



**HAL**  
open science

**Délai d'obtention de l'hémoglobine mesurée par voie transcutanée lors du déchocage des traumatisés sévères.  
Étude pilote dans un trauma center de niveau 1**

Antoine Chavalle

► **To cite this version:**

Antoine Chavalle. Délai d'obtention de l'hémoglobine mesurée par voie transcutanée lors du déchocage des traumatisés sévères. Étude pilote dans un trauma center de niveau 1. Sciences du Vivant [q-bio]. 2022. dumas-03831104

**HAL Id: dumas-03831104**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03831104v1>**

Submitted on 26 Oct 2022

**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.



Faculté des sciences  
médicales et paramédicales  
Aix-Marseille Université

**Délai d'obtention de l'hémoglobine mesurée par voie transcutanée lors du  
déchocage des traumatisés sévères. Etude pilote dans un trauma center de  
niveau 1**

# **T H E S E   A R T I C L E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DES SCIENCES MEDICALES ET PARAMEDICALES**

**DE MARSEILLE**

**Le 19 Octobre 2022**

**Par Monsieur Antoine CHAVALLE**

**Né le 14 novembre 1994 à Boulogne-Sur-Mer (62)**

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

D.E.S. d' ANESTHESIE REANIMATION

**Membres du Jury de la Thèse :**

**Monsieur le Professeur GAINNIER Marc**

**Président**

**Monsieur le Professeur MICHEL Fabrice**

**Assesseur**

**Monsieur le Professeur agrégé du Val-de-Grâce BORDES Julien**

**Directeur**

## FACULTÉ DES SCIENCES MÉDICALES & PARAMÉDICALES

<b>Doyen</b>	:	<b>Pr. Georges LEONETTI</b>
Vice-Doyen aux affaires générales	:	Pr. Patrick DESSI
Vice-Doyen aux professions paramédicales	:	Pr. Philippe BERBIS
Conseiller	:	Pr. Patrick VILLANI

### **Asseseurs :**

➤ aux études	:	Pr. Kathia CHAUMOITRE
➤ à la recherche	:	Pr. Jean-Louis MEGE
➤ à l'unité mixte de formation continue en santé	:	Pr. Justin MICHEL
➤ pour le secteur NORD	:	Pr. Stéphane BERDAH
➤ Groupements Hospitaliers de territoire	:	Pr. Jean-Noël ARGENSON
➤ aux masters	:	Pr. Pascal ADALIAN

### **Chargés de mission :**

➤ sciences humaines et sociales	:	Pr. Pierre LE COZ
➤ relations internationales	:	Pr. Stéphane RANQUE
➤ DU/DIU	:	Pr. Véronique VITTON
➤ DPC, disciplines médicales & biologiques	:	Pr. Frédéric CASTINETTI
➤ DPC, disciplines chirurgicales	:	Dr. Thomas GRAILLON

## ÉCOLE DE MEDECINE

<b>Directeur</b>	:	<b>Pr. Jean-Michel VITON</b>
------------------	---	------------------------------

### **Chargés de mission**

▪ PACES – Post-PACES	:	Pr. Régis GUIEU
▪ DFGSM	:	Pr. Anne-Laure PELISSIER
▪ DFASM	:	Pr. Marc BARTHET
▪ Préparation aux ECN	:	Dr Aurélie DAUMAS
▪ DES spécialités	:	Pr. Pierre-Edouard FOURNIER
▪ DES stages hospitaliers	:	Pr. Benjamin BLONDEL
▪ DES MG	:	Pr. Christophe BARTOLI
▪ Démographie médicale	:	Dr. Noémie RESSEGUIER
▪ Etudiant	:	Elise DOMINJON

## ÉCOLE DE DE MAIEUTIQUE

**Directrice** : **Madame Carole ZAKARIAN**

**Chargés de mission**

- 1<sup>er</sup> cycle : Madame Estelle BOISSIER
- 2<sup>ème</sup> cycle : Madame Cécile NINA

## ÉCOLE DES SCIENCES DE LA RÉADAPTATION

**Directeur** : **Monsieur Philippe SAUVAGEON**

**Chargés de mission**

- Masso- kinésithérapie 1<sup>er</sup> cycle : Madame Béatrice CAORS
- Masso-kinésithérapie 2<sup>ème</sup> cycle : Madame Joannie HENRY
- Mutualisation des enseignements : Madame Géraldine DEPRES

## ÉCOLE DES SCIENCES INFIRMIERES

**Directeur** : **Monsieur Sébastien COLSON**

**Chargés de mission**

- Chargée de mission : Madame Sandrine MAYEN RODRIGUES
- Chargé de mission : Monsieur Christophe ROMAN

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM	AGOSTINI Serge	MM	DELARQUE Alain
	ALBANESE Jacques		DEVIN Robert
	ALDIGHIERI René		DEVRED Philippe
	ALESSANDRINI Pierre		DJIANE Pierre
	ALLIEZ Bernard		DONNET Vincent
	AQUARON Robert		DUCASSOU Jacques
	ARGEME Maxime		DUFOUR Michel
	ASSADOURIAN Robert		DUMON Henri
	AUFFRAY Jean-Pierre		DURAND Jean-Marc
	AUTILLO-TOUATI Amapola		ENJALBERT Alain
	AZORIN Jean-Michel		FAUGERE Gérard
	BAILLE Yves		FAVRE Roger
	BARDOT Jacques		FIECHI Marius
	BARDOT André		FARNARIER Georges
	BERARD Pierre		FIGARELLA Jacques
	BERGOIN Maurice		FIGARELLA-BRANGER Dominique
	BERLAND Yvon		FONTES Michel
	BERNARD Dominique		FRANCES Yves
	BERNARD Jean-Louis		FRANCOIS Georges
	BERNARD Pierre-Marie		FUENTES Pierre
	BERTRAND Edmond		GABRIEL Bernard
	BISSET Jean-Pierre		GALINIER Louis
	BLANC Bernard		GALLAIS Hervé
	BLANC Jean-Louis		GAMERRE Marc
	BOLLINI Gérard		GARCIN Michel
	BONGRAND Pierre		GARNIER Jean-Marc
	BONNEAU Henri		GAUTHIER André
	BONNOIT Jean		GERARD Raymond
	BORY Michel		GEROLAMI-SANTANDREA André
	BOTTA Alain		GIUDICELLI Sébastien
	BOTTA-FRIDLUND Daniëlle		GOUDARD Alain
	BOUBLI Léon		GOUIN François
	BOURGEADE Augustin		GRILLO Jean-Marie
	BOUVENOT Gilles		GRIMAUD Jean-Charles
	BOUYALA Jean-Marie		GRISOLI François
	BREMOND Georges		GROULIER Pierre
	BRICOT René		GUYS Jean-Michel
	BRUNET Christian		HADIDA/SAYAG Jacqueline
	BUREAU Henri		HARLE Jean-Robert
	CAMBOULIVES Jean		HASSOUN Jacques
	CANNONI Maurice		HEIM Marc
	CARTOUZOU Guy		HOUEL Jean
	CAU Pierre		HUGUET Jean-François
	CHABOT Jean-Michel		JAQUET Philippe
	CHAMLIAN Albert		JAMMES Yves
	CHARPIN Denis		JOUVE Paulette
	CHARREL Michel		JUHAN Claude
	CHAUVEL Patrick		JUIN Pierre
	CHOUX Maurice		KAPHAN Gérard
	CIANFARANI François		KASBARIAN Michel
	CLAVERIE Jean-Michel		KLEISBAUER Jean-Pierre
	CLEMENT Robert		LACHARD Jean
	COMBALBERT André		LAFFARGUE Pierre
	CONTE-DEVOLX Bernard		LAUGIER René
	CORRIOL Jacques		LE TREUT Yves
	COULANGE Christian		LEGRE Régis
	CURVALE Georges		LEVY Samuel
	DALMAS Henri		LOUCHET Edmond
	DE MICO Philippe		LOUIS René
	DELPERO Jean-Robert		LUCIANI Jean-Marie
	DESSEIN Alain		MAGALON Guy

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM MAGNAN Jacques  
MALLAN- MANCINI Josette  
MALMEJAC Claude  
MARANINCHI Dominique  
MARTIN Claude  
MATTEI Jean François  
MERCIER Claude  
MICHOTÉY Georges  
MIRANDA François  
MONFORT Gérard  
MONGES André  
MONGIN Maurice  
MUNDLER Olivier  
NAZARIAN Serge  
NICOLI René  
NOIRCLERC Michel  
OLMER Michel  
OREHEK Jean  
PANUEL Michel  
PAPY Jean-Jacques  
PAULIN Raymond  
PELOUX Yves  
PENAUD Antony  
PENE Pierre  
PIANA Lucien  
PICAUD Robert  
PIGNOL Fernand  
POGGI Louis  
POITOUT Dominique  
PONCET Michel  
POUGET Jean  
PRIVAT Yvan  
QUILICHINI Francis  
RANQUE Jacques  
RANQUE Philippe  
RAOULT Didier  
RICHAUD Christian  
RIDINGS Bernard  
ROCHAT Hervé  
ROHNER Jean-Jacques  
ROUX Hubert  
ROUX Michel  
RUFO Marcel  
SAHEL José  
SALAMON Georges  
SALDUCCI Jacques  
SAMBUC Roland  
SAN MARCO Jean-Louis  
SANKALE Marc  
SARACCO Jacques  
SARLES Jacques  
SARLES - PHILIP Nicole  
SASTRE Bernard  
SCHIANO Alain  
SCOTTO Jean-Claude  
SEBAHOUN Gérard  
SEITZ Jean-François  
SERMENT Gérard  
SOULAYROL René  
TAMALET Jacques  
TARANGER-CHARPIN Colette  
THIRION Xavier  
THOMASSIN Jean-Marc  
TRIGLIA Jean-Michel  
UNAL Daniel  
VAGUE Philippe  
VAGUE/JUHAN Irène  
VANUXEM Paul  
VERVLOET Daniel  
VIALETTES Bernard  
WEILLER Pierre-Jean

## EMERITAT

### 2008

M. le Professeur	LEVY Samuel	31/08/2011
Mme le Professeur	JUHAN-VAGUE Irène	31/08/2011
M. le Professeur	PONCET Michel	31/08/2011
M. le Professeur	KASBARIAN Michel	31/08/2011
M. le Professeur	ROBERTOUX Pierre	31/08/2011

### 2009

M. le Professeur	DJIANE Pierre	31/08/2011
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2012

### 2010

M. le Professeur	MAGNAN Jacques	31/12/2014
------------------	----------------	------------

### 2011

M. le Professeur	DI MARINO Vincent	31/08/2015
M. le Professeur	MARTIN Pierre	31/08/2015
M. le Professeur	METRAS Dominique	31/08/2015

### 2012

M. le Professeur	AUBANIAC Jean-Manuel	31/08/2015
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2015
M. le Professeur	CAMBOULIVES Jean	31/08/2015
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2015
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2015
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2015
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2015

### 2013

M. le Professeur	BRANCHEREAU Alain	31/08/2016
M. le Professeur	CARAYON Pierre	31/08/2016
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2016
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2016
M. le Professeur	HENRY Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	LE GUICHAOUA Marie-Roberte	31/08/2016
M. le Professeur	RUF0 Marcel	31/08/2016
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2016

### 2014

M. le Professeur	FUENTES Pierre	31/08/2017
M. le Professeur	GAMERRE Marc	31/08/2017
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2017
M. le Professeur	PERAGUT Jean-Claude	31/08/2017
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2017

### 2015

M. le Professeur	COULANGE Christian	31/08/2018
M. le Professeur	COURAND François	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2016
M. le Professeur	MATTEI Jean-François	31/08/2016
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2016
M. le Professeur	VERVLOET Daniel	31/08/2016

## EMERITAT

### 2016

M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2017
M. le Professeur	BRUNET Christian	31/08/2019
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2017
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2017
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2019
M. le Professeur	JAMMES Yves	31/08/2019
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2017
M. le Professeur	POITOUT Dominique	31/08/2019
M. le Professeur	SEBAHOUN Gérard	31/08/2017
M. le Professeur	VIALETTE Bernard	31/08/2019

### 2017

M. le Professeur	ALESSANDRINI Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2018
M. le Professeur	CHAUVEL Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2018
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2018
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2018
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2018
M. le Professeur	SEBBAHOUN Gérard	31/08/2018

### 2018

M. le Professeur	MARANINCHI Dominique	31/08/2021
M. le Professeur	BOUVENOT Gilles	31/08/2019
M. le Professeur	COZZONE Pierre	31/08/2019
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2019
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2019
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2019
M. le Professeur	RIDINGS Bernard	31/08/2021

### 2019

M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	CAU Pierre	31/08/2020
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2020
M. le Professeur	DELMONT Jean	31/08/2020
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2020
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2020
M. le Professeur	MAGALON Guy	31/08/2020
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2020
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2020
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2020

### 2020

M. le Professeur	DELPERO Jean-Robert	31/08/2023
M. le Professeur	GRIMAUD Jean-Charles	31/08/2023
M. le Professeur	SAMBUC Roland	31/08/2023
M. le Professeur	SEITZ Jean-François	31/08/2023
M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2021
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2021
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2021
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2021



**EMERITAT****2020**

M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2021
M. le Professeur	WEILLER Pierre-Jean	31/08/2021

**2021**

M. le Professeur	BOUBLI Léon	31/08/2024
M. le Professeur	LEGRE Régis	31/08/2024
M. le Professeur	RAOULT Didier	31/08/2024
M. le Professeur	DELPERO Jean-Robert	31/08/2023
M. le Professeur	GRIMAUD Jean-Charles	31/08/2023
M. le Professeur	SAMBUC Roland	31/08/2023
M. le Professeur	SEITZ Jean-François	31/08/2023
M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2022
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2022
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2022
M. le Professeur	FRANCES Yves	31/08/2022
M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2022
M. le Professeur	BRUNET Christian	31/08/2022
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2022
M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2022
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2022
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2022
M. le Professeur	OLIVER Charles	31/08/2022

**2020****2022**

Mme le Professeur	FIGARELLA-BRANGER Dominique	31/08/2025
M. le Professeur	HARLE Jean-Robert	31/08/2025
M. le Professeur	PANUEL Michel	31/08/2025
M. le Professeur	BOUBLI Léon	31/08/2024
M. le Professeur	LEGRE Régis	31/08/2024
M. le Professeur	RAOULT Didier	31/08/2024
M. le Professeur	DELPERO Jean-Robert	31/08/2023
M. le Professeur	GRIMAUD Jean-Charles	31/08/2023
M. le Professeur	SAMBUC Roland	31/08/2023
M. le Professeur	SEITZ Jean-François	31/08/2023
M. le Professeur	BERLAND Yvon	31/08/2023
M. le Professeur	CHARPIN Denis	31/08/2023
M. le Professeur	CLAVERIE Jean-Michel	31/08/2023
M. le Professeur	BONGRAND Pierre	31/08/2023
M. le Professeur	COZZONE Patrick	31/08/2023
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2023
M. le Professeur	MARANINCHI Dominique	31/08/2023
M. le Professeur	NAZARIAN Serge	31/08/2023

## DOCTEURS HONORIS CAUSA

### 1967

MM. les Professeurs DADI (Italie)  
CID DOS SANTOS (Portugal)

### 1974

MM. les Professeurs MAC ILWAIN (Grande-Bretagne)  
T.A. LAMBO (Suisse)

### 1975

MM. les Professeurs O. SWENSON (U.S.A.)  
Lord J.WALTON of DETCHANT (Grande-Bretagne)

### 1976

MM. les Professeurs P. FRANCHIMONT (Belgique)  
Z.J. BOWERS (U.S.A.)

### 1977

MM. les Professeurs C. GAJDUSEK-Prix Nobel (U.S.A.)  
C.GIBBS (U.S.A.)  
J. DACIE (Grande-Bretagne)

### 1978

M. le Président F. HOUPHOUET-BOIGNY (Côte d'Ivoire)

### 1980

MM. les Professeurs A. MARGULIS (U.S.A.)  
R.D. ADAMS (U.S.A.)

### 1981

MM. les Professeurs H. RAPPAPORT (U.S.A.)  
M. SCHOU (Danemark)  
M. AMENT (U.S.A.)  
Sir A. HUXLEY (Grande-Bretagne)  
S. REFSUM (Norvège)

### 1982

M. le Professeur W.H. HENDREN (U.S.A.)

### 1985

MM. les Professeurs S. MASSRY (U.S.A.)  
KLINSMANN (R.D.A.)

### 1986

MM. les Professeurs E. MIHICH (U.S.A.)  
T. MUNSAT (U.S.A.)  
LIANA BOLIS (Suisse)  
L.P. ROWLAND (U.S.A.)

