



**HAL**  
open science

# Épidémiologie et facteurs pronostiques des traumatismes à globe ouvert pris en charge aux CHU de Marseille entre 2015 et 2021

Mathilde Minot-Taïoglou

## ► To cite this version:

Mathilde Minot-Taïoglou. Épidémiologie et facteurs pronostiques des traumatismes à globe ouvert pris en charge aux CHU de Marseille entre 2015 et 2021. Sciences du Vivant [q-bio]. 2022. dumas-03826715

**HAL Id: dumas-03826715**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03826715v1>**

Submitted on 24 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.

**Epidémiologie et facteurs pronostiques des traumatismes à globe ouvert  
pris en charge aux CHU de Marseille entre 2015 et 2021**

# **T H È S E**

**Présentée et publiquement soutenue devant**

**LA FACULTÉ DES SCIENCES MÉDICALES ET PARAMÉDICALES**

**DE MARSEILLE**

**Le 7 Octobre 2022**

**Par Madame Mathilde MINOT-TAÏOGLOU**

**Née le 19 juin 1995 à Pertuis (84)**

**Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine**

**D.E.S. d' OPHTALMOLOGIE NR**

**Membres du Jury de la Thèse :**

<b>Madame le Professeur DENIS Danièle</b>	<b>Président</b>
<b>Monsieur le Professeur agrégé du Val-de-Grâce EL CHEHAB Hussam</b>	<b>Assesseur</b>
<b>Monsieur le Professeur DAVID Thierry</b>	<b>Assesseur</b>
<b>Madame le Docteur STOLOWY Natacha</b>	<b>Directeur</b>

## 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. Marie-Aleth RICHARD
▪ 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	DEVIN Robert
	ALDIGHERI 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		ENJALBERT Alain
	AUTILLO-TOUATI Amapola		FAUGERE Gérard
	AZORIN Jean-Michel		FAVRE Roger
	BAILLE Yves		FIECHI Marius
	BARDOT Jacques		FARNARIER Georges
	BARDOT André		FIGARELLA Jacques
	BERARD Pierre		FONTES Michel
	BERGOIN Maurice		FRANCES Yves
	BERLAND Yvon		FRANCOIS Georges
	BERNARD Dominique		FUENTES Pierre
	BERNARD Jean-Louis		GABRIEL Bernard
	BERNARD Jean-Paul		GALINIER Louis
	BERNARD Pierre-Marie		GALLAIS Hervé
	BERTRAND Edmond		GAMERRE Marc
	BISSET Jean-Pierre		GARCIN Michel
	BLANC Bernard		GARNIER Jean-Marc
	BLANC Jean-Louis		GAUTHIER André
	BOLLINI Gérard		GERARD Raymond
	BONGRAND Pierre		GEROLAMI-SANTANDREA André
	BONNEAU Henri		GIUDICELLI Sébastien
	BONNOIT Jean		GOUDARD Alain
	BORY Michel		GOUIN François
	BOTTA Alain		GRILLO Jean-Marie
	BOTTA-FRIDLUND Danielle		GRIMAUD Jean-Charles
	BOUBLI Léon		GRISOLI François
	BOURGADE Augustin		GROULIER Pierre
	BOUVENOT Gilles		GUYS Jean-Michel
	BOUYALA Jean-Marie		HADIDA/SAYAG Jacqueline
	BREMOND Georges		HASSOUN Jacques
	BRICOT René		HEIM Marc
	BRUNET Christian		HOUEL Jean
	BUREAU Henri		HUGUET Jean-François
	CAMBOULIVES Jean		JAQUET Philippe
	CANNONI Maurice		JAMMES Yves
	CARTOUZOU Guy		JOUVE Paulette
	CAU Pierre		JUHAN Claude
	CHABOT Jean-Michel		JUIN Pierre
	CHAMLIAN Albert		KAPHAN Gérard
	CHARPIN Denis		KASBARIAN Michel
	CHARREL Michel		KLEISBAUER Jean-Pierre
	CHAUVEL Patrick		LACHARD Jean
	CHOUX Maurice		LAFFARGUE Pierre
	CIANFARANI François		LAUGIER René
	CLAVERIE Jean-Michel		LE TREUT Yves
	CLEMENT Robert		LEGRE Régis
	COMBALBERT André		LEVY Samuel
	CONTE-DEVOLX Bernard		LOUCHET Edmond
	CORRIOL Jacques		LOUIS René
	COULANGE Christian		LUCIANI Jean-Marie
	CURVALE Georges		MAGALON Guy
	DALMAS Henri		MAGNAN Jacques
	DE MICO Philippe		MALLAN- MANCINI Josette

## PROFESSEURS HONORAIRES

DELPERO Jean-Robert  
DESSEIN Alain  
DELARQUE Alain

MALMEJAC Claude  
MARANINCHI Dominique  
MARTIN Claude

## PROFESSEURS HONORAIRES

MM	MATTEI Jean François	UNAL Daniel
	MERCIER Claude	VAGUE Philippe
	MICHOTEY Georges	VAGUE/JUHAN Irène
	MIRANDA François	VANUXEM Paul
	MONFORT Gérard	VERVLOET Daniel
	MONGES André	VIALETTES Bernard
	MONGIN Maurice	WEILLER Pierre-Jean
	MUNDLER Olivier	
	NAZARIAN Serge	
	NICOLI René	
	NOIRCLERC Michel	
	OLMER Michel	
	OREHEK Jean	
	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	

## 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	RUFO 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	VIALETTES 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

## EMERITAT

M. le Professeur	FAVRE Roger	31/08/2021
M. le Professeur	FONTES Michel	31/08/2021
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

<b>1967</b>	
MM. les Professeurs	DADI (Italie) CID DOS SANTOS (Portugal)
<b>1974</b>	
MM. les Professeurs	MAC ILWAIN (Grande-Bretagne) T.A. LAMBO (Suisse)
<b>1975</b>	
MM. les Professeurs	O. SWENSON (U.S.A.) Lord J.WALTON of DETCHANT (Grande-Bretagne)
<b>1976</b>	
MM. les Professeurs	P. FRANCHIMONT (Belgique) Z.J. BOWERS (U.S.A.)
<b>1977</b>	
MM. les Professeurs	C. GAJDUSEK-Prix Nobel (U.S.A.) C.GIBBS (U.S.A.) J. DACIE (Grande-Bretagne)
<b>1978</b>	
M. le Président	F. HOUPHOUET-BOIGNY (Côte d'Ivoire)
<b>1980</b>	
MM. les Professeurs	A. MARGULIS (U.S.A.) R.D. ADAMS (U.S.A.)
<b>1981</b>	
MM. les Professeurs	H. RAPPAPORT (U.S.A.) M. SCHOU (Danemark) M. AMENT (U.S.A.) Sir A. HUXLEY (Grande-Bretagne) S. REFSUM (Norvège)
<b>1982</b>	
M. le Professeur	W.H. HENDREN (U.S.A.)
<b>1985</b>	
MM. les Professeurs	S. MASSRY (U.S.A.) KLINSMANN (R.D.A.)
<b>1986</b>	
MM. les Professeurs	E. MIHICH (U.S.A.) T. MUNSAT (U.S.A.) LIANA BOLIS (Suisse) L.P. ROWLAND (U.S.A.)
<b>1987</b>	
M. le Professeur	P.J. DYCK (U.S.A.)
<b>1988</b>	
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)
<b>1989</b>	
M. le Professeur	P. MUSTACCHI (U.S.A.)

<b>1990</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.)

**2007**

M. le Professeur

S. KAUFMANN (Allemagne)

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AGOSTINI FERRANDES Aubert	CHIARONI Jacques
<i>ALBANESE Jacques Surnombre</i>	CHINOT Olivier
ALIMI Yves	CHOSSEGROS Cyrille
AMABILE Philippe	COLLART Frédéric
AMBROSI Pierre	COSTELLO Régis
ANDRE Nicolas	COURBIERE Blandine
ARGENSON Jean-Noël	COWEN Didier
ASTOUL Philippe	CRAVELLO Ludovic
ATTARIAN Shahram	CUISSET Thomas
AUDOUIN Bertrand	DA FONSECA David
AUQUIER Pascal	DAHAN-ALCARAZ Laetitia
AVIERINOS Jean-François	DANIEL Laurent
AZULAY Jean-Philippe	DARMON Patrice
BAILLY Daniel	DAUMAS Aurélie
BARLESI Fabrice	DAVID Thierry
BARLIER-SETTI Anne	D'ERCOLE Claude
BARLOGIS Vincent	D'JOURNO Xavier
BARTHET Marc	DEHARO Jean-Claude
BARTOLI Christophe	DELAPORTE Emmanuel
BARTOLI Jean-Michel	DENIS Danièle
BARTOLI Michel	DISDIER Patrick
BARTOLOMEI Fabrice	DODDOLI Christophe
BASTIDE Cyrille	DRANCOURT Michel
BELIARD-LASSERRE Sophie	DUBUS Jean-Christophe
BENSOUSSAN Laurent	DUFFAUD Florence
BERBIS Philippe	DUFOUR Henry
BERBIS Julie	DURAND Jean-Marc
BERDAH Stéphane	DUSSOL Bertrand
BEROUD Christophe	EBBO Mikaël
BERTRAND Baptiste	EUSEBIO Alexandre
BERTUCCI François	FABRE Alexandre
BEYER-BERJOT Laura	FAKHRY Nicolas
BLAISE Didier	FAURE Alice
BLIN Olivier	FELICIAN Olivier
BLONDEL Benjamin	FENOLLAR Florence
BOISSIER Romain	FIGARELLA/BRANGER Dominique
BONIN/GUILLAUME Sylvie	FLECHER Xavier
BONELLO Laurent	FOUILLOUX Virginie
BONNET Jean-Louis	FOURNIER Pierre-Edouard
BOUFI Mourad	FRANCESCHI Frédéric
BOYER Laurent	FUENTES Stéphane
BREGÉON Fabienne	GABERT Jean
BRETELLE Florence	GABORIT Bénédicte
BROUQUI Philippe	GAINNIER Marc
BRUDER Nicolas	GARCIA Stéphane
BRUE Thierry	GARIBOLDI Vlad
BRUNET Philippe	GAUDART Jean
BURTEY Stéphane	GAUDY-MARQUESTE Caroline
CARCOPINO-TUSOLI Xavier	GENTILE Stéphanie
CASANOVA Dominique	GERBEAUX Patrick
CASTINETTI Frédéric	GEROLAMI/SANTANDREA René
CECCALDI Mathieu	GILBERT/ALESSI Marie-Christine
CHAGNAUD Christophe	GIORGI Roch
CHAMBOST Hervé	GIOVANNI Antoine
CHAMPSAUR Pierre	GIRARD Nadine
CHANEZ Pascal	GIRAUD/CHABROL Brigitte
CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle	GONCALVES Anthony
CHARREL Rémi	GRANEL/REY Brigitte
CHAUMOITRE Kathia	GRANDVAL Philippe
	GREILLIER Laurent

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

AMABILE Philippe	COLLART Frédéric	GUIS Sandrine
AMBROSI Pierre	COSTELLO Régis	GUYE Maxime
ANDRE Nicolas	COURBIERE Blandine	GUYOT Laurent
ARGENSON Jean-Noël	COWEN Didier	<i>GUY'S Jean-Michel Retraite le 24/09/2021</i>
ASTOUL Philippe	CRAVELLO Ludovic	HABIB Gilbert
ATTARIAN Shahram	CUISSET Thomas	HARDWIGSEN Jean
AUDOUIN Bertrand	DA FONSECA David	HARLE Jean-Robert
AUQUIER Pascal	DAHAN-ALCARAZ Laetitia	HOUVENAEGHEL Gilles
AVIERINOS Jean-François	DANIEL Laurent	JACQUIER Alexis
AZULAY Jean-Philippe	DARMON Patrice	JOURDE-CHICHE Noémie
BAILLY Daniel	DAUMAS Aurélie	JOUBE Jean-Luc
BARLESI Fabrice	DAVID Thierry	KAPLANSKI Gilles
BARLIER-SETTI Anne	D'ERCOLE Claude	KARSENTY Gilles
BARLOGIS Vincent	D'JOURNO Xavier	<i>KERBAUL François détachement</i>
BARTHET Marc	DEHARO Jean-Claude	KRAHN Martin
BARTOLI Christophe	DELAPORTE Emmanuel	LAFFORGUE Pierre
BARTOLI Jean-Michel	DENIS Danièle	LAGIER Jean-Christophe
BARTOLI Michel	DISDIER Patrick	LAMBAUDIE Eric
BARTOLOMEI Fabrice	DODDOLI Christophe	LANCON Christophe
BASTIDE Cyrille	DRANCOURT Michel	LA SCOLA Bernard
BELIARD-LASSERRE Sophie	DUBUS Jean-Christophe	LAUNAY Franck
BENSOUSSAN Laurent	DUFFAUD Florence	LAVIEILLE Jean-Pierre
BERBIS Philippe	DUFOUR Henry	LE CORROLLER Thomas
BERBIS Julie	DURAND Jean-Marc	LECHEVALLIER Eric
BERDAH Stéphane	DUSSOL Bertrand	LEHUCHER-MICHEL Marie-Pascale
BEROUD Christophe	EBBO Mikael	LEONE Marc
BERTRAND Baptiste	EUSEBIO Alexandre	LEONETTI Georges
BERTUCCI François	FABRE Alexandre	LEPIDI Hubert
BEYER-BERJOT Laura	FAKHRY Nicolas	LEVY Nicolas
BLAISE Didier	FAURE Alice	MACE Loïc
BLIN Olivier	FELICIAN Olivier	MAGNAN Pierre-Edouard
BLONDEL Benjamin	FENOLLAR Florence	MANCINI Julien
BOISSIER Romain	FIGARELLA/BRANGER Dominique	MEGE Jean-Louis
BONIN/GUILLAUME Sylvie	FLECHER Xavier	MERROT Thierry
BONELLO Laurent	FOUILLOUX Virginie	METZLER/GUILLEMAIN Catherine
BONNET Jean-Louis	FOURNIER Pierre-Edouard	MEYER/DUTOUR Anne
BOUFI Mourad	FRANCESCHI Frédéric	MICCALEF/ROLL Joëlle
BOYER Laurent	FUENTES Stéphane	MICHEL Fabrice
BREGEON Fabienne	GABERT Jean	MICHEL Gérard
BRETELLE Florence	GABORIT Bénédicte	MICHEL Justin
BROUQUI Philippe	GAINNIER Marc	MICHELET Pierre
BRUDER Nicolas	GARCIA Stéphane	MILH Mathieu
BRUE Thierry	GARIBOLDI Vlad	MILLION Matthieu
BRUNET Philippe	GAUDART Jean	MOAL Valérie
BURTEY Stéphane	GAUDY-MARQUESTE Caroline	MORANGE Pierre-Emmanuel
CARCOPINO-TUSOLI Xavier	GENTILE Stéphanie	MOULIN Guy
CASANOVA Dominique	GERBEAUX Patrick	MOUTARDIER Vincent
CASTINETTI Frédéric	GEROLAMI/SANTANDREA René	NAUDIN Jean
CECCALDI Mathieu	GILBERT/ALESSI Marie-Christine	NICOLAS DE LAMBALLERIE Xavier
CHAGNAUD Christophe	GIORGI Roch	NICOLLAS Richard
CHAMBOST Hervé	GIOVANNI Antoine	NGUYEN Karine
CHAMPSAUR Pierre	GIRARD Nadine	OLIVE Daniel
CHANEZ Pascal	GIRAUD/CHABROL Brigitte	OLLIVIER Matthieu
CHARAFFE-JAUFFRET Emmanuelle	GONCALVES Anthony	OUAFIK L'Houcine
CHARREL Rémi	GRANEL/REY Brigitte	OVAERT-REGGIO Caroline
CHAUMOITRE Kathia	GRANDVAL Philippe	PAGANELLI Franck
	GREILLIER Laurent	<i>PANUEL Michel Surnombre</i>

PROFESSEURS DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

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



**PROFESSEUR DES UNIVERSITES**

ADALIAN Pascal  
AGHABABIAN Valérie  
BELIN Pascal  
CHABANNON Christian  
CHABRIERE Eric  
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 DES UNIVERSITES ASSOCIE à TEMPS PLEIN DES DISCIPLINES MEDICALES**

BOUSSUGES Alain

**PROFESSEUR DES UNIVERSITES ASSOCIE à MI-TEMPS DES DISCIPLINES MEDICALES**

DUTAU Hervé

# MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES-PRATICIENS HOSPITALIERS

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

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

(mono-appartenants)

ABU ZAINEH Mohammad	DESNUES Benoît	RUEL Jérôme
BARBACARU/PERLES T. A.	MARANINCHI Marie	THOLLON Lionel
BERLAND Caroline	MERHEJ/CHAUVEAU Vicky	THIRION Sylvie
BOYER Sylvie	MINVIELLE/DEVICTOR Bénédicte	VERNA Emeline
COLSON Sébastien	POGGI Marjorie	
DEGIOANNI/SALLE Anna	POUGET Benoît	

## MAITRE DE CONFERENCES DES UNIVERSITES DE MEDECINE GENERALE

CASANOVA Ludovic

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

BARGIER Jacques  
FIERLING Thomas  
FORTE Jenny  
JANCZEWSKI Aurélie  
NUSSLI Nicolas  
ROUSSEAU-DURAND Raphaëlle  
THERY Didier

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

BOURRIQUEN Maryline  
EVANS-VIALLAT Catherine  
LAZZAROTTO Sébastien  
LUCAS Guillaume  
MATHIEU Marion  
MAYENS-RODRIGUES Sandrine  
MELLINAS Marie  
ROMAN Christophe  
TRINQUET Laure

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES et MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES -  
PRATICIENS HOSPITALI 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)

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)  
SECQ Véronique (MCU-PH)

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

ALBANESE Jacques (PU-PH) *Surnombre*  
BRUDER Nicolas (PU-PH)  
LEONE Marc (PU-PH)  
MICHEL Fabrice (PU-PH)  
VELLY Lionel (PU-PH)  
ZIELEZKIEWICZ 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)  
POUGET Benoît (MCF)  
VERNA Emeline (MCF)

**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)

**BIOPHYSIQUE ET MEDECINE NUCLEAIRE 4301**

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)  
 GIUSIANO Bernard (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)  
 COWEN Didier (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)

**CARDIOLOGIE 5102**

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)  
 DUCONSEIL Pauline (MCU-PH)  
 GUERIN Carole (MCU PH)  
 MEGE Diane (MCU-PH)

**CHIRURGIE INFANTILE 5402**

*GUYS Jean-Michel (PU-PH) Retraite le 24/09/2021*  
 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)  
 SOLER Raphael (MCU-PH)

**GASTROENTEROLOGIE ; HEPATOLOGIE ; ADDICTOLOGIE 5201**

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

**HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE ET CYTOGENETIQUE 4202**

LEPIDI Hubert (PU-PH)

PAULMYER/LACROIX Odile (MCU-PH)

GONZALEZ Jean-Michel (MCU-PH)

**GENETIQUE 4704****DERMATOLOGIE - VENEREOLOGIE 5003**

BERBIS Philippe (PU-PH)  
 DELAPORTE Emmanuel (PU-PH)  
 GAUDY/MARQUESTE Caroline (PU-PH)  
 GROB Jean-Jacques (PU-PH)  
 RICHARD/LALLEMAND Marie-Aleth (PU-PH)

BEROUD Christophe (PU-PH)  
 KRAHN Martin (PU-PH)  
 LEVY Nicolas (PU-PH)  
 NGYUEN Karine (PU-PH)  
  
 ZATTARA/CANNONI Hélène (MCU-PH)

**DUSI**

COLSON Sébastien (MCF)

BOURRIQUEN Maryline (MAST)  
 EVANS-VIALLAT Catherine (MAST)  
 LUCAS Guillaume (MAST)  
 MAYEN-RODRIGUES Sandrine (MAST)  
 MELLINAS Marie (MAST)  
 ROMAN Christophe (MAST)  
 TRINQUET Laure (MAST)

**GYNECOLOGIE-OBSTETRIQUE ; GYNECOLOGIE MEDICALE 5403**

AGOSTINI Aubert (PU-PH)  
 BRETTELLE 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)

**EPIDEMIOLOGIE, ECONOMIE DE LA SANTE ET PREVENTION**

4601

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)(06ème section)

**IMMUNOLOGIE 4703I**

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)

**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 D'URGENCE 4805**

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

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

BONIN/GUILLAUME Sylvie (PU-PH)      BENYAMINE Audrey (MCU-PH)  
DISDIER Patrick (PU-PH)  
DURAND Jean-Marc (PU-PH)  
EBBO Mikael (PU-PH)  
GRANEL/REY Brigitte (PU-PH)  
HARLE Jean-Robert (PU-PH)  
ROSSI Pascal (PU-PH)  
SCHLEINITZ Nicolas (PU-PH)

**HEMATOLOGIE ; TRANSFUSION 4701**

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

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

POGGI Marjorie (MCF) (64ème section)

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

BARTOLI Christophe (PU-PH)  
LEONETTI Georges (PU-PH)  
PELLISSIER-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)

**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)

SARI/MINODIER Irène (MCU-PH)

**MEDECINE GENERALE 5303**

GENTILE Gaëtan (PR Méd. Gén. Temps plein)

CASANOVA Ludovic (MCF Méd. Gén. Temps plein)

BARGIER Jacques (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)

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

NUSSLI Nicolas (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)

**OPHTALMOLOGIE 5502**

DAVID Thierry (PU-PH)

DENIS Danièle (PU-PH)

**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)

*TRIGLIA Jean-Michel (PU-PH) Surnombre*

RADULESCO Thomas (MCU-PH)

REVIS Joana (PAST) (Orthophonie) (7ème Section)

**NEPHROLOGIE 5203**

BRUNET Philippe (PU-PH)

BURTEY Stéphanne (PU-PH)

DUSSOL Bertrand (PU-PH)

JOURDE CHICHE Noémie (PU PH)

MOAL Valérie (PU-PH)

ROBERT Thomas (MCU-PH)

**NEUROCHIRURGIE 4902**

DUFOUR Henry (PU-PH)

FUENTES Stéphane (PU-PH)

REGIS Jean (PU-PH)

ROCHE Pierre-Hugues (PU-PH)

SCAVARDA Didier (PU-PH)

CARRON Romain (MCU PH)

GRAILLON Thomas (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)

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)



RANQUE Stéphane (PU-PH)

LE COZ Pierre (PR) (17ème section)

CASSAGNE Carole (MCU-PH)

MATHIEU Marion (MAST)

L'OLLIVIER Coralie (MCU-PH)

TOGA Isabelle (MCU-PH)

### PHYSIOLOGIE 4402

### PEDIATRIE 5401

ANDRE Nicolas (PU-PH)

BARTOLOMEI Fabrice (PU-PH)

BARLOGIS Vincent (PU-PH)

BREGEON Fabienne (PU-PH)

CHAMBOST Hervé (PU-PH)

GABORIT Bénédicte (PU-PH)

DUBUS Jean-Christophe (PU-PH)

MEYER/DUTOUR Anne (PU-PH)

FABRE Alexandre (PU-PH)

TREBUCHON/DA FONSECA Agnès (PU-PH)

GIRAUD/CHABROL Brigitte (PU-PH)

BOUSSUGES Alain (PR associé à temps plein)

MICHEL Gérard (PU-PH)

BONINI Francesca (MCU-PH)

MILH Mathieu (PU-PH)

BOULLU/CIOCCA Sandrine (MCU-PH)

OVAERT-REGGIO Caroline (PU-PH)

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

REYNAUD Rachel (PU-PH)

DELLIAUX Stéphane (MCU-PH)

TOSELLO Barthélémy (PU-PH)

LAGARDE Stanislas (MCU-PH)

TSIMARATOS Michel (PU-PH)

LAMBERT Isabelle (MCU-PH)

COZE Carole (MCU-PH)

RUEL Jérôme (MCF) (69ème section)

THIRION Sylvie (MCF) (66ème section)

### PSYCHIATRIE D'ADULTES ; ADDICTOLOGIE 4903

### PNEUMOLOGIE; ADDICTOLOGIE 5101

BAILLY Daniel (PU-PH)

ASTOUL Philippe (PU-PH)

LANCON Christophe (PU-PH)

BARLESI Fabrice (PU-PH)

NAUDIN Jean (PU-PH)

CHANEZ Pascal (PU-PH)

RICHERI Raphaëlle (PU-PH)

GREILLIER Laurent (PU PH)

CERMOLACCE Michel (MCU-PH)

REYNAUD/GAUBERT Martine (PU-PH)

### PSYCHOLOGIE - PSYCHOLOGIE CLINIQUE, PSYCHOLOGIE SOCIALE

TOMASINI Pascale (MCU-PH)

AGHABABIAN Valérie (PR)

DUTAU Hervé ( Pr Associé des universités à 1/2 temps)

LAZZAROTTO Sébastien (MAST)

### RADIOLOGIE ET IMAGERIE MEDICALE 4302

### RHUMATOLOGIE 5001

BARTOLI Jean-Michel (PU-PH)

GUIS Sandrine (PU-PH)

CHAGNAUD Christophe (PU-PH)

LAFFORGUE Pierre (PU-PH)

CHAUMOITRE Kathia (PU-PH)

PHAM Thao (PU-PH)

GIRARD Nadine (PU-PH)

ROUDIER Jean (PU-PH)

JACQUIER Alexis (PU-PH)

MOULIN Guy (PU-PH)

*PANUEL Michel (PU-PH) surnombre*

PETIT Philippe (PU-PH)

VAROQUAUX Arthur Damien (PU-PH)

VIDAL Vincent (PU-PH)

### THERAPEUTIQUE; MEDECINE D'URGENCE; ADDICTOLOGIE 4804

STELLMANN Jan-Patrick (MCU-PH)

AMBROSI Pierre (PU-PH)

DAUMAS Aurélie (PU-PH)

VILLANI Patrick (PU-PH)

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

HRAIECH Sami (MCU-PH)

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

## Remerciements

### Aux membres de mon Jury :

*Au Professeur DENIS, ma présidente de Jury* : un grand merci pour vos transmissions en ophtalmopédiatrie mais aussi pour nos nombreuses discussions et tous vos précieux conseils depuis ces quatre dernières années. J'ai beaucoup d'estime pour vous qui avez toujours, et jusqu'au bout, tenu à bout de bras l'ophtalmologie marseillaise et qui faites la fierté des femmes de cette profession. Je retiendrai ce que vous m'avez maintes fois répété « tout seul on va plus vite, ensemble on va plus loin ».

*Au Professeur DAVID* : merci beaucoup pour la confiance que vous m'avez accordée en tant que référente des internes depuis deux ans et un grand merci d'avoir arrangé les choses pour que mon interCHU chez le Dr Lachkar puisse se faire. J'espère pouvoir mettre en pratique ces connaissances en glaucome dès le DJ2 dans votre équipe.

*Au Professeur EL CHEHAB* : merci Hussam pour le très bon semestre que j'ai passé à Sainte-Anne et pour mon importante progression chirurgicale qui m'a bien aidé pour Paris. Merci aussi de m'avoir rappelé toutes les semaines la météo à laquelle j'allais être confrontée là-bas. J'ai hâte de retrouver l'équipe en novembre !

*A Natacha* : que je n'ai pas hésité une seule seconde à choisir en directrice de thèse. J'admire ton investissement et ta rigueur. J'ai vraiment apprécié travailler avec toi sur ce vaste et beau sujet qui concerne tous les ophtalmologistes. Un grand grand merci pour toute ton aide et tes améliorations sur la thèse <3

## A ma famille,

*A mes parents,*

*A ma maman chérie,* mon roc, mon soutien sans faille, celle sans qui je ne serais rien et que j'aime plus que tout au monde. Toute cette thèse est aussi l'aboutissement de ton travail de maman qui m'a épaulée toute ma vie et encore plus pendant ces longues années de médecine. Tu as toujours tout donné pour nous et j'espère te le rendre au centuple. Je t'admire en tant que maman mais aussi en tant que femme, tu es mon modèle et j'espère t'arriver à la cheville. Je t'aime fort <3

A mon père, que j'espère rendre fier aujourd'hui. La vie n'a pas toujours été un long fleuve tranquille entre nous et la médecine nous aura permis de nous retrouver. Je t'aime et j'espère pouvoir partager plus de choses avec toi désormais.

*A mon frère,* mon grand frère, quelqu'un d'exceptionnel, dans tous les sens du terme... mais pour rien au monde je ne voudrais que tu changes. Merci pour cet énorme travail de machine learning que tu as réalisé pour la thèse et que nous publierons ensemble. Ça a parfois été difficile de se comprendre #lesfeaturesdudatasetdanslesoftware, mais j'admire ton intelligence et suis très fière d'être ta petite soeur. Je t'aime fort mon frère et j'ai hâte de voir ce que la vie nous réserve.

*A ma sœur,* ma lilou d'amour, mon pigou, mon mini-moi, ma version améliorée. Tu es d'une incroyable gentillesse, générosité, intelligence, méticulosité, maturité... Je t'admire et suis extrêmement fière de la femme que tu deviens, et que j'appellerai un jour ma confrère (peut être dans un cabinet d'ophtalMinot qui sait...). Merci d'avoir toujours été là pour moi, pour ton soutien tant moral que culinaire. Je t'aime mon bébé <3

*A ma mamie* chérie que j'aime comme mes chaussures qui brillent. Merci pour tout ton amour. Merci de m'avoir transmis le sens de la Famille. Merci pour tous les Kourabiés passés et à venir. Je t'aime très très très fort <3

*A mon papi,* qui veille sur nous de tout là-haut et qui aurait sûrement versé un torrent de larmes aujourd'hui. Je tiens de toi cette mémoire qui m'a permis d'en arriver là. Tu me manques énormément et je t'aime fort <3

PS : si tu savais comme j'ai moins de bonbons depuis que tu n'es plus là...

*A ma Nanou,* à qui je ressemble finalement beaucoup... Je suis admirative de ta force de caractère et de ta réussite professionnelle en tant que femme ; mais aussi de la tendresse, le dévouement et tout l'amour que tu portes à la famille. Je n'aurais jamais tenu jusqu'ici sans tes cakes. Au plaisir de te voir tous les mercredis pour tu sais quoi...Je t'aime fort <3

*A mon Jacou,* mon Dr Souchon et sa panoplie d'huiles/argiles/objets de massage. D'une gentillesse et d'une générosité sans pareilles. Merci pour tous ces moments qu'on partage et d'être toujours là pour nous. Je t'aime très fort.

*A ma marraine chérie* que j'aime si fort. Toujours magnifique et le sourire aux lèvres. Toujours partante pour discuter autour d'un petit verre de vin. Toujours disponible quand on a besoin d'elle #USMMIELE. Je suis très fière d'être ta filleule et d'avoir ta sensibilité. Je t'aime fort <3

*A mes petits cousins :* Mathis, Poltrone, Sofa, Lena, Ana, Vik et Marie <3

*Aux « pièces rapportées »,*

*A ma belle-sœur Alex, qui réussit à canaliser Tom depuis déjà deux ans et le maintenir en France (bravo). Merci d'avoir mis ton équipe à contribution pour améliorer notre modèle XGBoost. Tu fais toi aussi partie de ces femmes fortes que j'admire <3*

*A Fred, notre déconneur, notre obsédé, celui qui anime toutes les réunions de famille. J'adore ton humour et ta bonne humeur alors ne change pas <3*

*A Charlotte et Jean-Marc, les nouvelles recrues <3*

*Et à Hélène que je suis si heureuse de compter parmi nous aujourd'hui. D'une gentillesse, force de caractère et dynamisme incroyable qui m'impressionnent <3*

### A ceux qui sont devenus ma famille,

*A mon Amour, Fabrice,* avec qui je partage des moments magiques depuis maintenant deux ans et qui remplit toujours mes yeux d'étoiles. Tu es quelqu'un d'exceptionnellement gentil, tendre, attentionné et généreux, je ne peux rêver mieux. Merci pour ton soutien pendant ces longs mois de préparation de la thèse, merci d'être venu à Paris si souvent, merci d'accepter le rythme de vie imposé par l'internat de médecine. Merci d'avoir adopté ma famille comme la tienne. Merci d'avoir accueilli toutes mes affaires sans râler à l'emménagement et de me laisser refaire toute la déco ahah. Je t'aime très très fort mon cœur <3 et je suis impatiente de notre vie !

*A mes beaux-parents Éric et Magalie,* qui m'ont accueillie comme un membre de la famille dès le premier jour. Je me rends compte de la chance que j'ai de vous avoir comme beaux-parents. Vous êtes extrêmement bienveillants, attentionnés et avez le cœur sur la main. Merci pour Fabrice et ce caractère incroyable que vous lui avez transmis. J'ai hâte de tous les moments que l'on partagera ensemble <3

## A mes amis,

A *Rémi*, mon meilleur ami. Un sourire en coin suffit pour qu'on se comprenne. J'admire ton ambition. Je t'ai toujours connu bosseur et avec la gagne, alors je ne sais pas ce que la vie te réserve mais ça va être grand, très grand. Tu as toujours la joie de vivre, toujours partant pour faire quelque chose, tu ne te plains jamais malgré ton corps de centenaire... J'adore nos discussions pendant des heures... j'ai hâte de profiter des prochaines décennies avec toi. Je t'aime fort <3

A *Charline*, ma meilleure amie, mon alter-ego, ma Dupont(d ?). Celle qui m'appelle à tout moment, surtout quand je ne suis pas dispo. Tu es une personne et un médecin exceptionnels. Tes conseils, tes histoires improbables, ta joie de vivre... j'en ai besoin dans ma vie. Merci d'être toujours là pour moi. Je t'aime fort <3 et te souhaite un magnifique et long chemin avec Romain.  
et <3 ++ à Isa « qui pleure déjà », Éric, Hugo et Débo !

