

TABLE DES MATIERES

1	INTRODUCTION	2
2	MATERIEL ET METHODES.....	3
2.1	TYPE D'ETUDE	3
2.2	LIEU DE L'ETUDE	3
2.3	CRITERES D'INCLUSION	3
2.4	CRITERES D'EXCLUSION	4
2.5	DONNEES RECUEILLIES.....	4
2.6	ASPECTS REGLEMENTAIRES.....	5
2.7	DEFINITIONS	6
2.8	OBJECTIF ET CRITERE DE JUGEMENT PRINCIPAUX	7
2.9	OBJECTIF ET CRITERE DE JUGEMENT SECONDAIRE.....	7
2.10	PLAN D'ANALYSE STATISTIQUE	8
3	RESULTATS	9
3.1	DIAGRAMME DE FLUX.....	9
3.2	CARACTERISTIQUE DE LA POPULATION	10
3.3	COMPARAISON DU GROUPE DE PATIENT « TRIADE + » VERSUS AUTRES PATIENTS.....	12
3.4	ANALYSE DU SOUS-GROUPE DE PATIENTS AYANT UNE HEMOGLOBINE A L'ADMISSION INFERIEURE A 12 G/DL ET PRIS EN CHARGE AU BLOC OPERATOIRE DANS LES 24 PREMIERES HEURES	15
4	DISCUSSION.....	18
4.1	RESULTATS DE L'ETUDE	18
4.2	COHERENCE EXTERNE DE L'ETUDE.....	18
4.3	CE QU'APPORTE L'ETUDE.....	19
4.4	LIMITES DE L'ETUDES	20
4.5	PERSPECTIVES.....	21
5	CONCLUSION	23
6	BIBLIOGRAPHIE	24
7	ANNEXES	28

THÈSE ARTICLE :

IMPACT DES DÉLAIS D'ADMISSION, DE TRANSFUSION ET D'HÉMOSTASE CHEZ LE TRAUMATISÉ GRAVE DANS UN TRAUMA CENTER DE NIVEAU 1. ÉTUDE RÉTROSPECTIVE

1 INTRODUCTION

Les traumatismes graves restent un problème de santé publique puisqu'ils représentent la quatrième cause de décès dans la population générale, et la première chez les moins de 40 ans. Le choc hémorragique traumatique est la première cause de mortalité en traumatologie, 39% des décès. La moitié de ces décès survenant dans les vingt-quatre premières heures sont potentiellement évitables ⁽¹⁾.

Les délais de prise en charge sont la 1^{ère} cause de mortalité évitable. Ainsi un délai de prise en charge préhospitalier réduit avant admission en trauma center, concept de « Golden Hour », est associé à une réduction de la mortalité ^(2,3). Une prise en charge transfusionnelle précoce à haut ratio plasma / concentré de globules rouges (CGR) est également associée à un meilleur pronostic vital ⁽⁴⁾. Enfin, le délai d'accès à un geste d'hémostase chirurgical ou radiologique chez les traumatisés sévères en choc hémorragique est associé à une réduction de la mortalité ^(5,6). Cependant, l'effet de ces trois conditions réunies sur la morbi-mortalité des traumatisés sévères n'a encore jamais été évalué dans un trauma center. Nous avons donc émis l'hypothèse que la combinaison de la réduction de ces trois délais au cours de la prise en charge des patients traumatisés sévères hémorragiques diminuait la morbi-mortalité.

L'objectif principal de ce travail était d'évaluer l'effet sur l'épargne transfusionnelle de l'association d'une prise en charge préhospitalière de moins d'une heure, avec une transfusion et une hémostase précoce en trauma center.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 Type d'étude

Nous avons mené une étude observationnelle rétrospective monocentrique, entre le 1^{er} janvier 2013 et le 31 décembre 2018, au sein de l'Hôpital d'Instruction des Armées (HIA) Sainte Anne de Toulon, France, centre de traumatologie de niveau 1.

2.2 Lieu de l'étude

Le département du Var, est une zone étendue sur 5973 Km² comprenant un unique centre de traumatologie de niveau 1. Tout patient traumatisé grave régulé par le SAMU intègre ce « trauma system » et est dirigé vers l'HIA Sainte Anne (Annexe 1).

L'hôpital dispose de deux salles d'accueil des urgences vitales (SAUV) pour prendre en charge les patients traumatisés sévères, un plateau technique associant radiologie interventionnelle et chirurgie (thoracique, viscérale, orthopédique et neurochirurgie), et un laboratoire avec centre de transfusion sanguine.

La prise en charge des traumatisés est protocolisée depuis 2013 (Annexe 2).

2.3 Critères d'inclusion

Ont été inclus tous les traumatisés graves définis par un score ISS supérieur à 15, pris en charge dans la filière « traumatisé sévère » entre le 1^{er} janvier 2013 et le 31 décembre 2018, et ayant au moins un des critères d'inclusion suivant : pression artérielle systolique (PAS) inférieure à 100 mmHg à l'arrivée au déchocage et/ou nécessité d'un support aminergique au déchocage et/ou transfusion de plus de trois CGR sur les vingt-quatre premières heures.

2.4 Critères d'exclusion

Les critères d'exclusion étaient définis par les patients mineurs de moins de 16 ans, les femmes enceintes, les traumatisés crâniens graves avec un score AIS supérieur ou égal à trois, les traumatisés médullaires avec choc spinal associé, les patients transférés en cours d'hospitalisation et perdus de vue.

2.5 Données recueillies

Les données collectées pour notre étude ont été extraites du registre des traumatisés graves de l'HIA Sainte-Anne, ainsi que des logiciels métiers Amadeus et Hemobank. Il s'agit de données de santé acquises au cours des soins.

Les données suivantes ont été recueillies : l'âge, le sexe, le mécanisme du traumatisme, le transport (terrestre ou hélicoptère, primaire ou secondaire), les données cliniques préhospitalières (fréquence cardiaque, la pression artérielle systolique, la saturation pulsée en oxygène, la fréquence respiratoire, score de Glasgow), les thérapeutiques préhospitalières (remplissage vasculaire par colloïdes cristalloïdes, transfusion de CGR, intubation orotrachéale, acide tranexamique), les données cliniques en SAUV (identiques à celles récupérées en préhospitalier), les examens paracliniques (fast-échographie, radiographies thoraciques et pelviennes), les thérapeutiques entreprises en salle de déchocage (osmothérapie, amines, acide tranexamique, intubation orotrachéale, exsufflation ou drain thoracique, thoracotomie de ressuscitation, pose de voie veineuse centrale type désilet de remplissage et cathéter artériel), le devenir du patient après la prise en charge en SAUV (imagerie, bloc opératoire ou artériographie). Les données biologiques, bilans sanguins et gazométries artérielles ont été recueillies au déchocage, entre 6 et 12 heures après l'admission, puis à 24 heures.

Les données transfusionnelles, consignées dans le logiciel interne Hémobank, ont été recueillies. Les données nous ayant intéressées sont la transfusion en SAUV, le nombre de culots globulaires à 24 heures, le nombre de plasmas à 24 heures, le nombre de concentrés plaquettaires à 24 heures, le ratio transfusionnel plasma/CGR $\geq 1/2$ à 24 heures.

Ont été également recueillis les thérapeutiques de réanimation telles que le support aminergique, la ventilation mécanique, l'épuration extrarénale, ainsi que la durée de séjour en unité de soins intensifs (USI) et la durée d'hospitalisation, et enfin la mortalité à 24 heures et à 28 jours.

Les délais de prise en charge ont été recueillis :

- le délai entre le traumatisme et l'arrivée du SAMU sur place ;
- le délai entre le début de la prise en charge préhospitalière et l'arrivée au déchocage ;
- le délai transfusionnel séparant l'arrivée au déchocage et la première transfusion.
- le délai de prise en charge au déchocage assimilé dans notre étude au délai d'hémostase.

Les scores de gravité suivants ont été calculés : l'IGS II (Indice de Gravité Simplifié II), le score ISS (Injury Severity Score). Le score IGS II inclut 17 variables dont 12 variables physiologiques, l'âge, le type d'admission et trois maladies chroniques sous-jacentes. Il est calculé en prenant les valeurs les plus défavorables des différentes variables recueillies pendant les 24h suivant l'admission en soins intensifs (la valeur varie de 0 à 194 points). A partir de ce score de sévérité découle une probabilité de décès hospitalier (Annexe 3). Le score AIS est un système de notation des blessures anatomiques qui quantifie les blessures dans diverses régions du corps d'un score allant de 1 (blessure mineure) à 6 (non survivable). L'ISS d'un patient est calculé en additionnant les carrés des trois scores AIS les plus élevés dans trois régions corporelles différentes (la valeur varie de 0 à 75 points) ⁽⁷⁾.

2.6 Aspects réglementaires

Il s'agissait d'une étude rétrospective sur données de santé acquises au cours des soins approuvée par le comité d'éthique de l'Hôpital d'Instruction des Armées de Sainte-Anne IRB 00011873-2019-02. Le registre des traumatisés sévères de l'HIA Sainte-Anne est déclaré à la CNIL sous le numéro N° 2002878 v 0.

2.7 Définitions

Les délais de prise en charge étaient ainsi définis (Figure 1) :

- le délai d'intervention préhospitalier correspondant au délai séparant le traumatisme (heure d'appel) de l'arrivée du SAMU sur le site du traumatisme ;
- le délai de prise en charge préhospitalière correspondant au délai séparant l'arrivée du SAMU sur le site du traumatisme, début de la prise en charge préhospitalière, à l'arrivée en trauma center (SAUV de l'HIA Sainte Anne) ;
- le délai transfusionnel correspondant au délai séparant l'admission en trauma center et la transfusion du premier CGR ;
- le délai de déhocage séparant l'admission en trauma center de la fin de la prise en charge en en SAUV. A l'issue, le patient bénéficiait d'une intervention d'hémostase, chirurgicale et/ou radiologique, soit d'emblée soit après réalisation du body-TDM en fonction de sa stabilité hémodynamique. Il était donc assimilé au délai d'hémostase.

Nous avons défini pour cette étude le concept de « triade vitale » comme étant l'association d'un délai de prise en charge préhospitalier inférieure à une heure, un délai transfusionnel inférieur à 30 minutes et un délai d'hémostase inférieur à 30 minutes (Figure 2).

La transfusion massive était définie par une transfusion ≥ 10 CGR en 24 heures et la transfusion critique par une transfusion ≥ 3 CGR en 1 heure ou une transfusion ≥ 4 CGR en 6 heures.