### 1987

M. le Professeur P.J. DYCK (U.S.A.)

### 1988

MM. les Professeurs R. BERGUER (U.S.A.)  
W.K. ENGEL (U.S.A.)  
V. ASKANAS (U.S.A.)  
J. WEHSTER KIRKLIN (U.S.A.)  
A. DAVIGNON (Canada)  
A. BETTARELLO (Brésil)

### 1989

M. le Professeur P. MUSTACCHI (U.S.A.)

<b>1990</b>		<b>DOCTEURS HONORIS CAUSA</b>
MM. les Professeurs		J.G. MC LEOD (Australie) J. PORTER (U.S.A.)
<b>1991</b>		
MM. les Professeurs		J. Edward MC DADE (U.S.A.) W. BURGDORFER (U.S.A.)
<b>1992</b>		
MM. les Professeurs		H.G. SCHWARZACHER (Autriche) D. CARSON (U.S.A.) T. YAMAMURO (Japon)
<b>1994</b>		
MM. les Professeurs		G. KARPATI (Canada) W.J. KOLFF (U.S.A.)
<b>1995</b>		
MM. les Professeurs		D. WALKER (U.S.A.) M. MULLER (Suisse) V. BONOMINI (Italie)
<b>1997</b>		
MM. les Professeurs		C. DINARELLO (U.S.A.) D. STULBERG (U.S.A.) A. MEIKLE DAVISON (Grande-Bretagne) P.I. BRANEMARK (Suède)
<b>1998</b>		
MM. les Professeurs		O. JARDETSKY (U.S.A.)
<b>1999</b>		
MM. les Professeurs		J. BOTELLA LLUSIA (Espagne) D. COLLEN (Belgique) S. DIMAURO (U. S. A.)
<b>2000</b>		
MM. les Professeurs		D. SPIEGEL (U. S. A.) C. R. CONTI (U.S.A.)
<b>2001</b>		
MM. les Professeurs		P-B. BENNET (U. S. A.) G. HUGUES (Grande Bretagne) J-J. O'CONNOR (Grande Bretagne)
<b>2002</b>		
MM. les Professeurs		M. ABEDI (Canada) K. DAI (Chine)
<b>2003</b>		
M. le Professeur Sir		T. MARRIE (Canada) G.K. RADDI (Grande Bretagne)
<b>2004</b>		
M. le Professeur		M. DAKE (U.S.A.)
<b>2005</b>		
M. le Professeur		L. CAVALLI-SFORZA (U.S.A.)
<b>2006</b>		
M. le Professeur		A. R. CASTANEDA (U.S.A.)
<b>2007</b>		
M. le Professeur		S. KAUFMANN (Allemagne)

## PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AGOSTINI FERRANDES Aubert  
ALIMI Yves  
AMABILE Philippe  
*AMBROSI Pierre Surnombre*  
ANDRE Nicolas  
ARGENSON Jean-Noël  
ASTOUL Philippe  
ATTARIAN Shahram  
AUDOUIN Bertrand  
AUQUIER Pascal  
AVIERINOS Jean-François  
AZULAY Jean-Philippe  
*BAILLY Daniel Retraite au 2/11/2022*  
BARLIER-SETTI Anne  
BARLOGIS Vincent  
BARTHET Marc  
BARTOLI Christophe  
BARTOLI Jean-Michel  
BARTOLI Michel  
BARTOLOMEI Fabrice  
BASTIDE Cyrille  
BELIARD-LASSERRE Sophie  
BENSOUSSAN Laurent  
BERBIS Philippe  
BERBIS Julie  
BERDAH Stéphane  
BEROUD Christophe  
BERTRAND Baptiste  
BERTUCCI François  
BEYER-BERJOT Laura  
BLAISE Didier  
BLIN Olivier  
BLONDEL Benjamin  
BOISSIER Romain  
BONIN/GUILLAUME Sylvie  
BONELLO Laurent  
BONNET Jean-Louis  
*BOUFI Mourad*  
BOYER Laurent  
BREGEON Fabienne  
BRETTELE Florence  
BROUQUI Philippe  
BRUDER Nicolas  
BRUE Thierry  
BRUNET Philippe  
BURTEY Stéphane  
CARCOPINO-TUSOLI Xavier  
CASANOVA Dominique  
CASTINETTI Frédéric  
CECCALDI Mathieu  
CERMOLACCE Michel  
CHAGNAUD Christophe  
CHAMBOST Hervé  
CHAMPSAUR Pierre  
CHANEZ Pascal  
CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle  
CHARREL Rémi  
CHAUMOTRE Kathia  
CHIARONI Jacques  
CHINOT Olivier  
CHOSSEGROS Cyrille  
COLLART Frédéric

COSTELLO Régis  
COURBIERE Blandine  
CRAVELLO Ludovic  
CUISSET Thomas  
DA FONSECA David  
DAHAN-ALCARAZ Laetitia  
DANIEL Laurent  
DARMON Patrice  
DAUMAS Aurélie  
DAVID Thierry  
D'ERCOLE Claude  
D'JOURNO Xavier  
DEHARO Jean-Claude  
DELAPORTE Emmanuel  
*DENIS Danièle Surnombre*  
DEVILLIER Raynier  
DISDIER Patrick  
DODDOLI Christophe  
DRANCOURT Michel  
DUBUS Jean-Christophe  
DUFFAUD Florence  
DUFOUR Henry  
DUSSOL Bertrand  
EBBO Mikaël  
EUSEBIO Alexandre  
FABRE Alexandre  
FAKHRY Nicolas  
FAURE Alice  
FELICIAN Olivier  
FENOLLAR Florence  
FLECHER Xavier  
FOUILLOUX Virginie  
FOURNIER Pierre-Edouard  
FRANCESCHI Frédéric  
FUENTES Stéphane  
GABERT Jean  
GABORIT Bénédicte  
GAINNIER Marc  
*GARCIA Stéphane disponibilité*  
GARIBOLDI Vlad  
GAUDART Jean  
GAUDY-MARQUESTE Caroline  
GENTILE Stéphanie  
GERBEAUX Patrick  
GEROLAMI/SANTANDREA René  
GILBERT/ALESSI Marie-Christine  
GIORGI Roch  
GIOVANNI Antoine  
GIRARD Nadine  
GIRAUD/CHABROL Brigitte  
GONCALVES Anthony  
GONZALEZ Jean- Michel  
GAILLON Thomas  
GRANEL/REY Brigitte  
GRANDVAL Philippe  
GREILLIER Laurent  
*GROB Jean-Jacques Retraite au 1/10/2022*  
GUEDJ Eric  
GUIEU Régis  
GUIS Sandrine  
GUYE Maxime  
GUYOT Laurent

HABIB Gilbert  
HARDWIGSEN Jean  
HOUVENAEGHEL Gilles  
HRAIECH Sami  
JACQUIER Alexis  
JOURDE-CHICHE Noémie  
JOUVE Jean-Luc  
KAPLANSKI Gilles  
KARSENTY Gilles  
*KERBAUL François détachement*  
KRAHN Martin  
LAFFORGUE Pierre  
LAGIER Jean-Christophe  
LAMBAUDIE Eric  
LANCON Christophe  
LA SCOLA Bernard  
LAUNAY Franck  
LAVIELLE Jean-Pierre  
LE CORROLLER Thomas  
LECHEVALLIER Eric  
LEHUCHER-MICHEL Marie-Pascale  
LEONE Marc  
LEONETTI Georges  
LEPIDI Hubert  
*LEVY Nicolas disponibilité*  
LOOSVELD Marie  
MACE Loïc  
MAGNAN Pierre-Edouard  
MANCINI Julien  
MEGE Jean-Louis  
MERROT Thierry  
METZLER/GUILLEMAIN Catherine  
MEYER/DUTOUR Anne  
MICCALEF/ROLL Joëlle  
MICHEL Fabrice  
MICHEL Gérard  
MICHEL Justin  
*MICHELET Pierre disponibilité*  
MILH Mathieu  
MILLION Matthieu  
MOAL Valérie  
MORANGE Pierre-Emmanuel  
MOULIN Guy  
MOUTARDIER Vincent  
NAUDIN Jean  
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier  
NICOLLAS Richard  
NGUYEN Karine  
OLIVE Daniel  
OLLIVIER Matthieu  
OUAFIK L'Houcine  
OVAERT-REGGIO Caroline  
PADOVANI Laetitia  
PAGANELLI Franck  
PAPAZIAN Laurent  
PAROLA Philippe  
PELISSIER-ALICOT Anne-Laure  
PELLETIER Jean  
PERRIN Jeanne  
PESENTI Sébastien  
PETIT Philippe  
PHAM Thao

## PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

PIERCECCHI/MARTI Marie-Dominique	ROUDIER Jean	VALERO René
PIQUET Philippe	SALAS Sébastien	VAROQUAUX Arthur Damien
PIRRO Nicolas	SARLON-BARTOLI Gabrielle	VELLY Lionel
POINSO François	SCAVARDA Didier	VEY Norbert
RACCAH Denis	SCHLEINITZ Nicolas	VIDAL Vincent
RADULESCO Thomas	SEBAG Frédéric	VIENS Patrice
RANQUE Stéphane	SIELEZNEFF Igor	VILLANI Patrick
REGIS Jean	SIMON Nicolas	VITON Jean-Michel
REYNAUD/GAUBERT Martine	STEIN Andréas	VITTON Véronique
REYNAUD Rachel	SUISSA Laurent	<i>VIEHWEGER Heide Elke détachement</i>
RICHARD/LALLEMAND Marie-Alet	TAIEB David	VIVIER Eric
RICHERI Raphaëlle	THOMAS Pascal	XERRI Luc
ROCHE Pierre-Hugues	THUNY Franck	ZIELESKIEWICZ Laurent
ROCH Antoine	TOSELLO Barthélémy	
ROCHWERGER Richard	TREBUCHON-DA FONSECA Agnès	
ROLL Patrice	TROPIANO Patrick	
ROSSI Dominique	<i>TSIMARATOS Michel détachement</i>	
ROSSI Pascal	TURRINI Olivier	

### PROFESSEUR DES UNIVERSITES

ADALIAN Pascal  
AGHABABIAN Valérie  
BELIN Pascal  
CHABANNON Christian  
CHABRIERE Eric  
COLSON Sébastien  
FERON François  
LE COZ Pierre  
LEVASSEUR Anthony  
RANJEVA Jean-Philippe  
SOBOL Hagay

### PROFESSEUR CERTIFIE

FRAISSE-MANGIALOMINI Jeanne

### PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE à MI-TEMPS

REVIS Joana

### PROFESSEUR DES UNIVERSITES MEDECINE GENERALE

GENTILE Gaëtan

### PROFESSEUR ASSOCIE DES UNIVERSITES à MI-TEMPS MEDECINE GENERALE

BARGIER Jacques  
JANCZEWSKI Aurélie

### PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE à TEMPS PLEIN DES DISCIPLINES MEDICALES

BOUSSUGES Alain

### PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE A MI-TEMPS DES DISCIPLINES MEDICALES

BOURVIS Nadège

Secrétariat Général - RH

MAJ 01.09.2022

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AHERFI Sarah	GASTALDI Marguerite	ROBERT Thomas
ANGELAKIS Emmanouil ( <i>disponibilité</i> )	GAUDRY Marine	ROMANET Pauline
APPAY Romain	GELSI/BOYER Véronique	SABATIER Renaud
ATLAN Catherine ( <i>disponibilité</i> )	GIUSIANO COURCAMBECK Sophie	SARI-MINODIER Irène
BEGE Thierry	GOURIET Frédérique	SAULTIER Paul
BENYAMINE Audrey	GUERIN Carole	SAVEANU Alexandru
BIRNBAUM David	GUENOUN MEYSSIGNAC Daphné	STELLMANN Jan-Patrick
BOBOT Mickael	GUIDON Catherine	SUCHON Pierre
BONINI Francesca	GUIVARCH Jokthan	TABOURET Emeline
BOUCRAUT Joseph	HABERT Paul	TOGA Isabelle
BOULAMERY Audrey	HAUTIER Aurélie	TOMASINI Pascale
BOULLU/CIOCCA Sandrine	IBRAHIM KOSTA Manal	TROUDE Lucas
BOUSSEN Salah Michel	JALOUX Charlotte	TROUSSE Delphine
BUFFAT Christophe	JARROT Pierre-André	TUCHTAN-TORRENTS Lucile
CAMILLERI Serge	KASPI-PEZZOLI Elise	VELY Frédéric
CARRON Romain	L'OLLIVIER Coralie	VENTON Geoffroy
CASSAGNE Carole	LABIT-BOUVIER Corinne	VION-DURY Jean
CHAUDET Hervé	LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina	ZATTARA/CANNONI Hélène
CHRETIEN Anne-Sophie	LAGARDE Stanislas	
COZE Carole	LAGIER Aude ( <i>disponibilité</i> )	
CUNY Thomas	LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude	
DADOUN Frédéric ( <i>disponibilité</i> )	LAMBERT Isabelle	
DALES Jean-Philippe	LENOIR Marien	
DARIEL Anne	LEVY/MOZZICONACCI Annie	
DEGEORGES/VITTE Joëlle ( <i>disponibilité</i> )	MAAROUF Adil	
DEHARO Pierre	MACAGNO Nicolas	
DELLIAUX Stéphane	MALISSEN Nausicaa	
DELTEIL Clémence	MAUES DE PAULA André	
DESPLAT/JEGO Sophie	MEGE Diane	
DUBOURG Grégory	MORAND-HUGGET Aurélie	
DUONSEIL Pauline	MOTTOLA GHIGO Giovanna	
DUFOUR Jean-Charles	NINOVE Laetitia	
ELDIN Carole	NOUGAIREDE Antoine	
FOLETTI Jean- Marc	PAULMYER/LACROIX Odile	
FRANKEL Diane	RESSEGUIER Noémie	
FROMNOT Julien	ROBERT Philippe	

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

(mono-appartenants)

ABU ZAINEH Mohammad	DESNUES Benoît	POGGI Marjorie
BARBACARU/PERLES T. A.	MARANINCHI Marie	RUEL Jérôme
BERLAND Caroline	MERHEJ/CHAUVEAU Vicky	THOLLON Lionel
BOYER Sylvie	MEZOUAR Soraya	THIRION Sylvie
DEGIOANNI/SALLE Anna	MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte retraite au 1/10/2022	VERNA Emeline

## MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

CASANOVA Ludovic  
JEGO SABLIER Maëva

## MAITRES DE CONFERENCES ASSOCIES DE MEDECINE GENERALE à MI-TEMPS

BERNAL Alexis	ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle
FIERLING Thomas	THERY Didier
FORTE Jenny	
MITILIAN Eva	

## **MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE à MI-TEMPS**

BOURRIQUEN Maryline  
LAZZAROTTO Sébastien  
LUCAS Guillaume  
MATHIEU Marion  
MAYENS-RODRIGUES Sandrine  
MELLINAS Marie  
MORIN-GALFOUT Sara  
ROMAN Christophe

TRINQUET Laure  
VILLA Milène

## **CDI LRU TEMPS PLEIN ECOLE DES SCIENCES ET DE LA READAPTION**

### **FORMATION ERGOTHERAPIE**

BLANC Catheline  
DESPRES Géraldine  
GIRAUDIER Anaïs  
PAVE Julien

### **FORMATION PODOLOGIE**

GRIFFON Patricia  
PETITJEAN Aurélie

### **FORMATION ORTHOPTIE**

MONTICOLO Chloé

### **FORMATION MASSO-KINESITHERAPIE**

AUTHIER Guillaume  
CAORS Béatrice  
CHAULLET Karine  
ERCOLANO Bruno  
HENRY Joannie  
HOUDANT Benjamin  
MIRAPEIX Sébastien  
MULLER Philippe  
ROSTAGNO Stéphan

## **CDD LRU TEMPS PLEIN ECOLE DES SCIENCES INFIRMIERES**

CHAYS-AMANIA Audrey

## **CDD LRU TEMPS PLEIN ANGLAIS**

GILSINN Amanda

## **ATTACHE TEMPORAIRE D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE**

SACHAU-CARCEL Géraldine

## **CDI LRU ECOLE DE MAÏEUTIQUE**

CLADY Emilie  
FREMONDIERE Pierre  
MATTEO Caroline  
MONLEAU Sophie  
MUSSARD-HASSLER Pascale  
RIQUET Sébastien  
ZAKARIAN Carole

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES et MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES - PRATICIENS HOSPITALIERS**  
**PROFESSEURS ASSOCIES, MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES mono-appartenants**

**ANATOMIE 4201**

CHAMPSAUR Pierre (PU-PH)  
LE CORROLLER Thomas (PU-PH)  
PIRRO Nicolas (PU-PH)

GUENOUN-MEYSSIGNAC Daphné (MCU-PH)  
LAGIER Aude (MCU-PH) *disponibilité*

THOLLON Lionel (MCF) (60ème section)

**ANATOMIE ET CYTOLOGIE PATHOLOGIQUES 4203**

CHARAFE/JAUFFRET Emmanuelle (PU-PH)  
DANIEL Laurent (PU-PH)  
FIGARELLA/BRANGER Dominique (PU-PH)  
GARCIA Stéphane (PU-PH)  
XERRI Luc (PU-PH)

APPAY Romain (MCU-PH)  
DALES Jean-Philippe (MCU-PH)  
GIUSIANO COURCAMBECK Sophie (MCU PH)  
LABIT/BOUVIER Corinne (MCU-PH)  
MACAGNO Nicolas (MCU-PH)  
MAUES DE PAULA André (MCU-PH)

**ANESTHESIOLOGIE ET REANIMATION CHIRURGICALE ;  
MEDECINE URGENCE 4801**

BRUDER Nicolas (PU-PH)  
LEONE Marc (PU-PH)  
MICHEL Fabrice (PU-PH)  
VELLY Lionel (PU-PH)  
ZIELESKIEWICZ Laurent (PU-PH)

BOUSSEN Salah Michel (MCU-PH)  
GUIDON Catherine (MCU-PH)

**ANGLAIS 11**

FRAISSE-MANGIALOMINI Jeanne (PRCE)

**BIOLOGIE ET MEDECINE DU DEVELOPPEMENT  
ET DE LA REPRODUCTION ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5405**

METZLER/GUILLEMAIN Catherine (PU-PH)  
PERRIN Jeanne (PU-PH)

**ANTHROPOLOGIE 20**

ADALIAN Pascal (PR)  
DEGIOANNI/SALLE Anna (MCF)  
VERNA Emeline (MCF)

SACHAU-CARCEL Géraldine (ATER)

**BACTERIOLOGIE-VIROLOGIE ; HYGIENE HOSPITALIERE 4501**

CHARREL Rémi (PU PH)  
DRANCOURT Michel (PU-PH)  
FENOLLAR Florence (PU-PH)  
FOURNIER Pierre-Edouard (PU-PH)  
NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier (PU-PH)  
LA SCOLA Bernard (PU-PH)

AHERFI Sarah (MCU-PH)  
ANGELAKIS Emmanouil (MCU-PH) *disponibilité*  
DUBOURG Grégory (MCU-PH)  
GOURIET Frédérique (MCU-PH)  
NOUGAIREDE Antoine (MCU-PH)  
NINOVE Laetitia (MCU-PH)

CHABRIERE Eric (PR) (64ème section)

LEVASSEUR Anthony (PR) (64ème section)  
DESNUES Benoit (MCF) ( 65ème section )  
MERHEJ/CHAUVEAU Vicky (MCF) (87ème section)

**BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE 4401**

BARLIER/SETTI Anne (PU-PH)  
GABERT Jean (PU-PH)  
GUIEU Régis (PU-PH)  
OUAFIK L'Houcine (PU-PH)

BUFFAT Christophe (MCU-PH)  
FROMNOT Julien (MCU-PH)  
MARLINGE Marion (MCU-PH)  
MOTTOLA GHIGO Giovanna (MCU-PH)  
ROMANET Pauline (MCU-PH)  
SAVEANU Alexandru (MCU-PH)

**BIOLOGIE CELLULAIRE 4403**

ROLL Patrice (PU-PH)

FRANKEL Diane (MCU-PH)  
GASTALDI Marguerite (MCU-PH)  
KASPI-PEZZOLI Elise (MCU-PH)  
LEVY-MOZZICONNACCI Annie (MCU-PH)



GUEDJ Eric (PU-PH)  
 GUYE Maxime (PU-PH)  
 TAIEB David (PU-PH)

BELIN Pascal (PR) (69ème section)  
 RANJEVA Jean-Philippe (PR) (69ème section)

CAMMILLERI Serge (MCU-PH)  
 VION-DURY Jean (MCU-PH)

BARBACARU/PERLES Téodora Adriana (MCF) (69ème section)

**BIostatistiques, Informatique Médicale  
 ET Technologies de Communication 4604**

GAUDART Jean (PU-PH)  
 GIORGI Roch (PU-PH)  
 MANCINI Julien (PU-PH)

CHAUDET Hervé (MCU-PH)  
 DUFOUR Jean-Charles (MCU-PH)

ABU ZAINEH Mohammad (MCF) (5ème section)  
 BOYER Sylvie (MCF) (5ème section)