A *ma Julie*, avec qui je partage une belle Amitié depuis cette fameuse après-midi chicha il y a 13 ans... Je n'ai pas d'autre amie comme toi, tu me maintiens les pieds sur Terre et m'ouvres à un univers différent du mien. Cette année, tu m'as fait le plus beau cadeau de devenir la marraine de Théo. Je vous aime fort tous les quatre <3

A *Roro*, mon co-pilote du Ccm. Punaise on était à 2 doigts de pouvoir ouvrir un cabinet d'ophtalmo tous les 2 mais tu as préféré les râles, ronchis, crachats et sibilants... Pourtant je n'aurais jamais hésité à m'installer avec toi. J'aime ta façon de travailler, être sérieux et aller au bout des choses et pouvoir déconner en même temps. L'important est que je t'ai comme ami, enfin quand tu es disponible... je te souhaite beaucoup de quiches dans ta vie, je sais à quel point tu en raffoles. <3

A *Wiwi*, mon voisin, mon équipier Khôle-Anta, c'est un quart grâce à toi que j'en suis là aujourd'hui ahah. Je suis très fière de te compter parmi mes amis. Et je me sens d'autant plus chanceuse que tes connaissances en pédiatrie me seront profitables d'ici quelques années, en espérant que tu me garderas alors quand même comme amie malgré mes sms à 2h du matin qui perturberont tes enregistrements de sommeil nocturnes ^^ <3.

A mon Flo, 17 ans déjà que je côtoie cette « sale bête » et que je me prends des « grognasse » « mange merde » « catin ». Tu nous as quittés pour les Lyonnais... mais tu es toujours là pour les moments importants et je sais que je peux compter sur toi mon ami <3

A *Lauréline*, mon petit rayon de soleil, étonnante expression quand on sait d'où tu viens avec ta menthe pastillée. Tu illumines toute la pièce à chaque fois que je te vois. J'adore parler de tout et de rien avec toi, boire des bières à l'Escale et manger à l'Authentik en afterwork. Je suis vraiment heureuse de t'avoir retrouvé ce soir-là à l'internat.... ça m'a permis de découvrir un petit bout de femme incroyable et passionné. Je t'aime fort mon petit chat <3

A *Marion*, que je ne pouvais décemment pas classer dans les collègues. Au bout de ces 6 mois tu es devenue une Amie, et j'adore passer du temps avec Paul et toi. Ton dynamisme et ta réactivité (sauf le matin) m'impressionnent et c'est super agréable de voir quelqu'un qui a toujours la pêche. Déçue de ne pas passer cette année à Sainte Anne avec toi mais l'important est qu'on se soit trouvées #maxicoffee25euros et puis je viendrai le soir chez vous don't worry, prépare la chambre d'ami et la bière. <3 <3

A Antoine, au caractère si calme, si réfléchi et posé... contrairement à moi ahah. Je n'oublie pas la partie de billard qu'on vous doit avec Cynthia 😊 et j'espère avoir plus de temps désormais pour qu'on retourne faire des tours de bateau gonflable à Esparron.

A lules, il doit y avoir quelque chose de chimique entre nous car je t'adore depuis le 1<sup>er</sup> jour où je t'ai vu avec ton beau sourire malicieux. Toujours trop contente quand tu es là et heureuse que tu restes bosser dans le coin encore quelques temps <3

A Layla, que je suis heureuse de compter parmi mes amies. J'adore discuter avec toi, ta vision des choses me fait grandir et réfléchir autrement. Tu es une fille pétillante (je voulais mettre éclatante mais je ne souhaitais pas souligner l'histoire de la bouteille de vin rouge...) et je suis très contente que mon meilleur ami t'ait trouvé et soit si heureux à tes côtés.

A Isis, ma sœur de cœur. On en a fait du chemin depuis la construction de ces appartements Sims en mangeant des pringles et ces périples sur ton bateau gonflable dalmatien. Je suis heureuse que tu sois encore dans ma vie et j'espère t'y garder pour toujours <3

A ma Clairette, qui aurait cru que ces 2 petites filles finiraient Docteur en médecine 20 ans plus tard ? Tu es trop loin dans ton pays des galettes et j'aimerais pouvoir passer plus de temps avec toi... Mais je suis très heureuse de te voir comblée et avancer dans la vie. Je te connais depuis toujours et je sais que tu as toutes les qualités d'un excellent médecin, je suis très fière de toi et te souhaite tout le bonheur et la réussite possible dans cette vie qui commencera le mois prochain. Je t'aime fort mon Amie <3 et A Isa que j'adore depuis toujours, ça me fait extrêmement plaisir que tu sois là en ce jour pour qu'on partage ensemble ce moment important de ma vie <3.

A Cécilia, ma best, qui continue de m'encourager et me soutenir malgré les dizaines de milliers de kilomètres qui nous séparent. J'aimerais relire les messages de la boîte enterrée pour savoir si nos prédictions étaient justes. Je suis moi aussi très fière de ton parcours et de la vie que tu t'es construit là-bas. Tu me manques beaucoup et j'ai déjà hâte que tu reviennes <3 Je t'aime fort fort ma chérie <3

A Beubeu : reviens dans le sud stp, vous nous manquez toi, Anne-Louise et ta petite danse!

A Niko, mon grec préféré <3

A Marie, que j'adore même si son Ozurdex donne des HTIO ahah.

Et au groupe d'amis de Fabrice qui m'ont accueilli à bras ouverts, littéralement ouverts en récitant un bénédicité. A Carole & Michel, Quentin, Tristan & Pauline, à Jo & Vaness, à Flo & Juliette, aux Ju, aux Quintieri, à Chris, à Didier Judy & Ophélie, à Bastien et à Vero & Pierre <3



## A mes collègues :

A ces femmes fortes et indépendantes que j'admire,

A *Juliette*, ma glaucomagirl, mon mentor. Un binôme trop rapide mais merci pour tout ce que tu m'as transmis, pour tous les tips chirurgicaux, pour ton retour d'expérience qui me seront précieux et pour toutes ces discussions sur le carrelage et les clôtures de piscine qui pourront aussi m'être utiles bientôt. J'ai hâte de retravailler avec toi ma Ju <3

A *Aurore*, en qui je vois une femme intelligente, courageuse et déterminée que j'apprécie beaucoup. J'ai aimé travailler à tes côtés au CHU, c'est toi qui m'a appris toutes les implications médico-légales de notre pratique. Merci de me faire confiance pour consulter dans ton beau cabinet, j'espère avoir l'opportunité d'y revenir souvent. Et enfin merci pour tes conseils qui m'ont enfin permis de trouver moi aussi « mon petit aixois » ^^.

A *Isabelle*, sans qui Nord ne serait pas. J'ai beaucoup apprécié qu'on travaille ensemble pour les urgences et maintenant en binôme. Nous partageons la même envie de faire bouger les choses pour améliorer les conditions de travail et c'est très agréable de se comprendre et discuter de ça ensemble !

A Geneviève, dont la grande humanité auprès de ses patients m'inspire beaucoup et qui a été un grand soutien lors de mon covid avec ses belles photos 😊

A Lauren, aux côtés de qui j'aurais aimé apprendre plus mais que j'adore <3

A la team masculine Alban, Pierre, Matthieu, Natanael, Flo, Loïc, Charles avec qui j'ai à plaisir de travailler depuis quatre ans.

A tous mes supers co-internes (Ruben F & A, Elias, Alex, Tony, Valentin, Victor, Hugo, Arturo, Céline, Thib & Flo, Kevin, Chaf, Allan, Mika, Vincent, Livia, Amaury, Rime, Laura, Mathilde le S, Alain, Maxime, Paul, Maria, Simon, Marcos) : <3

A Bernard que j'ai hâte de retrouver à Sainte Anne. Merci pour ta disponibilité à toute épreuve et de m'avoir poussé à être plus autonome. Tous tes conseils m'ont beaucoup aidé depuis 😊

A la Team de Saint Joseph, qui m'a fait oublier que j'étais loin de chez moi et avec qui j'ai énormément appris.

A toute l'équipe du CCM, Père Pierre, Anne, Marielle et Olivier, pour votre gentillesse, vos conseils et votre soutien tout au long de ce beau parcours.

A toutes les équipes paramédicales de Nord, la Timone, Sainte Anne, Sainte Musse et Avignon, sans qui les stages seraient beaucoup moins drôles et qui prennent tant soin des internes : MERCI <3

# SOMMAIRE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>2</b>
<b>A.</b>	<b>GENERALITES SUR LES PLAIES DU GLOBE ET LEUR PRISE EN CHARGE</b> .....	<b>2</b>
1.	Epidémiologie des plaies du globe .....	2
2.	Prise en charge des plaies du globe.....	6
3.	Plaies avec corps étrangers intra-oculaires .....	18
4.	Complications des plaies .....	24
5.	Implications médico-légales en cas de plaies .....	38
6.	Cas particulier des plaies de l'enfant .....	42
7.	Cas particulier des plaies survenant en contexte de guerre.....	45
<b>B.</b>	<b>FACTEURS PRONOSTIQUES DANS LA LITTERATURE</b> .....	<b>49</b>
<b>C.</b>	<b>SCORES PRONOSTIQUES DE L'ACUITE VISUELLE FINALE</b> .....	<b>52</b>
<b>D.</b>	<b>PRINCIPES DE L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE ou « MACHINE LEARNING »</b> .....	<b>56</b>
<b>E.</b>	<b>OBJECTIFS DE L'ETUDE</b> .....	<b>58</b>
<b>II.</b>	<b>MATERIELS ET METHODES</b> .....	<b>59</b>
<b>A.</b>	<b>RECUEIL DES DONNEES</b> .....	<b>59</b>
<b>B.</b>	<b>CLASSIFICATIONS UTILISEES</b> .....	<b>61</b>
<b>C.</b>	<b>PRISE EN CHARGE DES PLAIES A MARSEILLE</b> .....	<b>64</b>
<b>D.</b>	<b>ANALYSES STATISTIQUES</b> .....	<b>67</b>
<b>III.</b>	<b>RESULTATS</b> .....	<b>70</b>
<b>A.</b>	<b>EPIDEMIOLOGIE</b> .....	<b>70</b>
1.	Caractéristiques des patients .....	70
2.	Circonstances du traumatisme .....	74
3.	Description de la plaie .....	77
4.	Prise en charge de la plaie .....	81
5.	Evolution et complications .....	83
6.	Cas particulier des plaies de l'enfant .....	88
<b>B.</b>	<b>FACTEURS PRONOSTIQUES</b> .....	<b>90</b>
1.	Facteurs pronostiques en analyse univariée .....	90
2.	Facteurs pronostiques en analyse multivariée .....	92
3.	Proposition d'un nouvel algorithme prédictif de l'AV finale grâce au Machine Learning .....	93
<b>IV.</b>	<b>DISCUSSION</b> .....	<b>98</b>
<b>A.</b>	<b>EPIDEMIOLOGIE et FACTEURS PRONOSTIQUES</b> .....	<b>98</b>
<b>B.</b>	<b>UN NOUVEAU MODELE DE MACHINE LEARNING POUR LE PRONOSTIC DES PLAIES DU GLOBE</b> .....	<b>107</b>
<b>C.</b>	<b>FORCES ET LIMITES DE L'ETUDE</b> .....	<b>108</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>110</b>

# I. INTRODUCTION

## A. GENERALITES SUR LES PLAIES DU GLOBE ET LEUR PRISE EN CHARGE

Le traumatisme à globe ouvert est une plaie de pleine épaisseur de la paroi cornéo-sclérale, tel que défini dans la classification de Birmingham BETT (The Birmingham Eye Trauma Terminology)(1). Il n'engage pas le pronostic vital mais est une importante cause de morbidité, et de cécité monoculaire légale évitable du sujet jeune (2–4), et de l'enfant (5–10).

La connaissance de l'épidémiologie des plaies du globe permet d'orienter les stratégies de prévention afin d'en réduire l'incidence et d'éduquer à la protection oculaire les personnes les plus à risque. De plus, la compréhension des facteurs pronostiques pour la récupération visuelle est primordiale pour guider l'ophtalmologiste dans ses décisions thérapeutiques et qu'il puisse informer le patient de façon fiable sur son potentiel évolutif.

### 1. Epidémiologie des plaies du globe

L'incidence des plaies du globe oscille entre 1,4 et 8,1 pour 100 000 habitants par an selon les régions étudiées (2,8,11–25), ce qui représenterait environ 200 000 plaies par an dans le monde (16,26). Il a été montré que la mise en place de mesures de prévention permet de diminuer la survenue des traumatismes oculaires (2).

Les traumatismes à globe ouvert sont responsables d'un important coût pour la société (16,25,27) :

- Des coûts directs liés aux procédures chirurgicales de réparation souvent multiples, et aux coûts d'hospitalisation et consultations ;
- Des coûts indirects du fait de la morbidité visuelle engendrée : nécessité de compensation salariale pendant la période d'invalidité, handicap résiduel, réduction de la qualité de vie, dommages psychologiques.

Même si les circonstances de l'accident et les agents traumatisants sont d'une grande variabilité, les traumatismes oculaires touchent essentiellement des sujets jeunes en pleine activité, expliquant l'impact majeur pour l'économie du pays (28). Une étude américaine (2) rapporte un coût total de 793 millions de dollars par an imputable aux traumatismes à globe ouvert et un coût moyen par personne augmentant avec l'âge. McGwin et al. rapportent quant à eux un coût total de un à trois milliards de dollars par an imputables aux blessures oculaires en contexte professionnel (29). Alors que les plaies à

globe ouvert ne représentent que 2% des traumatismes oculaires, elles sont responsables de 8,3% du fardeau économique de ces derniers (2,15).

On distingue deux grands mécanismes de plaie (1):

- La rupture du globe : une augmentation momentanée brutale de la pression intra-oculaire induit la rupture du globe sur les zones de faiblesse de la paroi, pas nécessairement le point d'impact de l'objet contondant. Les contraintes mécaniques s'exercent sur les parois du globe de l'intérieur vers l'extérieur. Les zones de rupture privilégiées sont les cicatrices anciennes (incision de cataracte, greffe de cornée transfixiante, kératotomie réfractive, chirurgie filtrante...), le limbe cornéo-scléral, et en arrière de l'insertion des muscles droits où l'épaisseur sclérale est la plus fine.
- La lacération du globe : la contrainte mécanique est exercée de l'extérieur vers l'intérieur du globe, par un objet tranchant ou projeté à haute vitesse et pouvant pénétrer le globe (une seule plaie) ou le perforer (une plaie d'entrée et une plaie de sortie). La classification BETT distingue les corps étrangers intra-oculaires (CEIO) comme une catégorie à part entière parmi les lacérations.

Les traumatismes à globe ouvert prédominent chez les hommes jeunes (7,17,23,24,30-37) mais deux profils de plaie particuliers sont souvent retrouvés dans la littérature :

- Des lacérations par un objet métallique dans le cadre professionnel ou lors de bricolage chez l'homme jeune (2,11,25,28,30,38), ne portant pas de protection oculaire (25). Les hommes seraient plus susceptibles de travailler dans des zones à risque de blessure (39) et les métiers les plus concernés seraient le BTP, l'agriculture et la métallurgie (25).
- Des ruptures du globe à l'occasion d'une chute chez une personne âgée, surtout des femmes, et souvent sur un œil fragilisé par une chirurgie antérieure (greffe de cornée, extraction extra-capsulaire du cristallin) (2,12,25,40-44).

Le contexte de chute correspondrait à plus de 50% des causes de plaies des plus de 70 ans, et concernerait majoritairement des femmes (2,25). Le pronostic visuel de ces plaies par chute serait très mauvais (40) et certains auteurs rapportent jusqu'à deux tiers de cécité à l'issue (41).

Les plaies du globe seraient préférentiellement (38,40,41,45-47) :

- professionnelles ou liées à des accidents de véhicule ou récréatives chez les hommes,
- domestiques ou liées aux accidents de la voie publique chez les femmes,
- domestiques ou scolaires chez les enfants.

Dans leur étude sur 11 320 yeux (48), Kuhn et al. rapportent que 43% de plaies sont survenues à domicile, 23% sur le lieu de travail, 13% au sport ou pendant un loisir, 15% sur la voie publique (rue et autoroutes), et 3% à l'école, dans une ferme ou dans un lieu public. Cependant de nombreuses études rapportent le lieu de travail comme étant l'endroit privilégié pour les plaies du globe (7,8,11,28,31,46,49–51).

Les circonstances des plaies du globe sont innombrables et il n'existe aucune classification consensuelle pour les comparaisons entre études. Les causes rapportées mélangent souvent le mécanisme de la plaie, l'objet causal, le lieu (Cf. Tableau 1)... mais il est en effet parfois difficile de classer des situations comme "une chute sur un objet tranchant sur le lieu de travail". Batur et al (11) décrivent par exemple dans leur cohorte une prédominance des accidents du travail (49.7%), par rapport aux domestiques et aux traumatismes balistiques, mixant ainsi des lieux d'accident avec une cause. Mir et al (2) classent quant à eux les CEIO, un des trois mécanismes de la classification de BETT, parmi leurs causes de plaies.

Article	Causes des plaies du globe
Mir et al, 2020. (2)	Coup avec ou contre un objet ou une personne (32%), en coupant ou sciant (15%), CEIO (14,6%), chutes (9,6%), accidents de la route (3%), traumatismes balistiques (1,4%), en utilisant des machines (1%).
Batur et al, 2016. (11)	Accidents professionnels (38,4%) > accidents domestiques > traumatismes balistiques. Détail : bois/club de golf/plantes (26%), fil de fer/clou/barre en métal (23%), plomb/feux d'artifice (15%), jouet (7,6%), accident de la route (6,9%), verre (5,3%), ciseaux/couteaux (4,6%), traumatisme contondant (1,2%), balle (0,2%), inconnu (10,6%).
Andreoli et al, 2012. (52)	Projectile (21%), chute (16%), traumatisme contondant (16%), clou (13%), bois (6%), verre (5%), accident de la route (4%), fil de fer (3%), lame (3%), agression (3%), traumatisme balistique (2%).
Rahman et al, 2006. (7)	Accidentel (55%), agression (42%), chute (7%), inconnu (3%). Détail : agression avec du verre (23%), traumatisme contondant (8%), chute (7%), traumatisme balistique (5%), couteau/fourchette (4%), crayon (4%), marteau (4%), barre métal (2%), lunettes cassées (2%), club de golf (1%), explosion de bombe (1%), divers (36%), inconnu (1%).
Rofail et al, 2006. (32)	Objet pointu (50%), objet émoussé (26%), missile (22%). Détail : accident professionnel (32%), agression (14%), accident de la route (9%), autre (attaque d'oiseau, chutes, traumatisme contondant, hameçon, explosion de bouteille, suicide par traumatisme balistique ou pistolet à clous).
Mansouri et al, 2009. (28)	Projection métallique (17%), verre (13,5%), couteau (13%) traumatisme contondant (11%), bois (10%), fil de fer (5%), explosion (5%), pierre (4%), stylo (2%), aiguille (1%), morsure animale (1%), fourchette (0,5%).

Tableau 1 : Exemples de causes de plaies du globe données dans différentes études à travers le Monde.

May et al (53) ont analysé 8952 traumatismes oculaires sévères issus de registres américains et hongrois et rapportent 34% d'imputabilité à des objets émoussés, 26% à des objets pointus, 12% de traumatismes balistiques, 10% d'accidents de la route, 5% de chutes, autant de lésions secondaires à des pétards et feux d'artifice ou au bricolage, et enfin 3% consécutifs à une explosion. Il est important de souligner que l'objet causal varie en fonction de la région du monde étudiée. Par exemple, Mansouri et al (28) présentent les résultats d'une cohorte issue d'un hôpital universitaire de Téhéran (Iran) et retrouvent que la blessure est principalement infligée par couteau avant 16 ans et éclat métallique après. Pour Batur et al (11) dont la cohorte est majoritairement issue du milieu rural, c'est les objets d'agriculture ou organiques qui prédominent. Si on s'intéresse par ailleurs aux causes de plaies en fonction de l'âge, on retrouve comme énoncé précédemment que les chutes concernent plutôt les personnes de plus de 70ans (2,32), tandis les plaies survenant en coupant ou sciant sont majoritairement retrouvées chez les sujets jeunes. De plus, les hommes seraient plus enclins aux traumatismes balistiques, plaie lors d'une rixe, et blessures par feux d'artifice tandis que les femmes plus aux accidents domestiques avec ciseaux, couteau ou verre (11,39).

Une augmentation du nombre des plaies a été constatée en été (2,11,28,49,54–56), probablement du fait d'une augmentation des activités extérieures à cette période. Et deux études rapportent un pic automnal (11,57). Casson et al. rapportent par ailleurs une prévalence des plaies plus importante les samedis (12).

Jusqu'à 73% des plaies surviendraient sous l'emprise de drogues ou alcool (7,32,58–61). Les plaies survenant dans un contexte d'alcoolisation ont un moins bon pronostic visuel du fait d'un retard de consultation, d'un report de la chirurgie primaire jusqu'à un niveau d'alcoolémie acceptable pour l'anesthésie, de plaies de grande taille et d'autres lésions extra-oculaires associées comme une fracture orbitaire (58).

## 2. Prise en charge des plaies du globe

### a) *Prise en charge initiale en urgence*

La prise en charge d'une plaie du globe, ou suspicion de plaie, est assez protocolisée. L'urgence est de rétablir la continuité pariétale du globe oculaire dans les plus brefs délais afin d'éviter l'hémorragie expulsive et l'infection (7,12,33). Le délai maximal consensuel est de 24 heures, sauf priorité plus élevée extra-ophtalmologique. Jonas et al. (62) ont montré une augmentation significative du risque d'endophtalmie au-delà de ce délai.

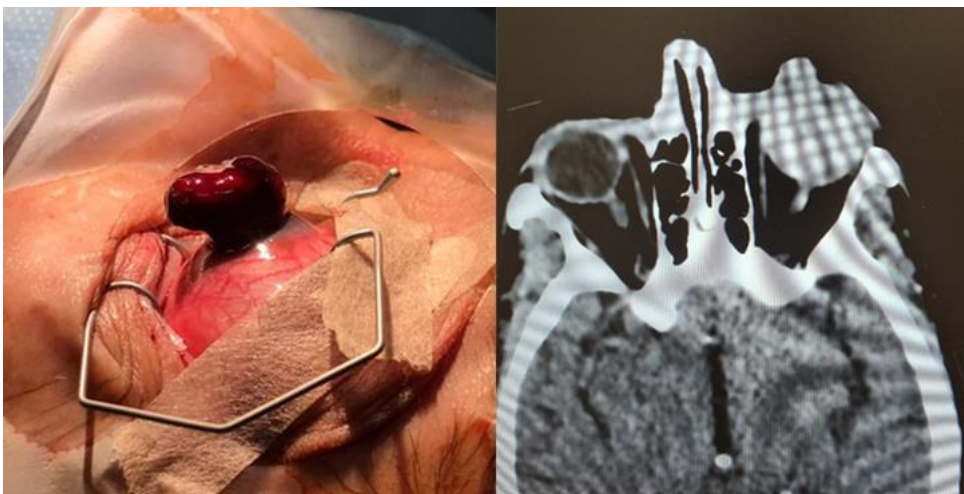


Figure 1 : Photographie per-opératoire et image scanographique d'une hémorragie expulsive suite à un déjantage de greffon de cornée après une chute chez une femme de 63 ans.

L'interrogatoire et le bilan clinique voire radiologique initial font état des lésions oculaires et extra-oculaires, identifient la présence de corps étrangers et récupèrent les données pronostiques et médico-légales préopératoires. Une coque oculaire rigide de protection est immédiatement mise en place suite à l'examen afin d'éviter toute pression sur le globe pouvant aggraver les lésions. Une antibioprofylaxie à large spectre est débutée en urgence par voie parentérale. Les recommandations de bonne pratique de l'AFSSAPS de mai 2011 sont les suivantes :  
" En présence d'un traumatisme à globe ouvert, une antibioprofylaxie générale initiale est justifiée par voie veineuse. Elle doit être prescrite immédiatement et poursuivie pendant 24 heures, voire plus si nécessaire en fonction de l'évolution clinique. L'attitude est la même en l'absence ou en présence d'un corps étranger intraoculaire. Actuellement, la lévofloxacine paraît être une solution satisfaisante, compte tenu de ses caractéristiques pharmacocinétiques/pharmacodynamiques. En cas de plaie manifestement très souillée, une injection intravitréenne en fin d'intervention doit être envisagée. Par accord professionnel, cette antibiothérapie associe la vancomycine à la ceftazidime ou à l'amikacine. »

De plus le statut des vaccinations tétaniques du patient doit être vérifié. Une plaie oculaire est considérée comme à risque majeur car pénétrante (+/- CEIO, +/- souillée, +/- traitée tardivement), donc si le patient n'est pas à jour selon le calendrier vaccinal en vigueur, il recevra dans un bras des immunoglobulines tétaniques humaines et dans l'autre une dose de vaccin antitétanique (Cf. Figure 3 et Tableau 2).



Figure 2 : Photographie en lampe à fente de 2 personnes ayant reçu accidentellement un caillou dans l'oeil gauche.  
 A gauche : Enfant de 3 ans ayant récupéré 7/10ème à 2ans du traumatisme.  
 A droite : Homme de 19 ans ayant récupéré 9/10ème à 2ans du traumatisme.

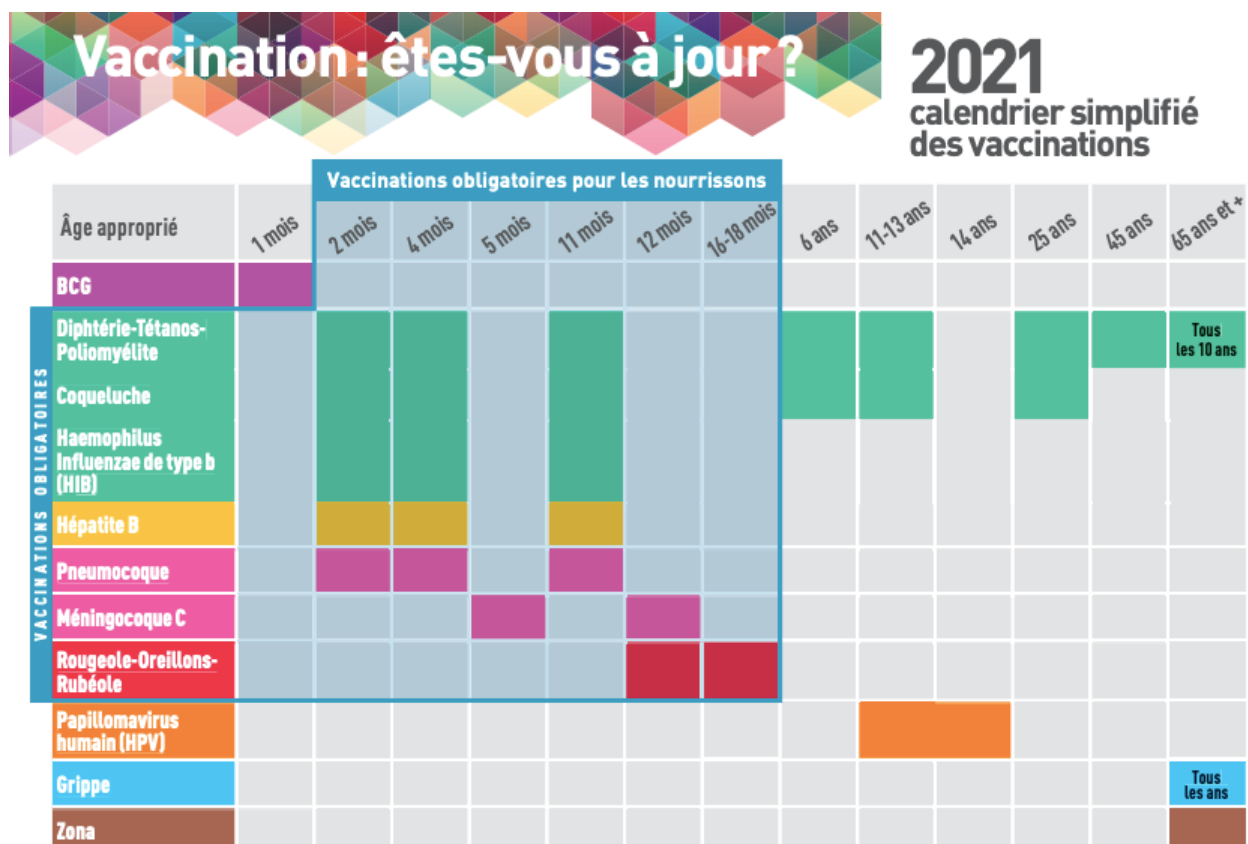


Figure 3 : Calendrier vaccinal en vigueur en 2021-2022, Ministère de la Santé et de la Prévention (solidarites-sante.gouv.fr).



Type de blessure	Personne à jour de ses vaccinations selon le calendrier vaccinal en vigueur*	Personne non à jour
<b>Mineure, propre</b>	Pas d'injection. Préciser la date du prochain rappel.	Administration immédiate d'une dose de vaccin contenant la valence tétanique. Proposer si nécessaire un programme de mise à jour et préciser la date du prochain rappel.
<b>Majeure** ou susceptible d'avoir été contaminée par des germes d'origine tellurique</b>	Pas d'injection. Préciser la date du prochain rappel.	Dans un bras, immunoglobulines tétaniques humaines 250 UI. Dans l'autre bras, administration d'une dose de vaccin contenant la valence tétanique. Proposer si nécessaire un programme de mise à jour vaccinale et préciser la date du prochain rappel.

\* Personnes âgées de moins de 65 ans ayant reçu une dose de vaccin contenant une valence tétanique depuis moins de vingt ans. Personnes âgées de 65 ans et plus ayant reçu une dose de vaccin contenant une valence tétanique depuis moins de dix ans.  
\*\* Plaie majeure : plaie étendue, pénétrante, avec corps étranger ou traitée tardivement.

Tableau 2 : Recommandations concernant la prophylaxie en cas de plaie cutanéomuqueuse, issues du livre Pilly 2020 édité par la Société de Pathologie Infectieuse de Langue Française (SPILF) et le Collège des universitaires des Maladies Infectieuses et Tropicales (CMIT) ([infectiologie.com](http://infectiologie.com)).

La prise en charge chirurgicale est réalisée sous anesthésie générale, du fait de la contre-indication absolue à l'anesthésie péri-bulbaire pouvant augmenter la pression intra-orbitaire. L'objectif principal est de fermer le globe, de rétablir son intégrité structurelle et le rendre étanche. La reconstruction palpébrale ne peut être réalisée qu'après la chirurgie oculaire, toujours dans le but d'éviter les pressions à risque d'hémorragie expulsive sur un globe ouvert. L'extraction d'un corps étranger intra-oculaire, la prise en charge d'une cataracte traumatique ou d'un décollement de rétine seront souvent organisés à l'occasion d'une deuxième chirurgie, à distance.

Les temps de la chirurgie primaire sont les suivants (63,64) :

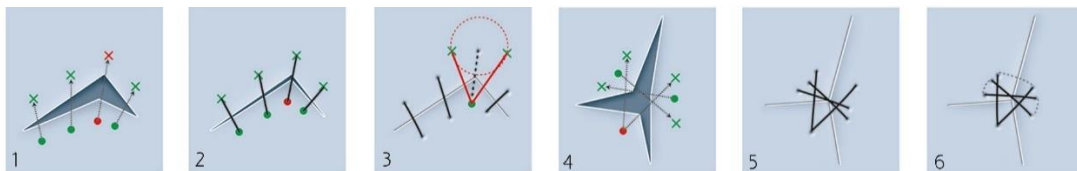
- **Une phase d'exploration de la plaie** : toute suspicion de plaie sclérale implique de désinsérer la conjonctive (péritomie limbique) sur 360° pour objectiver d'éventuels refends. En pratique la conjonctive est souvent désinsérée en regard de la plaie uniquement mais tant que nécessaire jusqu'à voir la fin du refend.  
Lors d'une plaie cornéosclérale on peut suturer la portion cornéo-limbique dans un premier temps pour débiter l'étanchéification puis explorer la sclère secondairement.  
En cas de doute sur une plaie postérieure, les muscles sont désinsérés après les avoir chargés par du fil de polypropylène 6/0 doublement serti.
- **Une phase d'exérèse des tissus extériorisés non réintégrables ou à risque d'infection** : les tissus nécrosés sont sectionnés, et on réalise une vitrectomie aux ciseaux de Vannas de tout vitré extériorisé sans exercer de traction sur la mèche, qui serait à risque de décoller la rétine. On évite au maximum l'exérèse de l'uvée, à fort risque hémorragique, et la rétine est réintégrée autant que possible.

- **Une phase de suture de la plaie et/ou mise en place de colle biologique :**

- **La suture cornéenne :** Il faut affronter les berges de la plaie sans décalage. La tension du fil dépendra de l'œdème : si les bords de la plaie ne sont pas œdémateux on exerce une tension juste suffisante pour affronter les berges tandis que s'ils sont œdémateux il faut accentuer la tension. La tension du fil est ajustée au niveau de la couche de Bowman, pas à la surface épithéliale du fait du risque de distension secondaire. On peut faire des points séparés et/ou un surjet. Les points ne doivent pas être transfixiant et sont mis à environ deux tiers de la profondeur de la cornée, et à équidistance des berges. On mettra autant de points que nécessaire pour obtenir l'étanchéité du globe, en évitant autant que possible les trois mm centraux. Certaines formes de plaie peuvent nécessiter un ordre et une disposition particulière des points (Cf. Figure 4). La bonne tension des sutures sera vérifiée sur un œil normotone, et les points seront enfouis autant que possible.

Plusieurs fils sont utilisables, d'une taille variant du 6/0 au 10/0 :

- Le monofilament de nylon (ex ETHILON ou MONOSOF) est non résorbable, légèrement élastique permettant d'ajuster la tension ce qui en fait le fil de choix, mais il s'hydrolyse dans le temps et nécessite donc une ablation ;
- Le monofilament de polypropylène (ex PROLENE) est inextensible et peut être laissé indéfiniment, mais sa manipulation et son serrage sont délicat du fait de la mémoire de forme ;
- Le polyglycolide polylactide (ex VICRYL) se résorbe et génère une inflammation locale à risque de taie cornéenne, et n'est donc si possible pas utilisé pour les points de cornée.