Figure 1 : Délais de prise en charge

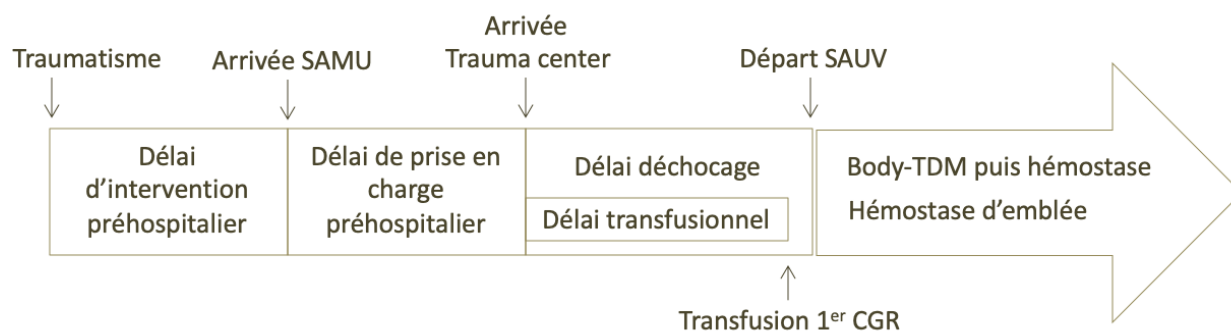
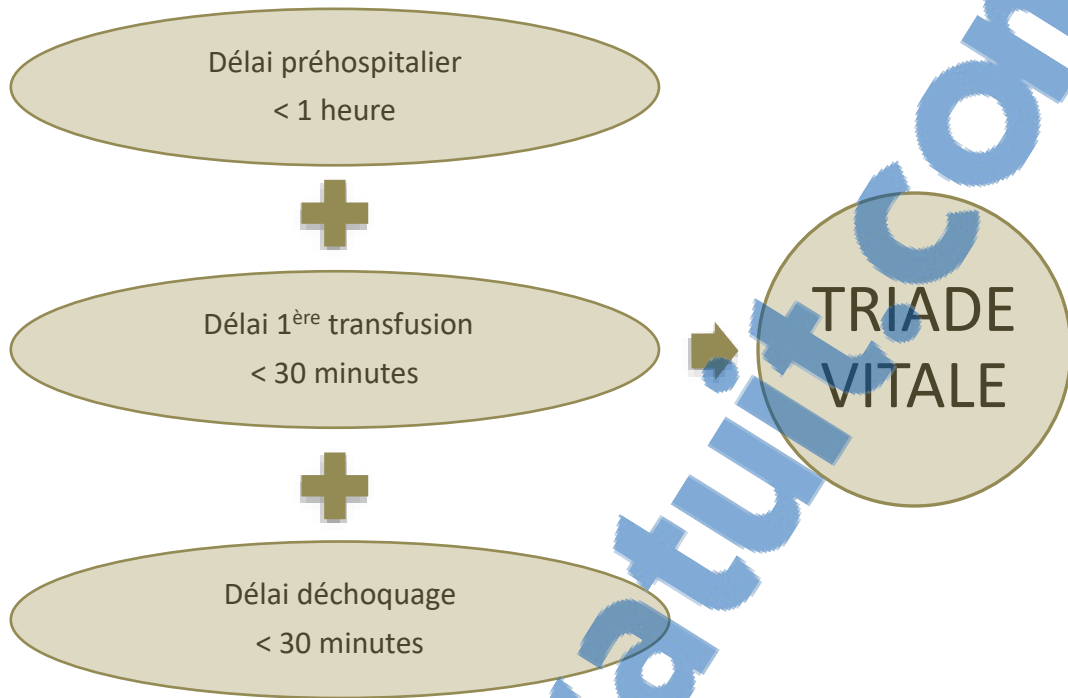


Figure 2. Définition de la triade vitale



2.8 Objectif et critère de jugement principaux

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer l'effet de l'association de la réduction de ces trois délais sur le besoin transfusionnel à 24 heures. Le critère de jugement principal était le besoin en transfusion massive les 24ères heures.

2.9 Objectif et critère de jugement secondaire

Les objectifs secondaires étaient d'évaluer l'effet de l'association de la réduction de ces trois délais sur la mortalité à 24 heures et à 28 jours, la durée de support aminergique, la durée de ventilation mécanique, la durée d'épuration extrarénale, la durée de séjour en secteur de soins intensifs et la durée d'hospitalisation.

2.10 Plan d'analyse statistique

Les variables quantitatives étaient exprimées en moyenne +/- écart-type ou en médiane avec interquartiles [25^e et 75^e] en fonction de leur distribution. La distribution des variables quantitatives a été déterminée par le test de Shapiro-Wilk. Les données qualitatives ont été exprimées en valeur absolue et pourcentage.

Deux groupes de patients ont été définis dans la population étudiée : un groupe de patients présentant les critères de la triade vitale (« triade + ») et un groupe de patients ne présentant pas les critères (« triade – »).

Les variables quantitatives ont été comparées par le test t de Student ou de Wilcoxon Mann-Whitney selon les cas. Les variables qualitatives ont été comparées en utilisant le test exact de Fisher.

Une analyse multivariée a ensuite été réalisée par régression linéaire multiple pour les variables quantitatives (nombre de CGR à 24 heures) et par régression logistique pour les variables qualitatives (mortalité à 24 heures et à 28 jours, transfusion massive les 24 premières heures).

Les analyses étaient répétées sur un sous-groupe de patients définis par une hémoglobine à l'admission < 12 g/dL et une chirurgie dans les 24 premières heures.

Le seuil de significativité statistique a été défini <0,05.

L'analyse statistique a été réalisée avec le logiciel R.

3 RESULTATS

3.1 Diagramme de flux

Durant la période d'étude, 1874 patients ont été enregistrés dans la base de données des traumatisés de l'HIA Sainte Anne, et 805 patients ont été considérés comme sévères avec un score ISS \geq 15.

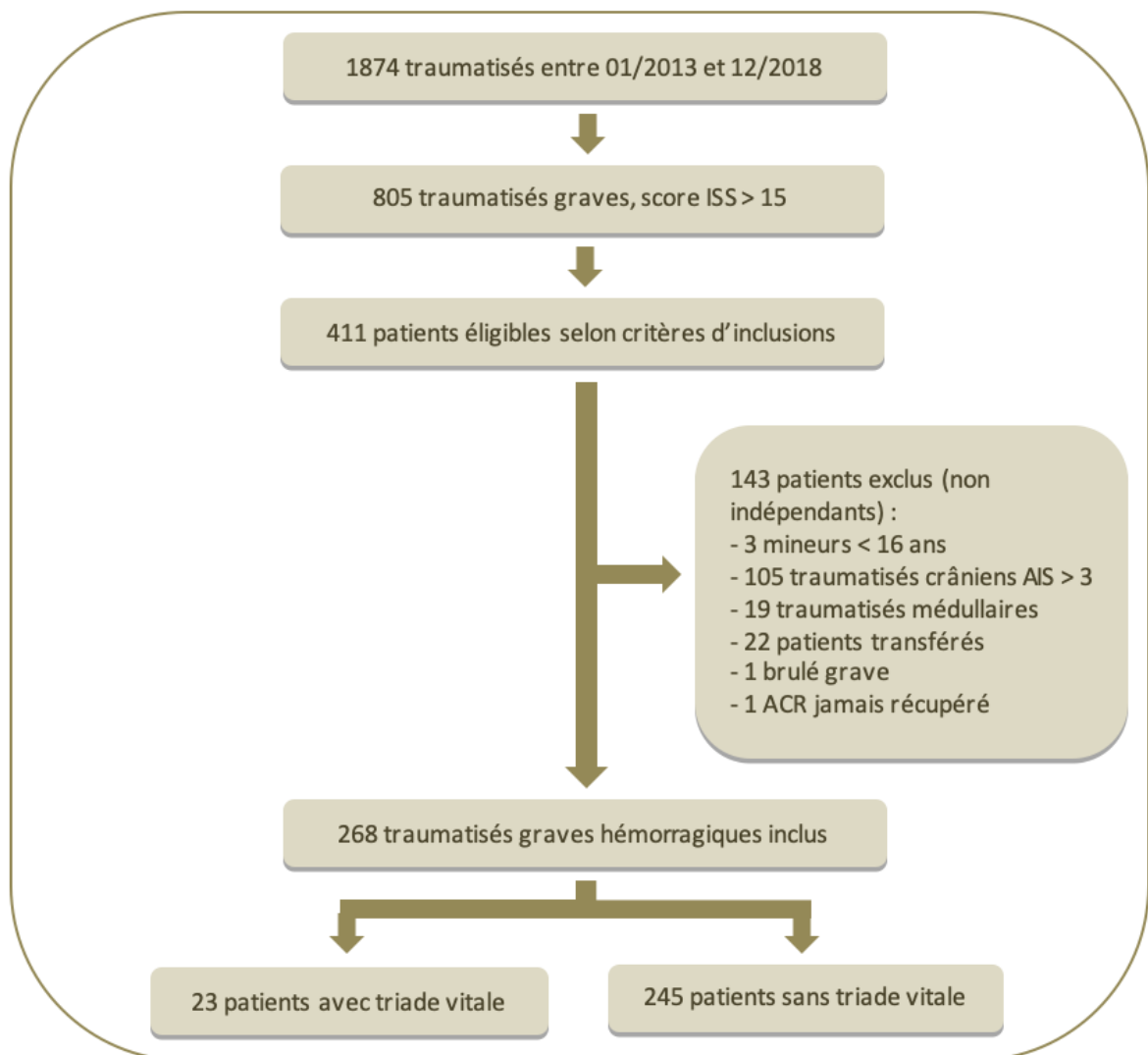
Parmi ces patients, 411 étaient éligibles après application des critères d'inclusion.

Ont été exclu 143 patients pour les critères suivant (un patient pouvant présenter plusieurs critères d'exclusion) :

- 3 mineurs < 16 ans,
- 105 traumatisés crâniens avec lésions intracrâniennes avec un score AIS \geq 3,
- 19 traumatisés médullaires,
- 22 patients transférés pour différentes raisons,
- 1 brûlé grave,
- 1 arrêt cardiorespiratoire jamais récupéré depuis la phase préhospitalière

Finalement 268 patients ont été inclus et analysés dans l'étude (Figure 3).