**CHIRURGIE ORTHOPEDIQUE ET TRAUMATOLOGIQUE 5002**

ARGENSON Jean-Noël (PU-PH)  
 BLONDEL Benjamin (PU-PH)  
 FLECHER Xavier (PU PH)  
 OLLIVIER Matthieu (PU-PH)  
 ROCHWERGER Richard (PU-PH)  
 TROPIANO Patrick (PU-PH)

**CANCEROLOGIE ; RADIOTHERAPIE 4702**

BERTUCCI François (PU-PH)  
 CHINOT Olivier (PU-PH)  
 DUFFAUD Florence (PU-PH)  
 GONCALVES Anthony (PU-PH)  
 HOUVENAEGHEL Gilles (PU-PH)  
 LAMBAUDIE Eric (PU-PH)  
 PADOVANI Laetitia (PH-PH)  
 SALAS Sébastien (PU-PH)  
 VIENS Patrice (PU-PH)

SABATIER Renaud (MCU-PH)  
 TABOURET Emeline (MCU-PH)

AVIERINOS Jean-François (PU-PH)  
 BONELLO Laurent (PU PH)  
 BONNET Jean-Louis (PU-PH)  
 CUISSET Thomas (PU-PH)  
 DEHARO Jean-Claude (PU-PH)  
 FRANCESCHI Frédéric (PU-PH)  
 HABIB Gilbert (PU-PH)  
 PAGANELLI Franck (PU-PH)  
 THUNY Franck (PU-PH)

DEHARO Pierre (MCU PH)

**CHIRURGIE VISCERALE ET DIGESTIVE 5202**

BERDAH Stéphane (PU-PH)  
 BEYER-BERJOT Laura (PU-PH)  
 HARDWIGSEN Jean (PU-PH)  
 MOUTARDIER Vincent (PU-PH)  
 SEBAG Frédéric (PU-PH)  
 SIELEZNEFF Igor (PU-PH)  
 TURRINI Olivier (PU-PH)

BEGE Thierry (MCU-PH)  
 BIRNBAUM David (MCU-PH)  
 DUONSEIL Pauline (MCU-PH)  
 GUERIN Carole (MCU PH)  
 MEGE Diane (MCU-PH)

**CHIRURGIE INFANTILE 5402**

FAURE Alice (PU PH)  
 JOUVE Jean-Luc (PU-PH)  
 LAUNAY Franck (PU-PH)  
 MERROT Thierry (PU-PH)  
 PESENTI Sébastien (PU-PH)  
 VIEHWEGER Heide Elke (PU-PH) *détachement*

DARIEL Anne (MCU-PH)

**CHIRURGIE MAXILLO-FACIALE ET STOMATOLOGIE 5503**

CHOSSEGROS Cyrille (PU-PH)  
 GUYOT Laurent (PU-PH)

FOLETTI Jean-Marc (MCU-PH)

**CHIRURGIE THORACIQUE ET CARDIOVASCULAIRE 5103**

COLLART Frédéric (PU-PH)  
D'JOURNO Xavier (PU-PH)  
DODDOLI Christophe (PU-PH)  
FOUILLOUX Virginie (PU-PH)  
GARIBOLDI Vlad (PU-PH)  
MACE Loïc (PU-PH)  
THOMAS Pascal (PU-PH)

LENOIR Marien (MCU-PH)  
TROUSSE Delphine (MCU-PH)

**CHIRURGIE PLASTIQUE,  
RECONSTRUCTRICE ET ESTHETIQUE ; BRÛLOGIE 5004**

BERTRAND Baptiste (PU-PH)  
CASANOVA Dominique (PU-PH)

HAUTIER Aurélie (MCU-PH)  
JALOUX Charlotte (MCU PH)

**CHIRURGIE VASCULAIRE ; MEDECINE VASCULAIRE 5104**

ALIMI Yves (PU-PH)  
AMABILE Philippe (PU-PH)  
BARTOLI Michel (PU-PH)  
BOUFI Mourad (PU-PH)  
MAGNAN Pierre-Edouard (PU-PH)  
PIQUET Philippe (PU-PH)  
SARLON-BARTOLI Gabrielle (PU PH)

GAUDRY Marine (MCU PH)

**GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE ; ADDICTOLOGIE 5201**

BARTHET Marc (PU-PH)  
DAHAN-ALCARAZ Laetitia (PU-PH)  
GEROLAMI-SANTANDREA René (PU-PH)  
GONZALEZ Jean-Michel ( PU-PH)  
GRANDVAL Philippe (PU-PH)  
VITTON Véronique (PU-PH)

**HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE 4202**

LEPIDI Hubert (PU-PH)

PAULMYER/LACROIX Odile (MCU-PH)

**DERMATOLOGIE - VENEREOLOGIE 5003**

BERBIS Philippe (PU-PH)  
DELAPORTE Emmanuel (PU-PH)  
GAUDY/MARQUESTE Caroline (PU-PH)  
*GROB Jean-Jacques (PU-PH) Retraite au 1/10/2022*  
RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth (PU-PH)

MALISSEN Nausicaa (MCU-PH)

**GENETIQUE 4704**

BEROUD Christophe (PU-PH)  
KRAHN Martin (PU-PH)  
*LEVY Nicolas (PU-PH) Disponibilité*  
NGYUEN Karine (PU-PH)

ZATTARA/CANNONI Hélène (MCU-PH)

**GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5403**

AGOSTINI Aubert (PU-PH)  
BRETELLE Florence (PU-PH)  
CARCOPINO-TUSOLI Xavier (PU-PH)  
COURBIERE Blandine (PU-PH)  
CRAVELLO Ludovic (PU-PH)  
D'ERCOLE Claude (PU-PH)

**ENDOCRINOLOGIE ,DIABETE ET MALADIES METABOLIQUES ;  
GYNECOLOGIE MEDICALE 5404**

BRUE Thierry (PU-PH)  
CASTINETTI Frédéric (PU-PH)

CUNY Thomas (MCU PH)

AUQUIER Pascal (PU-PH)  
 BERBIS Julie (PU-PH)  
 BOYER Laurent (PU-PH)  
 GENTILE Stéphanie (PU-PH)

LAGOUANELLE/SIMEONI Marie-Claude (MCU-PH)  
 RESSEGUIER Noémie (MCU-PH)

*MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte (MCF) Retraite au 1/10/2022*

BLAISE Didier (PU-PH)  
 COSTELLO Régis (PU-PH)  
 CHIARONI Jacques (PU-PH)  
 DEVILLIER Raynier (PU PH)  
 GILBERT/ALESSI Marie-Christine (PU-PH)  
 LOOSVELD Marie (PU-PH)  
 MORANGE Pierre-Emmanuel (PU-PH)  
 VEY Norbert (PU-PH)

GELSI/BOYER Véronique (MCU-PH)  
 IBRAHIM KOSTA Manal (MCU PH)  
 LAFAGE/POCHITALOFF-HUVALE Marina (MCU-PH)  
 SUCHON Pierre (MCU-PH)  
 VENTON (MCU-PH)

POGGI Marjorie (MCF) (64ème section)

**IMMUNOLOGIE 4703**

KAPLANSKI Gilles (PU-PH)  
 MEGE Jean-Louis (PU-PH)  
 OLIVE Daniel (PU-PH)  
 VIVIER Eric (PU-PH)

FERON François (PR) (69ème section)

BOUCRAUT Joseph (MCU-PH)  
 CHRETIEN Anne-Sophie (MCU PH)  
 DEGEORGES/VITTE Joëlle (MCU-PH)  
 DESPLAT/JEGO Sophie (MCU-PH)  
 JARROT Pierre-André (MCU PH)  
 ROBERT Philippe (MCU-PH)  
 VELY Frédéric (MCU-PH)

**MEDECINE LEGALE ET DROIT DE LA SANTE 4603**

BARTOLI Christophe (PU-PH)  
 LEONETTI Georges (PU-PH)  
 PELISSIER-ALICOT Anne-Laure (PU-PH)  
 PIERCECCHI-MARTI Marie-Dominique (PU-PH)

DELTEIL Clémence (MCU PH)  
 TUCHTAN-TORRENTS Lucile (MCU-PH)

BERLAND Caroline (MCF) (1ère section)

**MALADIES INFECTIEUSES ; MALADIES TROPICALES 4503**

BROUQUI Philippe (PU-PH)  
 LAGIER Jean-Christophe (PU-PH)  
 MILLION Matthieu (PU-PH)  
 PAROLA Philippe (PU-PH)  
 STEIN Andréas (PU-PH)

ELDIN Carole (MCU-PH)

**MEDECINE PHYSIQUE ET DE READAPTATION 4905**

BENSOUSSAN Laurent (PU-PH)  
 VITON Jean-Michel (PU-PH)

**MEDECINE ET SANTE AU TRAVAIL 4602**

LEHUCHER/MICHEL Marie-Pascale (PU-PH)

**MEDECINE D'URGENCE 4805**

GERBEAUX Patrick (PU PH)  
*KERBAUL François (PU-PH) détachement*  
*MICHELET Pierre (PU-PH) Disponibilité*

SARI/MINODIER Irène (MCU-PH)

**MEDECINE INTERNE ; GERIATRIE ET BIOLOGIE DU  
 VIEILLISSEMENT ; ADDICTOLOGIE 5301**

BONIN/GUILLAUME Sylvie (PU-PH)  
 DISDIER Patrick (PU-PH)  
 EBBO Mikael (PU-PH)  
 GRANEL/REY Brigitte (PU-PH)  
 ROSSI Pascal (PU-PH)  
 SCHLEINITZ Nicolas (PU-PH)

BENYAMINE Audrey (MCU-PH)

**MEDECINE GENERALE 5303**

GENTILE Gaëtan (PR Méd. Gén. Temps plein)

BARGIER Jacques (PR associé Méd. Gén. À mi-temps)

JANCZEWSKI Aurélie (PR associé Méd. Gén. À mi-temps)

CASANOVA Ludovic (MCF Méd. Gén. Temps plein)

JEGO SABLIER Maëva (MCF Méd. Gén. Temps plein)

BERNAL Alexis (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

FIERLING Thomas (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

FORTE Jenny (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

MITILIAN Eva (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps)

THERY Didier (MCF associé Méd. Gén. À mi-temps) (nomination au 1/10/2019)

**NUTRITION 4404**

BELIARD Sophie (PU-PH)

DARMON Patrice (PU-PH)

RACCAH Denis (PU-PH)

VALERO René (PU-PH)

*ATLAN Catherine (MCU-PH) disponibilité*

MARANINCHI Marie (MCF) (66ème section)

**ONCOLOGIE 65 (BIOLOGIE CELLULAIRE)**

CHABANNON Christian (PR) (66ème section)

SOBOL Hagay (PR) (65ème section)

MEZOUAR Soraya (65ème section)

**OPHTALMOLOGIE 5502**

DAVID Thierry (PU-PH)

*DENIS Danièle (PU-PH) Surnombre***OTO-RHINO-LARYNGOLOGIE 5501**

DESSI Patrick (PU-PH)

FAKHRY Nicolas (PU-PH)

GIOVANNI Antoine (PU-PH)

LAVIEILLE Jean-Pierre (PU-PH)

MICHEL Justin (PU-PH)

NICOLLAS Richard (PU-PH)

RADULESCO Thomas (PU-PH)

**NEPHROLOGIE 5203**

BRUNET Philippe (PU-PH)

BURTEY Stéphanie (PU-PH)

DUSSOL Bertrand (PU-PH)

JOURDE CHICHE Noémie (PU PH)

MOAL Valérie (PU-PH)

BOBOT Mickael (MCU-PH)

ROBERT Thomas (MCU-PH)

**NEUROCHIRURGIE 4902**

DUFOUR Henry (PU-PH)

FUENTES Stéphane (PU-PH)

GRAILLON Thomas (PU PH)

REGIS Jean (PU-PH)

ROCHE Pierre-Hugues (PU-PH)

SCAVARDA Didier (PU-PH)

CARRON Romain (MCU PH)

TROUDE Lucas (MCU-PH)

**NEUROLOGIE 4901**

ATTARIAN Sharham (PU PH)

AUDOIN Bertrand (PU-PH)

AZULAY Jean-Philippe (PU-PH)

CECCALDI Mathieu (PU-PH)

EUSEBIO Alexandre (PU-PH)

FELICIAN Olivier (PU-PH)

PELLETIER Jean (PU-PH)

SUISSA Laurent (PU-PH)

MAAROUF Adil (MCU-PH)

**PEDOPSYCHIATRIE; ADDICTOLOGIE 4904**

DA FONSECA David (PU-PH)

POINSO François (PU-PH)

BOURVIS Nadège (PR associée)

GUIVARCH Jokthan (MCU-PH)

**PHARMACOLOGIE FONDAMENTALE -  
PHARMACOLOGIE CLINIQUE; ADDICTOLOGIE 4803**

BLIN Olivier (PU-PH)

MICALLEF/ROLL Joëlle (PU-PH)

SIMON Nicolas (PU-PH)

BOULAMERY Audrey (MCU-PH)

**PARASITOLOGIE ET MYCOLOGIE 4502**

RANQUE Stéphane (PU-PH)

CASSAGNE Carole (MCU-PH)

L'OLLIVIER Coralie (MCU-PH)

TOGA Isabelle (MCU-PH)

**PHILOSOPHIE 17**

LE COZ Pierre (PR) (17ème section)

MATHIEU Marion (MAST)

**PEDIATRIE 5401**

ANDRE Nicolas (PU-PH)

BARLOGIS Vincent (PU-PH)

CHAMBOST Hervé (PU-PH)

DUBUS Jean-Christophe (PU-PH)

FABRE Alexandre (PU-PH)

GIRAUD/CHABROL Brigitte (PU-PH)

MICHEL Gérard (PU-PH)

MILH Mathieu (PU-PH)

OVAERT-REGGIO Caroline (PU-PH)

REYNAUD Rachel (PU-PH)

TOSELLO Barthélémy (PU-PH)

TSIMARATOS Michel (PU-PH)

COZE Carole (MCU-PH)

MORAND-HUGGET Aurélie (MCU-PH)

SAULTIER Paul (MCU-PH)

**PHYSIOLOGIE 4402**

BARTOLOMEI Fabrice (PU-PH)

BREGEON Fabienne (PU-PH)

GABORIT Bénédicte (PU-PH)

MEYER/DUTOUR Anne (PU-PH)

TREBUCHON/DA FONSECA Agnès (PU-PH)

BOUSSUGES Alain (PR associé à temps plein)

BONINI Francesca (MCU-PH)

BOULLU/CIOCCA Sandrine (MCU-PH)

*DADOUN Frédéric (MCU-PH) (disponibilité)*

DELLIAUX Stéphane (MCU-PH)

LAGARDE Stanislas (MCU-PH)

LAMBERT Isabelle (MCU-PH)

RUEL Jérôme (MCF) (69ème section)

THIRION Sylvie (MCF) (66ème section)

**PSYCHIATRIE D'ADULTES ; ADDICTOLOGIE 4903***BAILLY Daniel (PU-PH) Retraite au 2/11/2022*

CERMOLACCE Michel (PU-PH)

LANCON Christophe (PU-PH)

NAUDIN Jean (PU-PH)

RICHIERI Raphaëlle (PU-PH)

**PNEUMOLOGIE; ADDICTOLOGIE 5101**

ASTOUL Philippe (PU-PH)

CHANEZ Pascal (PU-PH)

GREILLIER Laurent (PU PH)

REYNAUD/GAUBERT Martine (PU-PH)

TOMASINI Pascale (MCU-PH)

**PSYCHOLOGIE - PSYCHOLOGIE CLINIQUE, PCYCHOLOGIE SOCIALE 16**

AGHABABIAN Valérie (PR)

**RHUMATOLOGIE 5001****RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE 4302**

BARTOLI Jean-Michel (PU-PH)

CHAGNAUD Christophe (PU-PH)

CHAUMOITRE Kathia (PU-PH)

GIRARD Nadine (PU-PH)

JACQUIER Alexis (PU-PH)

MOULIN Guy (PU-PH)

PETIT Philippe (PU-PH)

VAROQUAUX Arthur Damien (PU-PH)

VIDAL Vincent (PU-PH)

HABERT Paul (MCU PH)

STELLMANN Jan-Patrick (MCU-PH)

GUIS Sandrine (PU-PH)

LAFFORGUE Pierre (PU-PH)

PHAM Thao (PU-PH)

ROUDIER Jean (PU-PH)

**THERAPEUTIQUE; MEDECINE D'URGENCE; ADDICTOLOGIE 4804***AMBROSI Pierre (PU-PH) Sumombre*

DAUMAS Aurélie (PU-PH)

VILLANI Patrick (PU-PH)

**REANIMATION MEDICALE ; MEDECINE URGENCE 4802**

GAINNIER Marc (PU-PH)  
 HRAIECH Sami (PU-PH)  
 PAPAZIAN Laurent (PU-PH)  
 ROCH Antoine (PU-PH)

**UROLOGIE 5204**

BASTIDE Cyrille (PU-PH)  
 BOISSIER Romain (PU-PH)  
 KARSENTY Gilles (PU-PH)  
 LECHEVALLIER Eric (PU-PH)  
 ROSSI Dominique (PU-PH)

**SCIENCES DE LA REEDUCATION ET READAPTATION 91**

REVIS Joana (PAST)

AUTHIER Guillaume  
 BLANC Catheline  
 CAORS Béatrice  
 CHAULLET Karine  
 ERCOLANO Bruno  
 GRIFFON Patricia  
 GIRAUDIER Anaïs  
 GRIFFON Patricia  
 HENRY Joannie  
 HOUDANT Benjamin  
 MIRAPEIX Sébastien  
 MONTICOLO Chloé  
 MULLER Philippe  
 PAVE Julien  
 PETITJEAN Aurélie  
 ROSTAGNO Stéphane

LAZZAROTTO Sébastien (MAST)  
 TRINQUET Laure (MAST)

**MAÏEUTIQUE 90**

CLADY Emilie  
 FREMONDIERE Pierre  
 MATTEO Caroline  
 MONLEAU Sophie  
 MUSSARD-HASSLER Pascale  
 REPELLIN David  
 RIQUET Sébastien  
 ZAKARIAN Carole

**SCIENCES INFIRMIERES 92**

COLSON Sébastien (PR)

BOURRIQUEN Maryline (MAST)  
 LUCAS Guillaume (MAST)  
 MAYEN-RODRIGUES Sandrine (MAST)  
 MELLINAS Marie (MAST)  
 ROMAN Christophe (MAST)  
 VILLA Milène (MAST)

**ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE ET ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE 56-01**

CAMOIN Ariane (MCU-PH)  
 GAUBERT Jacques (MCU-PH)

BLANCHET Isabelle (MCF ASS)

**CHIRURGIE ORALE; PARODONTOLOGIE; BIOLOGIE ORALE 57-01**

MONNET-CORTI Virginie (PU-PH)

CAMPANA Fabrice (MCU-PH)  
 CATHERINE Jean-Hugues (MCU-PH)

ANTEZACK Angéline (MCU-PH)

**PREVENTION, EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE, ODONTOLOGIE LEGALE 56-02**

FOTI Bruno (PU-PH)  
 LE GALL Michel (PU-PH)

LAN Romain (MCU-PH)

**DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX 58-01**

TERRER Elodie (PU-PH)

ABOUDHARAM Gérard (MCU-PH)  
 GIRAUD Thomas (MCU-PH)  
 GIRAudeau Anne (MCU-PH)  
 GUIVARC'H Maud (MCU-PH)  
 JACQUOT Bruno (MCU-PH)  
 LABORDE Gilles (MCU-PH)  
 LAURENT Michel (MCU-PH)  
 MAILLE Gérald (MCU-PH)

MENSE Chloé (MCU-PH)  
 SILVESTRI Frédéric (MCU-PH)

BALLESTER Benoît (MCF ASS)  
 CASAZZA Estelle (MCF ASS)

# Affidavit

Je soussigné, Antoine Chavalle, déclare par la présente que le travail présenté dans ce manuscrit est mon propre travail, réalisé sous la direction scientifique du Pr Julien Bordes, dans le respect des principes d'honnêteté, d'intégrité et de responsabilité inhérents à la mission de recherche. Les travaux de recherche et la rédaction de ce manuscrit ont été réalisés dans le respect à la fois de la charte nationale de déontologie des métiers de la recherche et de la charte d'Aix-Marseille Université relative à la lutte contre le plagiat.