*Figure 4 : Technique de suture d'une plaie en V et en Y.*

*Images 1,2,3 : Le rapprochement du lambeau (1) s'initie de l'extrémité de l'angle aigu (point rouge) vers son point conjugué en vis à-vis (croix rouge). Il se poursuit par des sutures allant du lambeau (points verts) vers les points conjugués en vis-à-vis (croix vertes), en divisant à chaque fois de moitié la zone restant à suturer pour équilibrer les tensions (2). En cas de plaie dans l'axe visuel (3), une suture d'angle aigu peut être remplacée par deux sutures de tension égale en marge de la zone à préserver.*

*Images 4,5,6 : La suture de refends en Y rapproche les angles aigus en commençant par le plus aigu (4, point rouge) et en l'appuyant de part et d'autre du refend par deux points séparés (5) ou un surjet (6).*

En l'absence de complications, les sutures sont retirées après trois mois, guidée par la fibrose qui signe la cicatrisation. En cas de néovascularisation, inflammation, infection, distension, lâchage, rupture, si les points sont dans l'axe visuel ou chez l'enfant on pourra les ôter plus précocement.

- **La suture sclérale** : elle est réalisée par des points séparés de monofilament (polypropylène ou nylon) non résorbable 8/0 ou 9/0, qui seront laissés en place indéfiniment.
- **La colle** : (65,66)
  - **La colle biologique (de fibrine)** : biocompatible et résorbable en quelques jours. Elle simule la dernière phase de la coagulation. Elle ne permet pas de fermer la plaie car n'a pas une force d'adhésion suffisante pour maintenir les berges en contact, mais elle peut être utile lorsqu'il existe une petite perforation à colmater. Le kit comprend deux seringues : l'une contient une solution reconstituée de facteur XIII, de plasminogène, de fibronectine plasmatique et de fibrinogène tandis que la deuxième seringue est remplie d'une solution de thrombine humaine. La mise en contact des deux solutions va entraîner la formation d'un clou de fibrine en une trentaine de secondes. Il existe un risque théorique de transmission d'un agent infectieux, par exemple parvovirus B19 ou prion, du fait de l'origine humaine et bovine mais aucun cas n'a été rapporté dans la littérature ;
  - **La colle synthétique (cyanoacrylate)** : non résorbable, elle polymérise au contact de la plaie en 3 à 15 secondes, et sera d'autant plus adhésive que la surface sera sèche. Une couche fine suffit (2 à 3 gouttes de colle déposées avec une seringue montée d'une aiguille 30 gauges). Elle possède la même force d'adhésion sur les berges qu'un monofilament de 5/0 et forme un film imperméable sur la plaie. Elle la protège des contaminations du fait de son effet bactériostatique de courte durée (67,68). Des complications à type de néovascularisation cornéenne, conjonctivite géantopapillaire ou cataracte et glaucome en cas de passage en chambre antérieure sont décrites (69,70). L'application de colle cyanoacrylate nécessite de mettre en place une lentille thérapeutique pour éviter la gêne occasionnée par la surface irrégulière.
- **La suture conjonctivale** : elle est réalisée par des points séparés de polyglycolide polylactide (ex : POLYSORB ou VICRYL ou NOVOSYN), se résorbant spontanément en 2 à 4 semaines.

On commence par la suture limbique puis cornéenne puis sclérale. Les plaies trop postérieures pour être suturées sont généralement colmatées par la graisse orbitaire. En cas de perte de substance importante à fort risque d'astigmatisme si on essaye d'affronter quand même les berges, on peut s'aider :

- D'un volet scléral retourné (Cf. Figure 5) ;
- D'une autogreffe cornéenne ou sclérale ou d'un allopatch issu de greffon de donneur ;
- D'une greffe de membrane amniotique (congelée ou lyophilisée) ;
- D'une greffe de membrane de collagène péricardique (TUTOPATCH®) ;
- D'une greffe de téflon (polytétrafluoroéthylène GORE-TEX®) (71).

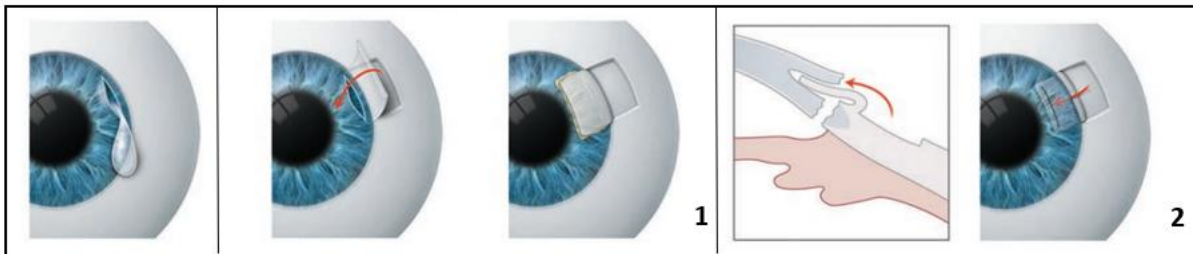


Figure 5 : Technique du volet scléral retourné. Le volet est inversé pour obstruer la béance tissulaire. Il est maintenu à l'aide de colle biologique, de sutures séparées enfouies ou d'un surjet (1). Il peut être inséré dans une poche cornéenne de dissection lamellaire (2).

En cas de désinsertion ou arrachement musculaire, il faudra les réinsérer selon la spirale de Tillaux (Cf. Figure 6). Un muscle partiellement ou entièrement lacéré ne se suture pas, il doit être réamarré à la sclère autant que possible.

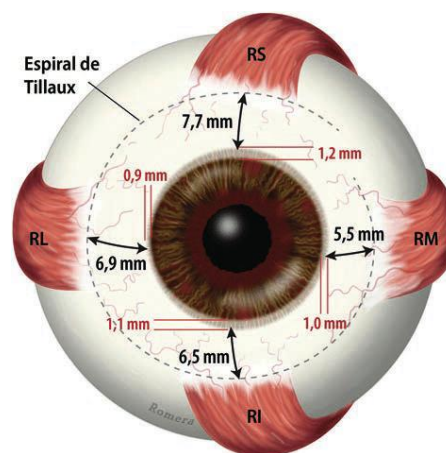


Figure 6 : Spirale de Tillaux. Le muscle droit supérieur doit être réinséré à 7,7 mm du limbe, le droit latéral à 6,9 mm, le droit inférieur à 6,5 mm et le droit médial à 5,5 mm.

- **Une phase de vérification de l'étanchéité** : après lavage de la substance viscoélastique en chambre antérieure.
- **Une adjonction d'antibioprophylaxie** si jugée nécessaire
  - Injection intracaméculaire de céfuroxime 0,1 ml (72), mais il n'existe aucune étude d'efficacité/tolérance pour la prévention des endophtalmies post-traumatiques.
  - Injections intravitréennes (IVT) de 0,1 ml de vancomycine (1 mg/ml) et de ceftazidime (2,25 mg/ml), recommandées en cas de plaies souillées.

A l'issue de la chirurgie le patient est généralement hospitalisé pendant au moins une nuit.

La majorité des auteurs s'accordent sur le fait que la première chirurgie a pour unique but la restauration de l'intégrité du globe (7,12,33). Cependant certains décrivent des chirurgies intra-oculaires combinées à la suture initiale (17). Par exemple (32), Rofail et al. rapportent dans leur cohorte seulement 63% de sutures simples, 21% des patients ont bénéficié d'une vitrectomie d'emblée, principalement dans le but de retirer un CEIO. Batur et al. (11) décrivent quant à eux 7% de phakoexérèse initiale, chez des patients ayant une ouverture de la cristalloïde antérieure, du cortex en chambre antérieure ou une luxation cristallinienne, et Knyazer et al. (8) énoncent 21% de mise en place d'une sangle, 18% de vitrectomie, 14% d'explantation et 5% d'implantation dès la première chirurgie. Il existe par ailleurs une possibilité d'éviscération ou d'énucléation primaire quand les lésions sont trop importantes (30,32). Il faut souligner qu'une plaie auto-étanche n'est parfois pas suturée et pourra être prise en charge par la mise en place de lentille thérapeutique associée à un traitement médical (8,11).

Le risque d'endophtalmie semble augmenter en l'absence de suture dans les 24 heures (73) voire dans les 12 heures après le traumatisme (74) et inversement pour ce qui est de la probabilité de récupération visuelle (35,75). Lesniak et al. (76) soulignent qu'une réparation, même retardée de 21 jours, peut tout de même être bénéfique pour le pronostic visuel. Certaines séries de cas militaires dans lesquelles la réparation primaire ou l'extraction d'un CEIO ont été différées bien au-delà de 24 heures suggèrent que, même en cas de rétention d'un CEIO organique, l'endophtalmie est rare si une prophylaxie antibiotique systémique à large spectre est administrée (77,78). Le délai de prise en charge chirurgical dépend tout d'abord du temps que le patient met à consulter. Batur et al. (11) décrivent un délai moyen de 21 heures (allant de 1 à 360 heures) avec 5% des patients qui ont consulté dès la première heure, 57% dans les 6 heures et 87% dans les 24 heures après la plaie ; des taux similaires ont été retrouvés dans plusieurs études (8,30,78). Rofail et al. (32) soulignent que les patients issus du milieu rural sont plus sujets à des retards de consultation (avec 18% de leurs patients ayant consulté

après 48 heures). Le temps moyen entre le traumatisme et la première chirurgie varie de 7,6 à 36 heures (8,28,32,79). Certaines études (32,75,80) ne retrouvent pas de corrélation entre l'acuité visuelle (AV) finale et le délai de chirurgie initiale, mais Cruvinel et al (35) démontrent une augmentation du risque de mauvais pronostic visuel de 1,16 fois et Blanch et al (79) une augmentation de 0,37 logMAR d'AV finale pour chaque jour de retard de réparation chirurgicale de la plaie. Ces derniers suggèrent que le retard de prise en charge pourrait être corrélé à un faible niveau d'éducation, sans pouvoir le démontrer dans leur cohorte. Il ne faut pas oublier que l'intervention chirurgicale est parfois volontairement différée à cause d'atteinte extra-ophtalmologique ou d'un état incompatible avec l'anesthésie générale.

Il est par ailleurs intéressant de regarder si l'heure de la journée à laquelle la réparation chirurgicale a été effectuée affecte le résultat visuel. Blanch et al. (79) n'ont pas retrouvé de corrélation suggérant ainsi que leur système de garde au Birmingham Midland Eye Centre (couvrant tout le nyctémère grâce à un relais par un chirurgien sénior le soir) est efficace et non délétère pour le pronostic visuel des patients. Ils retrouvent cependant une disparité dans la rapidité de prise en charge entre les soirs de semaine et le week-end suggérant possiblement un obstacle aux chirurgies urgentes les samedi et dimanche soirs.

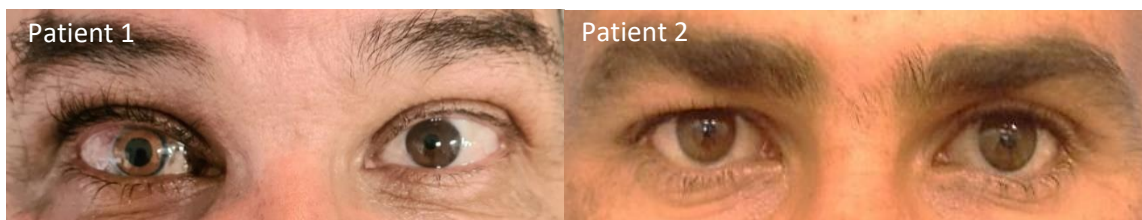
La durée d'hospitalisation est assez variable dans la littérature. Elle semble tout d'abord dépendre du régime de sécurité sociale instauré dans le pays. Mir et al. (2) ne décrivent que 20% d'hospitalisation au décours d'une chirurgie de plaie du globe dans leur cohorte issue du Nationwide Emergency Department Sample (NEDS), la plus grande base de données sur les services d'urgence des États-Unis tous payeurs confondus. Ils constatent aussi, parmi les hospitalisés, une surreprésentation des personnes assurées MEDICARE par rapport à ceux MEDICAID et assurés privés. Le statut de l'hôpital semble aussi être un critère important. Par exemple Batur et al. (11) comptent en moyenne cinq jours d'hospitalisation pour leur cohorte issue d'un hôpital universitaire turc. Le statut universitaire et/ou trauma-center de niveau I seraient associés à un taux augmenté d'hospitalisation (OR 2,48). On constate par ailleurs qu'après 70 ans, le risque d'hospitalisation est multiplié par 2. Les plaies survenant lors d'un accident de la route ou par balle sont bien-sûr plus à risque du fait de polytraumatisme. Et sur le plan ophtalmologique pur, la présence d'une fracture orbitaire, d'une endophtalmie, d'un décollement choroidien, d'une hémorragie choroidienne ou rétrobulbaire est associée à des risques majeurs d'hospitalisation (2). Batur et al. retrouvent en revanche une corrélation négative entre les plaies postérieures et la durée du séjour à l'hôpital.

Les dommages causés au segment antérieur et/ou à la rétine impliquent un suivi étroit par l'ophtalmologiste, avec bien souvent la nécessité d'autres interventions chirurgicales après la

réparation initiale. Agrawal et al. (31) indiquent la nécessité d'au moins une chirurgie supplémentaire pour 37% de leur patients, et ce taux peut varier jusqu'à 98,8% dans la littérature (98,8% (11) ; 57% (8) ; 49% (32) ; 45% (52)). Knyazer (8) et Andreoli (52) rapportent en moyenne 1,5 à 1,7 chirurgies par patient, et les traumatismes par rupture nécessiterait en moyenne plus de chirurgies que ceux par lacération (7). La grande majorité de ces opérations ont lieu au cours de la première année voire des six premiers mois mais peuvent s'avérer nécessaires jusqu'à 6 ans après le traumatisme initial (32,52), soulignant l'importance d'un suivi prolongé. Les patients jeunes (52), issu du milieu rural (32) ou ayant une AV initiale basse (voit bouger la main VBLM), une hémorragie rétinienne initiale ou ayant eu une vitrectomie lors de la réparation primaire (52) seraient plus susceptibles de subir des multiples chirurgies. Le nombre de procédures chirurgicales réalisées a une valeur prédictive sur le résultat visuel (81). Les patients nécessitant plusieurs opérations ont tendance à avoir une acuité visuelle postopératoire plus faible et ceux ayant subi une chirurgie vitréo-rétinienne ont des résultats visuels globalement moins bons (52). Dans le même sens, Pieramici (82) et Groessl (60) décrivent un bon résultat visuel dans 90 % en cas de procédure unique.

Les procédures secondaires les plus réalisées sont la chirurgie de la cataracte et la vitrectomie (8,30,32,52) mais peuvent être très variées (reprise de suture, lavage de la chambre antérieure, kératoplastie, sangle, pelage de membrane épitréinienne, chirurgie de glaucome, énucléation/éviscération...).

La durée moyenne de suivi est souvent de plusieurs mois du fait de complications retardées, et chirurgies de réparation multiples (6 mois (34), 7 mois (31) ; 9,1 mois (11) ; 10,2 mois (9) ; 14,1 mois (28) ; 14,3 mois (7) ; 16,6 mois (32) ; 19,7 mois (52)). Elle serait 5 fois plus longue en moyenne en cas de fracture orbitaire associée (58). Andreoli et al. rapportent en moyenne 7,1 consultations par patient au cours du suivi (52).



*Figure 7 : Image de gauche: Homme de 61 ans, plaie sclérale droite suite à une rixe, ayant subi 6 interventions chirurgicales de réparation [suture primaire, vitrectomie pour décollement de rétine (DR) et récurrence du DR sous silicone, ablation de silicone, tatouage cornéen, trabéculotomie pour glaucome] et qui a récupéré 5/10<sup>ème</sup> à deux ans de la plaie.*

*Image de droite : Homme de 35 ans, plaie oculaire gauche par CEIO projeté lors d'une explosion, éviscéré à 3 mois du traumatisme et adapté en prothèse quelques mois plus tard.*

b) *Gestion du risque infectieux*

Les Recommandations de Bonnes Pratiques de l'AFSSAPS de mai 2011 rappellent que les traumatismes oculaires sont des situations à haut risque de contamination et d'endophtalmie (83). L'étude de Gupta et al. en 2007 (84) fait état de 50% de contamination oculaire (75% bactérienne et 25% mycotique) au moment de la prise en charge chirurgicale et d'un taux de 17% d'endophtalmies. Les facteurs de risques retrouvés dans cette étude étaient le délai de prise en charge supérieur à 72 heures, la hernie de tissu uvéal, et une lacération cornéo-sclérale supérieure à 8 mm. La présence d'un corps étranger intra-oculaire n'avait pas été retrouvée comme facteur de risque. Ainsi, les experts français ont proposé une antibioprophylaxie par lévofloxacine pendant 48 heures (500 mg intra-veineux à J1 et 500 mg per os à J2) en cas de traumatisme à globe ouvert, suivie d'une antibioprophylaxie post-opératoire en collyre jusqu'à étanchéité de la plaie. En cas de plaie manifestement souillée, une injection intravitréenne (associant vancomycine et ceftazidime ou amikacine) en fin d'intervention chirurgicale est recommandée (Cf. Tableau 3).

Indication chirurgicale	Agent anti-infectieux	Posologie	Voie d'administration
Chirurgie à <b>globe ouvert</b> avec facteur de risque infectieux ou situation à risque*	Lévofloxacine	500 mg 12 h et 2 h avant chirurgie	PO
Traumatisme à <b>globe ouvert</b>	Lévofloxacine	500 mg	IV à J1 et PO à J2
Traumatisme à <b>globe ouvert</b> avec plaie souillée	Lévofloxacine en association avec soit :	500 mg	IV à J1 et PO à J2
	- vancomycine + ceftazidime	1 mg + 2,25 mg	Intravitréene J1
	- vancomycine + amikacine	1 mg + 200 µg	Intravitréene J1
Plaies des voies lacrymales	Penicilline A + inhibiteur de β-lactamase	2 g	IV
	Clindamycine si allergie	600 mg	IV
Chirurgie à globe fermé	Pas d'antibioprophylaxie		

\* Diabète, immunodépression, œil multiopéré, monophtalmie.  
IV : intraveineuse ; PO : per os.

Tableau 3 : Recommandations 2011 de la Société Française d'Anesthésie Réanimation concernant l'antibioprophylaxie en chirurgie et médecine interventionnelle. Tableau issu du rapport de la Société Française d'Ophthalmologie 2018 (63).

- La lévofloxacine apparaît comme une solution satisfaisante de par ses caractéristiques pharmacocinétiques et pharmacodynamiques. Il s'agit d'un antibiotique de petite taille, synthétique, qui passe bien les barrières cellulaires dont la barrière hémato-oculaire. Elle est bactéricide avec un large spectre d'activité antibactérienne mais son activité est limitée sur les staphylocoques multirésistants, streptocoques, entérocoques, ainsi que les acinetobacter, Stenotrophomonas maltophilia, Burkholderia cepacia, Bacteroides fragilis et les Clostridium spp. Son inconvénient principal est sa forte sélection de mutants résistants et des effets indésirables tel que des ruptures tendineuses (rupture du tendon d'Achille, surtout chez la personne âgée ou sous corticoïdes), des allergies et une photosensibilité.



- Une double antibioprophylaxie par injections intravitréennes (vancomycine 1mg + ceftazidime 2,25 mg ou vancomycine 1 mg + amikacine 200 µg) est réalisée en cas de plaie souillée (85).
  - La vancomycine est un antibiotique à structure glucidique, uniquement actif sur les bactéries à Gram positif, incluant les staphylocoques résistants à la méthicilline. Son haut poids moléculaire fait qu'elle traverse très mal les barrières cellulaires, mais c'est une molécule de choix en injection directe intra-oculaire. L'apparition de staphylocoques résistants à la vancomycine implique une utilisation parcimonieuse adaptée à la situation clinique.
  - Les céphalosporines sont actives contre les bactéries Gram négatif et contre les streptocoques oraux ou viridans, y compris les pneumocoques, et sur les staphylocoques, y compris ceux à coagulase négative.
  - Les aminosides sont bactéricides pour un grand nombre de bactéries incluant les aérobies à Gram négatif et les staphylocoques. L'inconvénient majeur est le risque d'infarctus maculaire (gentamycine > amikacine).

Le protocole de dilution proposé par le Syndicat National des Ophtalmologistes de France est le suivant :

- + Vancomycine (vancocine®) : 1 mg dans 0,1 cc de sérum physiologique (NaCl 0.9 %)
- + Ceftazidime (fortum®) : 2 mg dans 0,1 cc de sérum physiologique (NaCl 0.9 %)
- + Amikacine (amiklin®) : 0,20 mg

Réaliser les préparations dans deux seringues stériles de 1 cc séparées et montées d'aiguilles 30G. Injecter à deux endroits différents de la sclère, en évitant les deux méridiens horizontaux (car risque de blessure des vaisseaux ciliaires longs), à 4 mm du limbe ou 3,5 mm chez le pseudophake.

Il n'y a pas de recommandation quant à l'injection intracaméculaire de céfuroxime (céphalosporine) dans le cadre des traumatismes à globe ouvert, probablement du fait de la recommandation de lévofloxacine systémique à large spectre (mais à action pourtant limitée sur les streptocoques). L'APROKAM© (céfuroxime en dose unique intracaméculaire 0,1 ml) a l'autorisation de mise sur le marché (AMM) en prévention des endophtalmies au cours des chirurgie de la cataracte (contrairement à la céfazoline 1 mg / 0,1 ml n'ayant pas d'AMM mais qui a aussi montré son efficacité dans cette indication) et elle n'entraînerait pas de problème de tolérance dans l'étude ESCRS (86) , ni de cytotoxicité endothéliale dans les études in-vitro (87). Il existe un risque de réaction anaphylactique (88–92) plus important en cas d'allergie à la pénicilline du fait de réactions croisées (93). Pour n'importe quel type de chirurgie les experts s'accordent sur les facteurs de risque d'infection post-

opératoire suivant : diabète, implantation d'un dispositif intraoculaire autre que pour la chirurgie de la cataracte, patient ayant déjà fait une endophtalmie postopératoire sur l'autre œil, patient monoptalme. Ces situations pourraient donc être une indication d'antibiothérapie par céfuroxime intracaméculaire en complément de la lévofloxacine systémique.

Concernant l'antibioprophylaxie topique post-opératoire, aucune spécialité n'a fait la preuve de sa supériorité. Comme mentionné plus haut, la place des quinolones doit rester limitée du fait de leur pression de sélection microbiologique. Notons par ailleurs qu'une antibiothérapie locale administrée à des doses sub-inhibitrices, de façon anarchique et prolongée (plus de 8 jours) peut à long terme entraîner une résistance clinique de la flore résidente, ou la substitution de la souche sensible par une souche résistante d'où la nécessité de l'utiliser à dose efficace, sur un temps court (94).

### 3. Plaies avec corps étrangers intra-oculaires

La présence d'un corps étranger intra-oculaire doit être suspectée devant toute plaie du globe, et d'autant plus lors d'un contexte d'explosion (95). Le retard de prise en charge d'un corps étranger passé inaperçu peut être dommageable du fait de conséquences mécaniques sur son passage (cataracte traumatique, déchirures rétiniennes, ...), d'une possible toxicité du matériau le composant (sidérose, chalcosé (96)) et du risque d'endophtalmie. L'interrogatoire est un élément clé du diagnostic, qui recherche le contexte du traumatisme, la vitesse, la taille et le matériau du projectile. Le moindre doute fera réaliser au mieux un scanner orbitaire sans injection de produit de contraste avec coupes coronales, ou à défaut des radiographies de l'orbite de face, de profil et avec incidence de Blondeau.

Le taux d'incidence des CEIO dans les plaies à globe ouvert varie de 2,45 à 46,3 % (6–8,11,12,16,19,23,24,28,31,33,46,50,52,59,74,82,95,97–109) et est encore plus important chez les blessés oculaires en contexte de guerre (110,111). Il s'agit majoritairement d'hommes jeunes (11,62,112–115) avec plaie oculaire survenue dans le cadre d'un accident du travail, de bricolage au domicile (surtout lors de mouvement de percussion avec un marteau ou au cours de l'utilisation d'une machine-outil) ou lors d'un traumatisme balistique (28,97,98,115–119).

Les corps étrangers (CE) peuvent être pénétrants ou perforants. La porte d'entrée est principalement cornéenne (65%), puis sclérale (25%) puis les deux ou limbique (10%) (98,118,120,121). Ils sont majoritairement retrouvés dans le segment postérieur et souvent enchâssés dans la rétine (62,98–100,114,115,118,119,121–124), et il est important de se rappeler que les CEIO peuvent être multiples (121). Kuhn et al. (125) rapportent dans sa revue de littérature 8-25% de CEIO multiples et une taille moyenne de 3,5 mm.

57 à 100% des CEIO sont magnétiques (46,98,110,118), deux conséquences en découlent : la contre-indication formelle aux IRM dès lors qu'il y a suspicion de CEIO et la possibilité de les retirer chirurgicalement à l'aide d'un électroaimant.

La nature/composition du CE déterminera la stratégie thérapeutique et le délai de prise en charge (Cf. Tableau 4) (126).

#### ➤ **Les corps étrangers radio-opaques**

Les corps étrangers métalliques sont les plus fréquents (8,98,99,115,127,128) et une tomodensitométrie (TDM) est capable de détecter leur présence à partir de 0,07 mm<sup>3</sup> (129).

- Les corps étrangers à base de fer ou d'acier (morceau de métal projeté lors de bricolage, explosion, traumatisme balistique...) seront d'autant plus magnétiques et radio-opaques que l'alliage contient du fer. Le fer est très toxique pour la rétine (toxicité bien connue de l'hémoglobine sur les photorécepteurs et l'épithélium pigmentaire lors d'une hémorragie maculaire) du fait de son oxydation entraînant une dispersion d'ions ferreux responsables d'un stress oxydatif et d'apoptose.
- Les corps étrangers en plomb (plombs de chasse, de carabines et de pistolets à grenaille) sont quant à eux radio-opaques mais non magnétisables et bien supportés par les tissus oculaires du fait de la stabilité de cet élément. Il n'y a pas de cas décrit de saturnisme oculaire.
- Les corps étrangers à base de cuivre (cuivre, bronze, laiton, souvent retrouvé dans les balles et douilles) sont eux aussi radio-opaques mais non magnétisables. Plus la quantité de cuivre est importante, plus le corps étranger sera toxique, entraînant un risque de chalcose aiguë si son taux excède 85%. Les mécanismes de toxicité du cuivre sont d'une part le stress oxydant induit par sa liaison au peroxyde d'hydrogène qui génère un radical hydroxyle nocif pour la cellule (130–132), et d'autre part sa capacité à se lier à l'ADN sous forme d'ions (133–135) ou de modifier les structures en doigts de gant de zinc de certains facteurs de transcriptions ne pouvant alors plus se lier à l'ADN (136). En outre, plus la quantité de cuivre est importante, plus le CE sera pourvoyeur d'inflammation.
- Les corps étrangers en or, argent, aluminium, platine, mercure, nickel, et zinc ne sont pas magnétisables et sont peu toxiques.

➤ **Les corps étrangers radio-transparents**

- Les CE organiques (bois, végétaux) sont à haut risque d'infection oculaire, notamment fongiques. Ils apparaissent hypodenses en TDM et hypointenses en séquence T2 en IRM.
- Le verre, la porcelaine, et le plastique intra-oculaires sont bien tolérés. Le verre constitue 2,8 à 17,7% des CEIO (98,100,127,137) et survient surtout lors d'accident de la route (138). Il est lui aussi hypodenses en TDM (mais du verre vert de bouteille sera plus dense qu'un verre de lunette par exemple (139)) et hypointenses en séquence T2 en IRM.

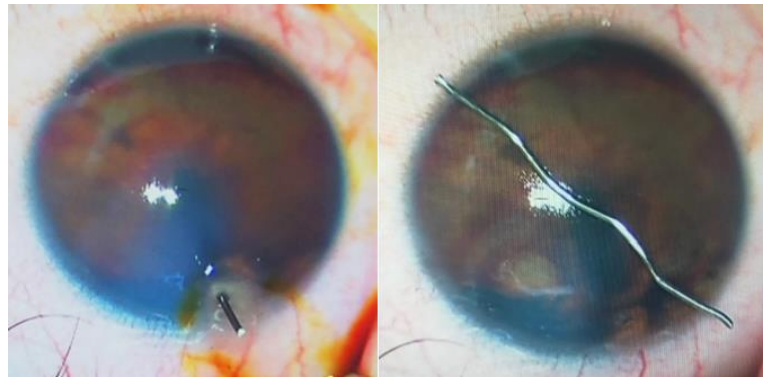


Figure 8 : Photographies per-opératoires de l'extraction d'un CEIO transcornéen de 14 mm de long.

Nature	Caractère électromagnétique	Toxicité
<b>Métalliques (radio-opaque)</b>		
À base de fer : fer, acier (fer + carbone), acier inoxydable (fer + carbone + chrome + nickel)	++ dépend de la teneur en fer	+++
À base de cuivre : cuivre pur, laiton (cuivre + zinc), bronze (cuivre + étain)	0	++
À base de plomb	0	+
À base d'or, d'argent	0	0
À base de platine	0	0
À base d'aluminium, de mercure, de nickel, de zinc	0	+
<b>Non métalliques (radio-transparents)</b>		
Plastique	0	0
Verre, porcelaine, quartz, pierre, sable	0	0
Organiques : végétaux, bois, cils	0	+++
Poudre d'arme à feu, talc	0	+

Tableau 4 : Nature des corps étrangers intra-oculaires. Tableau issu de l'article « Plaies et corps étrangers du segment postérieur », Ullern M, 1999.(126)

Outre la toxicité du CEIO, sa pénétration peut provoquer des lésions mécaniques directes le long du trajet dans l'œil, ou par ricochet (113). Mester et al. (140) rapportent une probabilité de 20% d'avoir deux lésions rétiniennes ou plus. Une cataracte traumatique est présente dans 40-50% des plaies avec CEIO (117,118,121,140). Il semblerait, à taille égale, que les CEIO « mousses » provoquent plus de cataractes que les aiguisés (125), du fait d'un plus important transfert d'énergie lors de l'impact. Il est important de comprendre que plus une plaie (porte d'entrée du CEIO) est petite, moins l'énergie de ce dernier est dissipée lors de la pénétration, et il pourra donc aller beaucoup plus loin dans l'œil, avec ainsi un risque plus important de lésions rétiniennes. De plus il paraît évident que les CEIO entrant par la sclère seront plus à risque de lésions graves, tout comme les gros CEIO très

délabrants (98). D'après Weichel et Yeh, les principales causes de mauvaise récupération visuelle sont les dommages du nerf optique, les taies cornéennes, les séquelles d'endophtalmie, les hémorragies suprachoroïdiennes et la prolifération vitréo-rétinienne (PVR) à risque de décollement de rétine (DR) (141).

Agrawal et al. (31) rapportent un meilleur Ocular Trauma Score (OTS) dans le groupe CEIO, qui seraient donc de meilleur pronostic visuel, et d'autant plus que le CEIO est au niveau du segment antérieur. Cependant le pronostic peut être aggravé par la iatrogénie des techniques chirurgicales de retrait du CEIO. Akesbi et Wani (128,142) retrouvent l'AV initiale comme principal facteur pronostic de l'AV finale dans les plaies avec CEIO, et Chiquet et al. constatent un moins bon pronostic en cas de porte d'entrée cornéo-sclérale, large CEIO et DR secondaire (118). Percival et Erakgun (143,144) retrouvent les facteurs de risque de DR suivants en cas de CEIO : retard d'extraction du CEIO, extraction du CEIO combinée à la suture primaire, hémorragie intra-vitréenne, CEIO > 1 mm<sup>3</sup>, manipulation du CEIO dans le vitré et issue de vitrée.

L'extraction chirurgicale du CEIO peut être réalisée dans le même temps que la suture de la plaie, ou secondairement. Une prise en charge rapide (inférieure à 24 heures) permettrait de diminuer le risque d'endophtalmie et d'améliorer le pronostic visuel (62,145)). Le délai dépendra beaucoup de la nature du CEIO (fort risque d'endophtalmie des CEIO organiques, comparé aux CEIO métalliques projetés chauds quasiment stérilisés (110,124), et fort risque de toxicité si ferrique ou cuivrique). Colyer et Thach (110,146) avancent qu'une extraction retardée n'est pas forcément associée à une endophtalmie et permettrait d'avoir un bon contrôle de l'inflammation oculaire /une bonne accessibilité au CEIO/ d'avoir un décollement postérieur du vitré (DPV) complet. Yeh et al. (147) avancent que l'extraction immédiate diminue le risque de PVR et permet au patient de ne subir qu'une seule chirurgie. En cas d'endophtalmie avérée d'emblée, le CEIO est si possible extrait lors de la suture primaire.

- Pour les CEIO en chambre antérieure, il n'est pas recommandé de les sortir par leur porte d'entrée (120) sauf béance de la plaie ou très grand CEIO, mais plutôt par une incision limbique. Il faut remplir la chambre antérieure de visqueux pour protéger l'endothélium, et induire un myosis médicamenteux pour diminuer le risque de toucher la cristalloïde antérieure lors de l'extraction. Il faut tenter de déloger le CEIO par infusion d'eau ou visqueux et le retirer à la pince ou l'aimant.
- Pour les CEIO enchâssés dans le corps ciliaire, on pourra s'aider d'un volet scléral identique aux chirurgies filtrantes pour accéder au CEIO.

- Pour les CEIO intra-iriens, une iridotomie ou iridectomie localisée pourra s'avérer nécessaire (+/- réparation irienne secondaire). S'il est sur la face postérieure de l'iris, que le patient est phake avec cristallin intact, des crochets à iris permettront de rétracter ce dernier et mieux s'exposer.
  