Figure 3. Diagramme de flux



3.2 Caractéristiques de la population

Les caractéristiques des patients sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1. Caractéristiques de la population

N = 268			
Age, années, med [IQR]	44,2 [26,6;59,7]	Hémostase interventionnelle, n (%)	210 (78)
Homme, n (%)	194 (72)	Bloc à J1	39 (15)
Indices de gravité		Artériographie	36 (13)
IGS 2, med [IQR]	39 [25-56]	Admission directe au bloc opératoire	
ISS med [IQR]	26 [20-34]		
Blessures, n (%)			
AIS tête et cou	0 [0;2]	Délais de prise en charge, min, med [IQR]	20 [15;30]
AIS face	0 [0;0]	Délai d'intervention préhospitalier	60 [45;81]
AIS thorax	3 [2;4]	Délai de prise en charge préhospitalière	25 [20;30]
AIS abdomen pelvis	2 [0;4]	Délai de prise en charge en SAUV (délai d'hémostase)	
AIS bassin	2 [0;3]	Délais transfusionnels, min, med [IQR]	75 [15;223]
AIS extrémités	0 [0;2]	Délai transfusion 1 ^{er} CGR	45 [15;145]
Mécanismes, n (%)		Délai transfusion 1 ^{er} plasma	23 (8)
Pénétrants	27 (10)	Triade vitale, n (%)	153 (57)
AVP véhicule légers	59 (22)	Délai de prise en charge préhospitalière < 60min	209 (78)
AVP deux roues	98 (37)	Délai de prise en charge en SAUV < 30min	70 (26)
Piétons	26 (10)	Délai de transfusion 1 ^{er} CGR < 30min	
Chutes	43 (16)		
Autres	15 (5,5)		
Transports Hélicopté, n (%)	91 (34)	Volume transfusionnel à 24h	
		Transfusion de CGR, U, med [IQR]	2 [0;5]
Données physiologiques préhospitalières, med [IQR]		Ration plasma/CGR > 1/2 à 1h, n (%)	81 (30)
Fréquence cardiaque, c/min	104 [85;120]	Transfusion massive, > 10 CGR sur 24h, n (%)	31 (12)
PAS, mmHg	95 [80;120]	Transfusion critique, > 3 CGR sur 1h, n (%)	63 (24)
SpO2, %	97 [90;100]	Transfusion critique, > 4 CGR sur 6h, n (%)	76 (28)
Score de Glasgow	15 [9;15]	Transfusion de plasma, U, med [IQR]	2 [0;5]
Données physiologiques à l'admission, med [IQR]		Transfusion de plaquettes, U, med [IQR]	0 [0;0]
Fréquence cardiaque, c/min			
PAS, mmHg	101 [84;120]	Intensité thérapeutique en réanimation	
Shock index	90 [80;100]	Ventilation mécanique, n (%)	194 (72)
SpO2, %	1.07 [0.87;1.42]	Durée ventilation mécanique, j, med [IQR]	1 [0;5]
	99 [95;100]	Support aminergique, n (%)	211 (79)
		Durée support aminergique, j, med [IQR]	2 [1;3]
Données biologiques à l'admission, med [IQR]		Épuration extrarénale, n (%)	26 (10)
Hémoglobine, g/dl	11,9 [10;13]	Durée épuration extrarénale, j, med [IQR]	0 [0;0]
Plaquettes, G/L	211 [176;249]		
Prothrombine, %	69 [55;80]	Durées de séjours, j, med [IQR]	
Fibrinogène, g/L	2,1 [1,6;2,6]	DDS totale	18 [10;33]
Lactate, mmol/L	2,7 [1,8;4,7]	DDS en USI	5 [2;13]
		Mortalité, n (%)	
Données biologiques à 24h, med [IQR]		Mortalité à 24h	20 (7,5)
Hémoglobine, g/dl	9,4 [8,3;10,7]	Mortalité à 28 jours	28 (10,5)
Plaquettes, G/L	91 [84;158]		
Prothrombine, %	61 [50;72]		
Fibrinogène, g/L	3,3 [2,6;4,1]		

3.3 Comparaison du groupe de patient « triade + » versus autres patients

Les caractéristiques des patients sont présentées dans le tableau 2.

Il n'y avait aucune différence d'âge, de sexe, de scores IGS II et ISS, ni de gravité lésionnelle selon les scores AIS, entre les groupes.

L'analyse univariée des 2 groupes montrait sur les paramètres cliniques et biologiques une gravité supérieure des patients du groupe « triade + ». Ainsi, les constantes vitales préhospitalières et à l'admission montraient une PAS, significativement plus basse dans le groupe « triade + » vs « triade – » avec une médiane de 80mmHg (IQR 70 ; 90) vs 100mmHg (80 ; 120) ($p = 0,008$) en préhospitalier et 77 mmHg (IQR 65 ; 90) vs 92 mmHg (IQR 80 ; 104) ($p = 0,0004$) à l'admission. Parmi les paramètres biologiques à l'admission le taux d'hémoglobine était plus bas dans le groupe « triade + » vs « triade – » avec une médiane de 10,1 g/dl (IQR 8,5 ; 11,6) vs 12,1 g/dl (10,2 ; 13,1) ($p = 0,003$), de même pour le TP avec une médiane de 60% (IQR 46 ; 66) vs 71% (55 ; 80) ($p = 0,012$).

Dans notre cohorte, le nombre de CGR ainsi que le nombre de plasma transfusés dans les 24 heures était significativement plus élevé dans le groupe « triade + ». Le nombre de patients nécessitant des transfusions massives était plus important dans le groupe « triade + ». Le ratio transfusionnel plasma/CGR $\geq 1/2$ à la première heure était atteint dans 96% des cas dans le groupe « triade + » vs 24% dans le groupe « triade – » ($p < 0,0001$). Il n'y avait pas de différence significative dans le nombre de transfusions plaquettaires au cours des 24 premières heures.

Il n'y avait pas de différence significative dans les manœuvres thérapeutiques telles que la ventilation mécanique, le support aminergique et l'épuration extrarénale, y compris leurs durées d'administration. Il n'y avait pas de différence significative de durée d'hospitalisation avec une médiane de 14 jours (IQR 4-27) pour le groupe « triade + » et de 18 jours (IQR 10-34) pour le groupe « triade – », ni de durée de séjour en USI avec une médiane de 3 jours (IQR 1-7) pour le groupe « triade + » et de 5 jours (IQR 2-13) pour le groupe « triade – ».

Tableau 2 : Caractéristique des patients des groupes « triade + » vs « triade – »

	Triade + N = 23	Triade – N = 245	P value
Age, années, med [IQR]	52 [31;65]	44 [26;57]	0.205
Homme, n (%)	15 (65)	179 (73)	0.465
Exacyl préhospitalier, n (%)	12 (52)	106 (43)	0.656
Indices de gravité			
IGS 2, med [IQR]	38 [33;70]	39 [24;55]	0.140
ISS med [IQR]	33 [25;41]	25 [20;34]	0.059
Mécanisme pénétrants, n (%)	5 (22)	22 (9)	0.066
Données physiologiques préhospitalières, med [IQR]			
Fréquence cardiaque, c/min	115 [90;130]	102 [84;120]	0.165
PAS, mmHg	80 [70;90]	100 [80;120]	0.008
SpO2, %	90 [85 ;97]	97 [90;100]	0.013
Score de Glasgow	15 [8;15]	15 [9;15]	0.826
Données physiologiques à l'admission, med [IQR]			
Fréquence cardiaque, c/min	102 [78;131]	101 [84;120]	0.980
PAS, mmHg	77 [65;90]	92 [80;104]	0.0004
Shock index	1.43 [0.98;1.6]	1.06 [0.86;1.38]	0.017
SpO2, %	98 [90;100]	99 [95;100]	0.319
Données biologiques à l'admission, med [IQR]			
Hémoglobine, g/dl	10,1 [8,5;11,6]	12,1 [10,2;13,1]	0.003
Plaquettes, G/L	215 [170;249]	211 [176;249]	0.916
Prothrombine, %	61 [46;66]	71 [55;80]	0.012
Fibrinogène, g/L	1,6 [1,4;2,1]	2,1 [1,6;2,6]	0.02
Lactate, mmol/L	4,2 [2,8;8,6]	2,6 [1,7;4,6]	0.004
Données biologiques à 24h, med [IQR]			
Hémoglobine, g/dl	9,4 [8,5;10,9]	9,4 [8,3;10,7]	0.869
Plaquettes, G/L	91 [74;120]	119 [84;162]	0.037
Prothrombine, %	60 [42;65]	70 [56;80]	0.05
Fibrinogène, g/L	2,9 [2,3;3,3]	3,3 [2,6;4,1]	0.077
Hémostase interventionnelle, n (%)			
Bloc à J1	19 (83)	191 (78)	0.792
Artériographie	7 (30)	32 (13)	0.055
Admission directe au bloc opératoire	5 (22)	29 (12)	0.192
Délais de prise en charge, min, med [IQR]			
Délai d'intervention préhospitalier			15 [13;30]
Délai de prise en charge préhospitalière			45 [37;59]
Délai de prise en charge en SAUV (d'hémostase)			25 [22;29]
Délais transfusionnels, min, med [IQR]			10 [10;15]
Délai transfusion 1 ^{er} CGR			13 [10;30]
Délai transfusion 1 ^{er} plasma			80 (33)
Triade vitale, n (%)			183 (75)
Délai de prise en charge préhospitalière < 60min			23 (100)
Délai de prise en charge en SAUV < 30min			23 (100)
Délai transfusion 1 ^{er} CGR < 30min			47 (19)
Volume transfusionnel à 24h			0 [0;5]
Transfusion de CGR, U, med [IQR]			59 (24)
Ration plasma/CGR > 1/2 à 1h, n (%)			6 (26)
Transfusion massive, > 10 CGR sur 24h, n (%)			26 (11)
Transfusion critique, > 3 CGR sur 1h, n (%)			55 (22)
Transfusion critique, > 4 CGR sur 6h, n (%)			75 (27)
Transfusion de plasma, U, med [IQR]			2 [0;4]
Transfusion de plaquettes, U, med [IQR]			0 [0;0]
Intensité thérapeutique en réanimation			
Ventilation mécanique, n (%)			175 (71)
Durée ventilation mécanique, j, med [IQR]			2 [1;3]
Support aminergique, n (%)			20 (87)
Durée support aminergique, j, med [IQR]			2 [1;3]
Épuration extrarénale, n (%)			3 (13)
Durée épuration extrarénale, j, med [IQR]			0 [0;0]
Durées de séjours, j, med [IQR]			14 [4;26,5]
DDS totale			18 [10;34]
DDS en USI			3 [1;6,5]
Mortalité, n (%)			5 [2;13]
Mortalité à 24h			16 (7)
Mortalité à 28 jours			22 (9)

Il n'y avait pas de différence significative dans la mortalité à 24 heures. Il existait une différence significative quant à la mortalité à 28 jours : 6 patients (26%) contre 22 patients (9%) dans le groupe « triade + » et « triade – » respectivement.