Ce travail n'a pas été précédemment soumis en France ou à l'étranger dans une version identique ou similaire à un organisme examinateur.

Fait à Marseille, le 8 octobre 2022



Cette œuvre est mise à disposition selon les termes de la [Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

# Résumé

**Introduction :** Le choc hémorragique est la première cause de mortalité évitable chez les patients traumatisés sévères. La réduction de cette mortalité passe par la réduction des délais de prise en charge notamment du délai transfusionnel. L'hémoglobine (hb) est intégrée dans des scores prédictifs de transfusion massive. La méthode de mesure de référence est le dosage par automate en laboratoire. Il existe depuis plusieurs années des technologies de mesure non invasive de l'hémoglobine, par voie transcutanée (SpHb). Ces méthodes ont montré leur intérêt dans la gestion des situations hémorragiques au bloc opératoire en permettant une détection plus précoce de la baisse d'hb. Depuis 2021, le service d'anesthésie de l'HIA Sainte-Anne en charge de l'accueil des traumatisés sévères s'est doté d'un monitoring non invasif de l'hémoglobine (SpHb). Le protocole d'accueil des traumatisés sévères a intégré ce nouveau dispositif. Nous avons fait l'hypothèse que la SpHb permettait d'obtenir la valeur de l'hémoglobine plus rapidement que les méthodes classiques. L'objectif principal de cette étude était de comparer le délai d'obtention de l'hémoglobine par SpHb par rapport à une méthode de dosage capillaire (HemoCue) lors du déchocage des traumatisés sévères.

**Matériel et méthodes :** Nous avons analysé les données de tous les patients admis pour traumatisme sévère à de l'HIA Sainte Anne de janvier à juin 2022. Dans le protocole d'accueil, l'hémoglobine était évaluée par 3 méthodes : SpHb, HemoCue, numération formule sanguine (NFS) au laboratoire. Nous avons comparé le délai d'obtention de la valeur de l'hémoglobine par SpHb versus l'HemoCue.

**Résultats :** Les données des 138 traumatisés sévères pris en charge sur la période de l'étude ont été analysées. L'âge médian était de 43 ans (28-60). La fréquence cardiaque médiane à l'admission était de 82/min (73-93), la pression artérielle systolique de 120mmHg (101-136). Le shock index médian était de 0,70 (0,57-0,83). Le délai d'obtention de l'hb par SpHb était de 4,5 min (2,25-6,00). Le délai pour l'HemoCue était de 9 min (7,00-10,25). Cette différence était significative ( $p=0,007$ ). La corrélation de la mesure de l'hb par SpHb avec l'hb mesurée par la NFS était de 0,49, et de 0,88 avec l'HemoCue. La valeur de l'hb percutanée n'a été disponible que chez 57% des traumatisés sévères.

**Discussion et conclusion :** La mesure par voie transcutanée de l'hb au déchocage permet d'obtenir une valeur de l'hb plus rapidement qu'avec des méthodes classiques de biologie délocalisée (HemoCue). Par ailleurs, la corrélation de la valeur de l'hb par SpHb par rapport à la méthode de référence était jugée acceptable avec un R à 0,49. L'HemoCue montrait une meilleure corrélation. En pratique, ce monitoring pourrait permettre de diminuer le temps de prise de décision de l'indication de transfusion chez le traumatisé sévère en choc hémorragique, alors qu'il a été montré que tout retard à la transfusion augmentait la mortalité. Cependant, la valeur de l'hb transcutanée n'a été disponible que chez 53% des traumatisés sévères alors que notre protocole de prise en charge prévoyait un monitoring systématique. Des études complémentaires sont nécessaires pour déterminer si son utilisation peut être généralisée lors du déchocage des traumatisés sévères en particulier ceux en choc hémorragique, afin de prédire la transfusion massive et réduire les délais transfusionnels.

**Mots clés :** Hémoglobine, traumatisme sévère, transfusion, hémorragie, délais, polytraumatisme, HemoCue, SpHb



# Abstract

**Introduction :** Bleeding is the leading cause of preventable mortality in severe trauma patients. Reducing mortality requires reduction of management delays, especially transfusion delay. Hemoglobin (hb) is included in predictive scores for massive transfusion. Reference measurement method for hb is automated laboratory determination. Technologies for non-invasive measurement of hemoglobin by transcutaneous method (SpHb) have been available for a few years. These methods have shown their value in the management of hemorrhagic situations in the operating room by allowing earlier detection of hemoglobin decrease. Anesthesia department of Sainte-Anne military hospital (Toulon, France) in charge of severe trauma patients has been equipped with a non-invasive hemoglobin monitoring system (SpHb) since 2021. The admission protocol for severe trauma patients has integrated this new device. We hypothesized that SpHb would provide hemoglobin levels more quickly than conventional methods. The main objective of this study was to compare time to obtain hemoglobin by SpHb versus a capillary assay method (HemoCue) during resuscitation of severe trauma patients.

**Material and methods :** We analyzed data of all patients admitted for severe trauma at Sainte Anne hospital from January to June 2022. Hemoglobin (Hb) was measured by 3 methods: SpHb, HemoCue, and laboratory cell blood count (CBC). We compared time to obtain the hemoglobin value by SpHb versus HemoCue.

**Results:** Data from 138 severe trauma patients were analyzed. Median age was 43 (28-60). Median heart rate on admission was 82/min (73-93) and systolic blood pressure 120mmHg (101-136). Median shock index was 0.70 (0.57-0.83). Time to Hb was 4.5 min (2.25-6.00) for SpHb and 9 min (7.00-10.25) for HemoCue. This difference was significant ( $p=0.007$ ). Correlation of hemoglobin measurements between SpHb and CBC was 0.49 and 0.88 between HemoCue and CBC.

**Discussion and conclusion :** Transcutaneous measurement of Hb in the trauma room provides Hb value more quickly than conventional methods of delocalized biology (HemoCue). Correlation of hb value between SpHb and reference method was considered acceptable ( $R = 0.49$ ). HemoCue showed a better correlation. This monitoring could reduce the decision time of activating a massive transfusion protocol in severe trauma patients with hemorrhagic shock, whereas it has been shown that any delay in transfusion increases mortality. However, transcutaneous hb value was available for only 57% of severe trauma patients, whereas our protocol indicated systematic monitoring. Further studies are needed to determine whether the use of this device can be generalized during resuscitation of severe trauma patients, particularly those in hemorrhagic shock, in order to predict massive transfusion and reduce transfusion delays.

**Keywords :** Hemoglobin, trauma, transfusion, time, delay, HemoCue, SpHb

# Remerciements

**A Monsieur le Professeur Gainnier**, merci d'avoir accepté de présider ce jury de thèse. Vous m'avez fait cet honneur sans me connaître. Je vous en suis profondément reconnaissant.

**A Monsieur le Professeur Michel**, merci d'avoir accepté de faire partie de ce jury. Merci de m'avoir enseigné l'anesthésie-réanimation pédiatrique, et de m'avoir accordé le temps nécessaire pour finaliser cette thèse. Vos équipes font preuve d'une cohésion et d'une solidarité rarement égalées lors de mes stages. La découverte de cette spécialité était une bouffée d'air frais en fin d'internat.

**A Monsieur le Professeur Bordes**, merci d'avoir accepté de m'encadrer pour ce travail de thèse, et de m'avoir apporté votre expertise sur la prise en charge des patients traumatisés sévères. Je n'ai jamais autant progressé en anesthésie que lors de mon stage à l'HIA Sainte Anne. Vous m'avez fait gagner en expérience, en autonomie, en confiance lors de mon passage dans votre service. Je ne l'oublierai pas.

# Remerciements

**Aux équipes du bloc opératoire et de la réanimation de l'HIA Sainte-Anne**, merci de m'avoir accueilli comme civil dans votre établissement et de m'avoir partagé vos nombreuses expériences. Merci de m'avoir aidé à recueillir les données nécessaires pour cette thèse.

**A tous les médecins** qui m'ont transmis leur savoir et leur passion. Aux **IADE** qui m'ont tout appris. Aux **infirmiers de réanimation**. A toutes les **équipes paramédicales**. Au bloc opératoire et à la réanimation de l'hôpital de la Conception, à la réanimation polyvalente et au bloc opératoire de la Timone, à la réanimation polyvalente et des pathologies du foie, à l'unité de réanimation cardio-vasculaire, au service d'anesthésie-réanimation pédiatrique, à la réanimation de l'hôpital Sainte Musse, au bloc de Sainte-Marguerite, merci.

**A mes co internes.**

**A mes parents, à ma famille, à mes amis, à Marine.**

# Table des matières

<b>Affidavit</b>	<b>1</b>
<b>Résumé</b>	<b>2</b>
<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>Remerciements</b>	<b>4</b>
<b>Table des matières</b>	<b>6</b>
<b>Liste des abréviations</b>	<b>7</b>
<b>Introduction</b>	<b>8</b>
<b>Matériel et méthodes</b>	<b>11</b>
1. Type d'étude	11
2. Objectifs de l'étude et critères de jugement	11
3. Population étudiée	11
4. Admission du patient traumatisé sévère et méthodes d'obtention de l'hémoglobine	12
5. Recueil des données	12
6. Analyses statistiques	13
<b>Résultats</b>	<b>15</b>
1. Flow chart	15
2. Caractéristiques de la population	16
3. Délai d'obtention de l'hémoglobine en SAUV	18
4. Corrélation de la mesure de l'hémoglobine transcutanée avec la méthode de référence	18
5. Analyse des patients suspects d'hémorragie (Hb < 11g/dL et/ou besoin de vasopresseurs)	20
6. Sensibilité et spécificité du capteur à détecter une Hb < 11g/dL	20
<b>Discussion</b>	<b>21</b>
<b>Conclusion</b>	<b>26</b>
<b>Conflits d'intérêt</b>	<b>27</b>
<b>Annexe 1 – Présentation du matériel</b>	<b>28</b>
<b>Annexe 2 – Hémoglobine et prédiction de la transfusion massive</b>	<b>29</b>
<b>Annexe 3 – Scores prédictifs de transfusion massive intégrant l'hémoglobine</b>	<b>31</b>
<b>Annexe 4 – Protocole d'admission du patient traumatisé sévère à l'HIA Sainte-Anne</b>	<b>41</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>44</b>
<b>Table des figures</b>	<b>48</b>
<b>Serment d'Hippocrate</b>	<b>49</b>

# Liste des abréviations

**AAP** : Antiagrégants plaquettaires

**ACoag** : Anticoagulants

**AIS** : Abbreviated injury scale

**ASCOT** : American College of Surgeons Committee on Trauma

**AVP** : Accident de la voie publique

**CGR** : Concentré de globules rouges

**Délai<sub>Hemocue</sub>** : Délai d'obtention de l'hémoglobine par Hemocue

**Délai<sub>SpHb</sub>** : Délai d'obtention de l'hémoglobine par méthode transcutanée

**FC** : Fréquence cardiaque

**GSW** : Score de Glasgow

**Hb** : Hémoglobine

**Hb<sub>HemoCue</sub>** : Valeur de l'hémoglobine obtenue par Hemocue

**Hb<sub>NFS</sub>** : Valeur de l'hémoglobine obtenue par numération formule sanguine

**Hb<sub>SpHb</sub>** : Valeur de l'hémoglobine obtenue par méthode non invasive transcutanée

**HIA** : Hôpital d'instruction des armées

**IADE** : Infirmière anesthésiste diplômée d'état

**IDE** : Infirmière diplômée d'état

**ISS** : Injury severity score

**OMS** : Organisation mondiale de la santé

**PAD** : Pression artérielle diastolique

**PAM** : Pression artérielle moyenne

**PAS** : Pression artérielle systolique

**PLYO** : Plasma lyophilisé

**PWH** : Prince of Wales Hospital

**SAUV** : Salle d'accueil des urgences vitales

**Shock index** : Choc index, rapport FC / PAS

**SMUR** : Structure mobile d'urgence et de réanimation

**TASH** : Trauma Associated Severe Hemorrhage

# Introduction

La traumatologie est un enjeu majeur de santé publique dans le monde. Elle représente ainsi 1,5 millions de décès par an et 74 millions d'années de vies perdues (1,2). En Europe, c'est la 1<sup>ère</sup> cause de mortalité chez les jeunes adultes. Une partie de ces décès est évitable. Selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) et l'American College of Surgeons Committee on Trauma (ASCOT), la mort évitable en traumatologie représente un décès secondaire à des blessures graves, mais qui aurait pu être évité avec une meilleure évaluation clinique et des mesures thérapeutiques plus appropriées (3). La part de mortalité évitable ou potentiellement évitable varie de 4 à 80% des décès, selon les définitions utilisées, et concerne principalement les décès « précoces », qui surviennent dans les 2 à 6h après l'accident. Ceux-ci sont causés en premier lieu par des hémorragies incontrôlées (4). L'hémorragie reste ainsi la première cause de mort évitable en traumatologie. Les délais de prise en charge ont été identifiés comme étant la cause principale de ces morts évitables ou potentiellement évitables. Ils représentaient 52,9% des cas des décès évitables ou potentiellement évitables dans une étude rétrospective au sein d'un trauma center nord-américain (5). Le second facteur retrouvé était une mauvaise évaluation clinique de la situation.

La prise en charge d'un patient traumatisé sévère en choc hémorragique s'articule donc autour de deux priorités : réaliser précocement le bon geste d'hémostase et débiter le plus tôt possible la réanimation transfusionnelle. En effet, Meyer et al ont estimé que l'activation d'un protocole de transfusion massive prenait environ 9 minutes depuis l'admission du patient à l'hôpital, et que chaque minute de retard dans l'administration de produits sanguins augmentait la mortalité de 5% (6). L'instauration de protocoles de transfusion massive dans les trauma center avec notamment une disponibilité immédiate des produits sanguins a montré un impact positif sur la survie des patients (7).

L'un des enjeux immédiats en salle de déchocage est d'identifier rapidement les patients qui nécessitent ou vont nécessiter une transfusion massive. Outre les critères cliniques d'état de choc ou la présence évidente d'un saignement, le chiffre d'hémoglobine

peut être une aide pour l'identification de ces patients. Les recommandations européennes sur la prise en charge du traumatisé sévère précisent qu'une hémoglobine initiale basse doit être considérée comme un signal d'alerte. Un chiffre initialement bas d'hémoglobine est associé à des patients plus sévèrement choqués, à des patients présentant un saignement sévère, atteints de coagulopathie, et est associé à une probabilité de transfusion massive plus importante (8). Son dosage répété est recommandé. Plusieurs études ont montré l'intérêt de l'hémoglobine dans la prédiction de la transfusion massive (Annexe 2). Plusieurs scores prédictifs de transfusion massive qui intègrent l'hémoglobine ont été développés (Annexe 3).

Le gold standard pour le dosage de l'hémoglobine est la réalisation d'une numération sanguine par automate au laboratoire. En revanche, ce dosage au laboratoire prend du temps, de 30 minutes à une heure. Des systèmes délocalisés plus rapides ont donc été développés. L'HemoCue est le moyen le plus utilisé pour obtenir un chiffre d'hémoglobine rapidement lors de l'admission (9). Il impose certaines contraintes notamment de répéter les prélèvements si l'on veut obtenir une cinétique du chiffre d'hémoglobine. Ceci prend du temps, et utilise une ressource paramédicale. Il existe depuis quelques années un système de monitoring non invasif et continu de l'hémoglobine totale par voie transcutanée SpHb(10). Ce capteur utilise une technique spectrophotométrique multi-longueurs d'onde. La méthode est basée sur la mesure de la densité optique différentielle de plusieurs longueurs d'onde différentes de la lumière traversant le doigt. Ce système a déjà montré son intérêt dans la gestion des situations hémorragiques au bloc opératoire, en permettant une détection plus précoce de la chute d'hémoglobine que le clinicien. Dans un essai randomisé contrôlé incluant 69 patients opérés de chirurgie de cytoréduction ou de chirurgie rachidienne, ce monitoring permettait de repérer dans 86% des cas des anémies < 10g/dL contre 50% dans le groupe sans monitoring (10).

En ce qui concerne l'objectif de réduction des délais en traumatologie, aucune étude ne s'est intéressée à notre connaissance au délai d'obtention d'un chiffre d'hémoglobine grâce au capteur d'hémoglobine transcutanée. Le capteur transcutané d'hémoglobine pourrait s'avérer être une aide à la décision transfusionnelle plus rapide que l'HemoCue. Nous avons donc fait l'hypothèse que la méthode de l'hémoglobine par voie transcutanée permet d'obtenir un chiffre d'hémoglobine plus rapidement qu'avec l'HemoCue

habituellement utilisé lors de l'admission d'un patient traumatisé sévère en TraumaCenter.

L'objectif principal de cette étude était de comparer le délai d'obtention d'un chiffre d'hémoglobine, entre le capteur percutané d'hémoglobine, et l'HemoCue. L'objectif secondaire était d'évaluer la corrélation et la précision de la mesure du capteur et de l'HemoCue en traumatologie au déchocage.



# Matériel et méthodes

## 1. Type d'étude

Il s'agissait d'une recherche n'impliquant pas la personne humaine selon la loi Jardé du 17 novembre 2016. En effet, les données de santé recueillies étaient celles collectées habituellement pour la prise en charge du patient. L'Hôpital d'instruction des Armées (HIA) Sainte Anne a implémenté le monitoring de la SpHb dans son protocole d'accueil de patients traumatisés sévères dès 2021. Ce capteur était celui utilisé pour monitorer la SpO2 du patient. L'étude a été présentée au comité d'éthique de l'HIA Sainte-Anne (IRB déclaré au Human and Health Service sous le numéro IRB00013399).