- Pour les CEIO intra-lenticulaires, même inertes, il existe un risque de cataracte et uvéite phako-antigénique. De rares cas de CE laissés en place non compliqués sont décrits (148–150). L'extraction pourra se faire par phakoémulsification, extraction intra ou extracapsulaire. Andreoli et al. (52) soulignent l'augmentation significative du risque d'endophtalmie en cas d'implantation lors de la réparation primaire.
  
- Pour les CEIO postérieurs, l'extraction est réalisée par voie externe ou interne. En cas de trouble des milieux, une phakoexérèse et/ou pose d'une kératoprothèse ou une procédure par endoscopie pourront être envisagées.
  - EXTRACTION PAR VOIE EXTERNE : à l'aide d'un électro-aimant extra oculaire placé à 4 mm du limbe, au plus près du CEIO, après incision sclérale et choroïdienne. Les déchirures rétiniennes seront alors traitées par cryoapplication transsclérale +/- tamponnement interne par gaz (117).
  
  - EXTRACTION PAR VOIE INTERNE : à l'aide du vitréotome, d'une pince ou d'un endo-aimant après vitrectomie +/- complète selon les écoles (141). Le CEIO sera sorti soit par voie sclérale (par exemple en agrandissant une sclérectomie de service) soit par le segment antérieur en cas de phakoexérèse concomitante. Il est possible de s'aider d'un cathéter 18 ou 20 G, comme guide, pour les CEIO longilignes. L'utilisation de chandeliers 25 ou 27 G permet de travailler à deux mains. Pour les gros CEIO ou ceux en verre, une pince diamantée pourra éviter à ces derniers de glisser (141). Il faudra penser à envoyer en bactériologie le liquide de vitrectomie en cas de suspicion d'endophtalmie ou situation à risque d'en développer une. Une chorioretinectomie prophylactique est réalisée en cas de CEIO impacté profondément ou en cas de porte d'entrée scléro-choroïdienne, afin d'éviter la PVR (151). Il faut coaguler les tissus autour de la lésion à l'endodiathermie, puis faire la chorioretinectomie au vitréotome avec une pression intraoculaire haute pour diminuer les saignements. Une rétinopexie périlésionnelle puis un tamponnement, préférentiellement par huile de silicone, seront ensuite réalisés. L'utilisation de perfluorocarbones liquides pourra être utile en cas de décollement de rétine.

Certains auteurs soulignent que la voie externe est plus à risque de complications (PVR, DR, phtyose) et l'AV finale serait moins bonne (140), tandis que d'autres ne retrouvent pas de différence entre les deux méthodes pour les plaies pénétrantes (81,117,152–154). Chiquet et al. constatent dans leur cohorte de 40 CEIO retirés à l'électro-aimant que le pronostic visuel final est moins bon en cas de CEIO supérieur à 3 mm, d'AV initiale inférieure à 20/200 et présence d'un DR initial ou secondaire (117). La voie interne reste impérative en cas de CEIO non magnétique ou enchâssé profondément dans la rétine et d'hémorragie intra-vitréenne (HIV) dense, et est à préférer en cas de plaie grave avec CEIO (82,118,152,153).



#### 4. Complications des plaies

##### a) *Endophtalmie*

Le taux d'incidence des endophtalmies post-traumatiques varie entre 0% et 48% (2,7,8,28,30,32,49,50,62,74,81,85,97,107,108,121,124,145,155–162) avec les incidences les plus fortes décrites en cas de CEIO (85,145,163) et en milieu rural (162,163). Plusieurs études montrent que l'extraction rapide des CEIO diminue fortement l'incidence des endophtalmies (62,74,107,145,162,164), sans pour autant qu'il y ait de consensus sur le délai de retrait. L'endophtalmie post-traumatique représenterait un quart à un tiers de l'ensemble des endophtalmies (124,165) et le risque d'endophtalmie post-traumatique serait 100 fois celui d'une endophtalmie post-phakoémulsification (166–168).

Les facteurs de risque d'endophtalmie à globe ouvert sont (74,107,124,157,160,169) :

- **La présence d'un CEIO (8) ;**

Celle-ci augmenterait de 5 à 7,5 fois le risque de développer une endophtalmie post-traumatique (157,160). L'endophtalmie est plus fréquente en cas de CEIO végétal (74). Le CEIO inocule directement le micro-organisme dans le vitré et sa présence augmente le risque d'infection par *B. cereus*, *Clostridium*, champignon et les infections polymicrobiennes (156). Il a cependant été montré que les CEIO projetés chauds peuvent quasiment être stérilisés par l'échauffement de la pièce, et ainsi diminuer le risque d'endophtalmie (110,124,170).

Certaines études mettent en avant que l'atteinte de la capsule cristallinienne est potentiellement un facteur confondant (74). Thompson et al. retrouvent par exemple 15,6% d'endophtalmie en cas de CEIO avec rupture cristallinienne et 0% en cas de CEIO sans atteinte capsulaire. Dans tous les cas, les CEIO postérieurs, ayant souvent entraîné une rupture de la capsule ont un pronostic plus réservé que les CEIO antérieurs (156).

- **L'atteinte de la capsule du cristallin (74,107,155,165,171) ;**

Comparativement au groupe sans rupture cristallinienne, Thompson et al. (107) montrent une incidence 13 fois plus importante d'endophtalmie dans le groupe avec rupture. Essex et al. (74) avancent trois explications potentielles : l'accès favorisé au vitré en cas d'effraction de la capsule, une modification du renouvellement de l'humeur aqueuse avec stagnation de germes, et un substrat énergétique fournis aux micro-organismes en cas de fragmentation cristallinienne.

- **L'implantation d'un implant intra-oculaire en phase aiguë (157) ;**
- **Les traumatismes survenant en milieu rural (8,162,163) ;**

La forte prévalence des endophtalmies en milieu rural s'explique par le fait que l'objet causal est bien souvent contaminé par des végétaux (32), de la terre ou des matières organiques (163). De plus les plaies oculaires décrites en milieu rural sont souvent plus grandes et délabrantes. Thompson et al. (107) rapportent une incidence d'endophtalmies jusqu'à 30% en milieu rural versus 4-8% en urbain et Rofail et al. (32) 10% versus 3%.
- **Un âge supérieur à 50 ans ;**
- **Le sexe féminin ;**
- **Une ouverture large du globe ;**
- **Un prolapsus tissulaire externe ;**

Alors que l'issue de vitré par la plaie constitue un accès direct pour les germes (85), l'issue de tissu uvéal (iris ou choroïde) pourrait boucher l'orifice de la plaie et ainsi diminuer le risque de contamination (162).
- **Un retard de plus de 24 heures à l'instauration des antibiotiques systémiques (8) ;**
- **Un délai de prise en charge de la plaie supérieur à 24h (8,32) ;**
- **Un retard d'extraction des CEIO supérieur à 24h (62,145).**

Loporchio et al. (48) ont réalisé un tableau comparatif des incidences d'endophtalmie en cas de plaie avec CEIO, dans plusieurs études à travers le monde, montrant clairement une surreprésentation de celles-ci en cas d'extraction retardée de plus de 24 heures (Cf. Tableau 5).

Il semblerait par ailleurs que les plaies par rupture ait un risque d'endophtalmie moindre, du fait des pressions s'exerçant de l'intérieur vers l'extérieur (162).

Study	Incidence Endophthalmitis IOFB Removal ≤ 24 hrs.	Incidence Endophthalmitis IOFB Removal > 24 hrs.	P-Value
Colyer et al, 2008	0/0 (0%)	0/79 (0%)	NS
Chaudhry et al, 2008	11/? (589 total)	33/? (589 total)	<0.05
Ehlers et al, 2008	4/96 (4.2%)	4/96 (4.2%)	NS
Essex et al, 2004	4/38 (11%)	5/31 (16%)	0.72
Ferrari et al, 2001	0/17	0/12	NS
Greven et al, 2000	0/39	0/20	NS
Jonas & Budde, 1999	1/43 (2.3%)	3/19 (16%)	=0.046
Schmidseeder et al, 1998	10/57 (18%)	8/15 (53%)	=0.004
Thompson et al, 1993	10/287 (3.5%)	22/164 (13%)	<0.0001
Woodcock et al, 2006	3/28 (11%) [≤48 hrs.]	1/41 (2.4%) [>48 hrs.]	NS
Zhang et al, 2011	26/209 (12%)	206/1175 (18%)	=0.07

Tableau 5 : Tableau issu de l'article « Intraocular foreign bodies : A review. » de Loporchio et al en 2016 (48), comparant la survenue des endophtalmies en cas d'extraction chirurgicale de CEIO avant ou après 24 heures post-traumatiques.

Les signes cliniques sont identiques à ceux d'une endophtalmie postopératoire, à savoir le plus souvent une baisse d'acuité visuelle avec œil rouge douloureux et une inflammation majeure des segments antérieurs et du vitré à l'examen. Le prélèvement vitréen est à réaliser mais ne doit pas retarder la prise en charge antibiotique.

Les germes les plus fréquemment retrouvés sont des Gram positifs puis des Gram négatifs et champignons.

- **Bactéries Gram positif** : les plus fréquents sont les Staphylocoques à coagulase négatif, Bacillus et Staphylococcus aureus (8,158).

Staphylococcus epidermidis est, comme dans les endophtalmies post-opératoires, le germe le plus fréquemment mis en évidence (156). Il synthétise un biofilm de polysaccharides protégeant des réactions immunes. Les endophtalmies à S. epidermidis auraient un meilleur pronostic qu'avec d'autres germes (124). On remarque une surreprésentation des Bacillus en milieu rural et en cas de CEIO (107,124,172–174), avec un pronostic visuel très péjoratif (165,175,176). En effet, une revue de la littérature rapportant 91 endophtalmies post-traumatiques (124) décrit 50% d'énucléation pour celles à B. cereus et aucune pour celles à S. Epidermidis. La virulence du B. cereus est responsable d'un tableau initial très sévère et d'une importante rapidité d'évolution.

- **Bactéries Gram négatif** : Tran et al. (161) décrivent un tiers d'endophtalmies à bactéries Gram négatifs. Le pronostic est plus sévère que pour les Gram positifs, et comme dans l'abcès de cornée, les bactéries du genre *Pseudomonas* provoquent une endophtalmie fulminante (74), difficile à traiter du fait de leur résistance aux antibiotiques.
- **Champignons** : Ce type de germe prédomine en cas de plaie par objet organique ou souillé par un agent organique. Il s'agit majoritairement de levures de genre *Candida* et les signes sont plus insidieux et progressifs et la douleur moins importante (177), expliquant une prise en charge souvent retardée, et un pronostic visuel intermédiaire entre *S. epidermidis* et à *B. cereus* (124). Les autres espèces déjà décrites (178) sont : *Aspergillus*, *Paecilomyces*, *Fusarium*, et des champignons dématiés.

Il est à noter que les infections pluri-microbiennes sont plus fréquentes que dans les endophtalmies post-opératoires (179), notamment en cas de CEIO (156). Des micro-organismes peu habituels sont parfois retrouvés : *Pasteurella multocida* lors d'une morsure d'animal (180), *Haemophilus influenzae* lors de blessure par ustensile de cuisine (171), *Clostridium perfringens* lors d'une plaie souillée (181) ou CEIO, responsable d'endophtalmie fulminante et pouvant engager le pronostic vital en cas de mauvaise immunisation antitétanique (169).

L'instauration d'un protocole antibioprophylactique systématique réduirait le taux d'incidence de cette complication autour de 1 % (157). Les fluoroquinolones systémiques ont un large spectre et sont recommandées par les experts français. A l'étranger (28,30), il est recommandé une bi-antibiothérapie comme l'association gentamycine-cefazoline, permettant une diminution significative du taux de contamination de la chambre antérieure si donnée avant la chirurgie (182). Certains auteurs recommandent l'association systématique de fluoroquinolone et vancomycine en cas de CEIO (124,169). L'usage d'injections intravitréennes (vancomycine et ceftazidime) dans le traitement préventif est discuté (85,183,184) et son efficacité n'a été prouvée que dans les endophtalmies précoces (85). En France elles ne sont proposées par les experts qu'en cas de plaie souillée.

La survenue d'une endophtalmie post-traumatique grève considérablement le pronostic visuel du patient (4,28,51). Elle entraîne par exemple dans l'OTS une forte diminution du score final et donc des chances de récupération visuelle. Selon l'Endophthalmitis Vitrectomy Study (EVS)(185) 47% des patients faisant une endophtalmie ont une acuité visuelle inférieure à 5/10<sup>ème</sup> à 9 mois. Son pronostic serait comparativement moins bon que les endophtalmies post-opératoires du fait des comorbidités associées, de micro-organismes plus virulents, et de possible retard de diagnostic et d'initiation de traitement.

La prise en charge des endophtalmies post-traumatiques est identique aux endophtalmies post-phakoexérèse (156) :

- **Antibiotiques systémiques** : en France l'association d'une fluoroquinolone à l'imipénème est utilisée en première intention (en cas d'allergie aux bêta-lactamines ou de contre-indication aux quinolones la molécule est remplacée par de la fosfomycine) (186) . Elle est administrée en intra-veineux pendant 5 à 7 jours. L'association vancomycine (1g/12h)+ ceftazidime (1g/8h) est parfois utilisée dans d'autres pays (110,124,163,169,183). La pénétration intra-oculaire des antibiotiques est favorisée dans les plaies du globe du fait de la rupture de la barrière hémato-oculaire.
- **IVT** : Les recommandations actuelles sont 0,1 ml de vancomycine (1 mg) et de céftazidime (2,25 mg). L'amikacine (0,2mg) n'est à utiliser qu'en cas d'allergie. Les deux IVT doivent être réalisées à deux sites différents pour éviter la précipitation et l'inactivation des produits. Cette voie permet d'atteindre des concentrations intra-oculaires très élevées et l'utilisation de la vancomycine est particulièrement intéressante contre B. cereus, tous résistants aux bêta-lactamines. L'évaluation clinique guidera le retraitement par IVT 48 à 72 heures après les premières.
- **Antibiotiques locaux** : le protocole de l'EVS proposait des collyres fortifiés (amikacine et vancomycine) à tous les patients mais leur utilisation semble à éviter en cas de plaie cornéenne ou cornéo-sclérale du fait de leur toxicité pour la surface, et le risque de passage d'amikacine intra-oculaire. On peut proposer vancomycine (50 mg/ml) et céftazidime (50 mg/ml) en gouttes horaires pendant les deux premiers jours.
- **Cas des endophtalmies fongiques** : le traitement repose sur l'amphotéricine B en intraveineux associé à des IVT 5 ou 10 g/0,1 ml. Un traitement local peut également être associé. Une surveillance du ionogramme sanguin, du bilan rénal et hépatique et de l'hémogramme est requise. En cas de mauvaise tolérance de l'amphotéricine B, elle peut être remplacée par le fluconazole ou voriconazole (meilleure biodisponibilité dans le vitré que le kétoconazole) (167,187).
- **Corticoïdes** : Le résultat sur l'acuité visuelle finale est controversé (179). Ils peuvent être utilisés d'emblée par voie locale ou sous-conjonctivale en cas de réaction inflammatoire importante en chambre antérieure. La dexaméthasone 400µg est utilisée par voie intravitréenne à partir de 48h en cas d'amélioration clinique sous antibiotiques (son utilisation est contre-indiquée dans les endophtalmies fongiques).

- **Vitrectomie** : Son intérêt réside dans la diminution de l'inoculum bactérien, des toxines et débris inflammatoires pourvoyeurs de lésions rétinienne. Elle éclaircit aussi les milieux et permettra de prendre en charge d'éventuelles complications rétinienne, cristallinienne ou d'extraire un CEIO. Elle permet le prélèvement de vitré (avant ouverture de l'infusion pour qu'il reste pur) pour analyse microbiologique. Et enfin elle permettra de faire de la place pour les IVT d'antibiotique (188). On préférera la réaliser après quelques jours d'antibiothérapie et elle pourra être répétée si besoin (124). Une AV limitée à la perception lumineuse, la présence d'un vitré très chargé ou d'une inflammation majeure du segment antérieur, l'identification d'un germe virulent, l'aggravation clinique, la présence d'une luxation postérieure du cristallin, d'un CEIO ou d'un DR sont des arguments pour entreprendre une vitrectomie. Une vitrectomie centrale permettra d'éviter les complications sur la rétine fragilisée par l'infection, l'inflammation et parfois le traumatisme, et sera plus aisée dans ce contexte de mauvaise visibilité. Cependant les vitrectomies complètes avec tamponnement par huile de silicone ont montré une meilleure récupération visuelle et un moindre risque de DR post opératoires (165). L'huile de silicone a le double intérêt de traiter des déhiscences potentiellement non vues en per-opératoire et d'éviter le risque de récurrence de l'infection (165,189).

## b) *Décollement de rétine*

Le DR traumatique, de type rhéghmatogène, est la complication la plus fréquente après une plaie du globe. Sa survenue est rapportée dans 14 à 40% des cas (28,35,59,154,190–193) et il est associé à un mauvais pronostic visuel final (7,35,37,52,106,141,194–197). Le DR traumatique représenterait 10 à 40% de tous les DR (198).

Plusieurs facteurs, potentiellement associés, peuvent en favoriser la survenue (199,200) :

- Déchirures rétinienne lors d'un DPV brutal ;
- Incarcération vitréo-rétinienne dans la plaie ;
- Formation de PVR à cause de l'inflammation ;
- Déhiscence au point d'impact d'un CEIO ou sur une contusion rétinienne.

Stryjewski (192) et Esmali (152) rapportent la présence d'une HIV, d'une plaie en zone III (103,201,202) et d'une faible AV initiale (perception lumineuse positive et négative) comme facteurs de risque indépendants de DR post plaie. L'HIV seule aurait une sensibilité de 85% et une spécificité de 68% pour prédire un DR (192). Étonnamment le mécanisme de la plaie n'est pas ressorti comme facteur de risque dans l'analyse multivariée de la cohorte de 255 DR post-plaie de Stryjewski et al. (192). Ce dernier décrit pourtant 62% des DR survenus après une rupture contre 38% après une lacération (34% pénétration et 2% perforation). Il explique ce résultat par la présence de facteurs confondants comme des antécédents de chirurgie oculaire fragilisant le globe par exemple. De la même façon, les taux de CEIO étaient équivalents dans ses sous-groupes avec ou sans DR, et donc non reconnus comme facteurs de risque indépendants de DR. Les décollements survenant au cours d'endophtalmie post traumatique ont par ailleurs un moins bon pronostic avec un important risque de phtyose, lié à la formation de PVR (169).

Il est à noter que dans la cohorte de Stryjewski et al., 9% des diagnostics de DR ont été fait au bloc opératoire au cours d'une vitrectomie réalisée pour une autre raison, notamment une HIV persistante dont les échographies B n'avaient pas repéré le décollement. La majorité des DR surviendraient la première année (203) voire le premier mois (190). Stryjewski et al. décrivent 27% de DR survenant dans les 24 heures post plaie, 47% dans la première semaine et 72% le premier mois, et 5% des DR sont survenus après plus d'un an. Le décollement de rétine traumatique serait moins fréquent qu'après une contusion à globe fermé où la prévalence peut atteindre 85% mais l'étendue du DR, la fréquence du soulèvement maculaire, et le nombre et type de déchirures ne diffèreraient pas (80,203). En comparaison des traumatismes à globe fermé, plusieurs auteurs rapportent un pronostic plus péjoratif du fait d'autres complications associées (endophtalmie, PVR, glaucome secondaire,

ptyse) (108,204–206) mais une récente étude française de 2011 sur 50 patients ne retrouve pas de différence d'AV finale ou de taux de récurrences entre les deux groupes.

L'OTS ne permettrait pas de prédire correctement la survenue de DR traumatique (207). Un score nommé RD-OGI score pour « Retinal Detachment- Open globe Injury score » a été proposé par Stryjewski et al., et validé par Brodowska et al. (208), afin de déterminer les patients à fort risque et nécessitant un suivi rapproché par un rétinologue (Cf. Figure 9). Ce dernier prend en compte les trois facteurs de risque démontrés comme indépendamment associés à la survenue d'un DR (HIV, AV initiale et zone de la plaie) et donne une probabilité de décollement de rétine en fonction du score obtenu. Il faut rappeler que comme dans tous DR, le soulèvement maculaire, la PVR importante, la faible AV initiale, la nécessité d'une rétinectomie et la récurrence du DR post-opératoires sont des facteurs de mauvais pronostic visuel (194,196,197,204,209,210).

Clinical variable at presentation after open globe injury*	Retinal Detachment After Open Globe Injury (RD-OGI) pointst †	β coefficient	p value	Sum of RD-OGI Points	
				Sum of RD-OGI Points	Probability of developing retinal detachment
Visual acuity better than Count Fingers	0	-	-	0.0	1%
Count Fingers (CF) at 2 ft.	1	1.02	0.03	0.5	2%
Hand Motion (HM) at 2 ft.	2	2.04	<0.001	1.0	3%
Light Perception	2.5	2.44	<0.001	1.5	4%
No Light Perception	3.5	3.58	<0.001	2.0	7%
Zone I injury*	0	-	-	2.5	10%
Zone II injury*	0.5	0.62	0.023	3.0	16%
Zone III injury*	2	1.83	<0.001	3.5	24%
Vitreous Hemorrhage	2	2.04	<0.001	4.0	34%
				4.5	46%
				5.0	58%
				5.5	69%
				6.0	79%
				6.5	86%
				7.5	95%

\* For zone of injury, only the highest zone is counted. For example, a Zone II-III injury would received 2 points.

† β coefficients for these dummy variables were rounded to the nearest half integer to create the RD-OGI points

Figure 9 : Score RD-OGI proposé par Stryjewski (192) pour définir le risque de décollement de rétine après une plaie du globe.

La prise en charge des DR survenant après une plaie ne diffère pas des DR rhéomatogènes standards, c'est-à-dire que l'intervention est réalisée idéalement dans les 48 heures en cas de macula à plat et dans la semaine en cas de macula décollée. En cas de DR concomitant au diagnostic de plaie du globe, c'est la fermeture du globe oculaire qui prime. Le délai pour la prise en charge du segment postérieur est encore aujourd'hui controversé. Ryan et al. (211) statuent que la période de 4 à 10 jours après le traumatisme serait optimale pour éviter les dangers d'une chirurgie immédiate (mauvaise visualisation, saignements, inflammation majeure avec risque de membrane épirétinienne (MER) post-opératoire), tout en évitant la survenue de séquelles graves d'un DR ou d'une HIV trainants. Pour Kuhn et al., une vitrectomie trop précoce a plus de risque de complications per-opératoires, et trop tardive



plus de risque de complications post-opératoires notamment la PVR (212–214). L'étude histopathologique de Winthrop et al. (215) a mis en évidence que la PVR se formait une à deux semaines après un traumatisme oculaire pénétrant. Cependant une prise en charge retardée ne semble pas incompatible avec un bon résultat visuel (216) et certains avancent qu'elle permettrait au DPV de se faire et donc faciliter la vitrectomie.

La vitrectomie par la pars plana est la technique la plus réalisée (217) car elle donne l'avantage de pouvoir opérer la cataracte ou une luxation cristallinienne concomitante, de traiter une HIV, un hématome maculaire, de la PVR, une MER ou d'extraire un CEIO au cours d'une même chirurgie et aussi d'avoir une meilleure visualisation de la rétine et de potentielles déchirures (218). Il faut être précautionneux lors de la réalisation des orifices de sclérotomies du fait du DR. Le tamponnement par huile de silicone est généralement préféré en cas de PVR, déchirure géante, DR total, déchirures multiples et hémorragies suprachoroïdiennes (219) et de façon générale lors de la majorité des DR post-plaie du globe du fait de la présence fréquentes de ces caractéristiques (195,197,204,220). Le silicone réduirait aussi la formation de PVR du fait du faible espace pré-rétinien disponible tant qu'il est en place. En outre, on sait que l'endophtalmie est plus fréquente en cas d'atteinte du segment postérieur et Nashed et al. (205) avancent qu'une vitrectomie précoce permet de réduire l'inoculum microbien du vitré et donc de réduire le taux d'endophtalmie. De plus, comme dit précédemment, le tamponnement par huile de silicone réduirait lui aussi les taux d'endophtalmie.

### c) *Sidérose et chalcose*

La persistance d'un CEIO instable, c'est-à-dire pouvant d'oxyder, peut être délétère et explique l'importance de les diagnostiquer et les retirer au plus tôt.

La sidérose est une pathologie induite par la présence d'un CE ferrique. Elle a été constatée dès le 18<sup>ème</sup> jour post-plaie (96). Le fer s'oxyde et induit des dépôts dans tous les segments oculaires (anneau cornéen couleur rouille paralimbique, hétérochromie irienne, mydriase, opacifications capsulaires orangées, particules ferriques vitréennes, dégénérescence pigmentaire centripète de la rétine, glaucome secondaire) (221–223). Il est possible de constater une altération à l'électrorétinogramme avant les signes cliniques (augmentation de l'onde a suivie d'une réduction de l'onde b) (96,125). Chao et al. ont montré sur leur modèle animal une perte des cellules amacrines et des segments externes des photorécepteurs et suggèrent que l'altération rétinienne est secondaire au stress oxydatif et à l'excès de libération de glutamate et calcium (224).

La chalcose peut se développer en présence de cuivre ionisé. Elle serait due à un stress oxydatif secondaire à la production de radicaux libres (225). Similairement à la maladie de Wilson, on peut observer un anneau bleu-vert descemetique paralimbique dit « de Kayser-Fleischer » et une cataracte « en fleur de tournesol », mais aussi un tyndall de particules cuivrées, une hétérochromie irienne et des dépôts pré-rétiens toxiques (113).

Ces deux pathologies induites par la présence d'une CEIO persistant menacent le pronostic visuel, expliquant l'intérêt de l'extraction précoce du CEIO et d'autant plus que ce dernier est pur en fer ou cuivre.

#### d) *Ophthalmie sympathique*

L'ophtalmie sympathique a un taux d'incidence de 0 à 0,8% dans les études (7,8,28,30,32,137,226,227) et une récente étude canadienne l'estime à 33/100 000 personne-année (228). Elle s'expliquerait par une réaction auto-immune (principalement médiée par les lymphocytes T) contre les antigènes rétiniens et uvéaux exposés lors du traumatisme. En effet, l'œil fait partie des organes dit « à privilège immun », c'est un des sanctuaires immunologiques avec le système nerveux central, les gonades et le placenta. Ces organes n'ont pas de vaisseau lymphatique, contiennent peu de cellules présentatrices d'antigène et effectrices mais beaucoup de lymphocytes T régulateurs et cytokines anti-inflammatoires. Dans l'œil, cette tolérance immune périphérique est permise par l'existence d'une barrière hémato-aqueuse et l'expression de molécules membranaires inhibitrices (CD59, CD46), la présence de FasLigand induisant l'apoptose des lymphocytes T activés, l'absence de complexe majeur d'histocompatibilité de type II et la faible présence de ceux de type I à la surface des cellules les rendant quasiment invisibles aux cellules T et responsables de réponses CD4+ faibles. L'étiologie de cette pathologie n'est pas complètement élucidée, des associations à certains complexes majeurs d'histocompatibilité sont rapportées (HLA-DR4, HLA-A11 ou HLA-B40). (229).

Il s'agit d'une pan-uvéite bilatérale granulomateuse, associée à des décollements séreux rétiniens multiples, des nodules choroïdiens de Dalen-Fuchs et des œdèmes papillaires (230). Son principal diagnostic différentiel est la maladie de Vogt-Konyanagi - Harada. Le patient se plaindra de douleur, larmoiement, photophobie, flou visuel ou troubles de l'accommodation (231). Killmartin et al. (227) décrivent son apparition dans les trois premiers mois chez 33%, et dans la première année après la plaie chez 50% et de nombreux auteurs rapportent une majorité de cas la première année (137,232,233). De rares cas apparus dès la première semaine ou jusqu'à 66 ans après la plaie sont décrits (234).

Le traitement consiste en une corticothérapie par voie générale, voire des immunosuppresseurs pendant plusieurs mois (230,233,235–237). Le dogme historique de l'énucléation/éviscération précoce après une plaie du globe n'est plus la règle et il convient de rester le plus conservateur possible. Le pronostic visuel semble conditionné par la rapidité de mise en œuvre du traitement (137,227,236) et il peut être relativement bon grâce à une suture rapide de la plaie et un traitement médical efficace (238). Des rechutes et des complications (cataracte, glaucome, œdème maculaire, altération du nerf optique, cicatrices choroïdiennes...) peuvent cependant survenir et un suivi à long terme s'impose. Galor et al. décrivent 40% de complications par personne-année, et la cataracte et les anomalies du nerf optique sont celles le plus souvent associées à une baisse de l'AV. Le DR exsudatif et l'inflammation oculaire active seraient des facteurs de mauvais pronostic.

### e) *Phyxe et énucléation*

La phyxe est une atrophie du globe oculaire, secondaire à sa perte de fonction. En cas de phyxe inesthétique et/ou douloureuse ou délabrement oculaire majeur, une éviscération ou énucléation peuvent être proposées. Elles peuvent s'envisager d'emblée en cas d'impossibilité de refermer le globe (8,24,30,32,103,239,240) mais sont plutôt réalisées dans un deuxième temps chirurgical après confirmation de l'absence totale de récupération visuelle, laissant aussi le temps au patient d'accepter l'intervention chirurgicale. Il est important de souligner que dans la cohorte de Batur et al. (11) par exemple, la moitié des patients ayant une AV préopératoire sans perception lumineuse ont récupéré une AV en post-opératoire. Il paraît dangereux d'énucléer ou éviscérer en urgence tous les patients sans perception lumineuse (17,241). La place de l'énucléation ou de l'éviscération précoce dans la prévention de l'ophtalmie sympathique après une plaie du globe est discutée (242) car le geste en lui-même n'exclut pas le risque. La majorité des auteurs rapportent qu'elles ont été réalisées dans les premiers mois et voire dans la première année (7,17,52,58).

L'énucléation était autrefois l'intervention de prédilection (243) du fait du risque de tissu choroïdien résiduel lors d'une éviscération, cependant des études récentes montrent un risque d'ophtalmie sympathique équivalent pour les deux techniques autour de 0,1 à 0,3% (244–249) avec, d'après certaines équipes, l'avantage pour l'éviscération de pouvoir garder une meilleure mobilité oculaire, d'avoir moins d'énophtalmie, et de complications comme le ptosis ou l'extrusion de l'implant par exemple (85,244,250). L'énucléation reste une bonne indication en cas de délabrement majeur avec risque de laisser du tissu uvéal (248,251). S'appuyant sur un cas décrit par Friedlin et al. (251), Birnbaum et al. avancent qu'une éviscération pourrait en revanche être plus à risque d'ophtalmie sympathique qu'une énucléation dans un contexte de guerre du fait des multiples corps étrangers périorbitaires potentiels (252).

Le taux d'éviscération-énucléation dans les études varie de 1,5 à 56,5% (2,4,7,8,12,17,24,28,30,32,35–37,49,82,97,106,190,203,239,240,243,253–258) avec de larges variations pouvant s'expliquer par le type de centre de prise en charge (trauma-center ou non), des refus d'ordre religieux (254), l'étude de population militaire donc avec plaies souvent plus graves/délabrantes, la prévalence des traumatismes balistiques (240).

Parmi les patients énucléés/éviscérés, on remarque une surreprésentation des personnes âgées de plus de 70 ans (2), des populations rurales (32), des plaies en zone III (28), des traumatismes balistiques (240), des traumatismes perforants, des ruptures par rapport aux pénétrants (190,243), et

des plaies avec fracture orbitaire associée. Gaier et al. retrouvent un taux d'énucléation 4 fois plus important des plaies avec fracture (26,3% contre 6,5% en l'absence de fracture) (58). De plus Pieramici (253) et Rahman (7) décrivent environ 50% d'énucléation en cas de déficit pupillaire afférent relatif (DPAR) versus 7% en l'absence de DPAR.

Brundridge et Rahman (7,254) montrent que les facteurs statistiquement associés au risque d'énucléation ou éviscération sont : la présence d'un DR, d'un DPAR, d'une aréactivité pupillaire, d'une rupture, d'une perforation, d'une AV initiale faible, de plaies de paupière associées. Brundridge et al. soulignent que l'OTS pourrait aider à prédire ce risque mais plusieurs critères comme l'endophtalmie ou le DR peuvent survenir tardivement ou être difficilement évaluable en préopératoire. L'acuité visuelle initiale apparaît comme un facteur prédictif majeur car aucun de leurs patients ayant une acuité supérieure ou égale à « compte les doigts » n'a été éviscéré alors que 50% des patients n'ayant initialement pas de perception lumineuse l'ont été. Pieramici et al décrivent un taux significativement moindre d'énucléation en cas d'AV initiale  $\geq 20/200$  contre 34% d'énucléation en cas d'AV initiale inférieure.

## f) *Glaucome*

Très peu d'études évoquent le glaucome post-plaie du globe. Cette complication est pourtant à rechercher après tout traumatisme oculaire. Les causes d'hypertonie intra-oculaire (HTIO) sont fréquentes et peuvent se voir de façon précoce ou tardive (259–262), avec un angle irido-cornéen ouvert ou fermé :

- Blocage trabéculaire par inflammation, débris cristallinien, hyphéma, post-sidérose/chalcose ;
- Récession angulaire importante ;
- Fermeture angulaire : aigüe par luxation cristallinienne ou chronique par synéchies antérieures périphériques ;
- Blocage pupillaire ;
- Il faut ajouter à cela les HTIO iatrogènes cortico-induites et post-tamponnement.

La fréquence de survenue des glaucomes post-plaie est peu étudiée, possiblement du fait de la nécessité de suivi assez long pour voir apparaître cette neuropathie optique progressive. Girkin et al. (262) évoquent une fréquence de 2,7% à 6 mois de suivi dans sa large cohorte de 3627 plaies, et Osman et al (263) 5,3% à 12 mois parmi ses 775 plaies.