Seule l'hémoglobine à l'admission était associée de manière indépendante au volume transfusionnel sur 24 heures et au besoin en transfusion massive (tableau 3 et 4).

Tableau 3 : Facteurs de risque de transfusion massive

Variables explicatives	<i>P</i>	Odds ratio	IC 95%
Délai d'intervention SAMU	0,918	0,999	0,989 – 1,010
PAS à l'admission	0,160	0,984	0,961 – 1,007
Hb à l'admission	0,005	0,731	0,589 – 0,908
ISS	0,031	1,052	1,005 – 1,102
TRIADE VITALE	0,332	1,911	0,516 – 7,076

Tableau 4 : Facteurs indépendamment associés au nombre de CGR sur 24 heures

Variables explicatives	<i>P</i>
Délai d'intervention SAMU	0,129
PAS	0,558
Hb admission	<0,0001
ISS	0,135
TRIADE VITALE	0,238

3.4 Analyse du sous-groupe de patients ayant une hémoglobine à l'admission inférieure à 12 g/dl et pris en charge au bloc opératoire dans les 24 premières heures

Les caractéristiques des patients sont présentées dans le tableau 5.

Les constantes physiologiques étaient comparables entre les deux groupes sauf la PAS à l'admission, significativement plus basse dans le groupe « triade + » vs « triade – » avec une médiane de 75 mmHg (IQR 68 ; 85) vs 90 mmHg (73 ; 101) ($p = 0,029$). Cependant, la valeur du shock index à l'admission n'était pas différente entre les deux groupes. Les paramètres biologiques ne montraient aucunes différences significatives que ce soit sur les données à l'admission ou à 24 heures.

Il n'y avait pas de différence significative dans le nombre de transfusions de culots globulaires, de plasmas, ni de concentrés plaquettaires au cours des 24 premières heures.

Il n'y avait pas de différence de transfusions massives. Le ratio plasma/CGR $\geq 1/2$ à la première heure était atteint dans 94% des cas dans le groupe « triade + » vs 43% dans le groupe « triade – » ($p < 0,0001$).

Il n'y avait pas de différence significative dans les manœuvres thérapeutiques telles que la ventilation mécanique, le support aminergique et l'épuration extrarénale, y compris leurs durées d'administration. Il n'y avait pas de différence significative de durée d'hospitalisation avec une médiane de 11 jours (IQR 3-23) pour le groupe « triade + » et de 21 jours (IQR 13-43) pour le groupe « triade – », cependant une différence significative de durée de séjour en USI apparaissait avec une médiane de 3 jours (IQR 1 ; 5) pour le groupe « triade + » et de 6 jours (IQR 2 ; 15) pour le groupe « triade – » ($p = 0,039$).

La mortalité à 24 heures et à 28 jours ne différait pas entre les deux groupes.

Tableau 5. Analyse du sous-groupe de patients ayant une Hb à l'admission < 12 g/dl et opérés les 24 premières heures

	Triade + N = 17	Triade - N = 98	P value
Age, années, med [IQR]	52 [29;65]	45 [29;60]	0.656
Homme, n (%)	10 (59)	55 (56)	1
Exacyl préhospitalier, n (%)	7 (41)	51 (52)	0.417
Indices de gravité			
IGS 2, med [IQR]	38 [32;76]	44 [29;65]	0.671
ISS med [IQR]	33 [27;41]	29 [22;41]	0.591
Mécanismes pénétrants, n (%)	4 (24)	14 (14)	0.303
Données physiologiques préhospitalières, med [IQR]			
Fréquence cardiaque, c/min	120 [99;145]	110 [95;130]	0.109
PAS, mmHg	80 [70;90]	88 [70;110]	0.422
SpO2, %	90 [85;97]	95 [89;99]	0.077
Score de Glasgow	14 [8;15]	14 [9;15]	0.893
Données physiologiques au déchoquage			
Fréquence cardiaque, c/min, med [IQR]	105 [82;130]	107 [90;128]	0.585
PAS, mmHg, med [IQR]	75 [68;85]	90 [73;5;101]	0.029
Shock index, med [IQR]	1.47 [0.93;1.62]	1.18 [0.92;1.5]	0.29
SpO2, %	98 [90;100]	99 [91;100]	0.680
Données biologiques à l'admission, med [IQR]			
Hémoglobine, g/dl	9 [8.4;11.2]	10.2 [8.9;11.2]	0.249
Plaquettes, G/L	204 [187;249]	194 [141;227]	0.213
Prothrombine, %	57 [42;63]	57 [44;69]	0.468
Fibrinogène, g/L	1.64 [1.42;1.96]	1.65 [1.19;2.24]	0.910
Lactate, mmol/L	4.5 [3;9]	3.4 [1.9;5.8]	0.136
Données biologiques à 24h, med [IQR]			
Hémoglobine, g/dl	9.3 [8.5;11.1]	9 [7.9;10.2]	0.306
Plaquettes, G/L	91 [70;117]	93 [68;125]	0.886
Prothrombine, %	60 [51;63]	57 [45;64]	0.900
Fibrinogène, g/L	2.85 [2.3;3]	3 [2.3;4.08]	0.134
Hémostase, n (%)			
Artériographie	6 (35)	13 (13)	0.035
Admission directe au bloc opératoire	5 (29)	18 (19)	0.421
Délais de prise en charge, min, med [IQR]			
Délai d'intervention préhospitalier			
Délai de prise en charge préhospitalière			
Délai de prise en charge en SAUV (d'hémostase)			
Délais transfusionnels, min, med [IQR]			
Délai transfusion 1 ^{er} CGR			
Délai transfusion 1 ^{er} plasma			
Triade vitale, n (%)			
Délai de prise en charge préhospitalière < 60min			
Délai de prise en charge en SAUV < 30min			
Délai transfusion 1 ^{er} CGR < 30min			
Volume transfusionnel à 24h			
Transfusion de CGR, U, med [IQR]			
Ration plasma/CGR > 1/2 à 1h, n (%)			
Transfusion massive, > 10 CGR sur 24h, n (%)			
Transfusion critique, > 3 CGR sur 1h, n (%)			
Transfusion critique, > 4 CGR sur 6h, n (%)			
Transfusion de plasma, U, med [IQR]			
Transfusion de plaquettes, U, med [IQR]			
Intensité thérapeutique en réanimation			
Ventilation mécanique, n (%)			
Durée ventilation mécanique, j, med [IQR]			
Support aminergique, n (%)			
Durée support aminergique, j, med [IQR]			
Épuration extrarénale, n (%)			
Durée épuration extrarénale, j, med [IQR]			
Durées de séjours, j, med [IQR]			
DDS totale			
DDS en USI			
Mortalité, n (%)			
Mortalité à 24h			
Mortalité à 28 jours			

Dans ce sous-groupe de patients, les facteurs de risque de transfusion massive étaient le délai d'intervention du SAMU (OR 1,052 ; IC 95% 1,010 – 1,095 et $P = 0,014$) et l'ISS. Les facteurs associés au nombre de CGR transfusés les 24 premières heures étaient le délai d'intervention du SAMU, et l'hémoglobine à l'admission.

Tableau 6 : Facteurs de risque de transfusion massive

Variables explicatives	<i>P</i>	Odds ratio	IC 95%
Délai d'intervention SAMU	0,014	1,052	1,010 – 1,095
PAS à l'admission	0,080	0,976	0,949 – 1,003
Hb à l'admission	0,945	0,988	0,707 – 1,382
ISS	0,014	1,072	1,014 – 1,134
TRIADE VITALE	0,857	1,159	0,233 – 5,770

Tableau 7 : Facteurs indépendamment associés au volume transfusionnel sur 24h

Variables explicatives	<i>P</i>
Délai d'intervention SAMU	0,028
PAS	0,183
Hb admission	0,007
ISS	0,451
TRIADE VITALE	0,880

4 DISCUSSION

4.1 Résultats de l'étude

Dans notre étude, seul le délai d'intervention du SAMU était associé à une augmentation du risque de transfusion massive chez les traumatisés sévères en choc hémorragique. La combinaison de réduction des délais préhospitalier, transfusionnel et d'hémostase (appelé triade vitale dans notre étude) n'était pas associée à une diminution du besoin en transfusion massive les 24 premières heures. Chez les traumatisés sévères hémorragiques, il n'y avait pas de différence de mortalité à 24 heures ni à 28 jours entre les patients ayant une prise en charge avec une réduction des délais versus les autres.

4.2 Cohérence externe de l'étude

Les études déjà publiées ont démontré que la réduction des délais de prise en charge préhospitalière, transfusionnels et d'hémostase étaient indépendamment associée à une baisse de la mortalité chez les traumatisés graves.

Ainsi, une prise en charge préhospitalière précoce, concept de « Golden Hour », a montré une réduction de la mortalité, en associant notamment une réduction stricte du délai de transport et une médicalisation adéquate ⁽²⁾. Une médicalisation préhospitalière par un SMUR améliorerait le pronostic vital à 30 jours (OR : 0.55, 95% IC 0.32-0.94, $P = 0.03$) par rapport à un transport par ambulance simple, notamment par sa précocité d'intervention bénéfique aux traumatisés sévères ⁽⁸⁾.

De même, une prise en charge transfusionnelle avec obtention d'un haut ratio transfusionnel précoce a montré son efficacité en traumatologie ⁽⁴⁾. L'initiation de la transfusion de produit sanguin labiles dès la phase préhospitalière est pertinente ^(9,10). L'étude PLYO a permis de montrer que l'utilisation de PLYO versus PFC réduisait le délai transfusionnel à haut ratio ainsi que la proportion de transfusion massive de 7 % contre 45% ($p < 0,0001$) ⁽¹¹⁾.

L'accès à un geste d'hémostase chirurgical ou radiologique précoce chez les traumatisés graves en choc hémorragique est associé à une baisse de la mortalité, selon Meizoso et al, la mortalité triple toutes les 10 minutes de retard de prise en charge d'hémostase (HR 1,89 ; 95%

CI, 1,10-3,26 ; $p=0,02$) ⁽¹²⁾, de même selon Barbosa et al., la mortalité double toutes les 10 minutes (HR 1,50 ; 95% CI, 1,14-1,97 ; $p=0,003$) ⁽¹³⁾.

Ainsi la gestion de ces délais indépendamment les uns des autres a montré un bénéfice sur la morbi-mortalité des traumatisés graves hémorragiques ^(14,15).