## 2. Objectifs de l'étude et critères de jugement

L'objectif principal de l'étude était de démontrer que le délai d'obtention de l'hémoglobine est plus précoce avec la méthode transcutanée SpHb par rapport à la méthode par HemoCue, lors de l'admission d'un patient traumatisé sévère en salle de déchocage. Le critère de jugement était le délai en minutes entre l'admission en salle de déchocage et l'obtention d'un chiffre d'hémoglobine.

L'objectif secondaire de l'étude était de comparer la corrélation entre la valeur d'hémoglobine par SpHb et par HemoCue par rapport à la mesure de l'hémoglobine au laboratoire (méthode de référence).

## 3. Population étudiée

Les critères d'inclusion étaient : tout patient majeur admis dans la filière traumatisé sévère au déchocage du trauma center de niveau 1 de l'Hôpital d'Instruction des Armées Sainte Anne (Toulon, France) avec au minimum un critère de Vittel.

Les critères d'exclusion étaient : patient mineur, capteur SpHb non disponible, capteur dysfonctionnel, patient traumatisé admis aux urgences sans régulation préalable du réanimateur de garde, les traumatisés des membres supérieurs sur lesquels le placement du capteur était impossible, patient transféré secondairement d'un autre hôpital.

#### **4. Admission du patient traumatisé sévère et méthodes d'obtention de l'hémoglobine**

L'accueil du patient traumatisé sévère était standardisé selon le protocole spécifique de l'HIA Sainte-Anne (Annexe 4). Le capteur de SpHb était placé sur un des doigts de la main du patient. Ce capteur était également celui de la SpO<sub>2</sub>. Le matériel est présenté en Annexe 1.

Concernant le bilan biologique, le sang était prélevé en artériel au site de ponction fémoral. Un tube EDTA était envoyé au laboratoire en urgence immédiate (avec le reste du bilan biologique) pour le dosage de l'hémoglobine par l'automate. Le résultat était validé par le médecin biologiste.

Deux HemoCue (HemoCue Hb201®) étaient réalisés par l'aide-soignant avec du sang artériel et annonçait le résultat à voix haute.

#### **5. Recueil des données**

Les données recueillies étaient les suivantes : sexe, âge, mécanisme du traumatisme, les paramètres vitaux préhospitaliers (fréquence cardiaque (FC), pression artérielle systolique (PAS), pression artérielle diastolique (PAD), score de glasgow (GSW)), , hémoglobine en préhospitalier (réalisée par Hemocue), délais d'admission en trauma center, paramètres vitaux à l'admission, l'hémoglobine par SpHb (Hb<sub>SpHb</sub>), délai d'obtention de l'hémoglobine par SpHb (Délai<sub>SpHb</sub>), l'hémoglobine par HemoCue (Hb<sub>HemoCue</sub>) (définie comme la moyenne des 2 HemoCues réalisés), délai d'obtention d'hémoglobine par HemoCue (Délai<sub>HemoCue</sub>).

Etaient aussi recueillies les thérapeutiques administrées en salle de déchocage : remplissage vasculaire, transfusion, vasopresseurs, intubation, gestes thérapeutiques de sauvetage. Sur le plan biologique, nous avons recueilli les résultats de la gazométrie, et du

bilan biologique du laboratoire notamment l'hémoglobine de la numération formule sanguine ( $Hb_{NFS}$ ). Ont aussi été recueillis le temps total passé en salle de déchocage, et l'orientation du patient après réanimation initiale (bloc opératoire, scanner, radiologie interventionnelle).

Le bilan lésionnel initial a été recueilli sous forme du score AIS (Abbreviated Injury Scale) de chaque région, et du score ISS (Injury Severity Scale).

Définitions :

$\text{Délai}_{SpHb}$  était défini par le temps en minutes écoulé entre l'heure d'arrivée du patient et l'heure de l'affichage sur le scope d'un premier chiffre d'hémoglobine.

$\text{Délai}_{HemoCue}$  était défini par le temps en minutes écoulé entre l'heure d'arrivée du patient, et l'heure du 1<sup>er</sup> chiffre d'HemoCue annoncé par l'aide-soignant.

## 6. Analyses statistiques

Nous avons émis l'hypothèse que le  $\text{Délai}_{SpHb}$  serait plus précoce de 3 minutes que le  $\text{Délai}_{HemoCue}$ . Les analyses statistiques préalables ont déterminé un nombre de sujet nécessaire de 96 pour une puissance à 90% et un risque d'erreur alpha de 5%. En considérant une marge de données non exploitables de 30%, nous avons retenu 130 patients nécessaires.

Pour tester la distribution normale ou non des différentes variables, nous avons utilisé le test de Shapiro-Wilk.

Pour montrer qu'il existait une différence entre le  $\text{Délai}_{SpHb}$  et le  $\text{Délai}_{HemoCue}$  nous avons utilisé le test de Wilcoxon.

Pour montrer la corrélation entre  $Hb_{NFS}$  et  $Hb_{SpHb}$ , et entre  $Hb_{NFS}$  et  $Hb_{HemoCue}$ , nous avons utilisé le coefficient de corrélation R de Spearman. Pour déterminer les biais moyens des 2 méthodes et la précision des appareils grâce aux limites d'agrément, nous avons utilisé l'analyse de Bland et Altman.

Nous avons aussi réalisé des analyses en sous-groupe afin de déterminer les performances du capteur chez les patients les plus sévères. Les mêmes analyses statistiques que précédemment citées ont été réalisées chez les patients présentant une hémoglobine à l'admission  $< 11\text{g/dL}$ , ou une instabilité hémodynamique nécessitant l'administration de vasopresseurs. Par ailleurs, nous avons comparé les  $\text{Délai}_{SpHb}$  entre le

groupe de patient précédemment cité, et ceux avec une hémoglobine > 11g/dL et hémodynamiquement stables. Le test de Mann-Whitney a été utilisé.

Les statistiques descriptives sont présentées en médiane (interquartiles) pour les données quantitatives, et en effectifs (proportion) pour les données qualitatives. Les analyses statistiques ont été réalisées grâce au logiciel XLSTAT.

# Résultats

## 1. Flow chart

158 patients ont été admis sur la période du 13 janvier au 30 juin 2022. 6 patients ont été exclus car mineurs. 14 patients ont été exclus pour transfert secondaire (n=6) ou admission non régulée (n=8). Parmi ces 138 patients, 60 patients ont été exclus secondairement pour données indisponibles : capteur indisponible lors de l'admission (n=45) ou capteur non fonctionnel (n=4). Au final, les données de 78 patients ont pu être analysées. Ces données sont résumées sur la Figure 1.

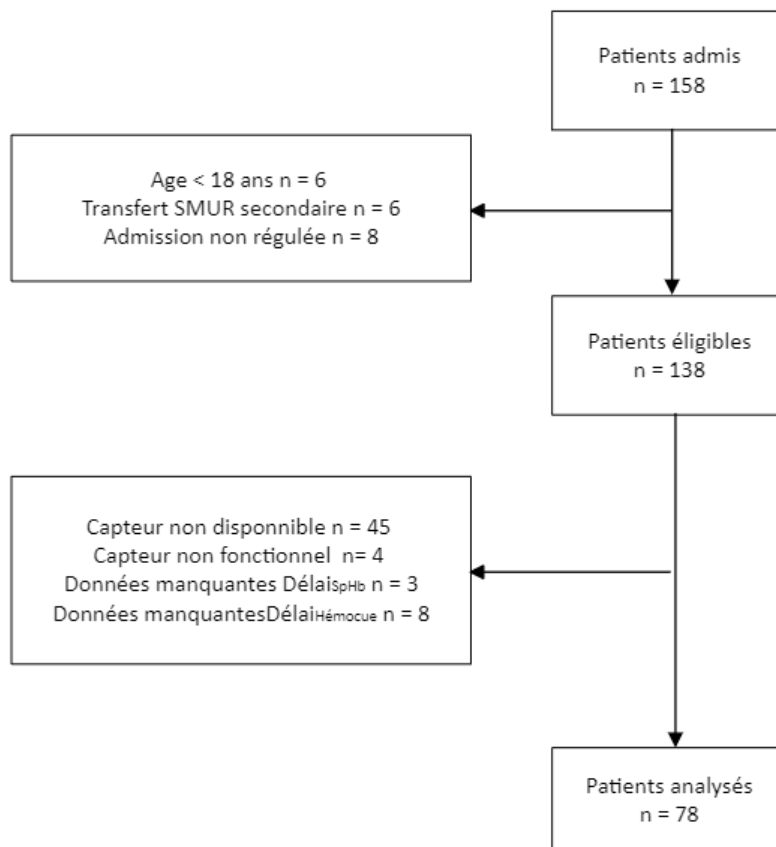


Figure 1 - Flow Chart

## **2. Caractéristiques de la population**

L'âge médian était de 43 ans (28-60), et 102 (73%) étaient des hommes. Le shock index médian était de 0,70 (0,57-0,83). Le score ISS médian était de 9 (4-22). La durée médiane d'hospitalisation était de 5 jours (2-11). Le tableau 1 résume les données démographiques des patients et leurs caractéristiques.

		N = 138 (patients admis sur la période)	N = 78 (patients inclus dans l'analyse)
<b>Homme</b>		102 (73%)	56 (72%)
<b>Âge</b>		43 (28-60)	38 (25-55)
<b>Mécanisme du traumatisme</b>	AVP véhicule léger	30 (22%)	19 (25%)
	AVP 2 roues motorisées	52 (38%)	25 (32%)
	Chute	28 (20%)	16 (21%)
	Balistique	8 (6%)	1 (6%)
	Arme blanche	5 (4%)	4 (3%)
	Autre	15 (11%)	13 (16%)
<b>ACoag ou AAP</b>		14 (10%)	2 (9%)
<b>Prise en charge pré hospitalière</b>	Intubation préhospitalière	31 (23%)	14 (18%)
	Vasopresseur pré hospitalier	13 (9%)	6 (8%)
	Transfusion pré hospitalière	1	1
	Délai de prise en charge préhospitalier (min)	61 (44-92)	61 (41-90)
<b>Caractéristiques à l'admission au déchochage</b>	PAS (mmHg)	120 (101-136)	122 (109-140)
	FC (bpm)	82 (73-94)	81 (75-90)
	Choc index	0,7 (0,57-0,83)	0,67 (0,57-0,80)
	Support vasopresseur	15 (11%)	6 (8%)
	Noradrénaline > 2mg/h	9 (7%)	5 (7%)
	Température (°C)	36,5 (36-37)	36,5 (36-36,9)
	FAST +	16 (12%)	8 (10%)
<b>Biologie</b>	Hémoglobine (g/dL)	13,5 (12,3-14,5)	13,4 (12,6-14,4)
	Plaquettes (g/L)	240 (202-288)	242 (208-291)
	TP (%)	88,5 (78-97)	88 (79-96)
	Fibrinogène (g/L)	2,34 (2,0-2,9)	2,4 (2,1-2,9)
<b>Prise en charge initiale</b>	Transfusion en SAUV	9 (7%)	2 (2%)
	Drainage thoracique	3 (2%)	2 (3%)
	Intubation	4 (3%)	3 (4%)
	Vasopresseurs initiés	15 (11%)	7 (9%)
	Délai de déchochage	17 (13-22)	17 (12-20)
<b>Devenir</b>	Catégorie à l'issue du déchochage		
	Groupe 1	3 (2%)	0
	Groupe 2	39 (28%)	20 (26%)
	Groupe 3	94 (68%)	57 (74%)
	Transfusion dans les 6h	12 (9%)	5 (6%)
	Transfusion dans les 24h	17 (12%)	8 (10%)
	Bloc dans les 24h	68 (49%)	37 (48%)
	Admission en réanimation	38 (28%)	19 (25%)
	Mortalité intra-hospitalière	15 (11%)	4 (6%)
	Durée d'hospitalisation (jours)	5 (2-11)	5 (2-11)
<b>Bilan lésionnel *</b>	Tête et cou	48 (35%)	
	Face	25 (18%)	
	Thorax	48 (35%)	
	Abdomen	36 (26%)	
	Membres et bassin	78 (57%)	
	ISS	9 (4-22)	

**Tableau 1 - Données démographiques et caractéristiques de la population**

La colonne N=138 résume les caractéristiques de la population initiale. La colonne N=78 résume les caractéristiques de la population analysée pour la comparaison des délais d'obtention de l'hémoglobine.

\* Bilan lésionnel : nombre de patient (proportion) présentant un score AIS (abrivated injury score)  $\geq 1$  pour chaque région concernée

ISS : Injury severity score

### 3. Délai d'obtention de l'hémoglobine en SAUV

Le délai d'obtention de l'hémoglobine a pu être mesuré chez 78 patients (57%). Le Délai<sub>SpHb</sub> était de 4,5 minutes (2,25 – 6) alors que le Délai<sub>HemoCue</sub> était de 9 minutes (7-10) (Figure 1). Cette différence était statistiquement significative ( $p=0,007$ ).

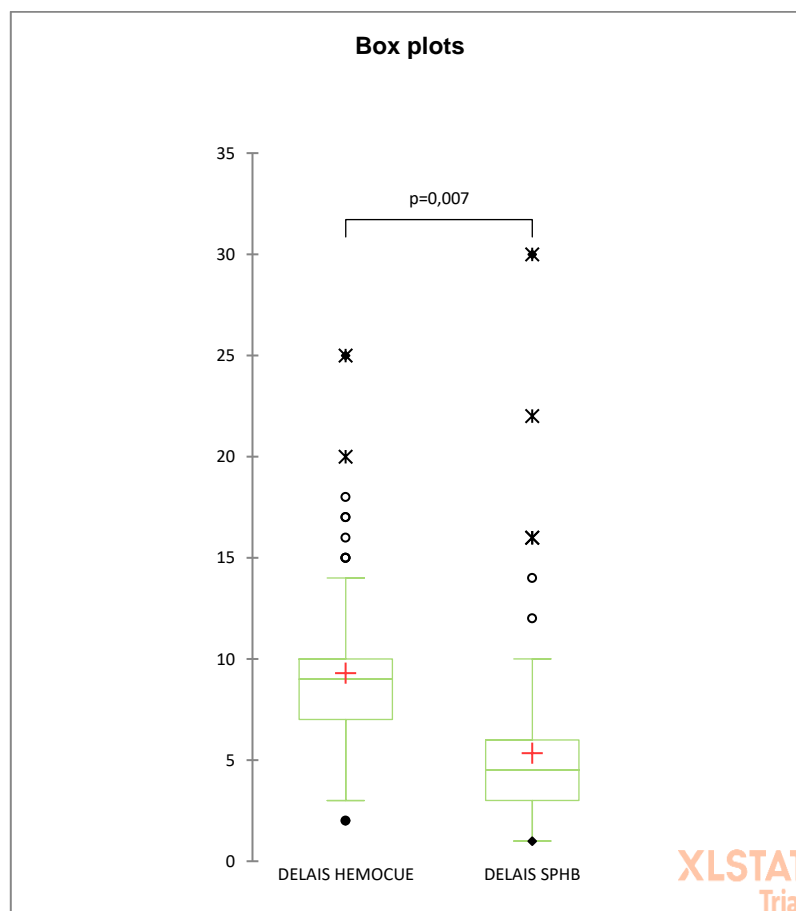


Figure 2 - Délai d'obtention de l'hémoglobine SpHb versus HemoCue

### 4. Corrélation de la mesure de l'hémoglobine transcutanée avec la méthode de référence

Concernant la corrélation entre le taux d'hémoglobine obtenu par SpHb et celui obtenu par NFS au laboratoire, le coefficient R de Spearman était de 0,489 (IC 0,300 – 0,641), et le coefficient de détermination R<sup>2</sup> de 0,239. L'analyse de Bland et Altman retrouve un



biais moyen de -0,58g/dL (IC 95% -0,89 ; -0,28), et des limites d'agrément à 95% allant de -3,4g/dL à 2,3g/dL.

Pour la corrélation entre le taux d'hémoglobine obtenu par HemoCue et celui obtenu par NFS au laboratoire, le coefficient R de Spearman était de 0,887 (IC 0,824– 0,928) et le coefficient de détermination R<sup>2</sup> de 0,789. L'analyse de Bland et Altman montre un biais non significatif de -0,10g/dL (IC 95% -0,24 ; 0,05), et des limites d'agrément à 95% allant de -1.52g/dL à 1,33g/dL (Figure 3 et 4).

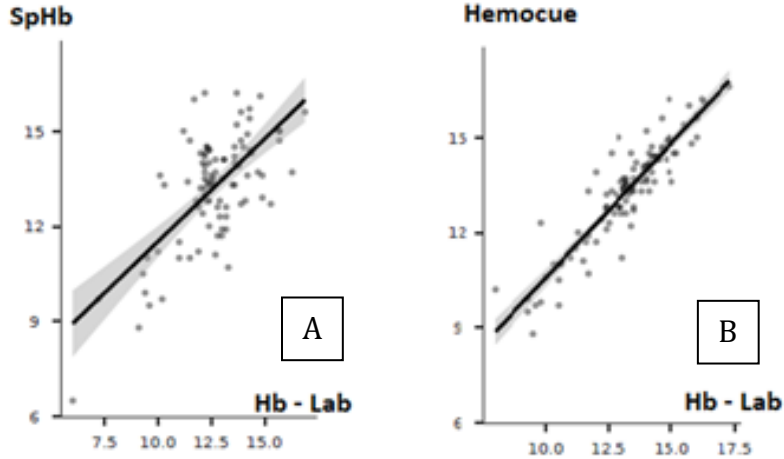


Figure 3 - Corrélation entre Hb<sub>SpHb</sub> (A) et Hb<sub>Hemocue</sub> (B) avec Hb<sub>NFS</sub>

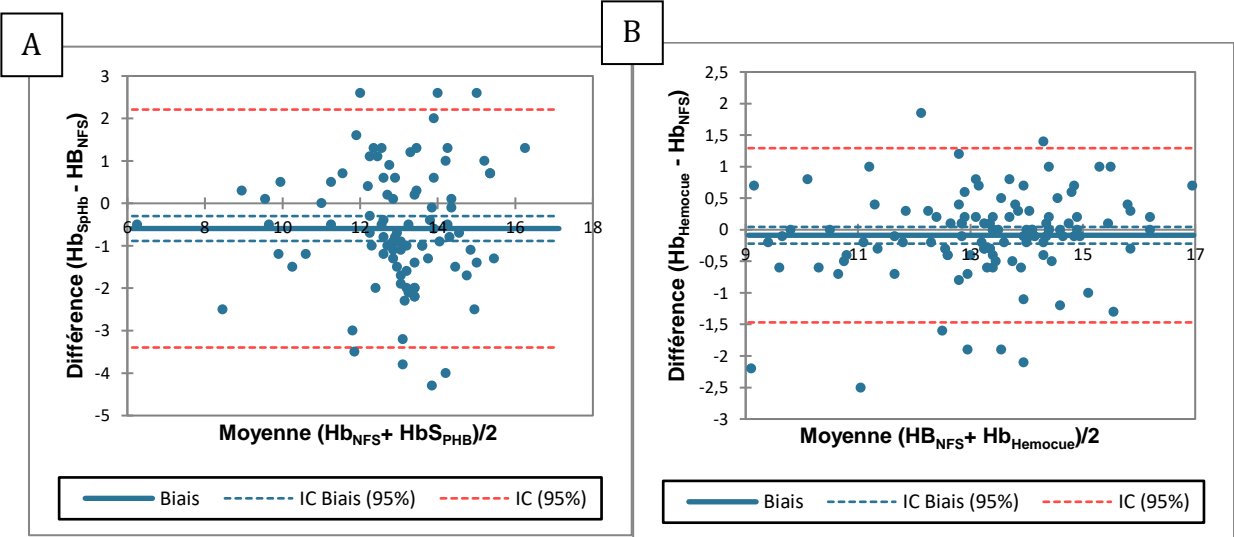


Figure 4 - Graphique de Bland & Altman montrant le biais moyen et les limites d'agrément à 95% des méthodes de mesure par SpHb(A) et HemoCue(B) par rapport à la NFS

## 5. Analyse des patients suspects d'hémorragie (Hb < 11g/dL et/ou besoin de vasopresseurs)

Concernant l'analyse en sous-groupe, chez les patients présentant une hémoglobine < 11g/dL et/ou nécessitant l'administration de vasopresseurs, le Délai<sub>SpHb</sub> était de 4 minutes (3 – 6) et le Délai<sub>HemoCue</sub> de 9 minutes (6 – 11). La différence n'était pas significative (p=0,829). Le coefficient de corrélation R était de 0,775 (0,345 – 0,938). L'analyse de Bland & Altman ne montrait pas de biais significatif entre l'Hb<sub>NFS</sub> et l'Hb<sub>SpHb</sub>. Les limites d'agrément étaient de -2,40g/dL à 2,98g/dL. Il n'y avait pas de différence significative de Délai<sub>SpHb</sub> entre les patients présentant une Hb < 11g/dL et/ou recevant des vasopresseurs, et ceux présentant une Hb ≥ 11g/dL et ne recevant pas de vasopresseurs (p = 0,145).