Les facteurs de risque d'HTIO pourraient être (262–264) : âge avancé, hyphéma, lésion cristallinienne, faible AV initiale, inflammation intra-oculaire, plaie en zone II, traumatisme perforant, HIV, chirurgie cristallinienne.

La prise en charge n'est pas codifiée mais suit les recommandations de traitement médical et chirurgical si nécessaire des glaucomes primitifs à angle ouvert et par fermeture de l'angle. On sait cependant que les glaucomes post-traumatiques sont des facteurs de risque d'échec de la trabéculéctomie (265) et peuvent être de bonnes indications à des implants de drainage (263,266–268) ou à une cyclodestruction (263,269,270), en gardant à l'esprit qu'il s'agit souvent de glaucome réfractaires difficiles à stabiliser.

La recherche précoce puis tout au long du suivi du patient d'HTIO et de signes de glaucome avec a minima gonioscopie/visualisation du nerf optique/OCT RNFL semble essentielle pour prévenir/anticiper/traiter au mieux cette pathologie à risque de cécité.

## 5. Implications médico-légales en cas de plaies

L'ophtalmologiste prenant en charge une urgence met en jeu sa responsabilité juridique et déontologique. Juridiquement, il n'y a pas de code spécifique dictant exactement ce qu'un médecin doit faire face aux urgences. Il est d'une part soumis aux obligations des Codes civil et pénal concernant les dommages causés à autrui, et aussi aux décisions jurisprudentielles ayant façonnées la loi et les contours du « contrat médical » et des obligations des praticiens.

La loi du 4 mars 2002 relative aux droits des malades et à la qualité du système de santé dit que « *toute personne a le droit de bénéficier des soins les plus appropriés au regard des sciences médicales avérées* ». L'obligation de moyens, établie par la jurisprudence de l'arrêt Mercier de 1936 implique de « *donner des soins consciencieux, diligents, attentifs et conformes aux données actuelles de la science* », elle sera donc opposable au médecin si sa pratique déroge aux recommandations de bonnes pratiques des sociétés savantes et aux connaissances actuelles de la médecine.

De la même façon le Code de déontologie médicale énonce que « *dès lors qu'il accepte de répondre à une demande, le médecin s'engage à assurer personnellement au patient des soins consciencieux, dévoués et fondés sur les données acquises de la science, en faisant appel, s'il y a lieu, à l'aide de tiers compétents* » et « *le médecin doit toujours élaborer son diagnostic avec le plus grand soin en y consacrant le temps nécessaire en s'aidant, dans toute la mesure du possible, des méthodes scientifiques les mieux adaptées* ».

La cause la plus fréquente de plaintes dans le cadre de l'urgence ophtalmologique vient des délais trop longs de prise en charge au cours d'une pathologie curable si prise à temps. Le praticien ne pourra pas s'exonérer de son obligation de moyens en faisant valoir sa surcharge de travail, il faut donc savoir prioriser les urgences. Par ailleurs le refus de l'ophtalmologiste d'astreinte de se déplacer, aboutissant à un retard dommageable de prise en charge, assimilé à une perte de chance, est une des causes les plus fréquentes de réclamation contre les établissements.

Le contexte d'urgence ne dispense pas de rédiger une observation complète, conformément à l'article 45 du Code de déontologie médicale. Elle aura un intérêt majeur en cas de contentieux ultérieur. L'expérience prouve que l'absence de mention précise des raisons de la consultation, des signes fonctionnels présentés et des données de l'examen clinique sera bien souvent interprétée comme la preuve d'un examen insuffisant ayant conduit à une erreur de diagnostic ou à une méconnaissance de la gravité (63). L'acuité visuelle initiale et la description initiale précise de la plaie sont des éléments souvent « bâclés » dans le contexte de l'urgence et qui seront pourtant les premiers analysés en cas de litige. De plus la réalisation/rédaction d'un examen complet, segment par segment, permettra d'éviter que des fractures associées, troubles oculomoteurs, des atteintes extra-

ophtalmologiques ou encore corps étrangers intra-oculaires, passent initialement inaperçus et subissent un retard dommageable de prise en charge.

L'article L1111-2 du Code de santé publique impose à l'ophtalmologiste un devoir d'information du patient « *Toute personne a le droit d'être informée sur son état de santé. Cette information porte sur les différentes investigations, traitements ou actions de prévention qui sont proposés, leur utilité, leur urgence éventuelle, leurs conséquences, les risques fréquents ou graves normalement prévisibles qu'ils comportent ainsi que sur les autres solutions possibles et sur les conséquences prévisibles en cas de refus* », et on comprend toute l'importance d'un score pronostique fiable permettant d'une part à l'ophtalmologiste d'orienter ses décisions thérapeutiques et aussi d'informer au mieux le malade sur son état de santé et son évolution prévisible.

Il est aussi du devoir de l'ophtalmologiste d'informer le patient sur le cadre légal de la conduite automobile à l'issue d'une plaie du globe. L'arrêté du 18 décembre 2015 (fixant la liste des affections médicales incompatibles avec l'obtention ou le maintien du permis de conduire ou pouvant donner lieu à la délivrance de permis de conduire de durée de validité limitée) stipule que « *chaque patient/conducteur reste responsable des conclusions qu'il tire des recommandations médicales relatives à la conduite, dès lors que l'information qui lui est due est donnée. La décision de conduire est de l'unique responsabilité de la personne assise au volant. Pour savoir s'il est apte ou non à la conduite, le patient/conducteur pratique une auto-évaluation médicale à la conduite.*» Pour le permis A, A1, A2, il n'y a pas d'obligation de passer une visite médicale que ce soit pour se présenter à l'épreuve ou en cours de validité, sauf dans les situations suivantes :

- candidats faisant l'objet d'une demande de contrôle médical d'aptitude à la conduite par l'examineur à la suite de constatations faites lors de l'examen du permis de conduire ;
- candidats faisant l'objet d'une décision de réforme ou d'exemption temporaire ou définitive, ou titulaires d'une pension d'invalidité à titre civil ou militaire ;
- candidats aux catégories A atteints d'une incapacité physique incompatible avec l'obtention du permis de conduire ;
- candidats ou titulaires du permis de conduire qui demandent la prorogation d'une ou plusieurs catégories de permis alors qu'ils sont atteints d'une affection médicale ; soit incompatible avec l'obtention ou le maintien du permis de conduire ; soit pouvant donner lieu à la délivrance de permis de conduire de durée de validité limitée ; soit compatible avec l'obtention du permis de conduire mais susceptible de s'aggraver.

Le candidat doit s'assurer de lui-même qu'il est médicalement apte selon les critères de l'arrêté du 18 décembre 2015 et il pourra être orienté vers une autoécole avec des moniteurs formés comme celles



qui travaillent avec les grands services de rééducation fonctionnelle ou le réseau HANDI-ECF (<http://www.ecf.asso.fr/>).

La législation routière européenne en vigueur prévoit une incompatibilité à la conduite :

- Pour le groupe léger = permis A, B, et E (B)
  - en cas d'AV binoculaire corrigée  $< 5/10^{\text{ème}}$
  - si le champ visuel (CV) binoculaire est  $< 120^{\circ}$  sur le méridien horizontal
  - si le CV binoculaire est  $< 50^{\circ}$  vers la gauche et la droite et  $20^{\circ}$  vers le haut et le bas
  - en cas d'atteinte des  $40^{\circ}$  centraux au CV binoculaire
  - en cas de diplopie permanente ne répondant à aucune thérapeutique

Et il existe une incompatibilité temporaire de 6 mois après la perte brutale de la vision d'un œil et une obligation de rétroviseurs bilatéraux.

Pour les conducteurs du groupe léger qui ne satisfont pas aux normes relatives au champ visuel ou à l'acuité visuelle, un avis spécialisé est nécessaire avec mesure de la sensibilité à l'éblouissement, de la sensibilité aux contrastes et de sa vision crépusculaire.

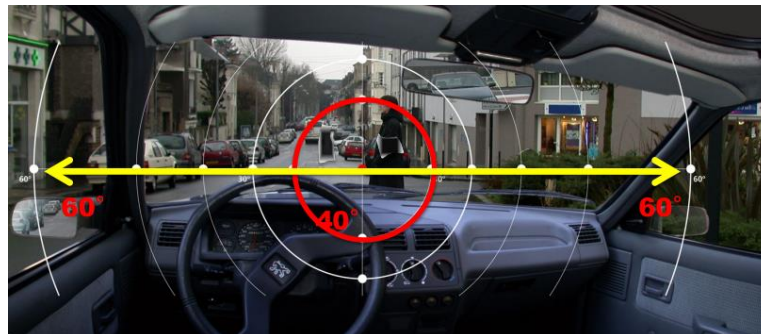


Figure 10 : Champ visuel minimal nécessaire pour la conduite automobile du groupe léger.

- Pour le groupe lourd = permis C, D et E (C) et E (D)
  - Si l'AV corrigée du meilleur œil est  $< 8/10^{\text{ème}}$  et de l'autre œil  $< 1/10^{\text{ème}}$
  - Si l'AV sans correction est  $< 1/20^{\text{ème}}$  ou si la correction dépasse 8D
  - Si le CV binoculaire est  $< 160^{\circ}$  sur le méridien horizontal
  - Si le CV binoculaire est  $< 70^{\circ}$  vers la gauche et la droite et  $30^{\circ}$  vers le haut et le bas
  - En cas d'atteinte des  $60^{\circ}$  centraux au CV binoculaire
  - En cas de diplopie permanente ne répondant à aucune thérapeutique

Le test de champ visuel binoculaire nécessaire pour statuer sur l'aptitude à la conduite doit contenir 100 points sur une surface de 120° par 40°, et les 20° centraux (en rayon) doivent contenir au minimum 25 points. La luminance doit être en supraliminaire, au minimum 8 dB au-dessus du seuil d'une population de même âge (271–273). Ainsi on peut utiliser le même champ visuel que pour les expertises (champ visuel en coupole, avec un fond de 10 cd/m<sup>2</sup> et un index en équivalent Goldmann III/4, avec grille de champ visuel dite « Esterman » comprenant 85 points, dont 25 points dans les 40° centraux).

A noter que dans tous les cas en France il n'y a pas de dérogation au secret médical dans ce domaine tel que précisé dans l'article R.4127-4 du Code de la santé publique. Lorsqu'il semble à l'ophtalmologiste que les risques sont vraiment très élevés et qu'une information n'est pas suffisante, il peut conseiller à la famille d'alerter le Préfet, seul habilité à ordonner un examen médical d'aptitude.

Enfin, toujours dans l'obligation de moyen, il faudra savoir orienter un patient en phase de consolidation vers des structures adaptées pour l'aider dans sa vie quotidienne (MDPH, SAMETH médecine du travail...).

## 6. Cas particulier des plaies de l'enfant

L'incidence des plaies du globe chez l'enfant est identique à celle chez l'adulte dans les pays développés et est plus importante dans les pays non développés et en voie de développement (18,274). Les enfants peuvent représenter 9 à 67,7% des cohortes (7,8,102,103,274–276) et la population pédiatrique avoisinerait 35% de tous les traumatismes oculaires aux USA (277). Une diminution de 17% des cas pédiatrique y a été constatée entre 1990 et 2009 (278) mais les blessures oculaires représentent tout de même 8-14% des blessures de l'enfant (279) et sont la 2ème cause de consultation après le strabisme (5,280,281). Elles sont, comme chez le jeune adulte, une cause majeure de cécité monoculaire évitable.

Tout comme les jeunes adultes, on note une prédominance des plaies chez le garçon (10,54,57,102–105,183,239,274,282–291). L'âge principal de survenue est variable dans la littérature (0 à 5 ans (54) ; 3 à 6 ans (57,239), 0 à 9 ans (103), 4 à 13 ans (274), 11 à 16 ans (102)) avec des moyennes d'âge de 6 à 12 ans (57,102–104,104,105,239,274,282,292–295). Les plaies seraient moins fréquentes les premières années de vie du fait de la surveillance étroite des adultes, et augmentent rapidement en incidence à l'âge où l'enfant devient plus autonome. De plus, elles sont plus fréquentes en été (54,274), période de vacances scolaires où l'enfant est plus enclin aux jeux et activités à domicile.

Dans sa cohorte de 892 enfants, Batur et al. (274) notent 50% de plaies survenant sur aires de jeux, mais de nombreuses études sont plutôt en faveur d'une prédominance des accidents domestiques (54,57,289,291,296,297). Il y aurait une diminution des accidents de jeux avec l'âge (cause principale en âge préscolaire et à l'école élémentaire) et une augmentation des accidents domestiques (274). Dans les pays en voie de développement, les plaies lors d'activités extérieures ou lors d'accidents de la voie publique ont une prévalence plus importante (6,183,298). Les objets en cause les plus fréquemment rapportés sont les objets métalliques tranchants/pointus (couteaux, ciseaux, fourchettes), le verre, les stylos, et les objets organiques (bâton, plantes) (6,10,28,103,239,274,289,293). De nombreuses plaies résultent de la mauvaise utilisation d'objets habituellement considérés comme dangereux pour un enfant sans surveillance, par exemple Mansouri, Acar, AlDahash et Jandek (10,28,282,293) décrivent 15,8 à 33,6% de plaies par couteau. Les projectiles et explosifs festifs sont aussi souvent en cause (102,104,299). Il ne faut jamais oublier dans ce contexte les possibles cas de maltraitance.

Le mécanisme majoritaire est la lacération/pénétration (10,104,239,274,289,291,293), en zone I (6,9,102,103,274,282,289,296). Les plaies bilatérales sont exceptionnelles chez l'enfant (102,103,274,288,295). La proportion de CEIO varie de 0 à 19% selon les cohortes (6,102–

105,274,289,293) et ils semblent plus fréquents chez les enfants plus âgés et de sexe masculin (274,300). Le verre est le CEIO le plus fréquemment décrit (293,301).

La prise en charge des plaies du globe chez l'enfant est similaire à celle chez l'adulte, avec un temps d'hospitalisation généralement plus long (103,274). L'antibiothérapie préventive comporte généralement de la ceftazidime ou cefotaxime intraveineuse, parfois associée à des IVT vancomycine/ceftazidime en cas de risque infectieux majeur. Le retrait des points de cornée sera plus précoce que chez l'adulte (à partir de un mois). Plusieurs procédures chirurgicales pourront être nécessaires (274), et la chirurgie vitréo-rétinienne chez l'enfant n'est pas incompatible avec un bon pronostic visuel (194). En cas de DR, un tamponnement par huile de silicone pourra être préféré pour éviter le positionnement post-opératoire. Le suivi sera parfois fait sous anesthésie générale chez le très jeune enfant.

Les complications des plaies sont identiques à celles de l'adulte et la cataracte traumatique est la principale cause de baisse d'acuité visuelle (104). Un facteur très important pouvant grever le pronostic visuel final est à prendre en compte : la survenue d'une amblyopie jusqu'à l'âge d'au moins 12 ans. Elle pourra être d'origine réfractive sur anisométrie/fort astigmatisme, organique sur les lésions de tout segment dans l'axe visuel (opacité cornéenne, cataracte, altération maculaire ou du nerf optique), de privation en cas de ptosis persistant (283). Elle nécessitera une correction optique (si besoin par lentilles rigides, même chez le tout petit), une rééducation suivie et intensive, avec adhésion parentale et une correction chirurgicale si nécessaire

De nombreux facteurs pronostiques identiques à l'adulte ont été retrouvés chez l'enfant : AV initiale, localisation postérieure et taille de la plaie > 10 mm, rupture, DPAR, cataracte, prolapsus irien ou vitréen, athalémie, hyphéma, HIV, DR, endophtalmie, score OTS (9,54,57,102-104,239,284,290). Etonnamment Aldahash et al. (293) retrouvent une association positive entre une AV finale  $\geq 20/40$  et un retard de consultation supérieur à 24 heures, qui pourrait s'expliquer par l'existence de petites plaies auto-étanches passant initialement inaperçues mais de bon pronostic visuel. L'âge est un facteur pronostique chez l'enfant (9,10), du fait du risque majeur d'amblyopie et d'inflammation chez les plus jeunes. Il est d'ailleurs inclus dans des scores pronostiques comme le POTS (282). Ce score, dérivé de l'OTS, est très utile si l'on a pas d'AV initiale, situation très fréquente chez l'enfant (274,293), bien que l'OTS ait aussi prouvé sa prédictibilité de l'AV finale chez eux (54,103,239,274,302). Les deux causes principales de baisse d'acuité permanente sont les opacités cornéennes et l'amblyopie (295) cependant des taux de succès thérapeutiques > 50% sont souvent rapportés (54,290,297).

Deux points sont à souligner concernant la récupération visuelle chez l'enfant dans un contexte de plaie du globe : le premier est que l'anxiété de l'enfant et ses proches, l'environnement intimidant de la salle d'urgence et la peur du personnel médical pourront l'effrayer et conduire à une sous-estimation de son AV. Il faudra savoir mettre l'enfant en confiance et ne pas hésiter à la remesurer plusieurs fois à plusieurs moments en cas de doute. Plusieurs auteurs rapportent une meilleure AV que celle prédite par l'OTS (28,103,303). Le deuxième point a été souligné par Batur et al. (274), qui expliquent que de nombreuses études rapportent un taux initial de patients sans perception lumineuse pouvant aller jusqu'à 13% (102,103,239,282,288) et certaines ont ainsi effectué jusqu'à 7,7% d'énucléation primaire dans un but d'éviter l'ophtalmie sympathique (102,239). Pourtant dans sa cohorte la moitié des patients initialement sans perception lumineuse (PL-) ont récupéré une AV finale chiffrable. Il conseille une approche initiale conservatrice du fait d'une possible récupération visuelle des AV initialement sans perception lumineuse.

## 7. Cas particulier des plaies survenant en contexte de guerre

L'expérience du service de santé des armées (SSA) dans le domaine des plaies du globe est très utile au monde médical civil, d'une part pour leur savoir-faire en cas d'afflux massif de blessés (oculaires ou polytraumatisés), situation à laquelle nous avons été récemment confrontés sur le sol français lors d'attentats, et pour leur expertise en traumatismes balistiques, traumatismes par explosion/blast, et corps étrangers intra-oculaires. 5-10% des traumatismes majeurs en contexte de guerre impliqueraient l'œil et les blessures oculaires seraient associées à un polytraumatisme sévère dans 75% (78,304). Elles peuvent concerner aussi bien les combattants que les civils locaux (305,306).

L'afflux massif de blessés, défini par un dépassement des capacités standards d'accueil des patients par la structure, nécessite une priorisation efficace des blessures. Cette hiérarchisation des soins ou « triage » catégorise les blessés en fonction du type de lésion, de la gravité, du pronostic et des ressources disponibles.

- Le triage militaire est réalisé par un binôme anesthésiste-chirurgien et est fondé sur des critères uniquement médicaux. Quatre catégories de patients sont déterminées (T1 à T4) et sur le plan ophtalmologique, des lésions bilatérales cécitantes seront T1 ou T2, une plaie unilatérale T2, les autres lésions ophtalmologiques T3. Dès la prise en charge du blessé, une fiche dite « fiche médicale de l'avant » comportant la date et l'heure de la prise en charge et les traitements administrés est fixée au patient afin d'être transmise d'échelon en échelon (ramassage, évacuation, hospitalisation). Le mode d'évacuation du blessé (terrestre ou aérien) sera décidé en fonction du contexte et de la gravité. Une réévaluation complète multidisciplinaire aura lieu dès l'arrivée à l'hôpital.

Des niveaux de soins appelés « rôle » sont définis (Cf. Figure 11) :

Rôle 1 : prise en charge initiale des blessés (soins médicaux de premier recours et médicalisation à l'avant).

Rôle 2 : capacité intermédiaire de théâtre pour la délivrance de la réanimation et de la chirurgicalisation à l'avant.

Rôle 3 : capacité médico-chirurgicale de niveau hospitalier sur le théâtre des opérations extérieures.

Rôle 4 (après évacuation vers un hôpital d'instruction des armées) : capacité médicale opérationnelle qui dispose de l'ensemble des capacités médicales hospitalières. Ce niveau permet le traitement définitif et les soins de suite du blessé jusqu'à sa guérison.

Le déploiement d'ophtalmologistes sur le terrain (en rôle 3) est actuellement discuté mais une étude de Dhillon et al. en 2020 montre une perte de chance sur le pronostic visuel en cas de délai prolongé avant la prise en charge spécialisée (307).



Figure 11 : Les 4 niveaux de soins de la chaîne médicale du SSA.

➤ Le triage civil est défini deux plans :

- Le plan rouge : en pré-hospitalier, qui fait partie des dispositions spécifiques prévues par le plan ORSEC. Il sera déclenché par le préfet si le nombre de victimes dépasse 10 ou s'il y a une évolution prévisible du nombre de victimes à secourir.

Il organise le ramassage des blessés sur le lieu de l'accident, l'installation à proximité des lieux de l'intervention d'un poste médical avancé où les victimes sont rassemblées, reçoivent les premiers soins et sont catégorisées par type d'urgence, et la chaîne d'évacuation, selon leur état, soit à titre transitoire vers un centre médical d'évacuation soit directement vers un établissement hospitalier (308) .

- Le plan blanc : à l'hôpital, qui sera déclenché par le directeur d'établissement ou par le préfet. Chaque établissement a la charge d'établir son plan blanc (consignes organisationnelles et mise en place d'une cellule de crise) et un « plan blanc élargi » définit le rôle et la place de chacun des établissements au sein du département. Un ordre chirurgical sera prédéfini par l'anesthésiste en cas de prise en charge multidisciplinaire.

La Figure 12 montre l'évolution de la prévalence des blessures oculaires en fonction du temps et des conflits armés. On constate une nette augmentation du nombre de lésions oculaires depuis la première guerre mondiale s'expliquant par une probable sous-déclaration au début du siècle, une augmentation de la survie au combat mais aussi une évolution du type d'armes utilisées (moins de plaie par balle et plus d'engins explosifs (Cf. Tableau 6). Les yeux sont par ailleurs plus exposés que le reste du corps avec les gilets pare-balles et casques modernes (77,95) mais le port de lunettes de protection pour le combat a permis une diminution de l'incidence et la gravité des lésions oculaires (95,309–311).

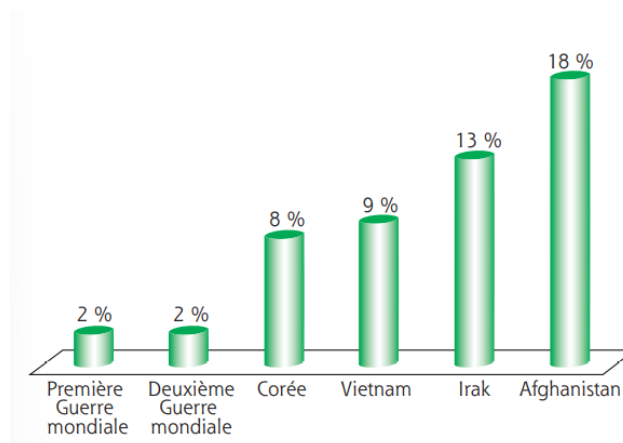


Figure 12 : Evolution de la prévalence des blessures oculaires au cours du temps. Graphique issu du rapport annuel de la Société Française d'Ophtalmologie de 2018.

	Plaies par arme à feu (%)	Lésions par explosion (%)
Guerre civile aux États-Unis	91	9
Première Guerre mondiale	65	35
Seconde Guerre mondiale	27	73
Corée	31	69
Vietnam	35	65
Irak	19	81

Tableau 6 : Evolution du type de lésion oculaires au cours du temps. Tableau issu du rapport annuel de la Société Française d'Ophtalmologie de 2018.

Les blessures par explosion induisent des lésions dépendantes de la puissance de la déflagration et de la distance de la victime par rapport à l'épicentre. Au maximum, le traumatisme pourra associer une amputation, une brûlure, un blast, des contusions et plaies liées à la projection du corps étranger, expliquant la fréquence des mécanismes mixtes des plaies en contexte de guerre. Quelle que soit la distance, les explosions sont à haut risque de corps étrangers intra-oculaires. La rupture oculaire par blast résulte de la propagation d'une onde de choc à haute énergie lors de l'explosion et de la projection de fragments frappant l'œil dans toutes les directions à grande vitesse



et induisant une pression explosive déchiquetant la sclère (majoritairement par engins explosifs improvisés, grenades propulsées par fusée, mines, mortiers et grenades (109)). C'est désormais ce mécanisme mixte de plaie du globe qui prédomine (77,305,312). Blanch et Weichel (95,313) rapportent une prévalence des ruptures à 83%, en comparaison de la population civile à 3% pour le même âge. La réflexion de l'onde de choc sur l'arête nasale et l'arcade orbitaire multiplie par 4 la pression transmise à l'œil (314). Les yeux, le menton et les pommettes sont les structures de la face les plus exposées à l'onde de choc. Une pression de 0,5 MPa induirait un hyphéma, une luxation cristallinienne et une lésion rétinienne dans 90 % des cas, voire une rupture du globe dans 10 % des cas (315). Dans leur cohorte de blasts oculaires, Cockerham et al. (304) décrivent une atteinte du segment antérieur dans trois quarts des cas (23 % d'atteinte cornéenne, 27 % de récession angulaire, 13 % de mydriase traumatique, 11 % de subluxation cristallinienne) et une atteinte du segment postérieur dans la moitié des cas (11 % d'hémorragie intravitréenne, 25 % d'atteinte rétinienne périphérique et 15 % d'atteinte maculaire).

Il faut souligner que les lésions oculaires sont beaucoup plus souvent bilatérales que dans la population civile, et les atteintes extra-oculaires associées plus fréquentes (95,109,305,312,316). Les atteintes palpébrales peuvent concerner jusqu'à 2/3 des patients. La présence d'un CEIO est aussi plus importante, rapportée à 43% et 46,3% par Weichel (95) et Harris (109). L'atteinte de la zone III est plus fréquente en contexte de guerre (95,109,305,312,317). Enfin l'éclatement du globe oculaire, assez rare en population civile, est retrouvé dans 9% de la cohorte de Weichel et al. Le pronostic visuel des plaies du globe en contexte de guerre est donc plus péjoratif que celles dans la population civile (4). Mader et al. (316) rapportent une AV finale à PL- pour toutes leurs plaies supérieures à 15 mm et Weichel et al. une AV finale limitée à la perception lumineuse pour 30% de leur cohorte. Les taux d'éviscération/énucléation restent élevés autour de 15,2 à 22,5% mais sont en nette diminution depuis la seconde guerre mondiale (109,254,305,316–318), et concerneraient plutôt les traumatismes perforants et les ruptures (109). Selon Brundridge et al., l'OTS pourrait en prédire le risque. Il faut souligner que retarder la chirurgie primaire pour optimiser les conditions de travail ne semble pas forcément préjudiciable pour le pronostic visuel (313). Cependant la télé-ophtalmologie pourrait améliorer l'offre de soins dans les cas où l'ophtalmologiste sur le terrain n'a pas l'équipement ou les connaissances/compétences surspécialisées nécessaires pour gérer les cas complexes (319).

## B. FACTEURS PRONOSTIQUES DANS LA LITTÉRATURE

L'acuité visuelle finale après une plaie du globe varie de la récupération complète à la perte totale de vision. Le pronostic visuel de certaines plaies peut être mauvais malgré les techniques microchirurgicales actuelles. Il est important pour le patient et l'ophtalmologiste de connaître, au plus tôt, le pronostic fonctionnel de la plaie. La pratique standard des ophtalmologistes du monde entier est de faire une réparation chirurgicale primaire pour restaurer l'intégrité structurelle du globe au plus vite, quelle que soit l'étendue des lésions et l'acuité visuelle initiale. En revanche avoir une idée précoce du pronostic visuel aidera le médecin dans ses décisions thérapeutiques dès la période post-opératoire immédiate, prises en concertation avec le patient et sa famille.

Plusieurs facteurs ont été associés à un pronostic visuel défavorable (7,8,11,17,20–22,30–32,35,37,41,52,58,60,61,75,77,80,82,97,106,107,152,172,190,203,240,243,253,258,280,320) :

- **Les circonstances et le mécanisme de la plaie** (18,30,36,60,75,82,152,191,203,243,280) ;  
Les plaies par rupture (7,25,31,32,305,312) et perforation (28,190,203,312,321) sont associées à un pronostic visuel significativement moins bons que celles par pénétration ou CEIO. Parallèlement les plaies lors d'une chute (41), d'un accident de la voie publique, d'une rixe ou par arme à feu (4,34,61,77,240,320,322) ont un mauvais pronostic visuel. Plus de 90% des plaies par arme à feu n'auraient pas de perception lumineuse à l'issue (240). Quelques études retrouvent que les CEIO seraient associés à un mauvais pronostic visuel (25,312), notamment s'ils sont larges (115,118) et/ou en segment postérieur (115,119,259,323).
- **Une faible acuité visuelle initiale** (7,8,17,20–22,28,30,31,34,37,52,60,80–82,97,106,107,117,152,154,172,190,191,203,240,253,280,321,324) ;  
Une AV initiale inférieure ou égale à « compte les doigts » (CLD) aurait 24 fois plus de risque d'avoir une AV finale identique (32). Mansouri et al. décrivent en revanche une baisse de la force de l'association en cas de CEIO (28).
- **La présence d'un déficit pupillaire afférent relatif** (7,30,30–32,36,37,52,191,203,280) ;  
Elle multiplie par 10 le risque d'AV finale à CLD (32) et plus de la moitié ont une AV finale inférieure à « voit bouger la main » (31). Rahman et al. décrivent 32% d'énucléation parmi leurs patients avec un DPAR (7).
- **L'absence de réflexe pupillaire** (190) ;

- **La localisation et la taille de la plaie**  
(18,25,28,30,31,52,80,82,152,203,258,321,321,324) ;  
Les plaies en zone III (4,11,31,34,37,152,191,253,317) et celles supérieures à 10 mm (30,32,37,109,152,325) sont de moins bon pronostic. Harris et al. décrivent que pour une plaie de 14,13 mm, le patient a 75% de risque d'avoir une AV finale inférieure à 1/10<sup>ème</sup>. De plus, Rofail et al. retrouvent une association avec les plaies dans l'axe visuel (32).
- **Un dommage cristallinien** (7,17,18,30,32,36,75,80,82,152,173,191,201,203,321) ;
- **Un hyphéma** (17,32,34,36,75,80) ;
- **Une issue de vitré** (32,35) ;  
Agrawal et al. (31) décrivent une AV finale inférieure à VBLM chez 65% des patients avec issue de vitré.
- **Une issue de rétine** (325) ;
- **Une issue d'uvéa** (32,34,301), **une atteinte du corps ciliaire ou de la choroïde** (241,325) ;
- **Une hypertonie intra-oculaire initiale** (34) ;
- **Une hémorragie intra-vitréenne** (4,32,34,60,80,82,203,325,326) ;  
Elle a une haute valeur prédictive négative de décollement de rétine (91.9%) mais une faible valeur prédictive positive (51.4%) (327). Une HIV ne se lavant pas seule est associée à une mauvaise acuité visuelle du fait des risques de PVR, glaucome et sidérose (202).
- **Un traumatisme contusif associé** (63) ;
- **Un décollement de rétine** (4,8,17,25,30,35,37,52,60,106,190,312,324,328) ;
- **Une endophtalmie** (4,28,51) ;
- **Un traumatisme des annexes** (7,25) ;  
La présence d'une fracture orbitaire (34,58,68,82,240,329,330) ou d'une plaie de paupière (8,17,35,106,328) aggravent le pronostic. Elles semblent plutôt associées à des mécanismes de rupture du globe (surtout lors de chutes et agressions) et à des plaies plus postérieures, expliquant ainsi leur mauvais pronostic (17,58). Gervasio et al. décrivent 56% d'AV finale sans perception lumineuse parmi les plaies avec fracture faciale (330). Les fractures les plus associées à des traumatismes oculaires sont celles du zygoma, de l'os maxillaire et de la base du crâne (58) et les fractures du toit de l'orbite auraient le moins bon pronostic. Quoi qu'il en soit la force nécessaire à une fracture de l'orbite implique une plaie du globe nécessairement grave dans ce contexte.

- **Une hémorragie rétrobulbaire (34) ;**
- **Une pneumorbitie (34) ;**
- **Un faible score OTS (25,52,109,243,258,280) ;**
- **L'âge (4,25,75) ;**
- **Un long délai entre la plaie et la suture (31,32,35,62,79,258,307) ;**
- **Subir plusieurs chirurgies réparatrices (25,31,32,52) ;**
- **La survenue d'une plaie en milieu rural (32) ;**
- **La survenue d'une plaie sur l'œil gauche (4) ;**
- **L'absence de protection oculaire (15).**

A l'inverse certains facteurs seraient de meilleur pronostic : (7,8,11,12,16–18,28,30,32,35,37,59,80,82,152,191,203,253,275,331,332)

- **Une bonne acuité visuelle initiale**  
(7,12,16–18,30,32,37,59,80,82,152,191,203,331,333) ;  
Les acuités supérieures à la perception lumineuse ont 18,2 fois plus de chance d'avoir une acuité visuelle résiduelle et celles avec au moins CLD 2,81 fois plus de chance d'avoir un bon pronostic visuel (30). Rahman et al. décrivent un excellent pronostic visuel des plaies ayant initialement au moins 1/10<sup>ème</sup> d'acuité (7).
- **Les plaies par pénétration (7,8,253,275,305) et CEIO (4,28,31,81,98,110) ;**  
Il s'agit souvent de petites plaies cornéennes, aisées à suturer car nettes et où l'atteinte du segment postérieur est rare. Ces facteurs contribuent à maintenir l'intégrité du globe et à optimiser la vision (28).
- **Les plaies en zone I (11,12,28,34,82,109,152,191,203,275) et II (333) ;**
- **Les plaies inférieures à 10mm (18,30,32,37,191,275,332) ;**
- **Le jeune âge (28,52,191,275,280) ;**
- **Le sexe masculin (28) ;**
- **Les hauts score OTS (30,331,332) ;**
- **La présence d'une cataracte traumatique (28) ;**
- **L'absence de dommage cristallinien (35) ;**
- **L'absence de décollement de rétine (30) ;**
- **L'absence de DPAR (30) ;**
- **Une procédure chirurgicale unique (60,82) ;**
- **L'extraction rapide (< 24h) des CEIO (62,145).**

### C. SCORES PRONOSTIQUES DE L'ACUITE VISUELLE FINALE

Il existe plusieurs scores pronostiques de récupération visuelle pour les plaies du globe. Le plus connu est l'Ocular Trauma Score (OTS) mais il est encore aujourd'hui difficile de prédire l'acuité visuelle finale et les scores sont peu utilisés en pratique courante. Les traumatismes oculaires constituent 7% des plaies corporelles et 10-15% des pathologies oculaires (27,45), il semble donc primordial d'avoir un score pronostique adapté à toutes les plaies, y compris chez les patients dont l'acuité visuelle initiale n'est pas chiffrable (patient sédaté, démence, enfant, contexte de guerre...) ou mal chiffrée dans ce contexte stressant (282). Bien que le résultat visuel final soit souvent incertain pendant plusieurs semaines voire mois, les scores pronostiques ont pour intérêt d'informer le patient, souvent en demande immédiate d'un pronostic de sa plaie, et d'aider l'ophtalmologiste à la décision clinique après la réparation primaire. Ils permettent d'avoir des attentes réalistes quant au potentiel de récupération visuelle et de ne pas donner d'anxiété inutile ou de faux-espoirs.