Un état des lieux récent réalisé aux États-Unis a montré une baisse de l'incidence de la mortalité chez les patients traumatisés entre 2005 et 2013 mais une stagnation de l'incidence de la mortalité chez les patients traumatisés sévères hémorragiques avec une part importante de décès potentiellement évitables ⁽¹⁶⁾.

Cependant, nous ne retrouvons pas de réduction ni du risque de transfusion massive ni de mortalité chez les patients bénéficiant d'une prise en charge précoce. Cela peut être expliqué par le fait que dans un trauma system dit mature (l'organisation régionale des traumatisés sévères a été mise en place en 2013), la prise en charge est d'autant plus précoce (préhospitalier, transfusion, déchocage) que le patient est grave. C'est ce qui expliquerait la constatation que dans notre cohorte la triade « vitale » est associée à une augmentation de la mortalité à 28 jours (tableau 2). Cela expliquerait aussi que nous retrouvons un impact des délais sur le besoin transfusionnel pour les blessés hémorragiques, ce que suggère notre analyse en sous-groupe de patients hémorragiques dans laquelle le délai d'intervention du SAMU était associée à une augmentation du risque de transfusion massive.

4.3 Ce qu'apporte l'étude

Notre étude suggère que dans un trauma system mature, l'impact de la réduction des délais de prise en charge est moindre que dans un trauma system moins mature. D'ailleurs, dans le groupe de patients ne répondant pas aux 3 critères simultanés, le délai de prise en charge au déchocage restait inférieur à 30 minutes.

Notre étude suggère également que dans un tel trauma system, le gain à espérer pour le plus grand nombre de patient est surtout en préhospitalier, avec une réduction des délais d'intervention.

4.4 Limites de l'études

La première limite de l'étude est la méthodologie rétrospective qui expose aux données manquantes. Même si le recueil des données dans le registre local est prospectif et assuré par une ARC, il est basé sur les dossiers SAMU et hospitaliers dont la complétude n'est pas parfaite.

La deuxième limite est le choix de nos critères d'inclusion. Ceux retenus ne nous ont pas permis d'isoler les traumatisés graves hémorragiques, d'ailleurs 22% n'ont pas bénéficié d'une chirurgie les 24^{ères} heures. Ce constat nous a imposé une analyse en sous-groupe avec des patients ayant une hémoglobine à l'admission inférieure à 12 g/dl et pris en charge au bloc opératoire dans les 24 premières heures, mais dont le collectif était plus faible.

La troisième limite est le caractère monocentrique de notre étude. Les pratiques étant protocolisées depuis 2013, la prise en charge est homogène.

Par ailleurs, nous avons fait le choix d'extrapoler le délai de déchocage au délai d'hémostase radiologique ou chirurgicale. Ce délai est en effet le seul à pouvoir être horodaté de manière fiable mais n'est pas totalement représentatif du délai réel d'hémostase puisque à cela il faut ajouter l'imagerie et les transferts entre ces lieux de prise en charge. Au sein de l'HIA Sainte Anne, malgré le fait que ces lieux d'intérêt se situent au même étage, les transferts prennent un temps non négligeable qu'il faut considérer ⁽¹⁷⁾. Le plan de l'HIA Saint Anne avec la localisation des différents lieux d'intérêt est disponible en annexe 4.

Enfin, l'HIA Sainte Anne est un trauma center de niveau 1 dans un trauma system en place depuis 2013 et qui peut être considéré comme « mature ». C'est en effet au bout de quelques années que le bénéfice sur la mortalité de la filiarisation des traumatisés est attendu ⁽¹⁸⁾. La littérature a montré qu'au sein de ces centres experts, la tendance de la mortalité est difficile à isoler puisque de principe contrôlée ⁽¹⁹⁾.

4.5 Perspectives

La gestion des délais de prise en charge des traumatisés graves hémorragiques reste la principale cause avec 53% de décès potentiellement évitable, viennent ensuite les erreurs diagnostiques et techniques ^(1,3,20-23).

Dans un trauma system mature, la phase préhospitalière est probablement celle où le gain de délai de prise en charge est le plus important. La phase préhospitalière est complexe car présence de paramètres non accessibles à l'intervention humaine et de délai souvent peu compressible. Le gain semble surtout être dans la réduction des délais d'intervention du SAMU, comme le suggère notre étude. Ainsi, il existe des axes de développements intéressants comme les nouvelles technologies automobile de détection de collision avec dispositif d'appel d'urgence automatique et localisation GPS ^(24,25). L'amélioration de la médicalisation des transports préhospitaliers a permis la précocité d'interventions bénéfiques aux traumatisés graves ^(8,10). Enfin, l'information et la prévention du grand public en terme de traumatologie reste une action indispensable ^(5,26-29).

La stratégie d'une transfusion précoce en traumatologie fait maintenant partie du gold standard. Pour diminuer encore les délais, il a été démontré que la transfusion en préhospitalier était faisable et permettait de diminuer la mortalité, notamment lorsque les délais d'admission en trauma center étaient importants ^(9,30-32). L'utilisation de plasma lyophilisé, conservable à température ambiante et reconstituable en quelques minutes, permet une transfusion encore plus précoce de plasma ; la SFAR a d'ailleurs publié récemment une recommandation sur la transfusion de PLASMA chez un patient en choc hémorragique, ou a risque de transfusion massive en milieu civil ^(11,33). Tout ceci permettant l'obtention d'un haut ratio transfusionnel précoce ayant démontré son efficacité en traumatologie.

La réalisation d'une hémostase précoce reste la clé puisque le saignement entretient la coagulopathie traumatique et grève le pronostic vital des traumatisés ⁽⁶⁾. Les axes d'intervention pour raccourcir les délais d'hémostase interventionnelle sont : Des techniques d'hémostase transitoire percutanée telles que le REBOA ^(34,35), qui peuvent permettre un sauvetage de traumatisés graves exsanguinés dans l'attente d'une hémostase chirurgicale ou radiologique.

Le développement des salles de traumatologie permettant à la fois le déchocage, le diagnostic lésionnel, et l'hémostase interventionnelle hybride (chirurgicale ou radiologique) sur un seul site. Ces organisations permettent de diminuer les transferts et de raccourcir les délais de diagnostic lésionnel et d'hémostase. Ces « traumas room » sont installées depuis quelques années au Japon ^(36,37). Le principe est d'intégrer dans une large salle unique de déchocage, le scanner, l'artériographie et le bloc opératoire. Ce système de salle hybride a montré son efficacité chez les patients traumatisés graves hémorragiques avec une réduction de la mortalité (OR 0.5 ; 95% CI, 0.29-0.85 ; $P = 0,011$) dont une réduction de la mortalité par exsanguination (OR 0.17 ; 95% CI, 0.06-0.47 ; $P = 0.001$) selon l'étude de Kinoshita et al ⁽¹⁷⁾. Il existe deux explications, d'une part la réduction des délais d'imagerie et d'hémostase via la suppression des transports ^(38,39), d'autre part, en permettant l'accès à une imagerie même chez les patients instables jusqu'alors non réalisable ⁽⁴⁰⁻⁴²⁾.

Le déploiement d'équipes spécialisées en traumatologie avec des capacités de réanimation et de chirurgie en préhospitalier. C'est le principe du projet d'innovation EMOCTASE, consistant en la création d'une équipe Mobile Chirurgicale de Stabilisation du Traumatisé Sévère, qui a été mise en place en avril 2018, au sein de l'HIA Sainte Anne, en collaboration avec l'Agence Régionale de Santé. Ce modèle de prise en charge vise à envoyer une équipe médico-chirurgicale comprenant un anesthésiste réanimateur, un chirurgien viscéral, une infirmière de bloc opératoire et une infirmière anesthésiste, directement dans les centres de traumatologie de niveau 2 ou 3 du Var (Brignoles, Fréjus, Draguignan, Gassin) pour prendre en charge un traumatisé grave hémorragique jugé intransportable. Les critères de déclenchement sont un délai d'évacuation vers le trauma-center de niveau 1 supérieur à 60 minutes, associé à une pression artérielle systolique inférieure à 90mmHg après un remplissage vasculaire d'au moins 500ml. L'hypothèse émise était que ce modèle pourrait permettre une diminution du délai de prise en charge par une équipe spécialisée de ces patients chez qui les délais d'évacuation longs sont délétères.

5 CONCLUSION

Dans notre étude, le délai d'intervention du SAMU était associé à une augmentation du risque de transfusion massive en trauma center les 24 premières heures. Par contre, une réduction du délai transfusionnel, de déchocage, et d'admission en trauma center n'avait pas d'influence. Ces résultats suggèrent que dans un trauma system mature, les efforts soient maintenant portés vers une réduction des délais d'intervention préhospitaliers.

6 BIBLIOGRAPHIE

1. Teixeira PGR, Inaba K, Hadjizacharia P, Brown C, Salim A, Rhee P, et al. Preventable or potentially preventable mortality at a mature trauma center. *J Trauma*. déc 2007;63(6):1338-46; discussion 1346-1347.
2. Kotwal RS, Howard JT, Orman JA, Tarpey BW, Bailey JA, Champion HR, et al. The Effect of a Golden Hour Policy on the Morbidity and Mortality of Combat Casualties. *JAMA Surg*. janv 2016;151(1):15-24.
3. Gauss T, Ageron F-X, Devaud M-L, Debaty G, Travers S, Garrigue D, et al. Association of Prehospital Time to In-Hospital Trauma Mortality in a Physician-Staffed Emergency Medicine System. *JAMA Surg*. 1 déc 2019;154(12):1117-24.
4. Holcomb JB, Tilley BC, Baraniuk S, Fox EE, Wade CE, Podbielski JM, et al. Transfusion of plasma, platelets, and red blood cells in a 1:1:1 vs a 1:1:2 ratio and mortality in patients with severe trauma: the PROPPR randomized clinical trial. *JAMA*. 3 févr 2015;313(5):471-82.
5. Neal MD, Reynolds BR, Bertoty D, Murray KJ, Peitzman AB, Forsythe RM. Design and implementation of the Western Pennsylvania regional Stop the Bleed initiative. *J Trauma Acute Care Surg*. oct 2018;85(4):684-90.
6. Chang R, Kerby JD, Kalkwarf KJ, Van Belle G, Fox EE, Cotton BA, et al. Earlier time to hemostasis is associated with decreased mortality and rate of complications: Results from the Pragmatic Randomized Optimal Platelet and Plasma Ratio trial. *J Trauma Acute Care Surg*. août 2019;87(2):342-9.
7. Deng Q, Tang B, Xue C, Liu Y, Liu X, Lv Y, et al. Comparison of the Ability to Predict Mortality between the Injury Severity Score and the New Injury Severity Score: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 16 août 2016;13(8).
8. Yeguiayan J-M, Garrigue D, Biquet C, Jacquot C, Duranteau J, Martin C, et al. Medical pre-hospital management reduces mortality in severe blunt trauma: a prospective epidemiological study. *Crit Care Lond Engl*. 2011;15(1):R34.
9. Cassagnol A, Marmin J, Mattei P, Goffinet L, Pons S, Renard A, et al. Civilian prehospital transfusion - experiences from a French region. *Vox Sang*. nov 2020;115(8):745-55.
10. Travers S, Carfantan C, Luft A, Aigle L, Pasquier P, Martinaud C, et al. Five years of prolonged field care: prehospital challenges during recent French military operations. *Transfusion (Paris)*. avr 2019;59(S2):1459-66.
11. Nguyen C, Bordes J, Cungi P-J, Esnault P, Cardinale M, Mathais Q, et al. Use of French lyophilized plasma transfusion in severe trauma patients is associated with an early plasma transfusion and early transfusion ratio improvement. *J Trauma Acute Care Surg*. mai 2018;84(5):780-5.