## 6. Sensibilité et spécificité du capteur à détecter une Hb < 11g/dL

Nous avons déterminé les capacités du capteur SpHb à déterminer si l'hémoglobine était inférieure au seuil de 11g/dL (Tableau 2).

	Hb <sub>SpHb</sub> < 11g/dL	Hb <sub>SpHb</sub> ≥ 11g/dL
Hb <sub>NFS</sub> < 11g/dL	7	1
Hb <sub>NFS</sub> ≥ 11g/dL	4	76

Sensibilité = 0.86  
Spécificité = 0.95

Tableau 2 – Spécificité et sensibilité du capteur pour détecter une Hémoglobine < 11g/dL

# Discussion

Chez le traumatisé sévère en choc hémorragique, réduire les délais transfusionnels est associé à une amélioration du pronostic (11). La connaissance du taux d'hémoglobine est un élément de décision de déclenchement du protocole de transfusion massive(12). Notre étude met en évidence que le monitoring de l'hémoglobine par voie transcutanée à l'admission d'un patient traumatisé sévère permettait d'obtenir d'un taux d'hémoglobine plus rapidement qu'avec la méthode Hemocue. En effet, le délai médian d'obtention de l'hémoglobine par SpHb était de 4,5 minutes, et celui par microméthode de 9 minutes.

Par ailleurs, la corrélation entre l'hémoglobine par SpHb et l'hémoglobine par NFS est jugée moyenne ( $R$  à 0,489). Cette corrélation semble moins bonne que la corrélation entre l'hémoglobine par HemoCue et la NFS ( $R$  à 0,887). La précision de ce capteur semble aussi plus faible que celle de l'HemoCue. En effet la SpHb présente un biais significatif de -0,58g/dL que l'on ne retrouve pas avec l'Hemocue, et les limites d'agrément à 95% de la SpHb (-3,4g/dL à 2,3g/dL) sont plus larges que celles de l'Hemocue (-1,52g/dL à 1,33g/dL).

A notre connaissance, il n'existe pas de littérature existante permettant de comparer les délais d'obtention d'un chiffre d'hémoglobine chez les traumatisés sévères.

En ce qui concerne la corrélation entre l'hémoglobine de la SpHb et de l'Hemocue avec celle de la NFS, Lamhaut et al ont réalisé une étude en 2011 dans le but de comparer la corrélation de l'HemoCue et de la SpHb avec celle du laboratoire (13). 85 patients présentant une hémorragie aigue au bloc opératoire avaient été inclus. Les résultats sont similaires avec notre étude : la corrélation avec l'hémoglobine du laboratoire était meilleure pour l'HemoCue ( $R = 0,85$  versus  $R=0,77$ ). Cependant la corrélation de la SpHb retrouvée était meilleure que la nôtre. En revanche, ils n'ont pas mis en évidence de biais significatif pour les 2 méthodes. Par ailleurs les limites d'agrément étaient plus importantes pour l'HemoCue que dans notre étude (-2,24g/dL à 1,89g/dL). Il est possible que ces dernières soient plus élevées car le sang utilisé pour l'HemoCue était du sang capillaire dans leur étude. Dans les objectifs secondaires, ils n'ont pas retrouvé de corrélation entre la précision du capteur et la température ou l'index de perfusion du patient.

La méta-analyse de Hiscock & al regroupant 2915 patients avec mesure de SpHb et 3084 avec mesure de l'HemoCue a montré une corrélation avec l'hémoglobine du laboratoire meilleure que dans notre étude, avec un coefficient R plus élevé ( $R= 0,81$ ), et contrairement à notre étude il n'existait pas de biais d'agrément significatif (14). Il est possible que la corrélation soit meilleure étant donné que la plupart des mesures de SpHb ont été réalisées au bloc opératoire ou en réanimation chez un grand nombre de patients volontaires et hémodynamiquement stables, sans troubles microcirculatoires. Les limites d'agrément ( $-3\text{g/dL}$  à  $2,9\text{g/dL}$ ) sont similaires aux résultats que l'on retrouve. Une seule étude incluse dans cette méta-analyse concernait des patients traumatisés, et ne retrouvait pas de corrélation significative entre la SpHb et l'hémoglobine d'admission(15).

En contexte de traumatologie, nos résultats semblent proches de ceux de l'étude de Yang et al (16). La corrélation était meilleure avec un coefficient de détermination  $R^2$  à 0,65. Une des explications peut être technique puisque le protocole d'utilisation du capteur prévoyait dans cette étude l'utilisation d'un cache doigt, afin de couper le capteur de la lumière extérieure pour éviter les interférences. En revanche dans cette étude le biais moyen était plus important ( $-1\text{g/dL}$ ) et les limites d'agrément plus larges (de  $-4,3\text{g/dL}$  à  $3\text{g/dL}$ ). Par ailleurs, ils ont comparé différents modèles prédictifs de transfusion urgente (correspondant à la transfusion d'au moins 1 CGR dans les 3, 6 ou 12 heures). Le meilleur modèle prédictif de transfusion était celui comprenant le Shock Index pré-hospitalier, la SpHb, et le bilan de coagulation (TP, Fibrine, TCA).

Joseph & al ont inclus dans une étude prospective 450 patients admis en trauma center pour traumatisme sévère (17). Ils ont réalisé 1350 mesures de SpHb et ont montré une meilleure corrélation ( $R=0,86$ ). En revanche les limites d'agrément étaient plus larges (de  $-3,84$  à  $4,02$ ). Le biais moyen était plus bas ( $0,096\text{g/dL}$ ). La population recrutée était similaire à celle de notre étude. Cependant, cette différence sur la corrélation peut s'expliquer par un nombre plus important de mesure, et par le fait que plusieurs mesures étaient réalisées successivement sur un même patient, laissant un temps d'acquisition du signal plus long au capteur. Une analyse en sous-groupe avait été réalisée : la corrélation était moins bonne dans le groupe  $\text{Hb} < 8\text{g/dL}$  ( $R=0,80$ ), ce qui peut laisser penser que la précision du capteur est moins bonne dans les zones à risque. Néanmoins la sensibilité pour détecter les patients avec une Hémoglobine  $<8\text{g/dL}$  était de 95% et la spécificité de 63%.

Concernant les performances du capteur chez les patients les plus sévères, une étude de Abdelamid & al sur 130 patients traumatisés avec une hémoglobine < 8g/dL a montré des résultats différents des nôtres. La corrélation entre la SpHb et l'hémoglobine du laboratoire a été évaluée (18). Les résultats étaient meilleurs avec un coefficient de corrélation R à 0,87, une absence de biais moyen, et des limites d'agrément plus étroites (-0,56 à 0,79g/dL). La moitié des patients avaient reçu une transfusion d'au moins 3 CGR et les tendances de l'hémoglobine ont été suivies. Il n'existait pas de biais significatif entre le  $\Delta_{\text{NFS}}$  (Hb après transfusion – avant transfusion) et le  $\Delta_{\text{SpHb}}$ . Ces résultats diffèrent de l'étude de Joseph & al et des nôtres et suggèrent que le capteur SpHb pourrait être fiable pour des valeurs d'hémoglobine basse, et qu'il s'avère fiable pour le suivi transfusionnel des patients polytraumatisés.

L'intérêt principal de ce type de technologique réside sûrement sur le fait d'avoir le monitoring de l'hémoglobine en continu contrairement aux autres systèmes de mesures habituels. En effet le dosage répété de l'hémoglobine est recommandé afin de détecter un saignement occulte masqué par une hémoglobine initiale normale, ou de la poursuite de l'hémorragie malgré le geste d'hémostase (8). Thorson & al ont montré qu'une chute d'hématocrite de 6% ou plus lors de la réanimation initiale, était associée à une hémorragie indépendamment de la réanimation liquidienne menée (19). En cas de chute de l'hémoglobine pendant la prise en charge initiale, ce capteur pourrait permettre d'alerter le clinicien de la présence d'une hémorragie active chez un patient hémodynamiquement stable. Baulig et al se sont intéressés à la capacité du capteur à détecter un changement du taux d'hémoglobine  $\geq 0.5\text{g/dL}$  chez des patients admis au bloc opératoire pour traumatisme sévère. La sensibilité était médiocre (59%) et la spécificité correcte (83%)(20). Néanmoins deux études ont évalué si les tendances de la SpHb (c'est-à-dire pourcentage d'augmentation ou de chute, la pente de la variance de l'hémoglobine, le delta de changement, sur des périodes de 1-2 ou 3 minutes) monitorées pendant 15 minutes permettaient de prédire la transfusion (définie comme la transfusion d'au moins 1 CGR dans les 3h, 6h, 12h après le traumatisme). La prédiction de la transfusion n'a pas été améliorée par l'ajout des tendances de la SpHb à différents modèles (incluant Âge, Sexe, FC pré hospitalière, SpO<sub>2</sub>, FC d'admission, shock index préhospitalier, et dosages sanguins de l'INR de la glycémie et du lactate) (16,21). Les limites principales de ces études étaient un nombre de patients exclus élevé par manque de mesure, une incidence de recours à la transfusion moindre que dans la population source, et l'utilisation d'un

seuil de recours à la transfusion bas (1 CGR nécessaire) associé à l'absence d'information sur le niveau d'instabilité des patients, ce qui limite son interprétation.

La SpHb pourrait aussi permettre de réguler la vitesse de transfusion d'un patient présentant une hémorragie active pour éviter la sur-transfusion une fois l'hémostase réalisée et rester dans les objectifs d'hémoglobine de 7 à 9g/dL(22). Plusieurs études ont démontré que le monitoring de la SpHb permettait de réduire les transfusions inutiles sur des chirurgies à risque intermédiaire ou élevées programmées au bloc opératoire(23–25). En revanche, cet intérêt n'a jamais été étudié sur des patients traumatisés sévères.

Notre étude présente des limites. Premièrement, 43% des patients n'ont pas reçu de mesure de SpHb. La première cause était l'indisponibilité du capteur. Chez d'autres patients, il n'a pas été possible de recueillir un chiffre d'hémoglobine pendant la durée du déchocage alors même que le capteur était en place. Notamment chez les patients les plus graves. Il est possible que ces mesures manquantes aient engendré un biais de sélection et interroge sur les performances de ce capteur chez les patients qui ont une microcirculation altérée.

Deuxièmement, concernant le choix du critère de jugement principal, les résultats montrent qu'il existe un gain de 3 minutes sur l'obtention du chiffre d'hémoglobine. La pertinence clinique de ce gain peut être discutée. Toutefois, des données nous montrent que chaque minute de retard dans l'administration de produit sanguin chez un patient traumatisé sévère augmente la mortalité de 5%(6). Une aide à la décision disponible 3 minutes plus tôt pour le déclenchement d'un protocole de transfusion massive n'est donc pas négligeable. Il est possible que ce gain de temps relativement faible soit dû au fait que les mesures ont été réalisées dans un trauma center de niveau 1 accueillant un grand volume de patients, avec des équipes entraînées : le délai médian passé en salle de déchocage était de 17 minutes. Par ailleurs le prélèvement sanguin servant à l'HemoCue est ponctionné par voie fémorale artérielle dès l'admission du patient. Il est possible que le gain de temps soit plus important dans des centres de taille moins importante ou avec des équipes moins entraînées. Il n'y a pour le moment aucune étude pour savoir si ce monitoring permet d'accélérer la décision de transfusion du patient, ou s'il permet d'éviter à un patient une transfusion massive non nécessaire.

Troisièmement, nous avons fait l'hypothèse que les performances du capteur seraient altérées chez les patients les plus sévères. En effet, il n'y avait plus de différence significative de délai d'obtention de l'hémoglobine par capteur transcutané et par

microméthode. Il est néanmoins possible que cette différence n'apparaisse pas par manque de puissance. La corrélation semble meilleure ( $R = 0,77$ ) chez les patients présentant une Hb < 11g/dL ou recevant des vasopresseurs mais est difficilement interprétable compte tenu du faible nombre de patients dans le sous-groupe. Trois patients présentaient des valeurs extrêmes de délai (> 15 minutes). Parmi eux, 2 patients recevaient des vasopresseurs à forte dose, et un patient était hypotherme < 35°. Parmi les patients n'ayant pas reçu de mesures pour capteur dysfonctionnel, certains patients recevaient eux aussi des vasopresseurs à forte posologie. Miller & al avaient mis en évidence, dans une étude réalisée au bloc opératoire sur des patients opérés d'une chirurgie rachidienne, que la précision du capteur diminuait avec l'index de perfusion. Malgré les résultats incertains de notre analyse en sous-groupe, il est toujours probable que les performances du capteur soient altérées chez les patients graves et d'autres études sont nécessaires évaluer la corrélation et les délais de rendu de l'hémoglobine par voie transcutanée chez ces patients

Malgré ces limites, notre étude est la première à s'intéresser au délai d'obtention d'un chiffre d'hémoglobine avec ce type de monitoring. Il s'agit d'une étude en conditions réelles, dans un trauma center de niveau 1, sans tri sur la gravité du patient suspect d'hémorragie sévère.

# Conclusion

En conclusion, le système de monitoring de l'hémoglobine par voie transcutanée SpHb permet d'obtenir l'hémoglobine plus rapidement qu'avec l'HemoCue lors de la prise en charge initiale d'un patient présentant un traumatisme sévère. En revanche, ce capteur s'avère moins précis dans sa mesure que l'HemoCue. A ce stade, il n'est pas possible de recommander le remplacement de l'Hemocue par ce système mais plutôt de l'utiliser comme une aide supplémentaire à la prise en charge du patient traumatisé sévère. D'autres études complémentaires sont nécessaires afin de déterminer son intérêt pour : l'initiation plus précoce d'un protocole de transfusion massive, la prédiction de la transfusion massive, la limitation du risque de surtransfusion.



# Conflits d'intérêt

Aucun des auteurs de cette étude n'ont de conflits d'intérêt à déclarer en lien avec le matériel décrit.

# Annexe 1 – Présentation du matériel

Le capteur utilisé était le capteur Masimo Rainbow set, doté. Il s'agit d'un capteur multi longueur d'onde rouges & infra rouges. Il permet de donner l'information de la SpO2 et de l'hémoglobine totale par voie transcutanée en mesurant l'absorbance des longueurs d'onde à travers le doigt.

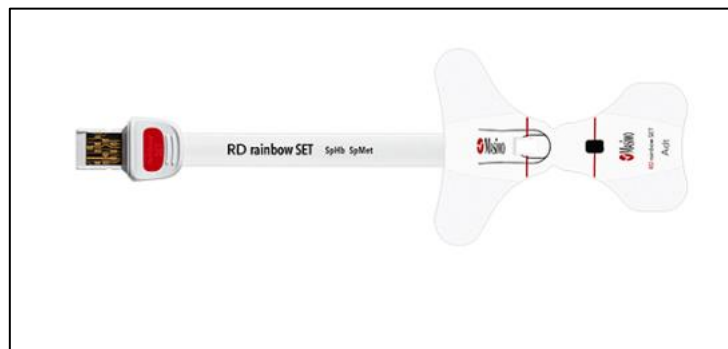


Figure 5 - Capteur Masimo® Rainbow

Le capteur nécessite un temps d'acquisition du signal variable avant de rendre une valeur de SpHb. La lecture du résultat se faisait sur le scope.



Figure 6 - Affichage de l'hémoglobine en continu sur le scope

## Annexe 2 – Hémoglobine et prédiction de la transfusion massive

Auteur	Type d'étude	Variable	Outcome
Thorson & al (26)	Rétrospective 1492 admissions en traumacenter niv1.	Hématocrite initiale < 40%	Critères cliniques d'état de choc Acidose métabolique Coagulopathie Nombre d'unités transfusionnelles (CGR/CUP/PFC)
Thorson & al (19)	Rétrospective 232 patients admis en trauma center niv1	Chute d'hématocrite -2.8%/h indépendamment du remplissage vasculaire	Saignement actif
Tran & al (27)	Méta analyse	Hémoglobine < 11g/dL	Procédure chirurgicale d'hémostase Procédure angiographique d'hémostase Transfusion massive
Holdstein & al (28)	Rétrospective 5340 patients atteints de fracture pelvienne	Hémoglobine initiale < 8g/dL	Mortalité
Polytrauma studygroup (29)	Rétrospective 4527 patients	Hémoglobine < 12g/dL	Transfusion ≥ 10 CGR/24h
Schreiber & al (30)	Rétrospective 558 patients militaires	Hémoglobine < 11g/dL	Transfusion ≥ 10 CGR/24h
McLaughlin & al (31)	Rétrospective 302 patients militaires	Hématocrite < 32%	Transfusion ≥ 10 CGR/24h
Raifer & al (32)	Rétrospective 1891 patients	Hémoglobine < 10g/dL	Transfusion ≥ 10 CGR/24h
Hamada & al (33)	Rétrospectif 3691 patients	Hémoglobine < 13g/dL	Transfusion d'un CGR au déchocage Procédure hémostatique immédiate Décès de choc hémorragique

Tableau 3 - Etudes ayant montré un lien entre taux d'hémoglobine bas et transfusion massive

L'intérêt de la valeur ajoutée de l'hémoglobine dans le repérage des patients qui vont nécessiter une transfusion massive est débattue. En effet le taux d'hémoglobine est influencé par la réanimation liquidienne initiale, et il peut être faussement normal initialement lorsque la perte de sang total dans le secteur intravasculaire n'a pas encore été compensée par les mouvements liquidiens en provenance du secteur interstitiel.

