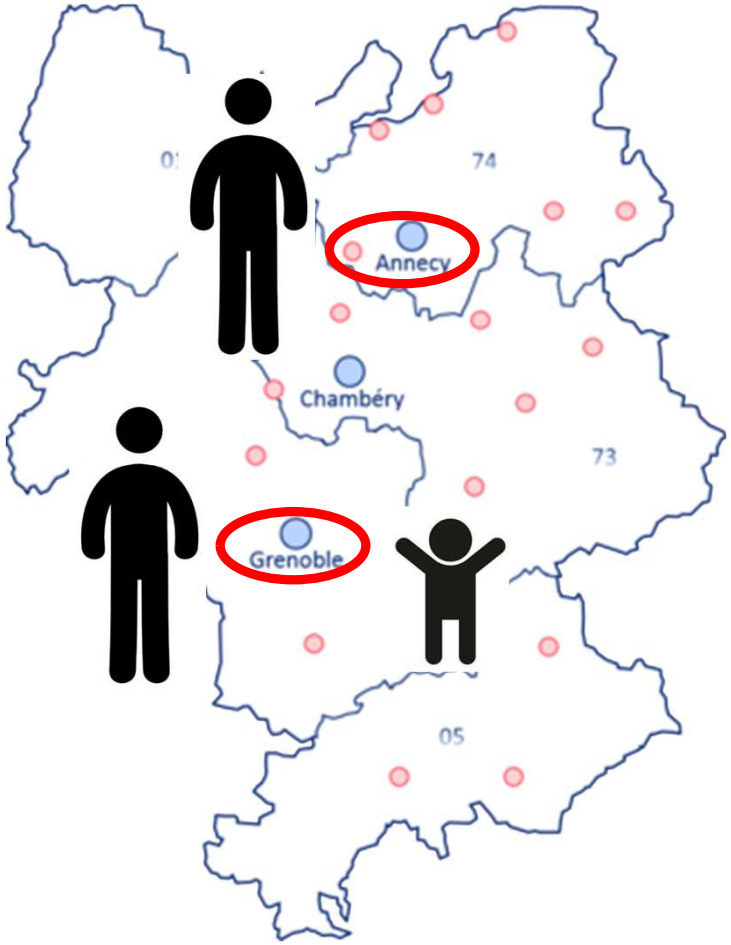
Importance d'un réseau structuré et organisé



1. Algorithme de triage pédiatrique disponible
2. Labellisation des centres hospitaliers (*trauma center* niveau 1 à 3)
3. Protocoles de soins pédiatriques établis et validés
4. Actions de formation réalisées dans le réseau
5. Analyse des pratiques organisée dans le réseau (type retour d'expérience et/ou revue morbimortalité)

+ Réseau à échelle humaine et proche du terrain

URGARA-TRENAU



> Crit Care. 2015 Mar 18;19(1):111. doi: 10.1186/s13054-015-0835-7.

A regional trauma system to optimize the pre-hospital triage of trauma patients

Pierre Bouzat [1 2], François-Xavier Ageron [3], Julien Brun [4], Albrice Levrat [5], Marion Berthet [6], Elisabeth Rancurel [7], Jean-Marc Thouret [8], Frederic Thony [9], Catherine Arvieux [10], Jean-François Payen [11 12]; TRENAU group