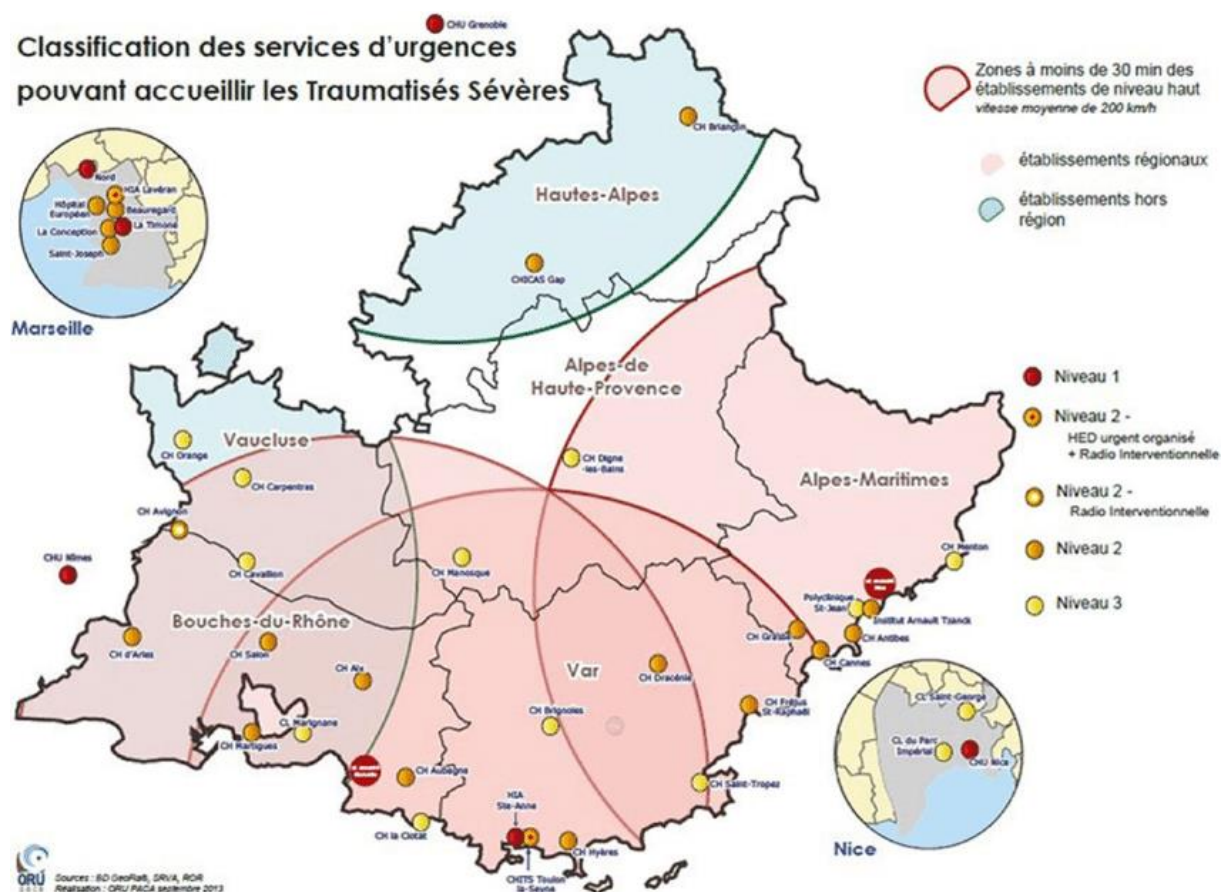
12. Meizoso JP, Ray JJ, Karcutskie CA, Allen CJ, Zakrison TL, Pust GD, et al. Effect of time to operation on mortality for hypotensive patients with gunshot wounds to the torso: The golden 10 minutes. *J Trauma Acute Care Surg.* oct 2016;81(4):685-91.
13. Barbosa RR, Rowell SE, Fox EE, Holcomb JB, Bulger EM, Phelan HA, et al. Increasing time to operation is associated with decreased survival in patients with a positive FAST examination requiring emergent laparotomy. *J Trauma Acute Care Surg.* juill 2013;75(1 Suppl 1):S48-52.
14. Cole E, Gillespie S, Vulliamy P, Brohi K, Organ Dysfunction in Trauma (ORDIT) study collaborators. Multiple organ dysfunction after trauma. *Br J Surg.* mars 2020;107(4):402-12.
15. Eriksson J, Nelson D, Holst A, Hellgren E, Friman O, Oldner A. Temporal patterns of organ dysfunction after severe trauma. *Crit Care Lond Engl.* 5 mai 2021;25(1):165.
16. Koh EY, Oyeniyi BT, Fox EE, Scerbo M, Tomasek JS, Wade CE, et al. Trends in potentially preventable trauma deaths between 2005-2006 and 2012-2013. *Am J Surg.* sept 2019;218(3):501-6.
17. Kinoshita T, Yamakawa K, Matsuda H, Yoshikawa Y, Wada D, Hamasaki T, et al. The Survival Benefit of a Novel Trauma Workflow that Includes Immediate Whole-body Computed Tomography, Surgery, and Interventional Radiology, All in One Trauma Resuscitation Room: A Retrospective Historical Control Study. *Ann Surg.* févr 2019;269(2):370-6.
18. Nathens AB, Brunet FP, Maier RV. Development of trauma systems and effect on outcomes after injury. *Lancet Lond Engl.* 29 mai 2004;363(9423):1794-801.
19. Matsumoto S, Jung K, Smith A, Coimbra R. Trauma center maturity measured by an analysis of preventable and potentially preventable deaths: there is always something to be learned.... *Surg Today.* nov 2018;48(11):1004-10.
20. Maegle M. The European Perspective on the Management of Acute Major Hemorrhage and Coagulopathy after Trauma: Summary of the 2019 Updated European Guideline. *J Clin Med.* 19 janv 2021;10(2).
21. Pfeifer R, Halvachizadeh S, Schick S, Sprengel K, Jensen KO, Teuben M, et al. Are Pre-hospital Trauma Deaths Preventable? A Systematic Literature Review. *World J Surg.* oct 2019;43(10):2438-46.
22. Girard E, Jegouso Q, Boussat B, François P, Ageron F-X, Letoublon C, et al. Preventable deaths in a French regional trauma system: A six-year analysis of severe trauma mortality. *J Visc Surg.* févr 2019;156(1):10-6.
23. Montmany S, Pallisera A, Rebasa P, Campos A, Colilles C, Luna A, et al. Preventable deaths and potentially preventable deaths. What are our errors? *Injury.* mars 2016;47(3):669-73.

24. Weinlich M, Kurz P, Blau MB, Walcher F, Piatek S. Significant acceleration of emergency response using smartphone geolocation data and a worldwide emergency call support system. *PloS One*. 2018;13(5):e0196336.
25. Ponte G, Ryan GA, Anderson RWG. An estimate of the effectiveness of an in-vehicle automatic collision notification system in reducing road crash fatalities in South Australia. *Traffic Inj Prev*. 2016;17(3):258-63.
26. Gupta A, Villegas CV, Rosenberg J, Winchell RJ, Barie PS, Narayan M. Advancing the Education of Stop the Bleed: Development of a Perfused Synthetic Cadaver Model. *J Surg Res*. déc 2019;244:516-20.
27. Carmichael H, Steward L, Peltz ED, Wright FL, Velopulos CG. Preventable death and interpersonal violence in the United States: Who can be saved? *J Trauma Acute Care Surg*. juill 2019;87(1):200-4.
28. Smith ER, Sarani B, Shapiro G, Gondek S, Rivas L, Ju T, et al. Incidence and Cause of Potentially Preventable Death after Civilian Public Mass Shooting in the US. *J Am Coll Surg*. sept 2019;229(3):244-51.
29. Oliver GJ, Walter DP, Redmond AD. Are prehospital deaths from trauma and accidental injury preventable? A direct historical comparison to assess what has changed in two decades. *Injury*. mai 2017;48(5):978-84.
30. Pusateri AE, Moore EE, Moore HB, Le TD, Guyette FX, Chapman MP, et al. Association of Prehospital Plasma Transfusion With Survival in Trauma Patients With Hemorrhagic Shock When Transport Times Are Longer Than 20 Minutes: A Post Hoc Analysis of the PAMPer and COMBAT Clinical Trials. *JAMA Surg*. 1 févr 2020;155(2):e195085.
31. Sperry JL, Guyette FX, Brown JB, Yazer MH, Triulzi DJ, Early-Young BJ, et al. Prehospital Plasma during Air Medical Transport in Trauma Patients at Risk for Hemorrhagic Shock. *N Engl J Med*. 26 juill 2018;379(4):315-26.
32. Moore HB, Moore EE, Chapman MP, McVane K, Bryskiewicz G, Blechar R, et al. Plasma-first resuscitation to treat haemorrhagic shock during emergency ground transportation in an urban area: a randomised trial. *Lancet Lond Engl*. 28 juill 2018;392(10144):283-91.
33. Recommandation pour la pratique professionnelle de la Société Française d'Anesthésie et de Réanimation en association avec SFMU, ADARPEF, CARO, CNCRH, CTSA, ESF, GFRUP, GIHP, SSA. Indication de transfusion de plasmas lyophilisés (PLYO) chez un patient en choc hémorragique, ou a risque de transfusion massive en milieu civil (adulte, enfant et nouveau-né), SFAR 2020
34. Ogura T, Lefor AT, Nakano M, Izawa Y, Morita H. Nonoperative management of hemodynamically unstable abdominal trauma patients with angioembolization and resuscitative endovascular balloon occlusion of the aorta. *J Trauma Acute Care Surg*. janv 2015;78(1):132-5.