#### ➤ L'Ocular Trauma Score (OTS)

Score pronostique semi-quantitatif suggéré par Kuhn et al. (280), afin de prédire l'acuité visuelle à 6 mois d'un traumatisme oculaire à globe ouvert (il se décline aussi pour les traumatismes à globe fermé). Kuhn et al. ont analysé 2500 plaies issues des registres "United States and Hungarian eye injury" et ont identifié les facteurs pronostiques suivants : acuité visuelle initiale, rupture du globe, endophtalmie, traumatisme perforant, décollement de rétine, DPAR. Ils ont donné une valeur numérique à chacun de ces facteurs, qui additionnées entre elles permettent d'obtenir un score total pour chaque plaie, allant de 1 à 5 (Cf. Figure 13). Plus l'OTS est haut (catégorie n°5), meilleur est le pronostic visuel de la plaie.

The Ocular Trauma Score Variables and Raw Points for Calculating the Ocular Trauma Score		Estimated probability of follow-up visual acuity category at 6 month						
Variables	Raw Points	Raw score sum	OTS score	NPL	PL/HM	1/200-19/200 to 20/50	≥20/40	
Initial visual acuity								
No light perception	60							
Light perception/hand motions	70							
1/200 to 19/200	80							
20/200 to 20/50	90							
≥ 20/40	100							
Rupture	-23							
Endophthalmitis	-17							
Perforating injury	-14							
Retinal detachment	-11							
Afferent pupillary defect	-10							
		0-44	1	73%	17%	7%	2%	1%
		45-65	2	28%	26%	18%	13%	15%
		66-80	3	2%	11%	15%	28%	44%
		81-91	4	1%	2%	2%	21%	74%
		92-100	5	0%	1%	2%	5%	92%

Figure 13 : Ocular Trauma Score.

Plusieurs études valident sa bonne valeur pronostique de l'acuité visuelle finale après une plaie du globe (8,11,17,28,30,31,36,223,292,320,332,334). Le problème principal de l'OTS est le poids majeur accordé à l'acuité visuelle initiale qui n'est parfois pas chiffrable si le patient est sédaté, dément ou en âge préverbal. De plus, la recherche d'un DPAR est peu réalisée en pratique (223,282,303), les traumatismes perforants sont peu fréquents et le nombre d'endophtalmies a considérablement baissé depuis les nouvelles recommandations d'antibiothérapie prophylactique. D'autres scores dérivés de l'OTS ont ainsi vu le jour comme le POTS accordant moins de poids à l'acuité visuelle initiale et ciblant plutôt des critères cliniques initiaux de la plaie et son mécanisme. Par ailleurs l'OTS ne prend pas en compte certains facteurs comme l'extension postérieure de la plaie pourtant à risque de PVR, DR récidivants et phtyxe et donc de mauvais pronostic. Il est aussi important de souligner que la méthode statistique utilisée dans le modèle de l'OTS n'est pas connue et que le score n'a jamais été validé par une étude prospective. Il n'était initialement pas spécifiquement conçu pour les plaies du globe, ce qui laisse à penser que certains facteurs peuvent avoir été mal pondérés ou être redondants.

➤ **Le Pediatric Ocular Trauma Score (POTS)**

Score pronostique dérivé de l'OTS et plus adapté à la population pédiatrique (282) où la recherche d'un DPAR et de l'AV initiale peuvent être difficiles (282,303,332). Ce score est validé par plusieurs études (9,223,335). Il tient compte de l'AV initiale, de l'âge de l'enfant, de la localisation de la plaie et des caractéristiques initiales de celle-ci (prolapsus irien, hyphéma, plaie souillée ou avec un agent organique, cataracte traumatique, hémorragie intravitréenne, DR, endophtalmie) et de sa prise en charge (délai chirurgie > 48h) (Cf. Figure 14).

Variables	Raw point	En cas d'acuité non chiffrable, la formule utilisée est la suivante : 2 x (âge + zone) – autres caractéristiques de la plaie							
<i>Initial visual acuity</i>									
NLP	10								
LP/HM	20								
Counting fingers	30								
0.1-0.5	40								
0.6-1.0	50								
<i>Age of the pediatric patients (years)</i>									
0-5	10								
6-10	15								
11-15	25								
<i>Wound location</i>									
Zone I	25								
Zone II	15								
Zone III	10								
<i>Concomitant eye pathologies</i>									
Iris prolapse	-5								
Hyphema	-5								
Organic/unclean injury	-5								
Delay of surgery (> 48 h)	-5								
Traumatic cataract	-10								
Vitreous haemorrhage	-20								
Retinal detachment	-20								
Endophthalmitis	-30								
		<i>Sum of raw points</i>	<i>Group</i>	<i>Number of eyes (n = 27)</i>	<i>NLP</i>	<i>LP/HM</i>	<i>Counting fingers</i>	<i>0.1-0.5</i>	<i>≥0.6</i>
		≤45	1	7	3	3	—	1	—
		46-64	2	11	—	—	1	9	1
		65-79	3	6	—	—	1	1	4
		80-89	4	0	—	—	—	—	—
		90-100	5	3	—	—	—	—	3
		Abbreviations: HM, hand motion; LP, light perception; NLP, no light perception. P < 0.001 (Kruskal-Wallis test).							

Figure 14 : Pediatric Ocular Trauma Score.

➤ **La Classification and Regression Tree (CART)**

Modèle de partitionnement récursif proposé par Schmidt et al. en 2008 (17), entraîné sur 214 patients. Chaque nœud correspond à un facteur de risque retrouvé statistiquement significatif en analyse univariée et l'arbre permet d'évaluer les effets des variables prédictives une à une plutôt que toutes en même temps. Les variables peuvent ainsi être catégorielles ou continues. Les deux variables ayant le plus de poids sont la présence d'un DPAR et l'AV initiale. Deux arbres ont été créés (Cf. Figure 15) :

- le premier dit « CART » pour prédire la présence ou absence de vision avec une sensibilité de 85,7% et une spécificité de 91,9%, utilisant les variables suivantes : DPAR, AV initiale, plaie de paupière, zone.
- Le second dit « Modified CART » pour prédire une perte de vision profonde ou minime à sévère, avec une sensibilité de 67% et une spécificité de 89%, utilisant les variables suivantes : DPAR, AV initiale, rupture, âge.

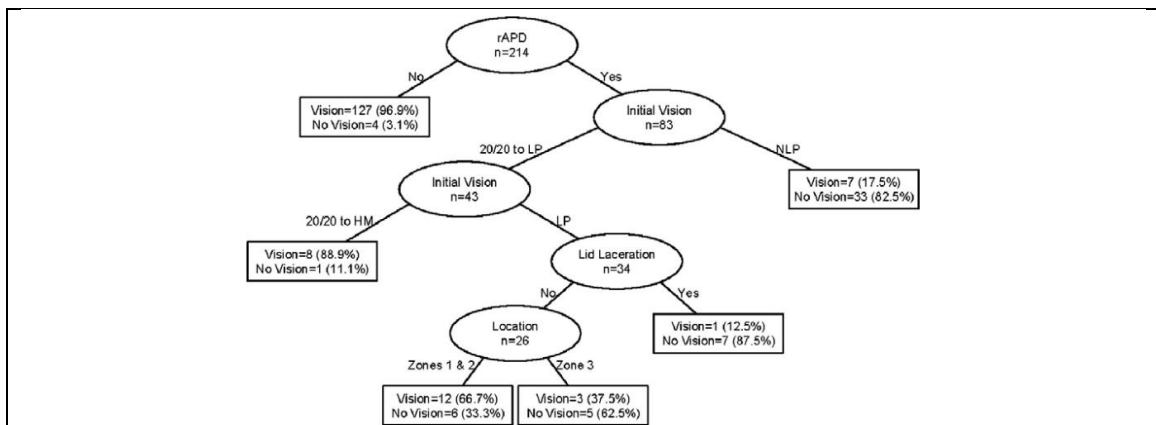


Figure 1. Vision survival versus no vision outcome decision tree for patients with open globe injuries showing data on 214 patients for model building. Values in percentages represent the likelihood of a vision survival or no vision outcome. HM = hand movements; LP = light perception; NLP = no light perception; rAPD = relative afferent pupillary defect. Ovals, intermediate subgroups subject to further splitting; squares, terminal prognostic groups.

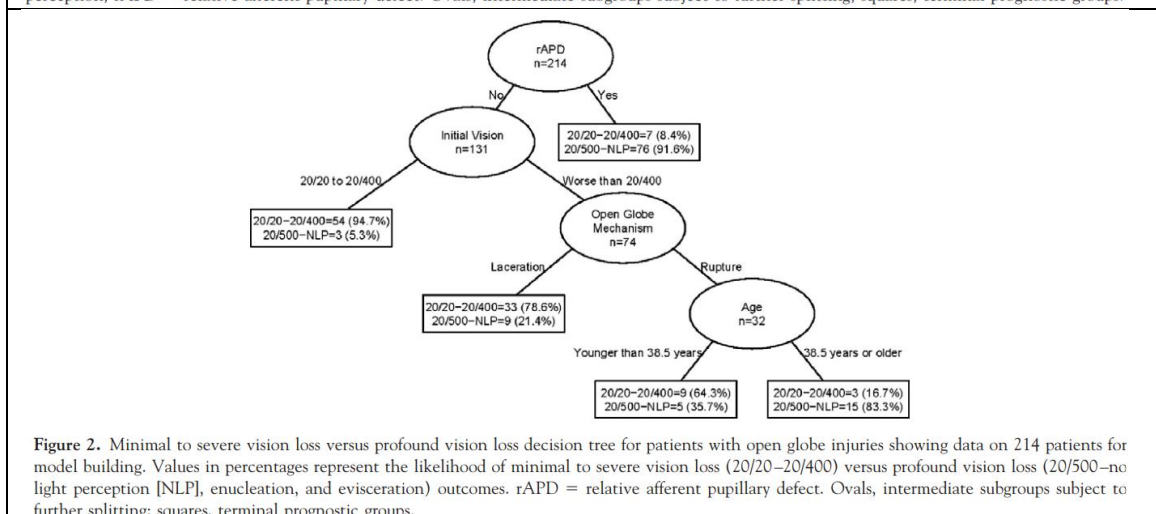


Figure 2. Minimal to severe vision loss versus profound vision loss decision tree for patients with open globe injuries showing data on 214 patients for model building. Values in percentages represent the likelihood of minimal to severe vision loss (20/20–20/400) versus profound vision loss (20/500–no light perception [NLP], enucleation, and evisceration) outcomes. rAPD = relative afferent pupillary defect. Ovals, intermediate subgroups subject to further splitting; squares, terminal prognostic groups.

Figure 15 : Classification and Regression Tree (1) et Modified Classification and Regression Tree (2)

Plusieurs études valident cet outil pour prédire l'AV finale (336,337). Man et al. (36) ont rétrospectivement comparé l'OTS et le CART sur une cohorte de 100 plaies et retrouvent une meilleure sensibilité et spécificité de l'OTS pour prédire l'acuité finale, qui semble par ailleurs plus simple d'utilisation. Lee et al. (25) constatent dans leur cohorte que l'OTS semble mieux prédire l'absence de vision et les pertes de vision profonde, et le CART mieux prédire la survie visuelle et les pertes minime à sévère.

➤ **Le Toddler Ocular Trauma Score (TOTS)**

Il est issu d'une étude portant sur 28 enfants de 0 à 6 ans (301), avec une sensibilité et une spécificité annoncées de 81 et 92%. Il a pour avantage de ne prendre en compte ni l'acuité visuelle ni le DPAR et est donc adapté à une population de très jeunes enfants. Il prend en compte la taille de la plaie, la présence d'un hyphéma, d'une cataracte ou dommage cristallinien, d'un décollement de rétine ou choroïdien. Une plaie avec score de 0 ou 1 est catégorisée à bas risque et de 2 à 7 à haut risque (Cf. Figure 16).

Risk factor	Grading
Wound >6 mm	1 point
Hyphema	1 point
Cataract/lens damage	1 point
Retinal detachment	2 points
Choroidal detachment	1 point

*Figure 16 : Toddler Ocular Trauma Score.*

Sur 85 enfants, Jacobson et al. (193) ne retrouvent qu'une corrélation modérée du POTS et TOTS avec l'AV finale.



## *D. PRINCIPES DE L'APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE ou « MACHINE LEARNING »*

Le « Machine Learning » (ML) ou apprentissage automatique est un champ d'étude de l'intelligence artificielle (Cf. Figure 17). Cette technologie se fonde sur des approches mathématiques et statistiques pour donner aux ordinateurs la capacité d'« apprendre » à partir de données, c'est-à-dire d'améliorer leurs performances à résoudre des tâches au lieu d'être explicitement programmés à les réaliser. Les algorithmes sont entraînés à trouver des patterns et des corrélations dans un ensemble de données, et plus le volume de données fourni est important, plus le modèle devient précis. L'apprentissage automatique comporte généralement deux phases : une première phase d'entraînement du modèle et une seconde phase de test.

On décompte de nombreux modèles de ML (Cf. Figure 17) dont les régressions logistique et linéaire, ou les arbres décisionnels comme utilisé dans le modèle CART développé par Schmidt et al. (17). Il existe un modèle plus avancé également basé sur un ensemble d'arbres décisionnels, appelé XGBoost (Extreme Gradient Boosting), qui met en œuvre une méthode de « boosting de gradient », c'est-à-dire qu'il combine les prédictions de plusieurs algorithmes en tenant compte des erreurs de l'algorithme précédent (Cf. Figure 18).

Dans le cas où les modèles de ML sont limités en performance, on peut utiliser d'autres techniques plus récentes et plus complexes comme les réseaux de neurones ou l'apprentissage profond dit « deep learning ».

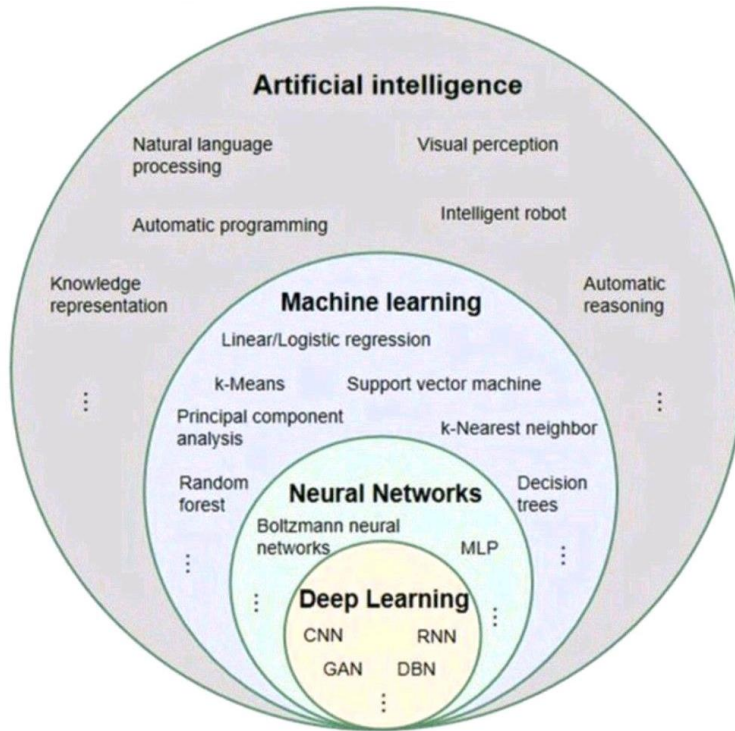


Figure 17 : Spectre de l'intelligence artificielle.

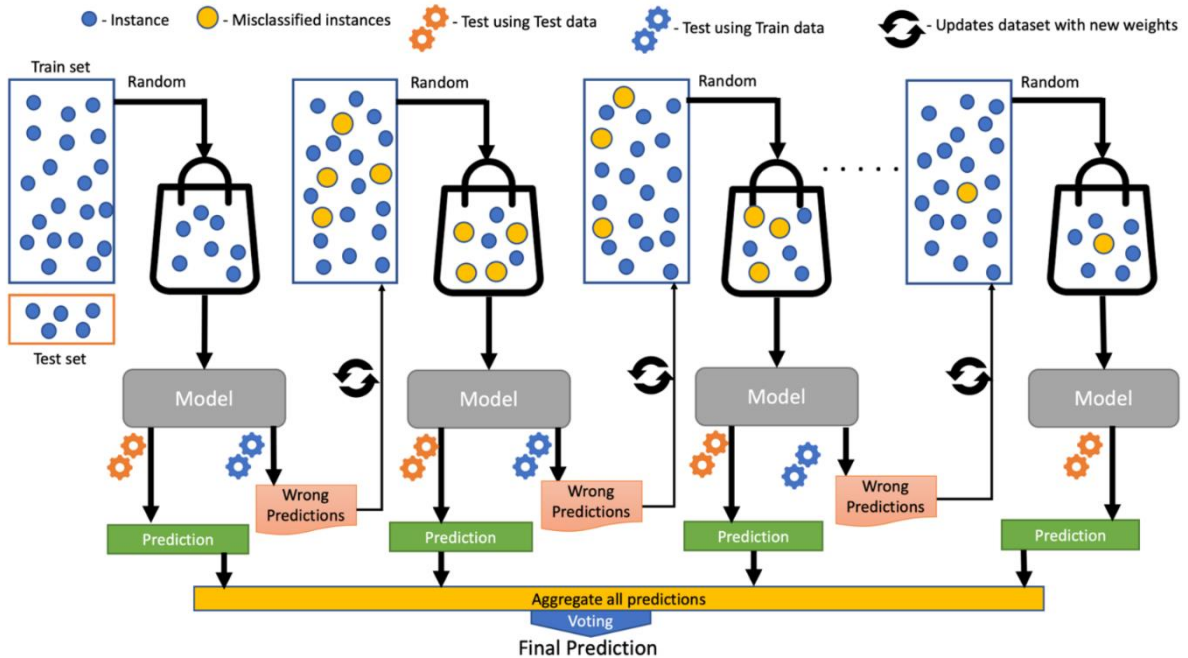


Figure 18 : Principe du modèle XGBoost.

Il sépare les données en un échantillon d'entraînement (80%) et un échantillon de test (20%) et combine les prédictions de plusieurs algorithmes en tenant compte des erreurs de l'algorithme précédent.

## E. OBJECTIFS DE L'ETUDE

En 1980, l'Académie américaine Nationale des Sciences avait qualifié les traumatismes « d'épidémie négligée de la société moderne », alors qu'il y aurait plus de deux millions de blessures oculaires recensées tous les ans aux Etats-Unis (17,277,338,339). Au-delà de la déficience visuelle, les lésions oculaires sont responsables d'une importante morbidité sur le plan psycho-social et économique. La connaissance de l'épidémiologie locale des plaies du globe dans une région permet d'adapter les stratégies préventives, et ainsi d'en diminuer l'incidence. Par ailleurs, la réussite de la réparation chirurgicale d'une lésion à globe ouvert et la réadaptation visuelle qui s'ensuit sont des défis pour l'ophtalmologiste. Le pronostic visuel attendu guidera la démarche thérapeutique du clinicien et il paraît donc primordial d'avoir une estimation aussi fiable que possible de l'acuité visuelle récupérable, dès l'examen initial. De plus, clarifier les facteurs qui influencent les résultats visuels permettra d'apporter au patient et sa famille des informations fiables quant à la possibilité de récupération visuelle.

L'objectif principal de cette étude était de décrire les caractéristiques épidémiologiques locales des plaies du globe prises en charge aux CHU de Marseille et de comprendre les facteurs préopératoires pronostiques de la récupération visuelle.

L'objectif secondaire était de créer un modèle d'intelligence artificielle capable de prédire la récupération visuelle finale. Les scores actuels ne permettent pas de prédire parfaitement le pronostic visuel des plaies, et l'auteur du score le plus utilisé, l'Ocular Trauma Score, n'a pas dévoilé la méthode statistique ayant permis sa construction. La classification des acuités visuelles finales en cinq catégories comme c'est le cas dans l'OTS nécessite l'utilisation d'une régression logistique polytonique complexe, et quasiment tous les auteurs ont donc recours à des régressions linéaire ou logistique avec un critère de jugement principal dichotomique pour l'analyse multivariée (inférieur ou supérieur à une certaine acuité visuelle seuil, absence ou présence d'une capacité visuelle, éviscération ou non ...). De plus, la gestion des données manquantes peut s'avérer compliquée en analyse multivariée, ce qui peut considérablement réduire le nombre de patients finalement analysés. Enfin, les variables à nombreuses modalités comme par exemple les circonstances du traumatisme ou l'acuité visuelle initiale en plusieurs catégories sont complexes à inclure. L'utilisation d'un modèle avancé de ML permet de s'affranchir de ces trois limitations et n'a jusqu'alors jamais été proposé pour la prédiction de la récupération visuelle après une plaie du globe.

## II. MATERIELS ET METHODES

### A. *RECUEIL DES DONNEES*

Il s'agissait d'une étude rétrospective par analyse des dossiers patients informatisés de toutes les plaies transfixiantes du globe oculaire consécutives initialement prises en charge dans les deux centres hospitalo-universitaires (Hôpital La Timone et Hôpital Nord) de la ville de Marseille (département des Bouches-du-Rhône, France), qu'elles soient survenues de façon isolée ou dans le cadre d'un polytraumatisme. Les deux centres participants à l'étude étaient des centres de niveau 1 en traumatologie, c'est-à-dire avec le plus haut niveau de certification dans ce domaine. Les patients militaires n'étaient pas pris en charge dans ces centres du fait de la présence de deux Hôpitaux d'Instruction des Armées à proximité.

Le recueil des données a été réalisé de janvier 2015 à novembre 2021, grâce aux codages CIM-10 (Classification Internationale des Maladies, 10<sup>ème</sup> révision) des diagnostics de plaie du globe et des actes thérapeutiques de suture de la cornée et la sclère.

L'accord du comité d'éthique de la Faculté de Médecine de Marseille a été obtenu et l'étude a respecté les principes de la Déclaration d'Helsinki. Du fait du schéma rétrospectif avec analyse de données anonymisées, le consentement éclairé des patients n'a pas été nécessaire.

Les patients ont été exclus de l'analyse en cas de plaie du globe non transfixiante, perforation cornéenne dites « spontanée » sans traumatisme, perforation spontanée de bulle de filtration, ou plaie transfixiante ayant eu une réparation chirurgicale primaire dans un autre centre.

Les données ont été recueillies sur les logiciels de l'Assistance Publique des Hôpitaux de Marseille (APHM) : Axigate mis en place en janvier 2015 et Softalmo depuis janvier 2020.

- Données concernant le patient : date de naissance, sexe, antécédents généraux et ophtalmologiques.
- Données concernant la plaie et l'examen clinique initial : patient adressé par un autre centre médical, date de la plaie, heure et circonstance du traumatisme, port de lunettes de protection et alcoolisation lors du traumatisme, délai de consultation, latéralité, acuité visuelle initiale bilatérale, zone et description de la plaie (forme, taille, présence d'une atteinte de l'axe visuel), état de la chambre antérieure (athalamie, hyphéma, issue de tissu oculaire, état cristallinien), réflexe pupillaire, état du segment postérieur (HIV, état rétinien, choroïdien et du nerf optique), présence d'un CEIO et caractéristiques, oculomotricité, présence de fracture orbitaire, plaie cutanée ou plaie de paupière associée. Les comptes-rendus des examens d'imagerie ont été examinés.

- Détails chirurgicaux de la chirurgie primaire : délai depuis le traumatisme, délai depuis la consultation, heure de la chirurgie, exérèse chirurgicale de tissu, réalisation d'injection intracaméculaire ou intravitréenne d'antibiotiques, antibiothérapie par voie générale per-opératoire, fil de suture utilisé.
- Données de suivi : durée d'hospitalisation, antibiothérapie post-opératoire, durée de suivi à l'APHM et raison de l'arrêt, acuité visuelle (à J1, J7, M1, M3, M6, M9, M12, M24, M36, M60), nombre et type de chirurgies secondaires (reprise de suture, cataracte et/ou implantation, greffe de cornée, extraction de CEIO, prise en charge d'un décollement de rétine ou d'une hémorragie vitréenne, chirurgie filtrante, éviscération ou énucléation, alcoolisation du nerf optique), complications (endophtalmie, décollement de rétine, glaucome, cataracte secondaire, ophtalmie sympathique, phtyse, hypotonie, hypertonie et autres complications plus rares), adaptation en lentilles, adaptation en prothèse. La prise en charge de l'amblyopie chez l'enfant était vérifiée.

Les patients ont été examinés en lampe à fente, et en cas d'impossibilité, au casque. Les acuités visuelles ont été mesurées autant que possible avec correction des erreurs réfractives par lunettes ou lentilles. Un trou sténopéïque était utilisé chez les patients avec troubles des milieux (hyphéma, HIV ou cataracte traumatique). Les perceptions lumineuses étaient testées avec la lumière d'un ophtalmoscope ou stylo ou smartphone en occluant l'autre œil.

## B. CLASSIFICATIONS UTILISEES

### ➤ La classification Birmingham Eye Trauma Terminology System (BETT)

Elle a été utilisée pour définir le mécanisme de la plaie. Elle différencie les traumatismes oculaires à globe ouvert c'est à dire avec plaie de pleine épaisseur de la paroi cornéo-sclérale, de ceux à globe fermé (Cf. Figure 19). Parmi les plaies transfixiantes du globe, on distingue les mécanismes de rupture du globe et de lacération où les forces s'appliquent sur l'œil de façon opposée comme expliqué en introduction. La lacération oculaire peut être pénétrante s'il n'y a qu'un point d'entrée, ou perforante s'il y a aussi un point de sortie. La présence d'un corps étranger intra-oculaire persistant fait l'objet d'une catégorie à part entière parmi les mécanismes de lacération. Ce système de classification ne tient pas compte des plaies extra-oculaires associées (1,340).

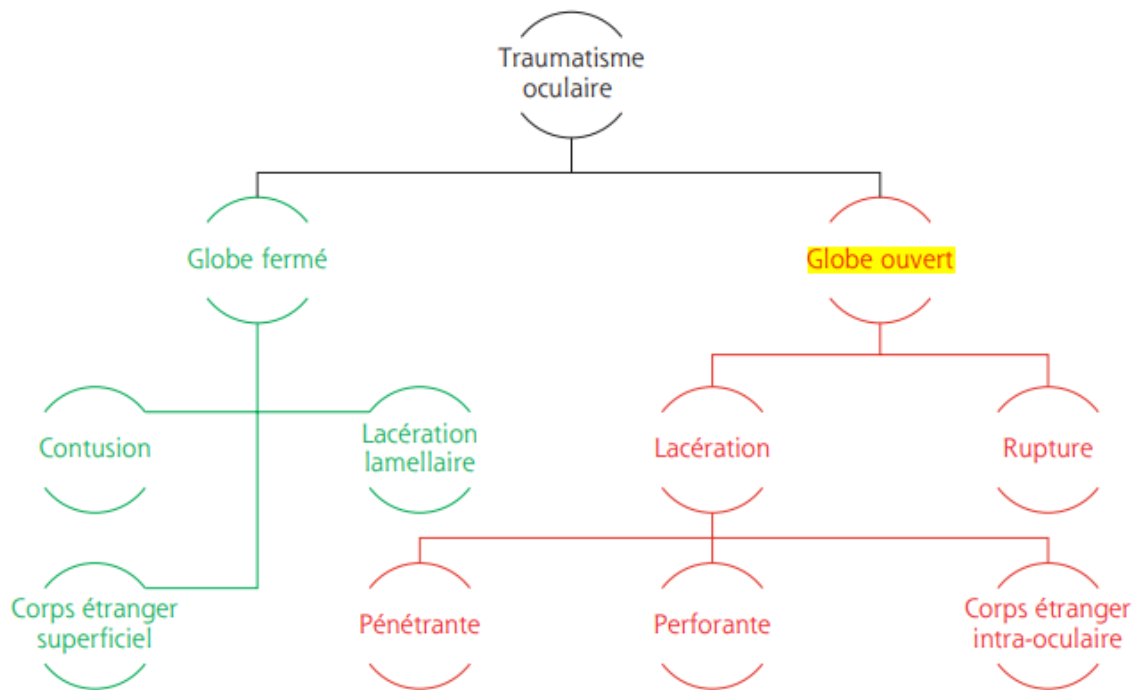


Figure 19 : Classification Birmingham Eye Trauma Terminology system (BETT) des traumatismes oculaires.

➤ **L'Ocular Trauma Classification Group**

Il a été utilisé pour définir la zone de la plaie. Toute plaie est considérée en zone I si elle se trouve sur la cornée ou le limbe cornéo-scléral. Dès lors qu'elle atteint les 5 mm de sclère adjacent au limbe elle est considérée en zone II, et une atteinte postérieure à ces 5 mm sera considérée en zone III (Cf. Figure 20) (281).

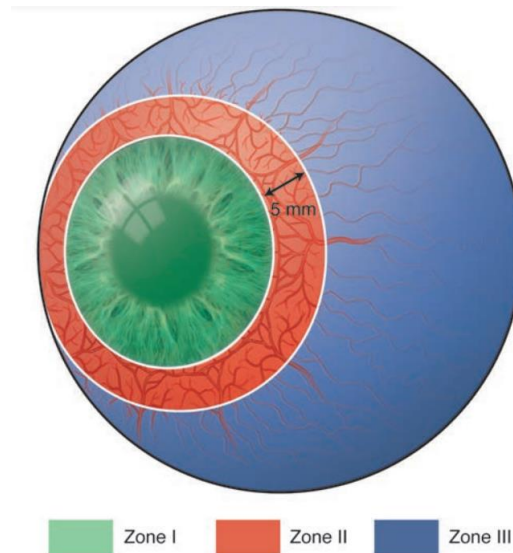


Figure 20 : Localisation des plaies en trois zones selon l'Ocular Trauma Classification Group.

➤ **Classification des âges**

Les patients ont été divisés en catégories d'âges suivantes : 0 à 16 ans (considéré comme enfant), 17 à 40 ans, 41 à 60 ans, 61 à 80 ans et plus de 80 ans.

➤ **Classification des tailles de plaie**

La taille de la plaie a été divisée en quatre catégories : 0 à 5 mm, 6 à 10 mm, 11 à 19 mm et supérieur à 20 mm (32). Si la taille de la lacération n'était pas spécifiquement notée, une estimation de la catégorie à laquelle la plaie appartenait a été faite sur la base des descriptions et des dessins dans les notes cliniques.

➤ **Classification des lieux et circonstances de la plaie**

Il n'existe aucune classification consensuelle concernant les lieux et causes des plaies du globe. La précision du lieu de l'accident étant manquante dans de nombreux dossiers et donc non recueillie. Les causes de plaie ont été classées de la façon suivante : bricolage, jardinage, rixe, traumatisme avec un végétal ou animal, traumatisme avec un objet contondant ou tranchant, chute, traumatisme balistique.

➤ **Classification des acuités visuelles**

Les acuités visuelles de loin étaient mesurées en échelle décimale de Monoyer puis converties en logMAR (avec perception lumineuse positive = 4 logMAR, voit la main bouger = 3 logMAR et compte les doigts = 2 logMAR). Elles étaient réparties en 5 catégories :

A = pas de perception lumineuse (PL-)

B = perception lumineuse positive (PL+) ou voit bouger la main, soit 4 ou 3 logMAR

C = compte les doigts à moins de  $1/10^{\text{ème}}$ , soit 2 à 1,3 logMAR

D = 1 à  $4/10^{\text{ème}}$ , soit 1 à 0,4 logMAR

E = 5 à  $10/10^{\text{ème}}$ , soit inférieur à 0,4 logMAR.

Une acuité visuelle ambulatoire/utile était définie comme strictement supérieure à la catégorie B.



### C. PRISE EN CHARGE DES PLAIES A MARSEILLE

Il existait deux services d'urgence ophtalmologique de niveau universitaire à Marseille, un localisé à « l'hôpital de la Timone » dans le quartier est de la ville et un à « l'hôpital Nord » dans le secteur nord de la ville. Ces deux services étaient indépendants des urgences générales, mais géographiquement proches afin de facilement transférer les patients d'un service à l'autre. Les patients s'y présentaient directement par leurs propres moyens, amenés par les pompiers, ou transférés depuis un autre secteur d'hospitalisation ou service d'urgence de Marseille ou d'une autre ville de la région PACA et Corse. En journée de semaine, de 8h à 18h, les deux sites accueillaient les urgences, et la nuit de 18h à 8h un système de garde par un interne et d'astreinte par un sénior était en place sur un seul site.