A prospective study comparing two methods of pre-hospital triage for trauma

Bagnato et al. Updates Surg 2022

Adulte :
Protocole de triage de référence

Réseau URGARA

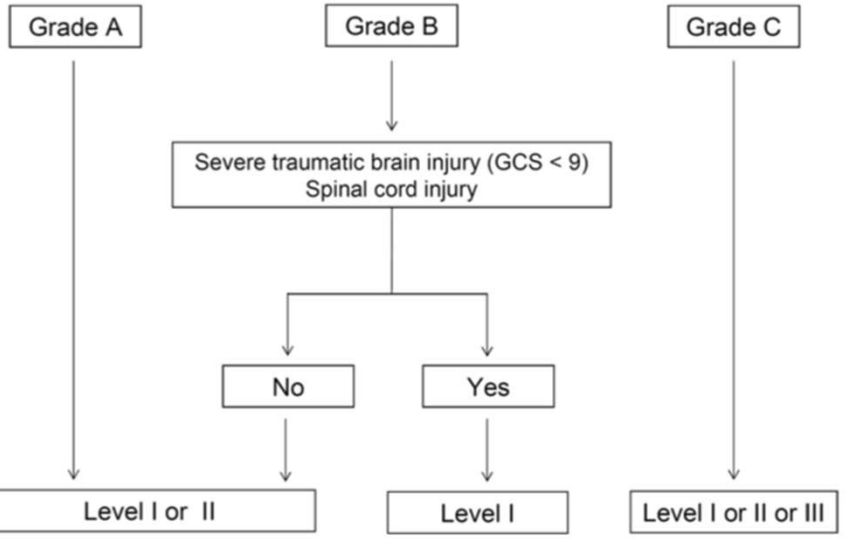
Bouzat *et al. Critical Care* (2015) 19:111
DOI 10.1186/s13054-015-0835-7

CRITICAL CARE

RESEARCH Open Access

A regional trauma system to optimize the pre-hospital triage of trauma patients

Pierre Bouzat[1,2*†], François-Xavier Ageron[3†], Julien Brun[1], Albrice Levrat[4], Marion Berthet[1], Elisabeth Rancurel[5], Jean-Marc Thouret[6], Frederic Thony[7], Catherine Arvieux[8], Jean-François Payen[1,2] for TRENAU group



ALGORITHME GRADE TRAUMATISME PEDIATRIQUE région AURA

GRADE A = Détresse vitale non stabilisée

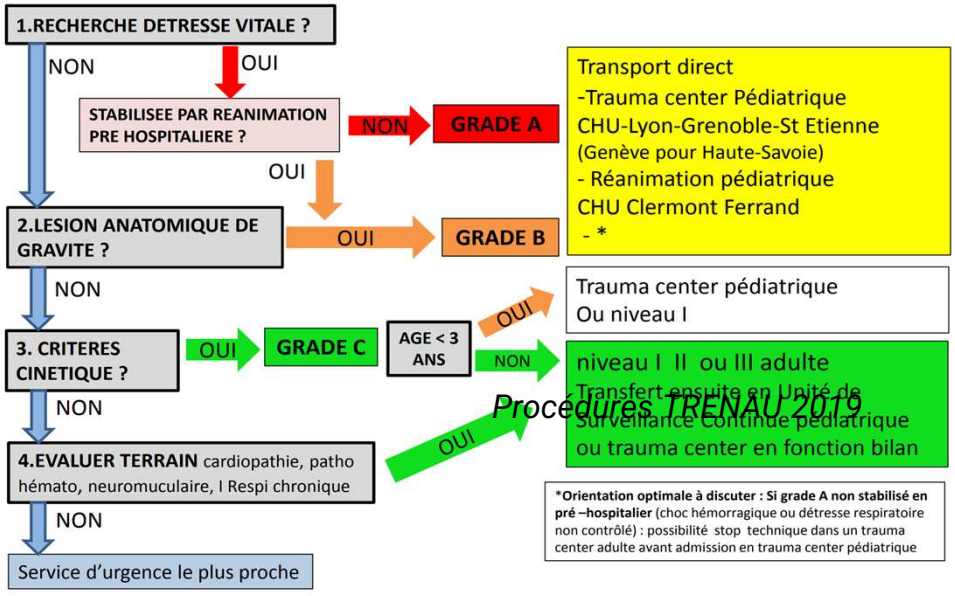
- Détresse respiratoire avec **SpO_2 < 95 % sous O_2**
- PAS **< 70 + 2x(âge en an)** mmHg ou **< 70 mmHg** chez NRS < 1 an **après 40 ml/kg remplissage vasculaire** (RV) OU nécessité d'**amines vasoactives**
- **GCS < 9 ou GCSm ≤ 4**
- **Transfusion pré-hospitalière**