35. Dumas RP, Holena DN, Smith BP, Jafari D, Seamon MJ, Reilly PM, et al. Resuscitative Endovascular Balloon Occlusion of the Aorta: Assessing Need in an Urban Trauma Center. *J Surg Res.* janv 2019;233:413-9.
36. Watanabe H, Shimojo Y, Hira E, Kuramoto S, Muronoi T, Oka K, et al. First establishment of a new table-rotated-type hybrid emergency room system. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 17 sept 2018;26(1):80.
37. founding members of the Japanese Association for Hybrid Emergency Room System (JAHERS). The hybrid emergency room system: a novel trauma evaluation and care system created in Japan. *Acute Med Surg.* juill 2019;6(3):247-51.
38. Kataoka Y, Minehara H, Kashimi F, Hanajima T, Yamaya T, Nishimaki H, et al. Hybrid treatment combining emergency surgery and intraoperative interventional radiology for severe trauma. *Injury.* janv 2016;47(1):59-63.
39. Huber-Wagner S, Mand C, Ruchholtz S, Kühne CA, Holzapfel K, Kanz K-G, et al. Effect of the localisation of the CT scanner during trauma resuscitation on survival -- a retrospective, multicentre study. *Injury.* oct 2014;45 Suppl 3:S76-82.
40. Huber-Wagner S, Biberthaler P, Häberle S, Wierer M, Dobritz M, Rummeny E, et al. Whole-body CT in haemodynamically unstable severely injured patients--a retrospective, multicentre study. *PloS One.* 2013;8(7):e68880.
41. Ordoñez CA, Herrera-Escobar JP, Parra MW, Rodriguez-Ossa PA, Mejia DA, Sanchez AI, et al. Computed tomography in hemodynamically unstable severely injured blunt and penetrating trauma patients. *J Trauma Acute Care Surg.* avr 2016;80(4):597-602; discussion 602-603.
42. Wada D, Nakamori Y, Yamakawa K, Yoshikawa Y, Kiguchi T, Tasaki O, et al. Impact on survival of whole-body computed tomography before emergency bleeding control in patients with severe blunt trauma. *Crit Care Lond Engl.* 27 août 2013;17(4):R178.
43. Cannon JW, Khan MA, Raja AS, Cohen MJ, Como JJ, Cotton BA, et al. Damage control resuscitation in patients with severe traumatic hemorrhage: A practice management guideline from the Eastern Association for the Surgery of Trauma. *J Trauma Acute Care Surg.* mars 2017;82(3):605-17.

7 ANNEXES

Annexe 1 : Carte du réseau de traumatologie de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur
(source : Agence Régionale de Santé et Observatoire Régional des Urgences de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur)



Annexe 2 : Protocole de prise en charge des traumatisés graves

L'anesthésiste réanimateur tient le rôle du trauma leader, et coordonne l'admission des patients traumatisés graves. L'équipe multidisciplinaire était composée d'un anesthésiste réanimateur, d'un chirurgien généraliste, d'un urgentiste et d'infirmières, d'autres intervenant sont alertés tels que la radiologie, le laboratoire et l'Établissement Français du Sang (EFS). Une évaluation ciblée par FAST échographie (Focussed Assessment with Sonography for Trauma) été réalisée, complétée par une évaluation biologique et des radiographies standard du thorax et du bassin. La particularité de l'Hôpital de Sainte Anne vis-à-vis d'autres trauma center de niveau 1 est la présence systématique d'une caisse scellée contenant 2 CGR et 2 PLYO, permettant une prise en charge transfusionnelle optimale, et pouvant être retourné à l'EFS en cas de non-utilisation.

Le management était en accord avec le concept DCR (Damage Contrôle Ressuscitation) ⁽⁴³⁾. Le trauma leader débutait la transfusion de produits sanguins lorsque le patient présentait une instabilité hémodynamique (définition ?) associée à un saignement clinique ou échographique. Des vasopresseurs ont été introduits pour maintenir la pression artérielle cible (PAS de 80 à 90 mmHg sauf pour les patients traumatisés crâniens). La première dose d'acide tranexamique a été administrée par l'équipe préhospitalière ou au déchocage selon les directives.

Annexe 3 : Score IGS II

- **Age** du patient en années
- **FC** la plus défavorable qu'il s'agisse de tachycardie ou de bradycardie. Si le rythme a varié de l'arrêt cardiaque (11pts) à la tachycardie (7pts), compter 11pts.
- **PAS** la plus défavorable. Si varie de 60 à 195 mmHg, compter 13pts (PAS 60 mmHg).
- **Température centrale** la plus élevée en degrés centigrades.
- **PaO₂/FiO₂** : Si le malade est ventilé qu'il soit intubé ou non ou sous CPAP, prendre la valeur la plus basse du rapport. Compter 0pt si le patient n'est ni ventilé ni sous CPAP.
- **Débit urinaire** : Si le patient reste moins de 24 heures, noter la diurèse totale observée pendant le séjour et extrapoler la diurèse des 24 heures (exemple : 1L en 8h correspond à 3L en 24h).
- **Urée sanguine** la plus élevée en mmol.L⁻¹ ou g.L⁻¹.
- **Globules blancs** la valeur la plus anormale (haute ou basse) et diviser les chiffres donnés par mille (par ex., 22 000 blancs : 22 ; 900 blancs : 0,9).
- **Kaliémie** la plus anormale (haute ou basse) en mEq.L⁻¹ selon l'échelle de score.
- **Bicarbonatémie** la plus basse en mEq.L⁻¹.
- **Bilirubine** la plus haute en µmol.L⁻¹ ou mg.L⁻¹ (uniquement chez patients ictériques). Si le patient n'est plus ictérique, considérer la bilirubinémie comme normale (0 point).
- **Score de Glasgow** le plus bas des 24 premières heures avant sédation.
- **Type d'admission** : médicale ou chirurgicale. Le malade chirurgical est un malade opéré dans la semaine qui précède ou suit l'admission en réanimation :
 - malade chirurgical non programmé < 24h à l'avance
 - malade chirurgical programmé > 24h à l'avance
- **Maladies chroniques**
 - Sida : VIH positif avec des complications cliniques : pneumonie à Pneumocystis, sarcome de Kaposi, lymphome, tuberculose, infection à toxoplasme.
 - maladie hématologique maligne
 - cancer métastatique

La probabilité de décès hospitalier ne peut s'appliquer qu'aux patients restant plus de 24h.

31

Annexe 4. Données supplémentaires des caractéristiques de la population

Cohorte entière	N = 268
Indice de gravité	
ACR préhospitalier, n (%)	11 (4)
Thoracotomie de ressuscitation en SAUV, n (%)	12 (4,5)
Exacyl préhospitalier, n (%)	118 (44)
Transfusion préhospitalière	22 (8,2)
Transport secondaire, n (%)	23 (8,5)
Examens complémentaires, n (%)	
FAST échographie positive	127 (47)
Radiographie thoracique positive	106 (40)
Radiographie bassin positive	76 (28)
Thérapeutiques à l'admission	
Exacyl	150 (56)
Amines	182 (68)
Intubation orotrachéale	164 (61)
Osmothérapie	38 (14)
Exsufflation thoracique	25 (9)
Drainage thoracique	57 (21)
Thoracotomie de ressuscitation	12 (4,5)
Voie veineuse centrale et cathéter artériel	146 (54)
Données biologiques à 6h-12h, med [IQR]	
Hémoglobine, g/dl	10,3 [8,7;12]
Plaquettes, G/L	160 [114;199]
Prothrombine, %	58 [46;69]
Fibrinogène, g/L	1,9 [1,5;2,4]
Volume transfusionnel à 15 jours, U, med [IQR]	
Transfusion de CGR	4 [0;8]
Transfusion de plasma	2 [0;6]
Transfusion de plaquettes	0 [0;0]
Durées de séjours en secteurs de soins intensifs	
DDS en réanimation	3 [1;9]
DDS en USC	0 [0;3]
Décès par choc hémorragique	13 (72)

Annexe 5. Données supplémentaires des caractéristiques des patients des groupes

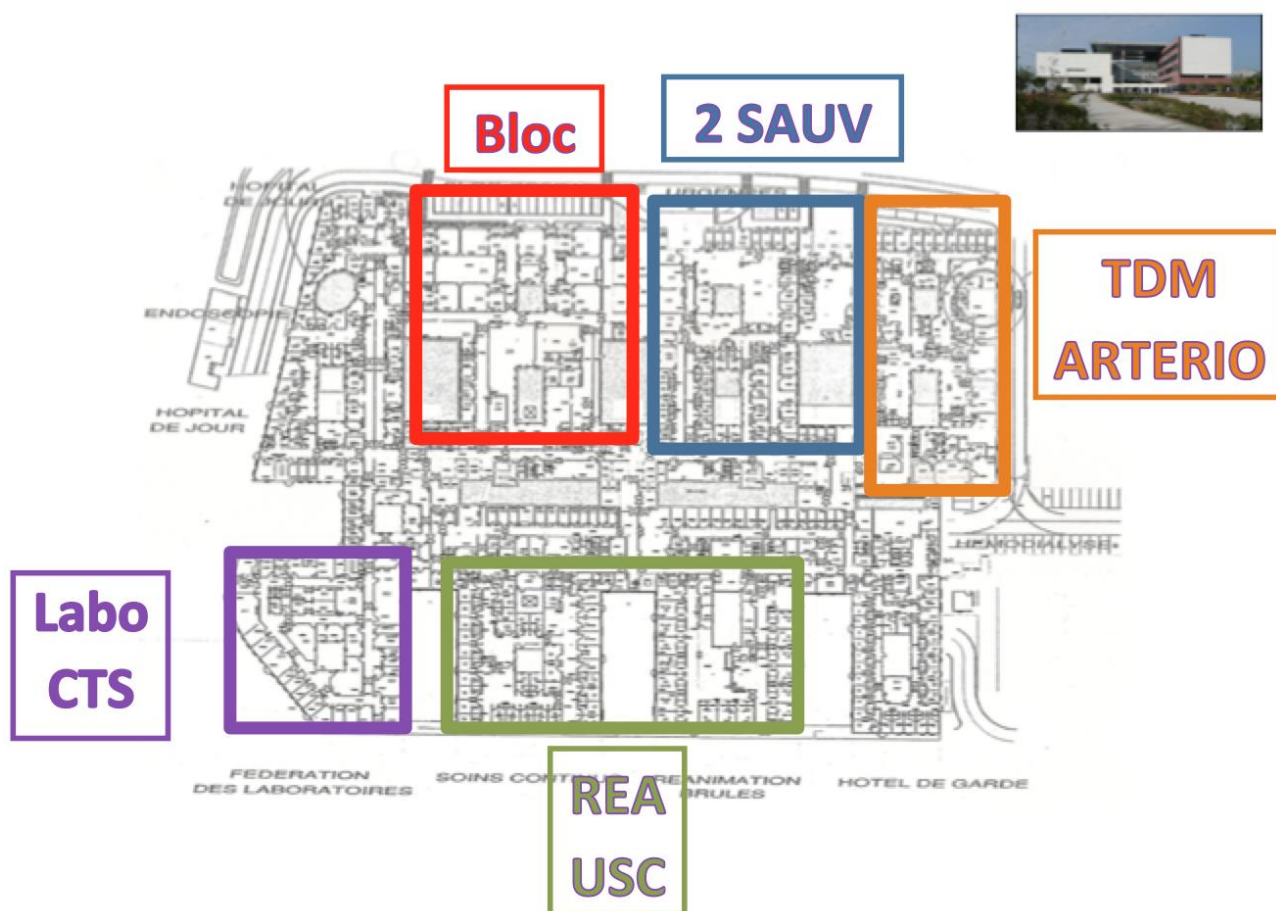
« triade + » vs « triade – »