Tout traumatisme oculaire était considéré comme une plaie du globe potentielle et constituait donc une urgence prioritaire dans le tri initial fait par le personnel paramédical ou les internes.

L'interrogatoire s'acharnait à rechercher la date et l'heure du traumatisme et les circonstances exactes (notamment pour évaluer la probabilité d'un CEIO et d'une atteinte extra-ophtalmologique, et la possibilité d'un risque infectieux majeur). En cas de plaie avérée ou suspectée, l'examen oculaire bilatéral devait se composer au minimum d'une acuité visuelle initiale, un test du reflexe photomoteur, une analyse aussi détaillée que possible des segments antérieur et postérieur, reportés dans le dossier informatisé. En cas d'impossibilité d'installer le patient en lampe à fente, un examen au casque était pratiqué. Dans tous les cas le patient était réexaminé lors de la phase d'exploration au bloc opératoire. Tout type d'échographie était contre-indiquée pour ne pas exercer de pression sur l'œil. Un scanner cérébro-orbitaire était demandé en urgence en cas de suspicion de fracture orbitaire associée, atteinte musculaire, saignement rétro-oculaire, CEIO, suspicion d'atteinte de l'intégrité du nerf optique ou atteinte extra-ophtalmologique. Il était réalisé avant ou après le bloc opératoire selon les disponibilités de l'appareil en urgence. Une IRM cérébro-orbitaire n'était pas demandée en pratique courante mais si réalisée pour des raisons neurologiques, l'ophtalmologiste devait avertir du risque potentiel de CEIO métallique contre-indiquant cet examen.

L'objectif de la chirurgie primaire était de suturer la plaie en urgence pour fermer le globe et limiter le risque d'endophtalmie et d'hémorragie expulsive. Dès le diagnostic de la plaie, « l'axe rouge » était déclenché via un appel téléphonique à une plateforme qui contactait les différents acteurs concernés (anesthésiste, infirmière anesthésiste et de bloc, chirurgien). Le délai de prise en charge chirurgicale dépendait de la priorisation des urgences chirurgicales sur l'hôpital faite par l'anesthésiste (compte tenu que l'œil a un pronostic fonctionnel contrairement à d'autres organes vitaux). La

chirurgie de réparation a parfois été retardée en cas de polytraumatisme à bilancer ou de contexte d'alcoolisation aigüe rendant impossible l'anesthésie en urgence.

La prise en charge initiale était identique à celle décrite dans le paragraphe « prise en charge initiale en urgence ». Les techniques de réparation étaient chirurgien-dépendante, mais avaient pour objectifs de refermer le globe avec l'astigmatisme le plus léger possible et en limitant les points de suture dans l'axe visuel. Des fils non résorbables étaient préférentiellement utilisés pour la sclère et la cornée et résorbables pour la conjonctive. Une énucléation ou un recouvrement conjonctival primaire ont été exceptionnellement réalisés en cas d'impossibilité d'obtenir une étanchéité du fait d'un délabrement majeur.

Les différents moyens de fermeture utilisés ont été :

- Pour la cornée : monofilament ETHYLON 10/0, 9/0 et 8/0 ou MONOSOF 10/0, NYLON 10/0, PROLENE 9/0, VICRYL 10/0 et 8/0, colle biologique et synthétique.
- La sclère : monofilament ETHYLON 10/0, 9/0 et 8/0 ou MONOSOF 10/0, PROLENE 9/0 et 8/0, VICRYL 10/0, 8/0, 7/0, 6/0, SOIE 8/0 et 7/0.

Si jugées nécessaires par le chirurgien, le protocole de dilution pour les IVT était le suivant :

- + VANCOMYCINE 500 mg en poudre, à diluer avec 10 ml d'EPPI, puis prélever 1 ml et compléter avec 4 ml de NaCl 0,9%. On obtient une solution concentrée à 10 mg/ml et il fallait injecter 0,1ml soit 1mg.
- + CEFTAZIDIME 250 mg en poudre, à dissoudre avec 1 ml d'EPPI, puis prélever 1 ml et compléter avec 11,5 ml de NaCl 0,9%. On obtient une solution concentrée à 20 mg/ml et il fallait injecter 0,1 ml soit 2 mg.

A l'issue de la chirurgie le patient était hospitalisé au moins une nuit. L'antibiothérapie systémique et locale en sortie d'hospitalisation dépendait de la plaie et de la persistance d'un CEIO, tout en sachant qu'il n'y a pas de recommandation à ce sujet. La prise en charge psychologique n'était pas systématique. Les consignes post-opératoires données incluaient les implications médico-légales vis-à-vis de la conduite automobile. Le patient était régulièrement suivi et des chirurgies de réparations secondaires étaient programmées si nécessaires. La rééducation systématique intensive de l'amblyopie chez l'enfant de moins de 12 ans était instaurée.

En cas d'endophtalmie le protocole était le suivant :

- Antibiothérapie locale : injections intravitréennes de vancomycine et ceftazidime avec les mêmes dilutions que celles réalisées en cas de plaies souillées, après prélèvement microbiologique et débutées le plus précocement possible puis toutes les 48 heures (deux à trois sessions selon l'évolution clinique), associées à une corticothérapie collyre/sous conjonctivale/intravitréenne selon l'évolution clinique.
- Antibiothérapie systémique : lévofloxacine un comprimé de 500 mg quotidien et imipenem/cilastatine 500 mg intraveineux toutes les 8 heures pendant la durée d'hospitalisation (remplacé par lévofloxacine + fosfomycine en cas d'allergie aux Beta-lactamines) puis antibiothérapie per os par lévofloxacine prolongée. Une prise en charge chirurgicale par vitrectomie était décidée en cas d'acuité visuelle limitée à la perception lumineuse, d'inflammation majeure, d'aggravation clinique sous traitement, ou de facteurs associés (détachement de rétine, CEIO).

En cas de détachement de rétine avec potentiel de récupération, une vitrectomie par la pars plana était proposée et le tamponnement était préférentiellement fait par huile de silicone.

## D. ANALYSES STATISTIQUES

Les analyses statistiques ont été réalisées à partir des logiciels RStudio et SPSS pour Windows (version 20, SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

La partie « statistiques descriptives » était :

- en fréquences absolue et relative (pourcentage) pour les variables qualitatives ;
- en moyenne (écart type) ou moyenne (minimum-maximum) ou médiane (intervalle interquartile) pour les variables quantitatives.

L'incidence annuelle de plaies du globe a été calculée à partir du nombre total de plaies survenues sur la période, divisé par le nombre d'habitants des départements d'où étaient adressés les patients à la même période.

Les tests utilisés pour la recherche de corrélation avec l'acuité visuelle finale étaient : le test de Chi-2/Fisher exact pour les variables qualitatives et la comparaison des moyennes ANOVA pour les variables quantitatives.

Les variables incluses dans l'analyse univariée étaient : âge, sexe, antécédent de chirurgie oculaire, antécédent médical ophtalmologique entraînant une fragilité du globe, contexte de démence ou handicap ou maladie psychiatrique, plaie en contexte d'alcoolisation aiguë, plaie chez un alcoolique chronique, plaie par accident du travail, plaie du bon œil chez un monophthalme, mécanisme de la plaie, acuité visuelle initiale, zone, linéarité, plaie dans l'axe visuel, déjantage de greffon, taille, plaie auto étanche, athalamie, hyphéma, issue de tissu par la plaie (iris, vitré, choroïde ou rétine), aphakie et expulsion d'implant, cataracte et luxation cristallinienne ou d'implant, présence d'une aniridie ou iridodialyse, hémorragie expulsive, hémorragie intravitréenne, présence d'un décollement de rétine ou décollement choroïdien ou contusion rétinienne, plaie de paupière, fracture orbitaire, plaie cutanée associée, atteinte d'un muscle oculomoteur, le délai entre la plaie et la consultation, exérèse per-opératoire de tissu (iris, vitré, ou choroïde ou rétine). Ces variables avaient été choisies sur la base de l'expérience clinique, des résultats épidémiologiques de l'étude sur l'AV finale et les données de la littérature.

Un modèle de régression logistique multivarié (pour tester l'effet des variables liées à une acuité visuelle supérieure à 3 logMAR, définie comme une vision utile, ou à une acuité présente, définie à partir de 4 logMAR) a ensuite été défini à partir des variables prédictives ayant une valeur p inférieure à 0,2 en analyse univariée.

Les variables incluses dans l'analyse multivariée étaient les suivantes : âge > 60ans, sexe, antécédents de chirurgie oculaire, acuité visuelle initiale > logMAR 3, mécanisme de rupture ou CEIO, taille > 10 mm, plaie auto étanche, athalamie, hyphéma, issue de tissu par la plaie (vitré ; choroïde ou rétine), cataracte et luxation cristallinienne réunis, hémorragie intravitréenne, anomalie des annexes réunies (plaie de paupière ou fracture orbitaire ou plaie cutanée).

Les contextes d'accident du travail et d'alcoolisme et les déjantements de greffon ont été exclus du fait d'un trop petit nombre de patients en analyse multivariée. L'exérèse de rétine ou choroïde, l'aphakie et expulsion d'implant et les hémorragies expulsives ont été exclues du fait d'une trop grande colinéarité avec d'autres variables. Les facteurs réunis avaient préalablement été testés comme statistiquement significatifs en analyse univariée.

Le seuil de significativité pour retenir un lien était fixé à 0,05 pour tous les tests. Compte tenu du caractère exploratoire de cette étude, aucune correction pour la multiplicité des tests n'a été réalisée. Les patients aveugles et plaies survenues sur le mauvais œil des monoptalmes avaient préalablement été retirés des analyses de corrélation à l'acuité finale.

Pour la partie Machine Learning, le modèle XGBoost a été utilisé afin de prédire l'acuité visuelle finale en cinq catégories (A/B/C/D/E comme préalablement expliqué dans la partie classifications utilisées). L'ensemble de données a été divisé en une partie permettant l'entraînement du modèle (représentant 80% de l'effectif total) et une partie pour le tester (20% de l'effectif). Une méthode de validation croisée en cinq blocs a été utilisée pour vérifier sa fiabilité, chaque bloc étant constitué d'une forêt de 100 arbres de classification.

Les variables explicatives prises en compte dans le modèle étaient : âge, sexe, antécédent de chirurgie oculaire, antécédent médical ophtalmologique entraînant une fragilité structurelle oculaire, contexte de démence ou handicap ou maladie psychiatrique, plaie en contexte d'alcoolisation aigüe, circonstances de la plaie, plaie du bon œil chez un monoptalme, mécanisme de la plaie, acuité visuelle initiale en cinq catégories, zone, linéarité, plaie dans l'axe visuel, déjantement de greffon, taille, plaie auto étanche, athalamie, hyphéma, issue de tissu par la plaie (iris, vitré, choroïde ou rétine), aphakie et expulsion d'implant, cataracte, luxation cristallinienne ou d'implant, présence d'une aniridie ou iridodialyse, hémorragie explosive, hémorragie intravitréenne, présence d'un décollement de rétine ou décollement choroïdien ou contusion rétinienne, plaie de paupière, fracture orbitaire, plaie cutanée associée, atteinte d'un muscle oculomoteur, et délai entre la plaie et la consultation.

Les indicateurs utilisés pour la description des performances du modèle étaient : valeur SHAP, aire sous la courbe, valeur prédictive positive (precision), sensibilité (recall), F1-score, taux de prédictions correctes (accuracy), taux d'erreurs brut et pondéré sur le nombre de patients par classe. Un indicateur a été créé afin d'évaluer le taux d'erreur pondéré à la fois sur le nombre de patient par classe et selon la proximité par rapport à la catégorie d'acuité visuelle cible.

### III. RESULTATS

#### A. EPIDEMIOLOGIE

##### 1. Caractéristiques des patients

Un total de 325 yeux (322 patients) avec plaie du globe prise en charge aux CHU de Marseille entre janvier 2015 et novembre 2021 ont été analysés.

23 patients ont préalablement été exclus car ne rencontraient pas les critères d'éligibilité :

- 1 plaie du globe non transfixiante
- 7 perforations cornéennes dites « spontanées » sans traumatisme
- 1 perforation spontanée de bulle de filtration
- 4 plaies transfixiantes ayant eu une réparation chirurgicale primaire dans un autre centre
- 10 dossiers informatisés non remplis

Un tiers des patients étaient adressés par un autre centre de santé de la région PACA, Corse ou du Maghreb (Cf. Figure 21) : 32 patients par un ophtalmologiste de ville (*Marseille, Les Pennes-Mirabeau, Gardanne, Aix-en-Provence, La Ciotat, Martigues, Châteauneuf-les-Martigues, Saint-Maximin, Draguignan, Salon-de-Provence, Manosque, Sisteron, Embrun*) et 59 par un service d'urgences générales (*Marseille Hôpital Européen/Clinique Beauregard/Hôpital St Joseph, Aix-en-Provence, Pertuis, Salon-de-Provence, Marignane, Martigues, Istres, Aubagne, La Ciotat, Hyères, Toulon Sainte Musse, Nans-les-pins, Cavaillon, Digne-les-Bains, Sisteron, Gap, Embrun, Pra-loup, Ajaccio, Alger*).

En prenant en compte la démographie des départements ayant adressé des patients aux CHU de Marseille (majoritairement Bouches-du-Rhône, Var, Vaucluse, Alpes-de-Haute-Provence, et Hautes-Alpes), on rapporte une incidence locale des plaies du globe sur cette période de 1,3 plaies/100 000 habitants par an.



Figure 21 : Localisation des centres ayant adressé des plaies aux CHU de Marseille de janvier 2015 à septembre 2021 (H : service d'urgence hospitalier, C : cabinet d'ophtalmologiste de ville).

Le groupe d'étude incluait 223 hommes et 99 femmes soit un sex-ratio de 2,25. Les enfants, âgés de 2 à 16 ans, représentaient environ 10% de la cohorte. L'âge moyen était 47 ans (allant de 1 à 98 ans), mais indexé sur le genre, on remarque une nette différence entre les deux sexes avec des plaies survenant plus tardivement chez les femmes (âge moyen des femmes 59,7 ans contre 41,3 ans pour les hommes) (Cf. Figure 23). Les âges moyens par mécanisme de plaie étaient les suivants : CEIO 36 ans  $\pm$ 15,1, pénétration 37,9 ans  $\pm$ 22,5, perforation 51,6 ans  $\pm$ 23,2 et rupture 71,9 ans  $\pm$ 21,7.



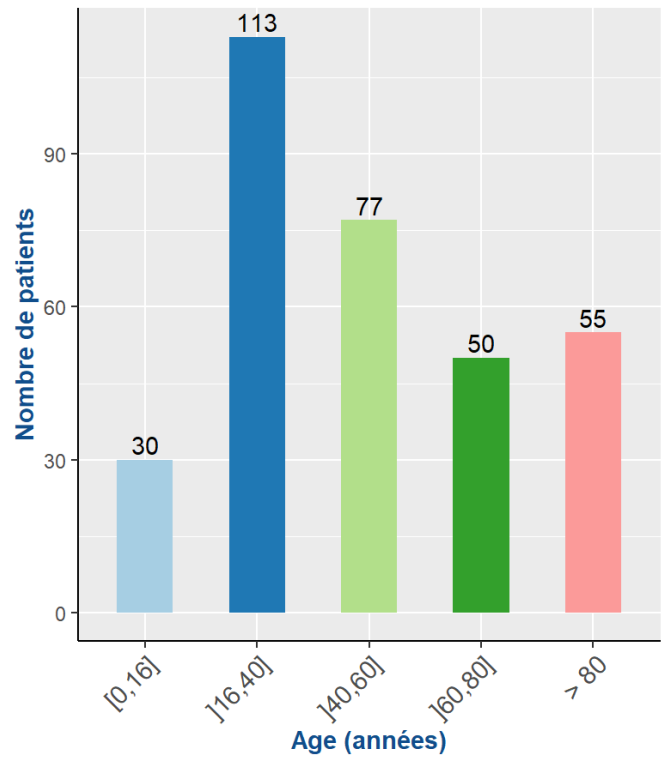


Figure 22 : Répartition des âges dans la cohorte.

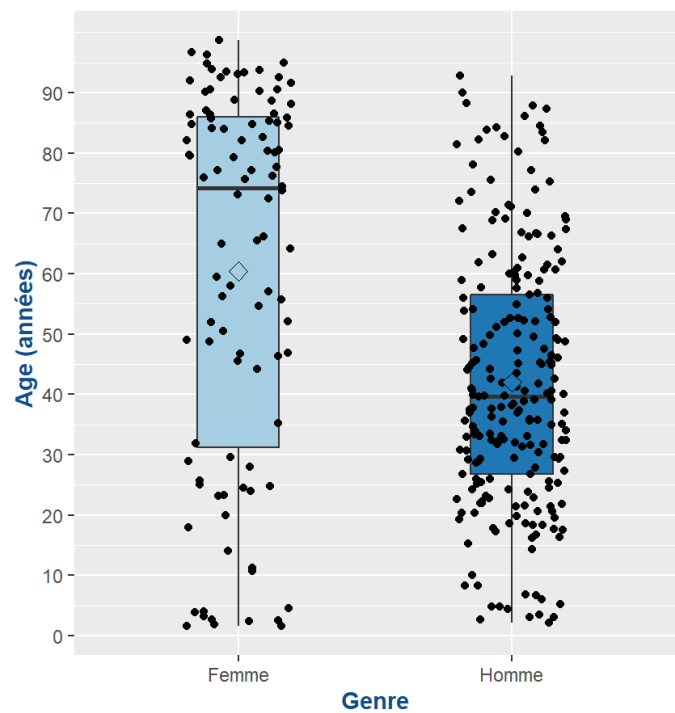


Figure 23 : Différence de répartition des âges lors de la plaie du globe entre hommes et femmes.

Caractéristiques initiales des patients		Nombre	Fréquence (%)
Nombre	total	322	-
	Hommes	223	69,2
	Femmes	99	30,7
	Dont enfant (0-16ans)	33	10,2
Age (années)	moyen	46,9 ±25,8	-
	Moyen des hommes	41,3 ±20,9	-
	Moyen des femmes	59,7 ±30,9	-
Patients adressés	Total (305)	97	31,8
	Cabinet de ville	32	10,5
	Service d'urgence	59	19,2
Patients monophthalmes		26	8,1
Patients atteints de cécité légale bilatérale		7	2,2
Antécédents ophtalmologiques	Médicaux	13	4
	Chirurgicaux (hors PKE)	45	14
Contexte d'alcoolisme chronique		13	4
Contexte de démence ou maladie psychiatrique		14	4,3

Tableau 7 : Caractéristiques initiales des patients. (PKE = phakoémulsification)

8% des plaies sont survenues chez des patients déjà monophthalmes (dont la moitié sur leur « bon œil ») et 2% chez des patients atteints de cécité légale bilatérale.

Un patient sur 5 avait un antécédent ophtalmologique médical ou chirurgical fragilisant le globe ou responsable d'une baisse d'acuité visuelle. Parmi les antécédents chirurgicaux (hors phakoémulsification) on rapportait 20 phakoexérèses extra capsulaires, 15 kératoplasties transfixiantes, 9 chirurgies filtrantes, 3 décollements de rétine, et 1 kératotomie radiaire. Il faut noter que les plaies survenant chez ces patients étaient à 87% des ruptures du globe. Parmi les antécédents médicaux étaient retrouvés 3 glaucomes congénitaux, 1 kératoglobe, 2 kératocônes, 1 myopie forte, 1 rubéole congénitale, 1 microcornée et 2 amblyopies sévères.

Il est à noter que sur 322 patients, 14 étaient atteints de démence, maladie psychiatrique ou handicap mental sévères (4,3%) et 13 avaient une intoxication éthylique chronique (4%).

Les taux de patients issus de milieu urbain ou rural n'étaient pas évaluables dans cette étude.

## 2. Circonstances du traumatisme

La répartition temporelle des plaies du globe prédominait en début de semaine et on note une survenue plus importante des plaies en février/mars et durant les mois d'été (Cf. Figure 24).

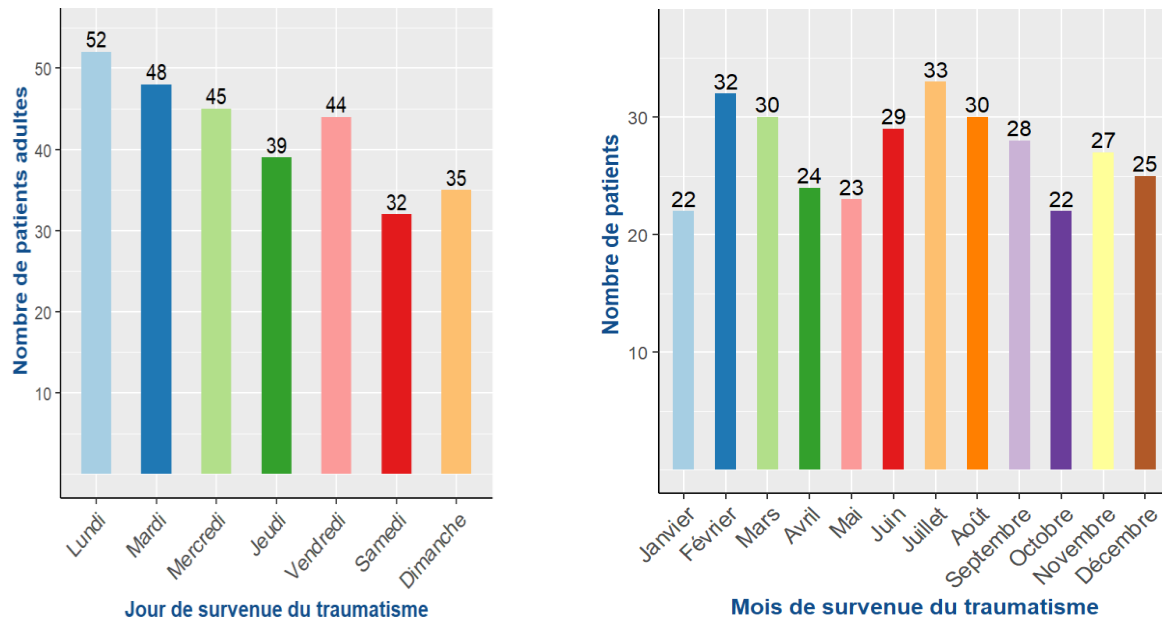


Figure 24 : Répartition temporelle des plaies.

35 plaies ont été notifiées comme accident du travail (10,7%). Le port de protections oculaires n'a pas pu être évalué car trop peu souvent noté dans le dossier médical. 23 plaies sont survenues dans un contexte d'alcoolisation aiguë (7,1%), dont 13 chez des patients connus pour alcoolisme chronique et il s'agissait principalement (83%) de plaies par lacération (rixes avec bouteilles en verre et chutes sur objet tranchant).

Les circonstances du traumatisme étaient réparties de la façon suivante : 31% par un objet tranchant ou contondant du quotidien, 16% lors d'une chute, 13,5% en bricolant, 9% par un animal ou végétal, 8% lors d'une rixe, 4% par accident de la route ou traumatisme balistique, 3% en jardinant (Cf. Tableau 8).

Plus précisément les causes décrites étaient les suivantes :

### - Objets :

- Tranchants : morceau de plastique, hache, caillou, verre, jouet en plastique, fil de fer, arrosoir, couteau, rebord piscine, tendeur, chaise, disque, tesson de bouteille, conserve en verre, portière de voiture, barre de fer, ressort en fer, crayon, câble, casserole, rétroviseur, porte de four, grillage, sabot de cheval,

table, barbelé, trousse d'école, porte, verre de lunettes, porcelaine, dynamite, verre, tube à essai, faïence, pétard, éclat de carrelage, manomètre en verre, caoutchouc, grenaille.

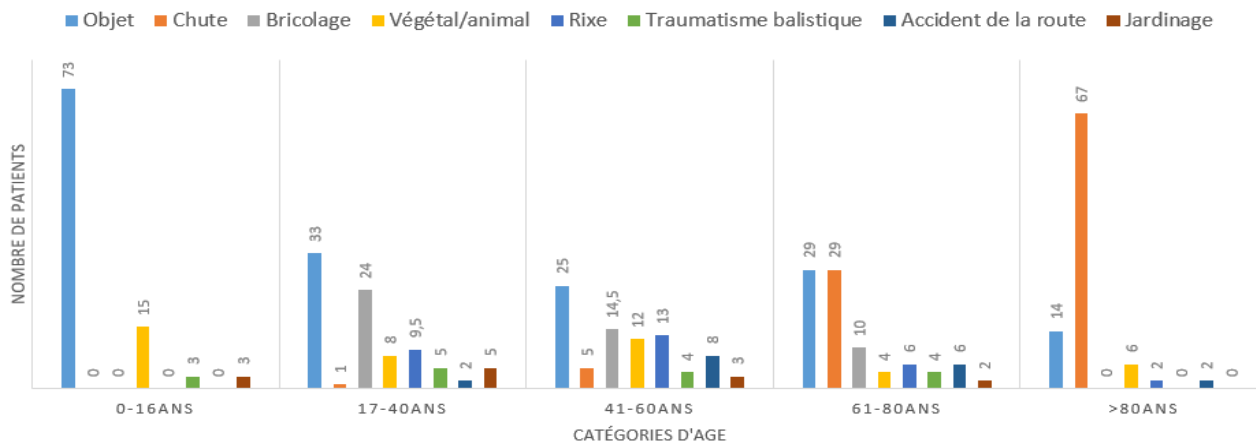
- **Contondants** : coup de pied, doigt, bille, portière de voiture, porte de placard, baie vitrée, étagère, poignée de porte.
- **Végétal/Animal** : coup de bâton/branche, yucca, plantes sans précision, écharde et épine, palette en bois, griffure de chat, morsure de chien.
- **Bricolage** : en sciant/meulant/perçant, en tapant au marteau-burin, coup de tournevis, projection de clou/vis, coup de cutter, marteau-piqueur.
- **Jardinage** : projection d'un caillou par la tondeuse, projection de pierre en bêchant, projection en passant le souffleur.
- **Traumatisme balistique** : tir accidentel avec carabine à plomb, agression, tentative d'autolyse, bille d'airsoft.

Comparativement à la femme, chez l'homme on constatait plus de plaies lors de bricolage (20% vs 0%), rixe (9% vs 4%), par traumatisme végétal ou animal (10% vs 4%) et balistique (5% vs 1%). A l'inverse chez la femme, on retrouve plus de chutes (39% vs 6%), circonstance principale de plaies chez elles (Cf. Tableau 8).

Circonstances du traumatisme	Nombre	Fréquence (%)	Fréquence chez les hommes (%)	Fréquence chez les femmes (%)
Objets du quotidien	102	31,3	33	29
Chute	53	16,3	6	39
Bricolage	44	13,5	20	0
Végétal/Animal	29	8,9	10	4
Rixe	25	7,7	9	4
Traumatisme balistique	12	3,7	5	1
Accident de la route	12	3,7	3	5
Jardinage	10	3	4	1
Inconnue	38	11,7	10,3	15,2

Tableau 8 : Circonstances de la plaie du globe.

## CIRCONSTANCES DU TRAUMATISME SELON L'ÂGE



*Figure 25 : Circonstances de la plaie du globe par catégorie d'âge.*

Il y avait une prédilection des plaies par objets du quotidien chez l'enfant, dont la fréquence diminue avec l'âge et inversement les plaies par chute sont de plus en plus fréquentes. Les plaies par rixe et accident de la route étaient l'apanage de l'adulte, et les plaies par bricolage ne concernaient pas les âges extrêmes (Cf. Figure 25). Chez les patients atteints de troubles mentaux, les plaies étaient principalement des ruptures du globe (65%), le plus souvent par chute.

Le délai de consultation depuis le traumatisme était en moyenne de 29 heures  $\pm$  77 (allant de 1 à 720 heures). 64% ont consulté dans les 24 heures suivant la plaie, mais 7% ont consulté après plus de 72 heures. On note un délai moyen de consultation de 53 heures  $\pm$  85 en cas de plaie auto-étanche.

### 3. Description de la plaie

La répartition œil droit/gauche des traumatismes était équivalente. La plaie était bilatérale chez un patient, et deux patients ont eu deux plaies du globe à quelques années d'intervalle (un sur le même œil et l'autre sur l'œil controlatéral).

Le mécanisme était par ordre de fréquence une lacération-pénétration (52,9%), une rupture (25,6%), un CEIO (20,2%) puis une lacération-perforation (1,3%).

La majorité étaient des plaies de cornée (environ 60% en zone I, 34% en zone II et 6% en zone III), et on note un seul arrachement complet du globe survenu en contexte de rixe. 6% étaient des déjancements de greffon de kératoplastie transfixiante. L'axe visuel était atteint chez quasiment un quart des patients.

La taille moyenne des plaies était de 8,58 mm  $\pm$  6,67 avec la majorité d'entre elles mesurant moins de 5 mm. En stratifiant sur le mécanisme, la taille moyenne des plaies par CEIO était de 5,3 mm  $\pm$  6,7, de 7,9 mm  $\pm$  6,1 par pénétration, de 11,5 mm  $\pm$  5,2 par rupture et de 25,8 mm  $\pm$  9,5 par perforation. Les plaies du bon œil des monophthalmes étaient en moyenne de 16 mm. Un peu plus d'une plaie sur 10 était spontanément auto-étanche c'est-à-dire sans seidel, sans incarceration de tissu, avec un segment antérieur formé, et présentait une bonne acuité visuelle initiale (en moyenne 1,1 logMAR  $\pm$  1,3). La plupart des plaies (70%) étaient linéaires, sans refend et à bords nets.

Les caractéristiques suivantes ont été constatées (Cf. Tableau 9) : hyphéma 51%, cataracte 45%, hémorragie intravitréenne 42%, athalamie 33%, aphakie 10%, contusion rétinienne 9%, luxation ou expulsion d'implant 7,7%, iridodialyse ou aniridie 6%, luxation cristallinienne 4,6%, hématome choroïdien 4%, décollement de rétine 2%, hématome maculaire 1%. L'hémorragie expulsive ne concernait que des adultes et sa proportion augmentait avec l'âge, tout comme la proportion d'hyphéma et d'hémorragie intravitréenne. Le taux de cataracte initiale diminuait en revanche progressivement, probablement du fait des pseudophakes (Cf. Figure 26). Elles étaient retrouvées majoritairement dans les pénétrations (63%) et CEIO (33%), et surtout dans les plaies de zone I (74%) et II (23%). On remarque par ailleurs que les décollements de rétine et hématomes maculaires étaient principalement retrouvés lors de plaies par rupture ou CEIO.

Une issue de tissu intra-oculaire par la plaie était présente pour deux tiers des patients, dont 40% de choroïde ou rétine. Les 20% de patients présentant une hémorragie expulsive d'emblée avaient un âge moyen de 62 ans  $\pm$  25,2, un sex-ratio équivalent et il s'agissait principalement des plaies par rupture (60% vs 25% par lacération pénétrante). Parmi eux se trouvaient 11 des 19 déjancements traumatiques de greffon.

Un CEIO était présent chez 1 patient sur 5 (soit chez 60 patients). On en décomptait 35 au niveau du segment postérieur, 24 en segment antérieur, 1 dans les deux segments. Par ailleurs 1 CE était intramusculaire et 2 étaient orbitaires. Parmi les CE, 64% étaient métalliques, 14% en verre, 9,5% végétal et 3% en plastique.

Une plaie de paupière concomitante était retrouvée dans 11% des cas, et une fracture de l'orbite dans 8% - la majorité concernait le plancher, la paroi médiale ou plusieurs parois de l'orbite. 5% des patients avaient une plaie cutanée de la face associée et 2,8% une plaie d'un des muscles oculomoteurs.

Le déficit pupillaire afférent relatif n'a été recherché que très peu de fois.

L'acuité visuelle initiale était en moyenne de  $2,42 \pm 1,5$  logMAR et 51 patients (23%) n'avaient pas de perception lumineuse. Elle n'a pas été mesurée chez 107 patients soit 1 patient sur 3, par omission ou impossibilité.

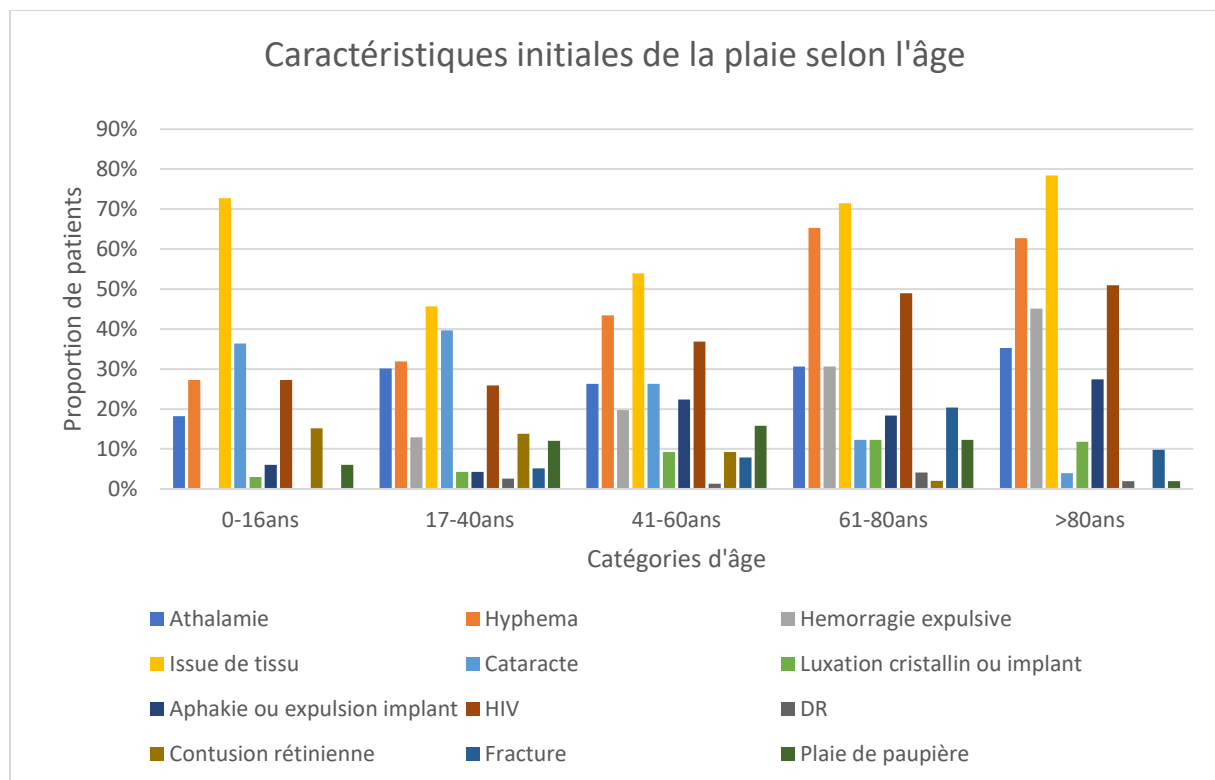


Figure 26 : Caractéristiques initiales des plaies en fonction de l'âge.