GRADE B	**et/ou**
Détresse vitale stabilisée	Lésion anatomique de gravité
-Détresse respiratoire avec SpO_2 >95 % -Hypotension corrigée par RV soit PAS >70 + 2x(âge) ou >70 mmHg < 1an -Pas d'hypotension mais Tachycardie permanente FC>160/mm si âge < 3 ans FC >140/mm si âge > 3 ans Et signes d'hypoperfusion périphérique: TRC > 3 sec, marbrures, extrémités froides -9 ≤ GCS ≤ 13	- Traumatisme pénétrant (tête, cou, tronc) + abdomino-pelvien + racine membres -Fracture ouverte crâne ou embarrure -Traumatisme facial avec risque obstruction VAS -Traumatisme thoracique avec volet ou déformation -Traumatisme vertébro-médullaire avec déficit sensitif ou moteur permanent ou transitoire -Traumatisme du bassin grave -Lésion vasculaire d'un membre (hémorragie ou ischémie) -Amputation au niveau poignet /cheville ou au dessus -Hémopéritoine, hémothorax ou hémopéricarde (FAST écho) -Brulure associée étendue ou inhalation de fumée

GRADE C

Eléments de cinétique élevée: - **Chute > 3 fois taille de l'enfant** - **AVP** victime projetée ou écrasée - Blast, décès autre victime dans habitacle	-Fracture ≥ 2 os longs proximaux (fémur ou humérus) -Jugement clinique du SMUR (ou de l'équipe des urgences)	Terrain: Comorbidités associées Cardiopathie congénitale Insuffisance respiratoire chronique Maladies hématologiques, neuromusculaires

ALGORITHME TRIAGE PREHOSPITALIER TRAUMATISME PEDIATRIQUE région AURA



Procédures TRENAU 2019

Quel vecteur?

Association of helicopter transportation and improved mortality for patients with major trauma in the northern French Alps trauma system: an observational study based on the TRENAU registry

Ageron et al. 2020

Réduction du taux de sous-triage
(OR 0.69, 95% CI 0.60–0.80; P < 0.001)

Mais impact majeur sur l'overtriage et dons les couts *(Gurien Semin Ped Surg 2022)*



Mortality following helicopter versus ground transport of injured children

Polites et al. 2016

Réduction de la mortalité si ISS > 15
(OR 0.66, 95% CI 0.47-0.93; P = 0.017)

Diapo J Chifflet

Quel moyen?

Un moyen **rapide** :

- Penetrating injury trauma => prehospital response time and scene time independently correlate with hospital mortality *(Nasser Am J Surg 2020, adult)*
- Non penetrating trauma => controverse *(Waalwijk JTACS 2022, adult, Dinh Injury 2023, Bjorkman injury 2022)*
- Every minute increase in the interfacility transfer time is associated with a 2% increase in risk-adjusted odds of mortality among severely injured pediatric trauma patients *(Hosseinpour JTACS 2023)*

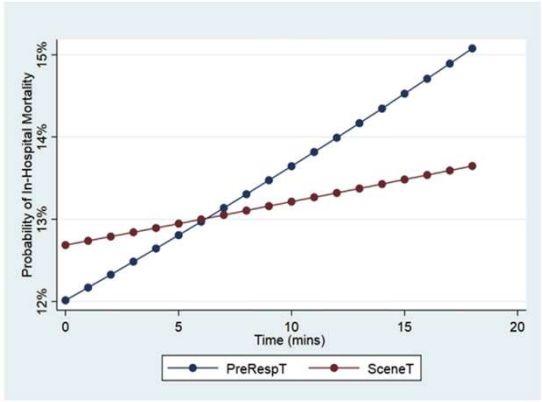


Fig. 1. The Absolute Mortality Risk versus. the 95th percentile of PreRespT and SceneT.

Mais intérêt des **interventions préhospitalières** :

- Patients who received Prehospital Intervention by skilled EMS:
  - did not have longer transportation times
  - attained similar outcomes *(Allen J Surg Res 2015)*

Pour la maison

- Triage = effet majeur sur la survie
- Faut aller vite
- Objectif : limiter undertriage
- Intérêt d'avoir un protocole de triage pédiatrique
- Trauma center mixte?
- Intérêt d'un réseau structuré
- Y'a encore du boulot de structuration/organisation



Merci de votre attention