	Triade + N = 23	Triade - N = 245	P value
Indices de gravité			
ACR préhospitalier, n (%)	4 (17)	13 (5)	0.046
Thoracotomie de ressuscitation, n (%)	2 (9)	10 (41)	0.274
Blessures, med [IQR]			
AIS tête et cou	0 [0;0]	0 [0;2]	0.159
AIS face	0 [0;0]	0 [0;0]	0.776
AIS thorax	3 [2;4]	3 [2;4]	0.880
AIS abdomen pelvis	3 [0;4]	2 [0;4]	0.379
AIS bassin	0 [0;3,5]	2 [0;3]	0.796
AIS extrémités	0 [0;3]	0 [0;2]	0.644
Mécanismes, n (%)			
Pénétrants	5 (22)	22 (9)	0.066
AVP véhicule légers	0 (0)	59 (24)	0.003
AVP deux roues	9 (39)	89 (36)	0.822
Piétons	4 (17)	22 (9)	0.256
Chutes	5 (22)	38 (16)	0.387
Autres	0 (0)	15 (6)	0.625
Transports			
Hélicoptéré, n (%)	2 (9)	89 (36)	0.010
Secondaire, n (%)	0 (0)	23 (9)	0.236
Examens complémentaires, n (%)			
FAST échographie positive	13 (57)	114 (47)	0.389
Radiographie thoracique positive	10 (43)	96 (39)	0.823
Radiographie bassin positive	8 (28)	68 (35)	0.474
Données biologiques à 6h-12h, med [IQR]			
Hémoglobine, g/dl	9,8 [8,8;10,9]	10,5 [8,7;12]	0.329
Plaquettes, G/L	127 [97;170]	162 [117;201]	0.026
Prothrombine, %	48 [42;61]	58 [47;70]	0.021
Fibrinogène, g/L	1,56 [1,2;1,9]	1,93 [1,5;1,9]	0.06
Volume transfusionnel à 15 jours, U, med [IQR]			
Transfusion de CGR	6 [4;10,5]	4 [0;8]	0,003
Transfusion de plasma	4 [2;8]	2 [0;6]	0.002
Transfusion de plaquettes	0 [0;0]	0 [0;0]	0,739
Durées de séjours en secteurs de soins intensifs			
DDS en réanimation	3 [1;6]	3 [1;9]	0.379
DDS en USC	0 [0;1,5]	0 [0;4]	0.173
Décès au déchocage	1 (4,3)	1 (0,4)	0.192

Annexe 6. Données supplémentaires de l'analyse du sous-groupe de patients ayant une Hb à l'admission < 12 g/dl et opérés les 24 premières heures

	Triade + N = 17	Triade - N = 98	P value
Indices de gravité			
ACR préhospitalier, n (%)	2 (12)	7 (7)	0.619
Thoracotomie de ressuscitation, n (%)	1 (6)	6 (6)	1
Blessures, med [IQR]			
AIS tête et cou	0 [0;0]	0 [0;2]	0.095
AIS face	0 [0;0]	0 [0;0]	0.569
AIS thorax	3 [2;4]	3 [2;4]	0.695
AIS abdomen pelvis	3 [0;4]	2 [0;4]	0.493
AIS bassin	2 [0;4]	3 [0;3]	0.781
AIS extrémités	0 [0;2]	0,5 [0;2]	0.795
Mécanismes, n (%)			
Pénétrants	4 (24)	14 (14)	0.303
AVP véhicule léger	0 (0)	20 (20)	0.040
AVP deux roues	6 (35)	30 (31)	0.778
Piétons	3 (18)	10 (10)	0.405
Chutes	4 (24)	19 (19)	0.744
Autres	0 (0)	5 (6)	1
Transports			
Hélicoptéré, n (%)	2 (12)	41 (42)	0.025
Secondaire, n (%)	0 (0)	9 (9)	0.352
Examens complémentaires, n (%)			
FAST échographie positive	10 (59)	57 (58)	1
Radiographie thoracique positive	8 (47)	43 (44)	1
Radiographie bassin positive	8 (47)	38 (39)	0.595
Données biologiques à 6h-12h, med [IQR]			
Hémoglobine, g/dl	9,6 [9;10,6]	9 [7,9;10,7]	0.284
Plaquettes, G/L	128 [96;162]	128 [91;171]	0.673
Prothrombine, %	44 [37;57]	53 [41;60]	0.227
Fibrinogène, g/L	1,46 [1,28;1,76]	1,76 [1,42;2,08]	0.075
Volume transfusionnel à 15 jours, U, med [IQR]			
Transfusion de CGR	6 [4;10]	7 [4;11]	0.868
Transfusion de plasma	4 [2;10]	5 [2;8]	0.793
Transfusion de plaquettes	0 [0;0]	0 [0;1]	0.305
Durées de séjours en secteurs de soins intensifs			
DDS en réanimation	3 [1;5]	4 [1;13,5]	0.107
DDS en USC	0 [0;1]	0 [0;3]	0.242

Annexe 7. Plan de l'étage dédié à l'accueil des traumatisés sévères de l'HIA Sainte-Anne



SERMENT D'HIPPOCRATE

Au moment d'être admise à exercer la médecine, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité.

Mon premier souci sera de rétablir, de préserver ou de promouvoir la santé dans tous ses éléments, physiques et mentaux, individuels et sociaux.

Je respecterai toutes les personnes, leur autonomie et leur volonté, sans aucune discrimination selon leur état ou leurs convictions. J'interviendrai pour les protéger si elles sont affaiblies, vulnérables ou menacées dans leur intégrité ou leur dignité. Même sous la contrainte, je ne ferai pas usage de mes connaissances contre les lois de l'humanité.

J'informerai les patients des décisions envisagées, de leurs raisons et de leurs conséquences.

Je ne tromperai jamais leur confiance et n'exploiterai pas le pouvoir hérité des circonstances pour forcer les consciences.

Je donnerai mes soins à l'indigent et à quiconque me les demandera. Je ne me laisserai pas influencer par la soif du gain ou la recherche de la gloire.

Admise dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés. Reçue à l'intérieur des maisons, je respecterai les secrets des foyers et ma conduite ne servira pas à corrompre les mœurs.

Je ferai tout pour soulager les souffrances. Je ne prolongerai pas abusivement les agonies. Je ne provoquerai jamais la mort délibérément.

Je préserverai l'indépendance nécessaire à l'accomplissement de ma mission. Je n'entreprendrai rien qui dépasse mes compétences. Je les entretiendrai et les perfectionnerai pour assurer au mieux les services qui me seront demandés.

J'apporterai mon aide à mes confrères ainsi qu'à leurs familles dans l'adversité.

Que les hommes et mes confrères m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses ; que je sois déshonorée et méprisée si j'y manque.

RÉSUMÉ

Contexte : Les traumatismes graves sont la première cause de mortalité des sujets de moins de 40 ans et le choc hémorragique traumatique est la première cause avec 39% des décès. Les délais de prise en charge sont la 1^{ère} cause de mortalité évitable. La littérature actuelle a montré des effets bénéfiques de la réduction des délais de prise en charge préhospitalière, transfusionnel et d'hémostase séparément mais l'effet de ces trois conditions réunies n'a encore jamais été évalué. L'objectif principal de ce travail était d'évaluer l'effet sur l'épargne transfusionnelle de l'association d'une prise en charge préhospitalière de moins d'une heure, avec une transfusion et une hémostase précoce en trauma center.

Méthode : Étude observationnelle rétrospective monocentrique réalisée entre 2013 et 2018, au sein de HIA Sainte Anne de Toulon, centre de traumatologie de niveau 1. Ont été inclus tous les traumatisés graves (ISS > 15) ayant au moins un des critères d'inclusion suivant : PAS < 100 mmHg à l'arrivée au déchocage et/ou nécessité d'un support aminergique au déchocage et/ou transfusion ≥ 3 CGR sur les 24 premières heures. La population est répartie en deux groupes selon la combinaison de trois délais de prise en charge comprenant le délai préhospitalier, transfusionnel et d'hémostase avec groupe « triade vitale + » et « triade – ».

Résultats : Ont été inclus, 268 patients dont 23 dans le groupe « triade + » et 245 dans le groupe « triade – ». Dans un trauma system mature, seul le délai d'intervention du SAMU était associé à une augmentation du risque de transfusion massive chez les traumatisés sévères en choc hémorragique (OR 1,052 ; IC 95% 1,010 – 1,095 et $P = 0,014$). La combinaison de réduction des délais préhospitalier, de transfusion, de déchocage n'était pas associée à une diminution du besoin en transfusion massive les 24 premières heures.

Conclusion : Le délai d'intervention du SAMU était associé à une augmentation du risque de transfusion massive dans un trauma system mature. Par contre, une réduction du délai transfusionnel, de déchocage, et d'admission en trauma center n'avait pas d'influence. Ces résultats suggèrent que dans un trauma system mature, les efforts soient maintenant portés vers une réduction des délais d'intervention préhospitalier.

Niveau d'évidence : étude comparative rétrospective, niveau IV.

Mots-clés : choc hémorragique ; traumatisés ; traumatisés graves ; transfusion ; transfusion massive ; délais ; préhospitalier ; hémostase ; déchocage.