Néanmoins son dosage répété est recommandé dans les recommandations européennes sur la prise en charge du patient polytraumatisé, et une valeur basse doit être considérée comme un signal d'alerte.(8)

Dans une étude rétrospective en 2013 sur 1492 patients admis en trauma center de niveau 1, Thorson & al ont comparé différents groupes de patients. Ceux dont l'hématocrite initiale était inférieure à 40%, étaient plus fréquemment associés à des critères clinique d'état de choc, à l'acidose métabolique, aux critères biologiques de coagulopathie, à la mortalité, et recevaient un plus grand nombre d'unités transfusionnelles (CGR, PFC ou Plaquettes) (26).

Une autre étude rétrospective de Thorson & al a comparé 232 patients répartis en 2 groupes : ceux présentant un saignement actif une chute d'hématocrite plus importante que les patients sans hémorragie active, indépendamment de la réanimation liquidienne associée (19).

Dans une méta analyse de Tran & al ayant pour objectif de rechercher les facteurs prédictifs de recours à une procédure chirurgicale d'hémostase, à une procédure angiographique d'hémostase, ou à la transfusion massive dans les 24 heures après un traumatisme sévère, un taux d'hémoglobine < 11g/dL apparaît comme un facteur de risque indépendant avec un odds ratio à 3.78 (IC95% 1.97–7.26). (27)

Dans une étude de Holdstein & al ayant pour objectif de rechercher les facteurs de risque de mortalité chez les patients traumatisés sévères atteints d'une fracture pelvienne, un taux d'hémoglobine initial inférieur à 8g/dL était associé à une mortalité plus élevée (28).

L'hémoglobine apparaît donc comme un marqueur de prise en charge initial important. Une chute du taux d'hémoglobine lors de la prise en charge initiale apparaît comme un marqueur spécifique d'un traumatisme sévère. En revanche, elle ne peut être utilisée comme seul marqueur de l'hémorragie active, en raison de sa mauvaise sensibilité et de sa valeur prédictive négative faible (34).

C'est pourquoi son utilisation a été implémentée dans différents scores prédictifs de traumatisme sévère et de transfusion massive.

# Annexe 3 – Scores prédictifs de transfusion massive intégrant l'hémoglobine

Score	Cut off	Variables utilisées	Prédiction	Performances prédictives selon Cassagnol & Bordes (35)	Performances prédictives selon Brockamp & al (36)	Remarques
<b>TASH score (29)</b>	16	Hémoglobine Base excess PAS FC	≥ 10CGR / 24h	Se : 36% Spé : 98% VPP 67% VPN 94%		Score le plus performant, le plus complet et le plus validé. Variables pouvant être obtenue en < 15 minutes.
	9	FAST écho Fracture pelvienne ou membre Sexe masculin		Se 87% VPP 37%		
<b>RED FLAG (33)</b>	2	Fracture pelvienne Shock index Intubation Hémoglobine PAM	1 CGR au déchochage ou ≥ 4 CGR /6h Ou Hémostase urgente Ou Décès de choc hémorragique	Se 87% Spe 76% VPP 25% VPN 99%		Score utilisable en pré-hospitalier Prédiction de l'hémorragie sévère, meilleure pertinence clinique. Bonne performance Pas d'utilisation d'imagerie

<b>Prince of Wales</b> (32)	6	PAS GSW FC Fracture pelvienne FAST ou bodyTDM Hémoglobine	≥ 10 CGR/24h			Mauvaise sensibilité dans la cohorte de validation.
<b>Schreiber score</b> (30)	3	Hémoglobine INR Mécanisme pénétrant	≥10CGR/24h		AUC 0,800 Se : 85,8% Spe 61,7% VPP 11,8% VPN 98,7%	Développé sur des patients militaires Utilisation de l'INR peu pratique pour évaluation rapide.
<b>Vandromme</b> (37)	3	Lactate Hémoglobine FC INR PAS	≥10CGR/24h		Pour cut off à 1,5 Se : 78,9% Sp : 77,7% VPP 17,7% VPN : 98,5%	Utilisation de l'INR peu pratique pour évaluation rapide
<b>Mac Laughlin score</b> (31)		PAS FC Acidose métabolique Hématocrite				Développé sur patients militaires Probabilité de transfusion massive selon équation

*Tableau 4 - Résumé des scores prédictifs de transfusion massive intégrant l'hémoglobine*

### **Le Trauma-Associated Severe Hemorrhage score (TASH)**

Le score TASH a été développé en 2006 par le « Polytrauma study Group » de la German Trauma Society (29). Il s'agit d'un score permettant de prédire la probabilité de transfusion massive.

Il a été développé à partir de 4527 patients civils de la base de données German Trauma Registry, inclus entre 1993 et 2003. Dans cette étude, la transfusion massive était définie par la transfusion de 10 CGR ou plus sur la période entre l'admission au déchocage et le transfert en unité de soins intensifs. 7 variables ont été identifiées comme associées à une probabilité plus élevée de transfusion massive : l'hémoglobine, la pression artérielle systolique, la fréquence cardiaque, la présence d'un épanchement intra abdominal, la présence d'une fracture du bassin ou d'un os long, l'excès de base, et le sexe masculin. Chaque variable a été pondérée par un certain nombre de points en fonction de sa valeur. Le score total allait de 0 à 28 points. L'hémoglobine utilisée pour la création de ce score était celle dosée par le laboratoire, et non par des systèmes déportés.

La probabilité de transfusion massive était calculée de la manière suivante grâce à la formule :

$P = 1/[1 + \exp(4.9 - 0.3 \times \text{TASH})]$ . Un score > 16 indiquait une probabilité de transfusion massive supérieure ou égale à 50%. Le test du score sur un groupe de validation comprenant 1517 patients était bon avec une aire sous la courbe à 0,89.

En 2011, le score a été revalidé par Meagle et al, sur 5834 patients de la même base de donnée, cette fois inclus entre 2004 et 2007 (38). Du fait de la baisse de l'incidence de la transfusion massive dans ce groupe de revalidation (8,4% contre 14,1% lors de la création du score) l'équation a été étalonnée selon la formule suivante :  $P = 1/[1 + \exp(5,4 - 0,3 \times \text{TASH})]$ . Un score de 18 points correspond maintenant à une probabilité de transfusion massive de 50%.

**FIGURE 4**

Variable	Level	Points	Score	Probability of massive transfusion (MT)	
Hemoglobin (g/dL)	< 7	8		<b>TASH</b>	<b>P</b>
	< 9	6		1-8	< 5%
	< 10	4		9	6%
	< 11	3		10	8%
	< 12	2		11	11%
Base excess (mmol/L)	< -10	4		12	14%
	< -6	3		13	18%
	< -2	1		14	23%
Systolic blood pressure (mmHg)	< 100	4		15	29%
	< 120	1		16	35%
Heart rate	>120	2		17	43%
Free intra-abdominal fluid (FAST)		3		18	50%
Clinically unstable pelvic fracture		6		19	57%
Open/dislocated femoral fracture		3		20	65%
Male sex		1		21	71%
<b>TASH &gt;</b> (total score)				22	77%
				23	82%
				24 +	> 85%

Figure 7 - Score TASH réévalué par Meagle & Al

Il s'agit d'un score simple à utiliser, dont les variables peuvent être obtenues rapidement, le plus souvent dans les 10 à 15 premières minutes.

### **Le Schreiber score**

En 2007, Schreiber & al ont réalisé une analyse rétrospective comparant 247 patients militaires traumatisés sévère ayant nécessité une transfusion massive, à 311 patients qui n'en n'ont pas eu besoin (30). La transfusion massive était définie par la transfusion de 10 unités ou plus de culots globulaires / 24h. Ils ont retrouvé comme variable indépendante prédictives de transfusion massive : l'INR > 1,5, l'hémoglobine < 11g/dL, et le caractère pénétrant du traumatisme. En utilisant ces 3 variables combinées, l'aire sous la courbe était de 0,80 ce qui en fait un bon score prédictif de transfusion massive. Cependant s'agissant d'une étude rétrospective sur un faible nombre de patient, la validité interne reste limitée. De plus l'application semble difficile notamment en population civile de part le plus faible nombre de mécanismes pénétrant. De plus, l'obtention de l'INR par le laboratoire prend un certain temps.



### **McLaughlin score**

Le score de McLaughlin & al développé a été développé en 2008 lui aussi sur une population de 302 patients militaires traumatisés sévères parmi lesquels 80 ont reçu une transfusion massive(31). 4 facteurs de risques indépendants ont été identifiés : la fréquence cardiaque > 105, la PAS < 110, l'acidose pH < 7,25 et l'hématocrite < 32%. Une équation prédictive du risque de transfusion massive a été créée avec une aire sous la courbe à 0,83 :  $\log (p/[1 - p]) = 1.576 + (0.825 \times \text{PAS}) + (0.826 \times \text{FC}) + (1.044 \times \text{Hct}) + (0.462 \times \text{pH})$ 35 où les variables avaient pour valeur 0 ou 1 en fonction de leur valeur prédictive ou non de transfusion massive. Pour 4 variables positives, la probabilité de transfusion massive était de 80%.

Ce score a été validé sur une base de données indépendante de 396 patients : l'aire sous la courbe était de 0,74 ; la sensibilité était de 59,4%, la spécificité de 77%, la valeur prédictive positive (VPP) de 66,4%, et la valeur prédictive négative (VPN) de 71%.

### **Score Prince Of Wales (PWH)**

Le score PWH a été développé en 2011 à Hong Kong par Railer & al. dans une étude rétrospective de 1891 patients parmi lesquels 92 ont nécessité une transfusion massive (32). 7 variables ont été retenues pour prédire le risque de transfusion : une fréquence cardiaque  $\geq 120/\text{min}$  ; une pression artérielle systolique  $\leq 90 \text{ mm Hg}$  ; une échelle de coma de Glasgow  $\leq 8$  ; une fracture pelvienne déplacée ; la présence d'un épanchement liquidien sur la FAST échographie ou le scanner ; un déficit de base  $>5 \text{ mmol/L}$  ; une hémoglobine  $\leq 7 \text{ g/dL}$  ; et une hémoglobine 7,1-10 g/dL.

Un cut off supérieur ou égal à 6 montrait une aire sous la courbe de 0,89, une bonne spécificité à 99,7%, mais une mauvaise sensibilité de 31,5%.

### **Score RED FLAG**

Le score RED Flag a été développé en 2018 par l'équipe d'un trauma center français, utilisant la base de données Traumabase®(33). Il est prédictif d'une hémorragie sévère chez les patients admis pour traumatisme sévère. Les variables retenues comme facteur prédictif de hémorragie sévère étaient : un shock index  $\geq 1$ , PAM  $\leq 70$ , une hémoglobine par HemoCue  $\leq 13 \text{ g/dl}$ , bassin cliniquement instable, intubation pré-hospitalière. Lors de la conception de ce score, l'hémorragie sévère a été défini par : la transfusion d'au moins un CGR dans la salle de déchocage, ou la transfusion  $\geq 4 \text{ CGR}$  dans les 6 premières heures,

ou les lactates  $\geq 5$  mmol/L, ou la nécessité de chirurgie hémostatique immédiate ou de radiologie interventionnelle et/ou décès du choc hémorragique. Chaque variable présente comptait pour 1 point. Un cut off du RED FLAG  $\geq 2$  était prédictif d'hémorragie sévère. Ce score a été développé dans un but pré-hospitalier, afin d'enclencher une réponse anticipée, rapide et adaptée du trauma center allant recevoir un patient suspect d'hémorragie.

Ses performances prédictives étaient les suivantes : sensibilité 75 % (72-79 %), spécificité 79 % (77-80 %) et l'aire sous la courbe 0,83 (0,81-0,84) . Une cohorte de validation indépendante de 2 999 patients a retrouvé les mêmes caractéristiques.

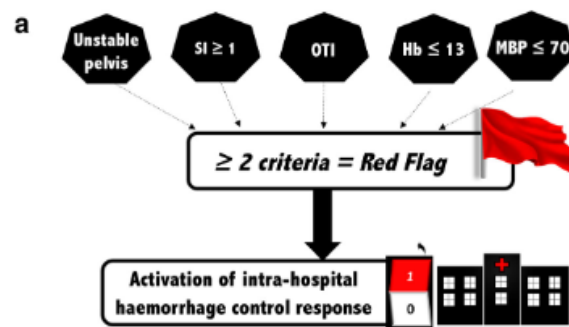


Figure 8 - Score RED Flag

### **Score de Vandromme**

Ce score a été développé à partir de 6638 patients admis au TraumaCenter de Birmingham entre 2005 et 2007. Les valeurs retenues comme prédictives de transfusion massive étaient : un taux de lactate sanguin  $\geq 5$  mmol/L, une fréquence cardiaque  $>105$  battements/min, un INR  $> 1,5$ , un une hémoglobine  $\leq 11$  g/dL et une PAS  $> 110$  mmHg. Le modèle prédictif était le plus intéressant pour un seuil de 3 variables présentes. (Sens : 53%, Spec : 98%, VPP : 33%, VPN : 99%).

### **En pratique quel score utiliser ?**

Brockamp & al ont comparé en 2012 la performance de plusieurs scores prédictifs de transfusion massive sur la base de donnée TraumaRegister®(36). Le score TASH semble être le plus performant (AUC 0,889, Sensibilité 84%, Spécificité 78% pour un seuil à 8,5).

**Table 3 Performance of compared scores.**

	TASH	Rainer	Vandromme	Larson	Schreiber	ABC
AUC	0.889	0.860	0.840	0.823	0.800	0.763
95% CI	0.871, 0.907	0.839, 0.881	0.817, 0.863	0.800, 0.847	0.773, 0.828	0.732, 0.794
Cut-off point	≥ 8.5	≥ 2.5	≥ 1.5	≥ 1.5	≥ 0.5	≥ 0.5
Sensitivity, %	84.4	80.6	78.9	70.9	85.8	76.1
Specificity, %	78.4	77.7	76.2	80.4	61.7	70.3
PPV, %	18.9	17.7	16.5	17.4	11.8	13.2
NPV, %	98.8	98.5	98.4	97.9	98.7	98.0

AUC: area under the curve; CI: confidence interval; PPV: positive predictive value; NPV: negative predictive value; TASH: trauma-associated severe hemorrhage score; ABC: assessment of blood consumption.

Figure 9 - Comparaison des capacités prédictives de transfusion massive par Brockamp & al

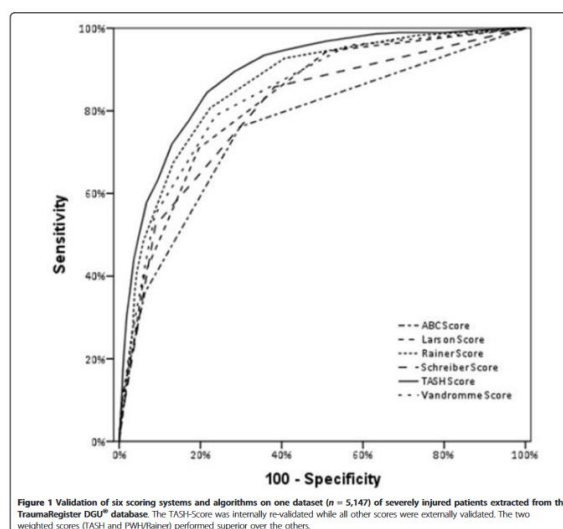


Figure 10 - Aire sous la courbe des différents scores prédictifs de transfusion massive par Brockamp & al

Néanmoins, le principal biais de cette étude réside dans le fait que la validation de ces 6 scores différents s'est fait sur la base de données TraumaRegister®, et c'est sur cette même base de données que le score TASH avait été construit, ce qui a pu l'avantager par rapport aux autres. De plus, la faible prévalence de la transfusion dans cette base de données, et l'utilisation d'un seuil relativement bas à 8,5 (probabilité de transfusion > 5%) pour améliorer la sensibilité, fait que la VPP de ce score à ce seuil est faible (18,9) et que la VPN élevée (98,5%). On remarque aussi que lorsque les scores incluent un nombre de variable important, ils sont meilleurs statistiquement, mais deviennent en revanche plus difficiles à utiliser au chevet du malade.

Une étude rétrospective monocentrique de Cassagnol & al sur 1767 patients issus de la Traumabase® a aussi comparé la performance prédictive des scores RED FLAG, ABC, SHOCK INDEX et TASH, pour la transfusion d'au moins 1 CGR dans la première heure

d'admission(35). Le score TASH était significativement meilleur que les autres (AUC = 0,92). Parmi les scores pouvant être utilisés en préhospitalier, le score RED FLAG présente les meilleures caractéristiques. Dans cette étude, avec un seuil retenu de 16, le score TASH présente mauvaise sensibilité (36%). En choisissant un seuil à 9, la sensibilité passe à 87% et la VPP à 37%.

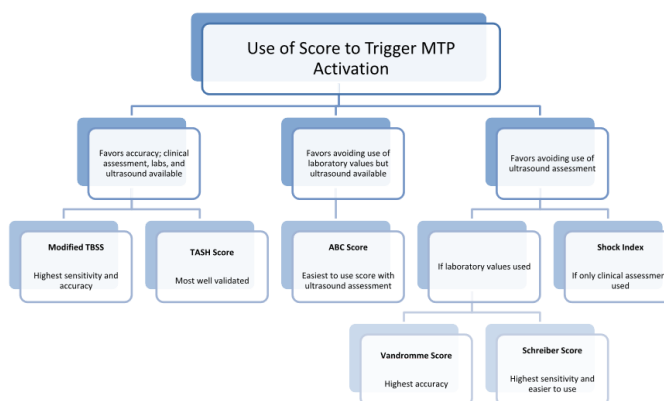
**TABLE 5** Diagnostic properties of each score (Shock Index and TASH, RED FLAG and ABC scores) with standard thresholds

Scores	Thresholds	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV	Youden index
RED FLAG	≥2	87%	76%	25%	99%	0.63
Shock Index	≥1	62%	87%	30%	96%	0.48
ABC score	≥2	44%	95%	45%	95%	0.39
TASH score	≥16	36%	98%	67%	94%	0.35

Abbreviations: ABC, assessment of blood consumption; NPV, negative predictive value; PPV, positive predictive value; TASH, trauma associated severe hemorrhage.

*Figure 11 - Comparaison des performances statistiques des scores prédictifs de transfusion massive par Cassagnol & al*

Shih & al ont réalisé en 2019 une revue systématique de la littérature comparant les différents scores prédictifs de transfusion massive (39). Parmi les analyses comparatives des scores qui intègrent l'hémoglobine, le score TASH présente la meilleure capacité prédictive. Le score RED FLAG n'a pas été étudié.



**Figure 3.** An approach to choosing a prediction score or tool for activation of MTP.

*Figure 12 - Méthode d'approche selon Shih & al pour le choix d'un score prédictif de transfusion massive*

Il ressort donc que plus le score inclue de variables, plus il est capable de discerner les patients qui nécessitent une transfusion massive. Néanmoins la majorité de ces analyses sont basés sur une définition de la transfusion massive de 10 CGR /24h, qui est la définition la plus communément admise, mais qui ne semble pas la plus pertinente à l'heure actuelle. Les scores incluant une évaluation clinique et biologique sont les plus

performants. A l'inverse, plus le score inclue de variables, notamment des variables biologiques, plus il est difficile à mettre en place, et pourrait peut-être retarder la décision du déclenchement d'un protocole de transfusion massive. De ce fait les scores nécessitant une analyse biologique de la coagulation, rendue en une heure environ ne semblent pas pertinents à utiliser en salle de déchocage. C'est le cas du score de Vandromme. C'est aussi le cas du score de Schreiber. Il a été développé sur un faible nombre de patient militaires ce qui limite sa validité externe, et nécessite un dosage de l'INR. Bien que l'analyse biologique de la coagulation soit prédictive d'une coagulopathie sévère et d'un recours à la transfusion massive, elle ne peut pas être intégrée rapidement dans les scores. Cela pourrait changer grâce une place de plus en plus importante pour l'utilisation des techniques de thromboélastométrie (ROTEM®) ou thromboélastographie (TEG®) en traumatologie. Plusieurs études ont montré que un allongement du temps de formation du caillot, ou une diminution de l'amplitude du caillot, même précocement, étaient prédictifs de transfusion massive(40,41). A notre connaissance, les valeurs du TEG® ou du ROTEM® n'ont pas encore été intégrées à des scores prédictifs de transfusion massive.

Le PROMMTT Study Group a montré que les scores de transfusion massive avaient une meilleure capacité prédictive que le ressenti clinique du Traumaleader. Il semble donc pertinent de chercher à les utiliser en pratique clinique (42). Néanmoins ces scores ont été développés en privilégiant la sensibilité du test, pour éviter les faux négatifs et éviter les effets néfastes de l'absence de transfusion chez un patient atteint d'hémorragie sévère. La valeur prédictive négative de ces scores s'avère donc rassurante. En revanche tous présentent des valeurs prédictives positives médiocres. Un score positif est un signal fort mais non suffisant pour déclencher un protocole de transfusion massive. L'indication de transfusion ne doit pas se baser sur ces scores seuls et d'autres éléments doivent être pris en compte, afin d'éviter la sur transfusion ou la perte de produits sanguins, elles aussi présentant des effets néfastes. Elle doit être associée au ressenti du clinicien, et à la cinétique d'amélioration de stabilisation ou dégradation du patient. Cette cinétique est importante et n'est pas inclue dans les scores qui eux rendent compte d'une situation à un instant T.

Le monitoring continu de l'hémoglobine par voie transcutanée peut être une aide à l'évaluation de cette cinétique.

Il convient de rappeler qu'aucune étude n'a montré que l'utilisation de ces scores en pratique clinique permettait une amélioration du pronostic du patient.

Au final, le score TASH, présentant les meilleures capacités prédictives, contenant des variables pouvant être obtenues rapidement (<15min) et indiquant une probabilité de transfusion, semble être un score facilement utilisable en pratique.

Néanmoins le score RED FLAG plus récent, semble intéressant. Il est basé sur la prédiction de l'hémorragie sévère avec des critères qui semblent plus pertinents. Il peut être mis en place dès la période pré hospitalière, et présente une capacité prédictive correcte. Des études supplémentaires sont nécessaires pour étudier sa valeur ajoutée.

# Annexe 4 – Protocole d'admission du patient traumatisé sévère à l'HIA Sainte-Anne

Le protocole d'admission du patient traumatisé sévère à l'hôpital Sainte Anne est le suivant :

- 1- Appel de la régulation du SMUR au réanimateur de garde.
- 2- Activation du protocole si présence d'un critère de vittel
- 3- Contact des différents intervenants
  - Trauma leader
  - Urgentiste
  - Anesthésiste et IADE de garde
  - Chirurgien viscéraux et/ou thoraciques
  - Chirurgiens orthopédistes
  - Equipe paramédicale en charge du déchocage
  - Radiologue et manipulateurs radios
  - Technicien EFS
- 4- Préparation du déchocage
  - Capteur SpHb et scope spécifique amenés au déchocage depuis le bloc par l'IADE
  - Matériel d'urgence préparé selon le premier bilan téléphonique du SMUR
  - Mise à disposition par l'EFS d'une glacière contenant 2 CGR et 2 PLYO disponibles immédiatement
  - Plaques de radiologie prépositionnées
- 5- Arrivée du patient en matelas coquille et relève médicale avec l'ensemble de l'équipe sus-mentionnée
- 6- Relais entre le monitoring du SMUR et celui de l'HIA. Capteur SpHb positionné à ce moment

7- Prise en charge rythmée selon les instructions du trauma leader selon la sévérité du patient :

- Prélèvement du bilan biologique par l'IDE n°1 – site de prélèvement artériel fémoral (NFS, Ionogramme, Gazométrie, Coagulation, ROTEM®, Groupage sanguin x2, RAI , recherche de toxiques, bilan hépatique, Troponine)
- 2 HemoCue® (sang artériel) réalisés par l'aide-soignant
- Réalisation de radiographie de thorax et de bassin si nécessaire
- Réalisation d'une FAST échographie par le médecin urgentiste.
- Bref interrogatoire si possible par le médecin junior
- Réalisation de l'examen clinique par le chirurgien
- Gestion des voies aériennes par l'IADE
- Gestion de la préparation du matériel et des médicaments d'urgence par l'IDE n°2
- Transfusion : traçabilité et test des poches par IDE n°2. Transfusion des poches par IDE n°1
- Pose d'un désilet de remplissage vasculaire et d'un cathéter artériel au site fémoral par le médecin junior si nécessaire
- Réalisation de gestes de sauvetage par le chirurgien (laparotomie, thoracotomie, drainage thoracique) si nécessaire

8- A l'issu de 30 minutes maximum, le patient est classé dans l'un des 3 groupes

- Groupe 1 – Patient instable : procédure d'hémostase immédiate
- Groupe 2 – Patient stabilisé : Bilan lésionnel par bodyscanner
- Groupe 3 – Patient stable : Bilan lésionnel par bodyscanner





*Figure 13 - Déchocage préparé dans l'attente de l'admission d'un traumatisé sévère*

# Bibliographie

1. Statistics | Eurostat [Internet]. [cité 3 janv 2022]. Disponible sur: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/HLTH\\_CD\\_ARO\\_custom\\_1843766/default/table?lang=fr](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/HLTH_CD_ARO_custom_1843766/default/table?lang=fr)
2. Cannon JW. Hemorrhagic Shock. *N Engl J Med*. 25 janv 2018;378(4):370-9.
3. Hakkenbrak N a. G, Mikdad SY, Zuidema WP, Halm JA, Schoonmade LJ, Reijnders UJL, et al. Preventable death in trauma: A systematic review on definition and classification. *Injury*. oct 2021;52(10):2768-77.
4. Eastridge BJ, Holcomb JB, Shackelford S. Outcomes of traumatic hemorrhagic shock and the epidemiology of preventable death from injury. *Transfusion*. avr 2019;59(S2):1423-8.
5. 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.
6. Meyer DE, Vincent LE, Fox EE, O’Keeffe T, Inaba K, Bulger E, et al. Every minute counts: Time to delivery of initial massive transfusion cooler and its impact on mortality. *J Trauma Acute Care Surg*. juill 2017;83(1):19-24.
7. Meneses E, Boneva D, McKenney M, Elkbuli A. Massive transfusion protocol in adult trauma population. *Am J Emerg Med*. déc 2020;38(12):2661-6.
8. Spahn DR, Bouillon B, Cerny V, Duranteau J, Filipescu D, Hunt BJ, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fifth edition. *Crit Care*. 27 mars 2019;23(1):98.
9. Sanchis-Gomar F, Cortell-Ballester J, Pareja-Galeano H, Banfi G, Lippi G. Hemoglobin point-of-care testing: the HemoCue system. *J Lab Autom*. juin 2013;18(3):198-205.
10. Tang B, Yu X, Xu L, Zhu A, Zhang Y, Huang Y. Continuous noninvasive hemoglobin monitoring estimates timing for detecting anemia better than clinicians: a randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol*. 17 mai 2019;19:80.
11. Maegele M. Challenges to improving patient outcome following massive transfusion in severe trauma. *Expert Rev Hematol*. avr 2020;13(4):323-30.
12. Cattle PM, Cotton BA. Prediction of Massive Transfusion in Trauma. *Crit Care Clin*. janv 2017;33(1):71-84.
13. Lamhaut L, Apriotesei R, Combes X, Lejay M, Carli P, Vivien B. Comparison of the accuracy of noninvasive hemoglobin monitoring by spectrophotometry (SpHb) and

HemoCue® with automated laboratory hemoglobin measurement. *Anesthesiology*. sept 2011;115(3):548-54.

14. Hiscock R, Kumar D, Simmons SW. Systematic review and meta-analysis of method comparison studies of Masimo pulse co-oximeters (Radical-7™ or Pronto-7™) and HemoCue® absorption spectrometers (B-Hemoglobin or 201+) with laboratory haemoglobin estimation. *Anaesth Intensive Care*. mai 2015;43(3):341-50.
15. Moore LJ, Wade CE, Vincent L, Podbielski J, Camp E, Junco DD, et al. Evaluation of noninvasive hemoglobin measurements in trauma patients. *Am J Surg*. déc 2013;206(6):1041-7.
16. Yang S, Hu PF, Anazodo A, Gao C, Chen H, Wade C, et al. Trends of Hemoglobin Oximetry: Do They Help Predict Blood Transfusion During Trauma Patient Resuscitation? *Anesth Analg*. janv 2016;122(1):115-25.
17. Joseph B, Pandit V, Aziz H, Kulvatunyou N, Zangbar B, Tang A, et al. Transforming Hemoglobin Measurement in Trauma Patients: Noninvasive Spot Check Hemoglobin. *Journal of the American College of Surgeons*. 1 janv 2015;220(1):93-8.
18. Abdelhamid B, Zakaria D, Dayem OAE, Rady A, Fawzy M, Hasanin A. Evaluation of Noninvasive Hemoglobin Monitoring in Trauma Patients with Low Hemoglobin Levels. *Shock*. févr 2018;49(2):150-3.
19. Thorson CM, Ryan ML, Van Haren RM, Pereira R, Olloqui J, Otero CA, et al. Change in hematocrit during trauma assessment predicts bleeding even with ongoing fluid resuscitation. *Am Surg*. avr 2013;79(4):398-406.
20. Baulig W, Seifert B, Spahn DR, Theusinger OM. Accuracy of non-invasive continuous total hemoglobin measurement by Pulse CO-Oximetry in severe traumatized and surgical bleeding patients. *J Clin Monit Comput*. févr 2017;31(1):177-85.
21. Galvagno SM, Hu P, Yang S, Gao C, Hanna D, Shackelford S, et al. Accuracy of continuous noninvasive hemoglobin monitoring for the prediction of blood transfusions in trauma patients. *J Clin Monit Comput*. déc 2015;29(6):815-21.
22. Duranteau J, Asehnoune K, Pierre S, Ozier Y, Leone M, Lefrant JY. Recommandations sur la réanimation du choc hémorragique. *Anesthésie & Réanimation*. févr 2015;1(1):62-74.
23. Ehrenfeld JM, Henneman JP. Continuous Non-invasive Hemoglobin Monitoring during Orthopedic Surgery: A Randomized Trial. *J Blood Disord Transfus* [Internet]. 2014 [cité 4 sept 2022];05(09). Disponible sur: <https://www.omicsonline.org/open-access/continuous-noninvasive-hemoglobin-monitoring-during-orthopedic-surgery-a-randomized-trial-2155-9864.1000237.php?aid=34302>
24. Awada WN, Mohmoued MF, Radwan TM, Hussien GZ, Elkady HW. Continuous and noninvasive hemoglobin monitoring reduces red blood cell transfusion during neurosurgery: a prospective cohort study. *J Clin Monit Comput*. 2015;29(6):733-40.

25. Ribed-Sánchez B, González-Gaya C, Varea-Díaz S, Corbacho-Fabregat C, Pérez-Oteyza J, Belda-Iniesta C. Economic Analysis of the Reduction of Blood Transfusions during Surgical Procedures While Continuous Hemoglobin Monitoring Is Used. *Sensors (Basel)*. 27 avr 2018;18(5):E1367.
26. Thorson CM, Van Haren RM, Ryan ML, Pereira R, Olloqui J, Guarch GA, et al. Admission hematocrit and transfusion requirements after trauma. *J Am Coll Surg*. janv 2013;216(1):65-73.
27. Tran A, Matar M, Lampron J, Steyerberg E, Taljaard M, Vaillancourt C. Early identification of patients requiring massive transfusion, embolization or hemostatic surgery for traumatic hemorrhage: A systematic review and meta-analysis. *J Trauma Acute Care Surg*. mars 2018;84(3):505-16.
28. Holstein JH, Culemann U, Pohlemann T, Working Group Mortality in Pelvic Fracture Patients. What are predictors of mortality in patients with pelvic fractures? *Clin Orthop Relat Res*. août 2012;470(8):2090-7.
29. Yücel N, Lefering R, Maegele M, Vorweg M, Tjardes T, Ruchholtz S, et al. Trauma Associated Severe Hemorrhage (TASH)-Score: Probability of Mass Transfusion as Surrogate for Life Threatening Hemorrhage after Multiple Trauma. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. juin 2006;60(6):1228-37.
30. Schreiber MA, Perkins J, Kiraly L, Underwood S, Wade C, Holcomb JB. Early predictors of massive transfusion in combat casualties. *J Am Coll Surg*. oct 2007;205(4):541-5.
31. McLaughlin DF, Niles SE, Salinas J, Perkins JG, Cox ED, Wade CE, et al. A predictive model for massive transfusion in combat casualty patients. *J Trauma*. févr 2008;64(2 Suppl):S57-63; discussion S63.
32. Rainer TH, Ho AMH, Yeung JHH, Cheung NK, Wong RSM, Tang N, et al. Early risk stratification of patients with major trauma requiring massive blood transfusion. *Resuscitation*. juin 2011;82(6):724-9.
33. Hamada SR, Rosa A, Gauss T, Desclefs JP, Raux M, Harrois A, et al. Development and validation of a pre-hospital « Red Flag » alert for activation of intra-hospital haemorrhage control response in blunt trauma. *Crit Care*. 5 mai 2018;22(1):113.
34. Zehtabchi S, Sinert R, Goldman M, Kapitanyan R, Ballas J. Diagnostic performance of serial haematocrit measurements in identifying major injury in adult trauma patients. *Injury*. janv 2006;37(1):46-52.
35. Cassagnol A, Bertein P, Botti P, Renard A, Cotte J, Bordes J. Early packed red blood cell transfusion in major trauma patients: Evaluation and comparison of different prediction scores for massive transfusion. *Vox Sang*. févr 2022;117(2):227-34.
36. Brockamp T, Nienaber U, Mutschler M, Wafaisade A, Peiniger S, Lefering R, et al. Predicting on-going hemorrhage and transfusion requirement after severe trauma: a validation of six scoring systems and algorithms on the TraumaRegister DGU. *Crit Care*. 20 juill 2012;16(4):R129.

37. Vandromme MJ, Griffin RL, McGwin G, Weinberg JA, Rue LW, Kerby JD. Prospective identification of patients at risk for massive transfusion: an imprecise endeavor. *Am Surg.* févr 2011;77(2):155-61.
38. Maegele M, Lefering R, Wafaisade A, Theodorou P, Wutzler S, Fischer P, et al. Revalidation and update of the TASH-Score: a scoring system to predict the probability for massive transfusion as a surrogate for life-threatening haemorrhage after severe injury. *Vox Sang.* févr 2011;100(2):231-8.
39. Shih AW, Al Khan S, Wang AYH, Dawe P, Young PY, Greene A, et al. Systematic reviews of scores and predictors to trigger activation of massive transfusion protocols. *J Trauma Acute Care Surg.* sept 2019;87(3):717-29.
40. Cotton BA, Faz G, Hatch QM, Radwan ZA, Podbielski J, Wade C, et al. Rapid thrombelastography delivers real-time results that predict transfusion within 1 hour of admission. *J Trauma.* août 2011;71(2):407-14; discussion 414-417.
41. Leemann H, Lustenberger T, Talving P, Kobayashi L, Bukur M, Brenni M, et al. The role of rotation thromboelastometry in early prediction of massive transfusion. *J Trauma.* déc 2010;69(6):1403-8; discussion 1408-1409.
42. Pommerening MJ, Goodman MD, Holcomb JB, Wade CE, Fox EE, Del Junco DJ, et al. Clinical gestalt and the prediction of massive transfusion after trauma. *Injury.* mai 2015;46(5):807-13.

# Table des figures

<i>Figure 1 - Flow Chart</i> .....	15
<i>Figure 2 - Délai d'obtention de l'hémoglobine SpHb versus HemoCue</i> .....	18
<i>Figure 3 - Corrélation entre Hb<sub>SpHb</sub> (A) et Hb<sub>Hemocue</sub> (B) avec Hb<sub>NFS</sub></i> .....	19
<i>Figure 4 - Graphique de Bland &amp; Altman montrant le biais moyen et les limites d'agrément à 95% des méthodes de mesure par SpHb(A) et HemoCue(B) par rapport à la NFS</i> .....	19
<i>Figure 5 - Capteur Masimo® Rainbow</i> .....	28
<i>Figure 6 - Affichage de l'hémoglobine en continu sur le scope</i> .....	28
<i>Figure 7 - Score TASH réévalué par Meagle &amp; Al</i> .....	34
<i>Figure 8 - Score RED Flag</i> .....	36
<i>Figure 9 - Comparaison des capacités prédictives de transfusion massive par Brockamp &amp; al</i> .....	37
<i>Figure 10 - Aire sous la courbe des différents scores prédictifs de transfusion massive par Brockamp &amp; al</i> .....	37
<i>Figure 11 - Comparaison des performances statistiques des scores prédictifs de transfusion massive par Cassagnol &amp; al</i> .....	38
<i>Figure 12 - Méthode d'approche selon Shih &amp; al pour le choix d'un score prédictif de transfusion massive</i> .....	38
<i>Figure 13 - Déchocage préparé dans l'attente de l'admission d'un traumatisé sévère</i> .....	43

# Serment d'Hippocrate

Au moment d'être admis(e) 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.

Admis(e) dans l'intimité des personnes, je tairai les secrets qui me seront confiés.

Reçu(e) 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 déshonoré(e) et méprisé(e) si j'y manque.