Caractéristiques des plaies		Nombre (Nombre de plaies analysables)	Fréquence (%)	
Nombre		325	-	
Latéralité	Œil droit	166 (325)	51	
	Œil gauche	157 (325)	48,3	
	Bilatérale	1 (325)	0,7	
Mécanisme	Lacération	Pénétration	165 (312)	52,9
		Perforation	4 (312)	1,3
		CEIO	63 (312)	20,2
	Rupture	80 (312)	25,6	
Acuité visuelle initiale (logMAR)	PL -	51 (218)	23,4	
	4 et 3 (PL+ et VBLM)	97 (218)	44,5	
	2 (CLD) à > 1	22 (218)	10,1	
	1 à 0,4	19 (218)	8,7	
	< 0,4	29 (218)	13,3	
	Non précisée	107	32,9	
Zone	I	191 (321)	59,5	
	II	109 (321)	34	
	III	21 (321)	6,5	
Arrachement du globe		1 (325)	0,3	
Taille (mm)	0-5	119 (281)	42,3	
	6-10	67 (281)	23,8	
	11-19	70 (281)	24,9	
	A partir 20	25 (281)	8,9	
Plaie auto-étanche		37 (302)	12,2	
Plaie non linéaire		98 (308)	31,8	
Plaie dans l'axe visuel		72 (308)	23,4	
Déjantage de greffon		19 (325)	5,8	
Athalamie		94 (282)	33	
Hyphéma		143 (280)	51	
Hémorragie expulsive		68 (313)	20,1	
Issue de tissu par la plaie	non	110 (303)	36,3	
	iris	79 (303)	26,1	
	vitre	34 (303)	11,2	
	Tissu postérieur (choroïde, rétine)	80 (303)	26,4	
Cataracte		86 (191)	45	
Luxation cristalliniennne		15 (323)	4,6	
Luxation d'implant		10 (323)	3,1	
Expulsion d'implant		15 (325)	4,6	
Aphakie		32 (323)	9,9	
Lésion irienne*		19 (323)	5,9	
Hémorragie intra-vitréenne		117 (281)	41,6	
Détachement de rétine		7 (321)	2,2	
Contusion rétinienne		29 (321)	9	
Hématome maculaire		4 (321)	1,2	
Hématome choroïdien		12 (321)	3,7	
Fracture orbitaire	Médiale	7	-	
	Plancher	10	-	
	Latérale	1	-	
	Toit	0	-	
	Multiple	9	-	
	Total	27 (324)	8,3	
Plaie transfixiante de paupière		35 (324)	10,8	
Plaie d'un muscle oculomoteur		9 (324)	2,8	
Plaie cutanée		15 (323)	4,6	

Tableau 9 : Caractéristiques initiales des plaies.  
\*iridodialyse, aniridie



En comparant les caractéristiques des plaies entre les deux sexes on constatait que les hommes étaient plus sujets aux plaies par pénétration et CEIO, tandis que pour les femmes il s'agissait plutôt de plaies par rupture ou par pénétration. Les femmes avaient une moins bonne acuité visuelle initiale, plus de ruptures et moins de CEIO que les hommes, des plaies plus grandes en moyenne, avec 2,5 fois plus d'hémorragie expulsive, et plus d'issue de choroïde ou rétine. Un antécédent de chirurgie ophtalmologique était significativement plus retrouvé chez les femmes. La dernière acuité visuelle moyenne mesurée chez les hommes était meilleure (Cf. Tableau 10).

Caractéristiques		Hommes (n=223) (fréquence en %)	Femmes (n=99) (fréquence en %)
Age moyen (années)		41,3 ± 20,1	59,7 ± 30,9
Antécédent de chirurgie ophtalmologique		16 (7%)	29 (29%)
AV initiale	Moyenne (logMAR)	2,24 ± 1,5	3,08 ± 1,3
	PL-	27 (12,1%)	24 (24,2%)
Mécanisme	Pénétration	129 (58%)	36 (36%)
	Perforation	4 (2%)	0 (0%)
	Rupture	31 (14%)	49 (50%)
	CEIO	56 (25%)	7 (7%)
Zone	I	135 (61%)	56 (57%)
	II	69 (31%)	40 (40%)
	III	18 (8%)	3 (3%)
Taille moyenne (mm)		7,9 ± 7,1	9,8 ± 5,6
Hémorragie expulsive		31 (14%)	37 (37%)
Issue de tissu postérieure		49 (22%)	31 (31%)
Dernière acuité visuelle	Moyenne (logMAR)	0,94 ± 1,2	1,77 ± 1,6
	PL-	50 (22,4%)	29 (29,3%)

Tableau 10 : Caractéristiques des plaies en fonction du sexe.

#### 4. Prise en charge de la plaie

Le délai moyen entre la plaie et la première chirurgie de réparation était de 36 heures  $\pm$  58 (allant de 2 à 312 heures) avec une médiane à 13 heures (7;36) et le délai moyen entre la consultation et la première chirurgie était de 10 heures  $\pm$  27 (allant de 30 minutes à 312 heures) avec une médiane à 4,5 heures (3;8).

La chirurgie primaire a consisté en une suture simple chez la grande majorité des patients (276/324 soit 85%). 23 sutures étaient associées à un retrait de CEIO (19 en segment antérieur et 4 en segment postérieur), 8 à une phakoexérèse sans implantation, 5 à une explantation d'implant cristallin luxé, 2 à une vitrectomie par la pars plana pour décollement de rétine concomitant. Une énucléation a été nécessaire d'emblée chez le patient avec arrachement du globe. Douze patients n'ont pas bénéficié de chirurgie primaire, 11 patients du fait d'une plaie auto-étanche stable et un patient suite à un refus de prise en charge. On constate que la majorité des chirurgies primaires ont eu lieu sur la période de garde, majoritairement en début de nuit (Cf. Figure 27).

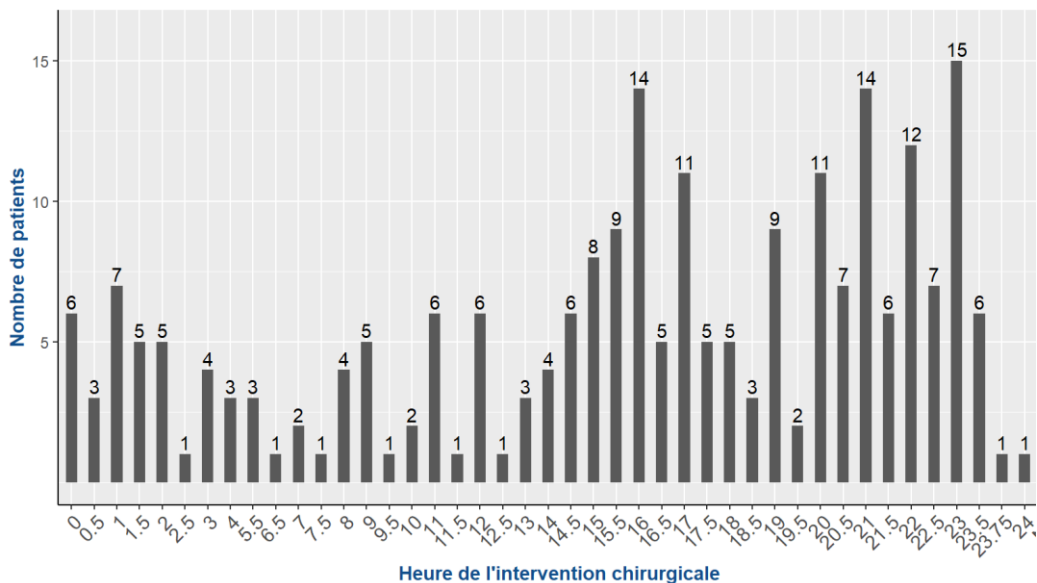


Figure 27 : Répartition des horaires de chirurgie primaire.

Au cours de cette première chirurgie, un tiers des plaies ont nécessité une exérèse de tissu (iris, vitré, choroïde ou rétine) dont 39 patients (12%) se sont vu retirer de la choroïde ou de la rétine. Sur décision du chirurgien, une injection intracaméculaire de céfuroxime (Aprokam©) a été réalisée chez 25% des patients (72/286) et des injections intravitréennes de vancomycine + ceftazidime chez 19% (54/288).

Les patients ont été hospitalisés en moyenne 4 jours  $\pm$  12 (de 0 à 147 jours) après la chirurgie de réparation initiale. 70 patients ont été hospitalisés plus de 3 jours du fait de l'âge, de comorbidités, d'un contexte social, de complications ou d'une seconde chirurgie nécessaire. Les très longues périodes d'hospitalisation concernaient les patients en réanimation atteints d'affections extra-ophtalmologiques.

Le suivi en centre-hospitalo-universitaire était en moyenne de 320 jours  $\pm$  462 (de 0 à 2253 jours) avec une médiane à 3 mois. Presque un tiers des plaies (95/325) a été suivi moins d'un mois et un tiers pendant plus d'un an (93/325) [16% (51/325) entre 1 et 3 mois, 10% (33/325) pendant 3 à 6 mois, et 16% (53/325) de 6 mois à 1 an]. Les raisons des arrêts de suivi étaient une poursuite de la prise en charge par l'ophtalmologiste de ville dans 61% des cas. Dans 39% des cas le patient ne s'est plus présenté au contrôle prévu en CHU, sans motif.

Le nombre moyen de chirurgie au cours du suivi était de 1,55  $\pm$  0,8 par patient. 187 patients (57,5%) ont bénéficié d'une chirurgie unique, 108 (33,2%) ont eu besoin de deux chirurgies, 30 patients (9,3%) ont nécessité trois chirurgies ou plus (Cf. Figure 28). Le nombre maximal a été de 6 interventions pour un patient avec plaie du globe en zone II ayant récupéré une acuité visuelle de 0,4 logMAR à un an et demi de la plaie.

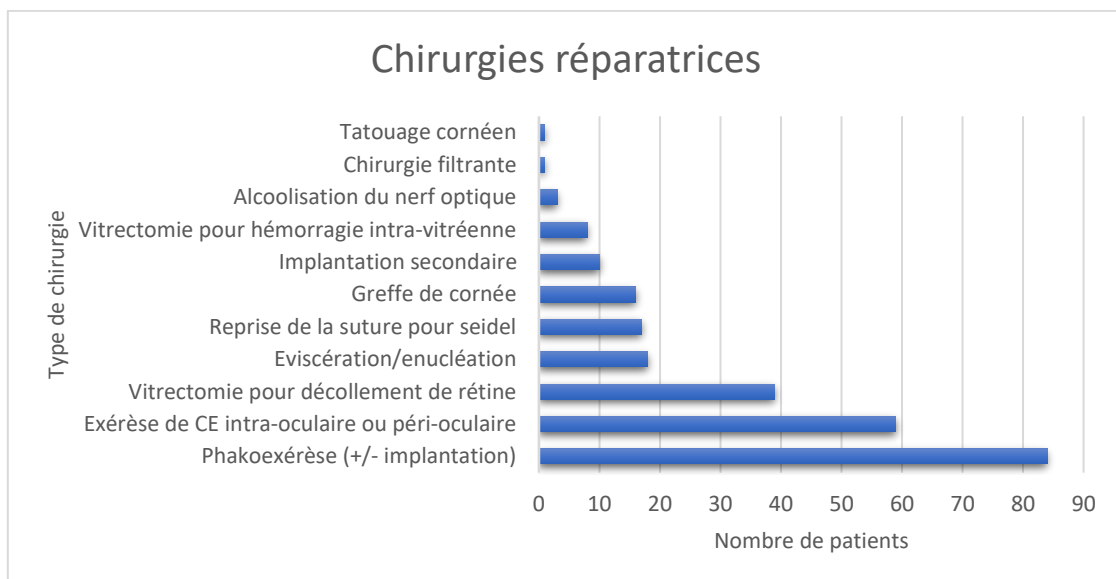


Figure 28 : Type de chirurgies réparatrices réalisées au cours du suivi des patients.

Le délai moyen de la première chirurgie de décollement de rétine était de 28,6 jours  $\pm$  36, et les DR ont nécessité en moyenne 1,4 chirurgies. Le délai moyen pour la phakoexérèse était de 47,8 jours  $\pm$  113 et pour la greffe de cornée de 289 jours  $\pm$  305. Le délai moyen d'extraction des CE intra-oculaire ou péri-oculaire était de 6,2 jours.

## 5. Evolution et complications

L'évolution des acuités visuelles moyennes montrait une nette amélioration au cours du temps (Cf. *Tableau 11* et *Figure 29*), soulignant ainsi l'intérêt du suivi et de l'obstination thérapeutique nécessaire pour une plaie du globe. 48% des patients ont eu une amélioration entre l'AV initiale et la dernière AV mesurée, et au moins 16 patients ont perdu la vue au cours du suivi. La dernière acuité visuelle moyenne globale était de  $1,16 \pm 1,38$  logMAR. Un patient sur trois est sans perception lumineuse au dernier examen, mais 72,4% avaient une acuité chiffrable (c'est-à-dire > PL-), 55% une acuité utile (> VBLM), 46,6% une acuité  $\geq 1$  logMAR ou  $1/10^{\text{ème}}$  et 32% une acuité d'au moins  $5/10^{\text{ème}}$ .

AV	Moyenne (logMAR)	Nombre de patients					Total
		PL-	4 et 3 (PL+/VBLM)	2 (CLD) à >1	1 à 0,4	< 0,4	
J0	2,46 ± 1,49	51	97	22	19	29	218
J1	2,85 ± 1,22	38	69	15	12	4	138
J7	2,13 ± 1,46	31	63	21	24	24	163
M1	1,52 ± 1,39	48	46	26	40	43	203
M3	1,23 ± 1,30	27	23	20	30	36	136
M6	0,98 ± 1,19	18	15	15	27	41	116
M9	0,68 ± 0,32	4	4	7	15	18	58
M12	0,96 ± 1,04	5	6	6	18	28	63
M24	1,05 ± 1,19	4	9	0	14	12	39
M36	1,17 ± 1,48	3	4	0	4	5	16
<b>Dernière AV</b>	<b>1,16 ± 1,38</b>	<b>79</b>	<b>50</b>	<b>24</b>	<b>42</b>	<b>92</b>	<b>287</b>

*Tableau 11 : Evolution de l'acuité visuelle au cours du temps.*

*L'augmentation de l'AV moyenne à partir de un an peut être expliquée par le suivi plus long en CHU des patients les plus graves.*

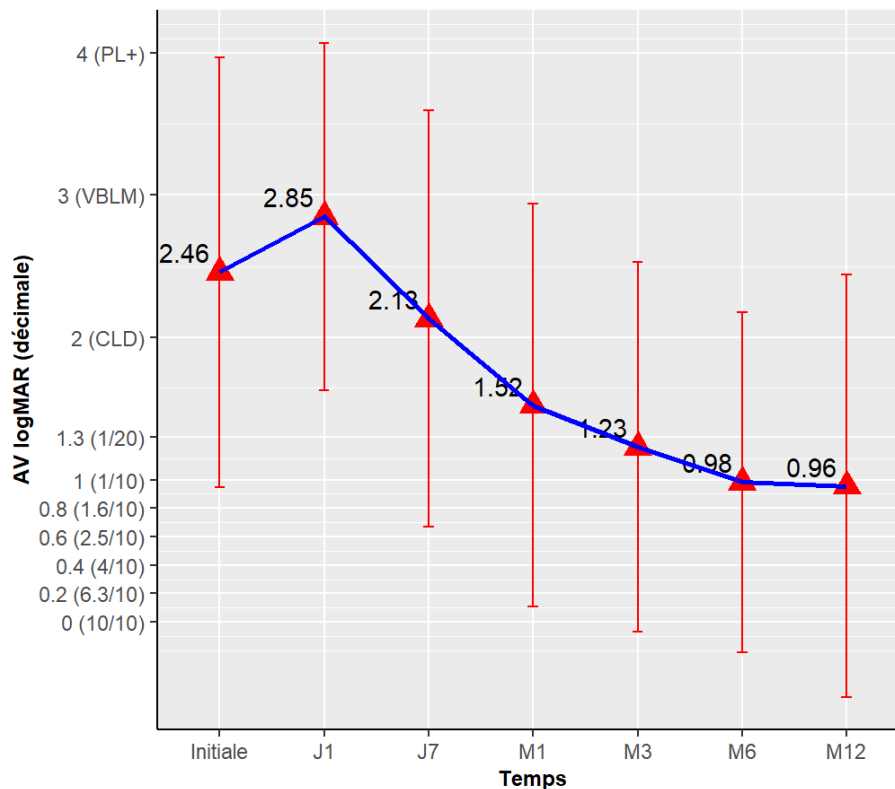


Figure 29 : Evolution de l'acuité visuelle moyenne au cours du temps.

Il faut souligner que parmi les acuités visuelles initialement sans perception lumineuse (51 patients), au moins 11 ont récupéré une acuité finale (dont une acuité > 1/10ème, 5 à CLD et 5 à VBLM ou PL+). En revanche 100% des patients sans perception lumineuse à J1 post-opératoire le sont restés.

En comparant la dernière AV moyenne en fonction des caractéristiques de la plaie (Cf. Tableau 12) on remarque une moins bonne récupération et plus de patients sans perception lumineuse en cas de : mécanisme de rupture et perforation, plaie en zone II et surtout III, plaie par chute/accident de la route/rix, plaie en contexte d'alcoolisation aigüe, plaie du bon œil chez un monoptalme, plaies ayant nécessité au moins trois chirurgies réparatrices. Les plus forts taux de patients sans perception lumineuse correspondaient aux plaies par perforation (100%) et rupture (45%), plaies en zone III (85,7%), contexte d'alcoolisation aigüe (52,1%) et plaies chez un monoptalme (60%), plaies par balle (50%)/rix (64%)/accident de la route (41,6%)/chute (39,6%). Nous n'avons pas retrouvé de moins bonne acuité finale chez les patients ayant consulté plus de 24 heures après le traumatisme (1,01 logMAR), parmi eux se trouvaient 11 plaies auto-étanches. Il est intéressant de constater qu'en cas de mécanisme de pénétration ou CEIO, de plaie en zone I, de plaie par bricolage/jardinage/traumatisme végétal ou animal, de plaie auto-étanche et de plaie ayant eu moins de trois chirurgies réparatrices, l'AV moyenne finale est meilleure que l'AV moyenne finale globale de la cohorte.

Caractéristiques de la plaie (nombre de patients)		Dernière AV moyenne	Patients sans perception lumineuse (%)
Total (270)		1,16 ± 1,4	29,3
Mécanisme	Pénétration (165)	0,98 ± 1,3	18,1
	Perforation (4)	-	100
	CEIO (63)	0,73 ± 1,1	11,1
	Rupture (80)	2,46 ± 1,4	45
Zone	I (191)	1,08 ± 1,36	15,2
	II (109)	1,22 ± 1,36	27,5
	III (21)	4 ± 0	85,7
Cause	Objet (102)	1,24 ± 1,45	15,7
	Chute (53)	2,5 ± 1,46	39,6
	Rixe (25)	1,37 ± 1,44	64
	Accident route (12)	1,73 ± 1,79	41,6
	Balistique (12)	1,14 ± 1,30	50
	Bricolage (44)	0,71 ± 1	11,4
	Jardinage (10)	0,35 ± 0,36	10
	Végétal/Animal (29)	0,39 ± 1,38	3,4
Déjantement de greffon (19)		2,77 ± 1,25	56,4
Consultation après 24 heures (44)		1,01 ± 1,25	13,6
Contexte d'alcoolisation aigüe (23)		2,1 ± 1,8	52,1
Plaie du bon œil chez un monoptalme (13)		2,75 ± 1,26	60
Plaie dans l'axe visuel (72)		1,05 ± 1,23	22,2
Plaie auto-étanche (37)		0,62 ± 0,97	0
Nombre total de chirurgies réparatrices	1 (187)	1,15 ± 1,47	26,7
	2 (108)	1,08 ± 1,25	23,1
	Au moins 3 (30)	1,43 ± 1,39	13,3

Tableau 12 : Dernière acuité visuelle en fonction des caractéristiques de la plaie.

La principale complication au cours du suivi était le décollement de rétine (17%). Seuls 69% des décollements ont été opérés, avec une AV moyenne finale de  $1,87 \pm 1,41$  logMAR et 13% de patients étaient sans perception lumineuse en fin de suivi. La deuxième complication la plus fréquente était l'évolution vers la phtyose (14,5%) dont 1/3 a été éviscéré ou énucléé, 10% ont été adaptés avec une prothèse oculaire et 4,3% ont eu une alcoolisation du nerf optique à visée antalgique. On a constaté 4% de cataractes secondaires, aucune après mécanisme de rupture et 38,4% ont été opérés au cours de leur suivi au CHU. Les patients ayant eu un œdème maculaire chronique (1,2%) avaient eu en moyenne 3,25 chirurgies, et ont récupéré une bonne AV finale moyenne ( $0,48 \pm 0,1$  logMAR).

Complications	Nombre	Fréquence (%)	AV finale moyenne	Patients sans perception lumineuse (%)
Endophtalmie	10	3	1,38 ± 1,54	10
Décollement de rétine	56	17	1,87 ± 1,41	13
Cataracte	13	4	1,27 ± 1,38	0
Ophthalmie sympathique	2	0,6	-	100
Chalcose/sidérose	0	0	-	-
Hématocornée	9	2,7	-	100
Glaucome	6	1,8	0,85 ± 1,10	0
Œdème maculaire cystoïde chronique	4	1,2	0,48 ± 0,1	0
Phtyse	47	14,5	2,85 ± 1,43	85

Tableau 13 : Complications survenues au cours du suivi des plaies et récupération visuelle finale.

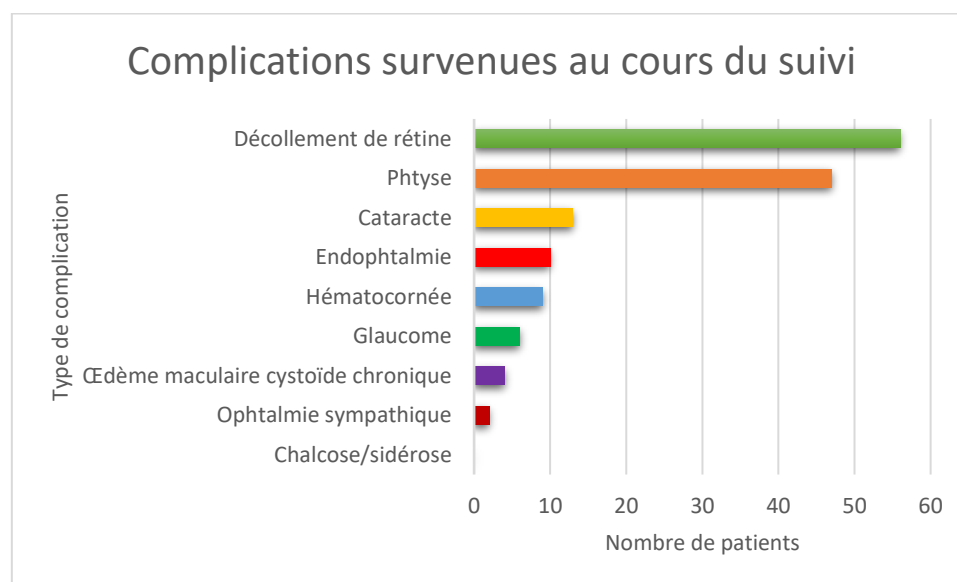


Figure 30 : Taux et type de complications survenues au cours du suivi post-opératoire des plaies.

Il y a eu 3% d'endophtalmie dans notre cohorte, avec un délai moyen d'apparition des symptômes de 4,6 jours. Il s'agissait de 7 plaies par lacération, 1 plaie avec CEIO et 2 plaies par rupture, survenues principalement avec des objets de vie quotidienne et 2 par accident professionnel. Aucune des plaies n'a été causée par un objet organique. Il s'agissait majoritairement des plaies de zone I (80%). La taille moyenne était de 4,5 mm ± 4,6 et 30% étaient des plaies auto-étanches. On constate un retard de consultation de plus de 24 heures chez la moitié des patients. Seuls 20% avaient bénéficié d'injections intravitréennes d'antibiotiques lors de la chirurgie primaire et 10% de céfuroxime intracamérulaire, et on note 3% d'endophtalmie parmi les gens ayant reçu une antibioprophylaxie per-opératoire. Tous ont été traités par IVT de bi-antibiothérapie, un patient a bénéficié d'une vitrectomie

et un a été énucléé. Hormis ce dernier patient l'acuité visuelle finale était plutôt bonne à  $1,38 \pm 1,54$  logMAR en moyenne dont 30% des patients avec une acuité visuelles  $\geq 5/10^{\text{ème}}$ .

Parmi les 2,7% d'hématocornée, 55% étaient des hémorragies expulsives d'emblée et tous étaient sans perception lumineuse en fin de suivi. Six patients (1,8%) ont évolué vers un glaucome dont un seul a bénéficié d'une chirurgie filtrante par la suite. Il y a eu deux cas d'ophtalmie sympathique, apparues à environ un mois, chez des patients de 28 et 38 ans avec une lacération en zone I et II. Les deux patients étaient sans perception lumineuse en fin de suivi. Nous n'avons eu aucun cas de sidérose ou chalcose.

Les autres complications constatées étaient : 4 rejets de greffe, 2 abcès de cornée, une cellulite préseptale, une uvéite phako-antigénique, une luxation tardive du cristallin, une crise aiguë de fermeture de l'angle, un glaucome malin, une décompensation endothéliale, une kératite en bandelette, une néovascularisation cornéenne majeure, une néovascularisation maculaire, une membrane épitréiniennne et un trou maculaire. Les données sur les hypotonies et hypertopies post opératoires n'étaient pas suffisamment renseignées pour être analysables.

Dix-sept patients ont pu être adapté en lentilles rigides et la dernière acuité moyenne chez ces patients était de  $0,51 \pm 0,74$  logMAR.



## 6. Cas particulier des plaies de l'enfant

Les enfants représentaient 10% de la cohorte environ, avec une légère prédominance masculine (sex-ratio de 1,5). La répartition des âges montrait un pic d'incidence à 3 ans (Cf. Figure 31), et un âge moyen de 6,3 ans  $\pm$  4,9. La répartition des plaies était équitable sur l'année, mais on remarquait une prédominance le mercredi, samedi et dimanche (Cf. Figure 32). 84% étaient des pénétrations et 16% des plaies avec CEIO. Il n'y a eu aucune rupture et aucune perforation.

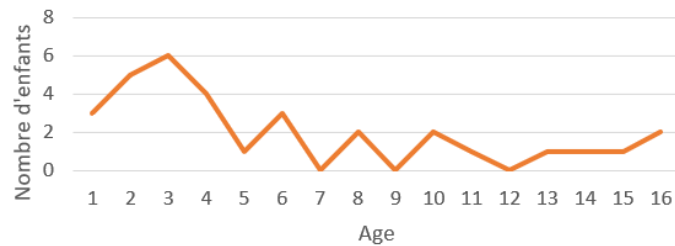


Figure 31 : Répartition des âges des enfants de la cohorte.

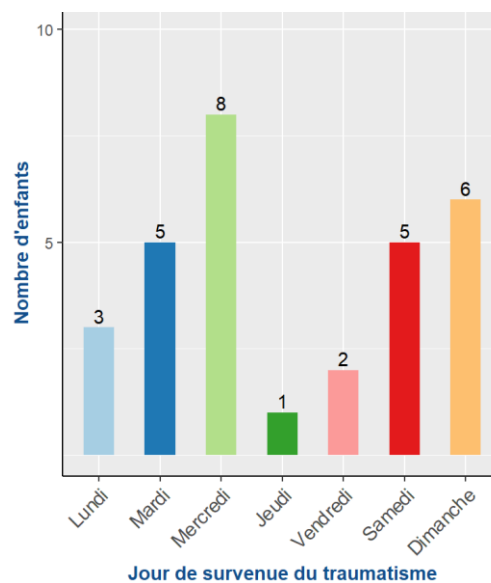


Figure 32 : Répartition hebdomadaire des plaies de l'enfant.

Les causes rapportées étaient les suivantes :

- Objets du quotidien : jouet, cailloux, vitre, couteau, rebord piscine, chaise, disque, crayon, trousse, hache, grillage, verre,
- 5 traumatismes végétaux : coup de bâton, yucca, éclat de bois,
- 1 coup de pied,
- 3 chutes avec une assiette/verre dans la main,
- 1 traumatisme balistique accidentel.

L'AV initiale n'a pas été évaluable chez 57,6% des enfants. Les plaies étaient majoritairement cornéennes (zone I à 73% et II à 27%, aucune plaie en zone III). L'axe visuel était atteint dans 37,5% des cas. La taille moyenne était de 6,4mm  $\pm$  4,5 avec 42% des plaies entre 0 et 5 mm et 35,5% entre 6-10 mm. Les plaies de plus de 10 mm rassemblait 22,5% de patients. 5 plaies (15%) étaient spontanément auto-étanches.

Parmi les caractéristiques des plaies on retrouvait : 41,4% de cataracte initiale, 27,3% d'hyphéma, 18% d'athalémie, 3% de luxation cristallinienne et 6% d'aphakie. Une hernie irienne isolée était présente dans 48,6%, de vitré dans 18%, de rétine ou choroïde dans 6%. Aucune hémorragie expulsive n'a été constatée. Presque un enfant sur 3 (27%) avait une hémorragie intravitréenne, dont la moitié avec une contusion rétinienne associée. Il y avait 6% de plaies de paupières associées et aucune fracture orbitaire.

La durée moyenne d'hospitalisation était de 3 jours  $\pm$  2,7, et celle du suivi sur l'APHM de 568 jours  $\pm$  605. A la fin de l'étude, 100% des enfants avaient eu une prise en charge intensive de l'amblyopie. L'AV moyenne finale était 0,8  $\pm$  1,16 logMAR (3,4% sans perception lumineuse, 17% PL+/VBLM, 6,9% CLD à  $<1/10^{\text{ème}}$ , 13,8% entre 1 et  $5/10^{\text{ème}}$ , 58,6% entre 6 et  $12/10^{\text{ème}}$ ), avec une récupération bien meilleure que les adultes.

Les enfants ont eu en moyenne 1,5  $\pm$  0,8 chirurgies. 60% n'ont bénéficié que d'une seule chirurgie, 27% de 2 chirurgies, et 13% de trois chirurgies ou plus. Au total presque un tiers des enfants a eu une phakoémulsification (27%), et une seule a été implantée secondairement.

Les principales complications ont été la survenue d'une cataracte secondaire chez 16%, ou d'un décollement de rétine chez 15%. Un seul œil a évolué vers la phytose et il n'y a pas eu d'éviscération ou énucléation pédiatrique.

Deux enfants (6%) ont eu une endophtalmie. La première est survenue sur une plaie de cornée limbique de 2 mm avec hernie irienne, par projection de caillou, avec un délai de consultation de 24 heures après la plaie, et qui n'avait pas eu d'IVT per-opératoire d'antibiotique. Elle a récupéré une acuité visuelle de  $12/10^{\text{ème}}$ . La seconde était aussi sur une plaie de cornée de 2 mm avec un retard de consultation de 24 heures et qui n'a pas eu d'IVT per-opératoire, survenue par éclat de porcelaine en tombant avec une assiette à la main, mais qui a récupéré une acuité visuelle finale à VBLM.

## B. FACTEURS PRONOSTIQUES

### 1. Facteurs pronostiques en analyse univariée

Les facteurs préopératoires et per-opératoires statistiquement associés à l'acuité visuelle finale ( $p < 0,05$ ) étaient les suivants (Cf. Tableau 14) : âge, sexe, antécédent de chirurgie oculaire, plaie en contexte d'alcoolisation aiguë ou chez un alcoolique chronique, plaie par accident du travail, plaie du bon œil chez un monophthalme, mécanisme de la plaie, acuité visuelle initiale, zone, linéarité, déjantage de greffon, taille, plaie auto-étanche, athalamie, hyphéma, issue de tissu par la plaie (vitré, choroïde ou rétine), aphakie et expulsion d'implant, cataracte, hémorragie explosive, hémorragie intravitréenne, plaie de paupière, fracture orbitaire ou plaie cutanée associée, exérèse per-opératoire de tissu.

Certains facteurs semblaient associés à un meilleur pronostic visuel : sexe masculin, plaie lors d'accident du travail, mécanismes de CEIO et lacération pénétration, acuités visuelles initiales  $\geq$  CLD, plaie en zone I, plaie linéaire, plaie jusqu'à 10 mm, plaie auto-étanche, cataracte initiale.

Tous les autres facteurs semblaient de mauvais pronostic quant à la récupération visuelle finale.

Il n'a pas été retrouvé de lien significatif pour les antécédents de troubles mentaux, les plaies dans l'axe visuel, l'issue d'iris seul, la présence d'une aniridie ou iridodialyse, la luxation cristallinienne ou d'implant, la présence d'un décollement de rétine ou décollement choroïdien ou contusion rétinienne, l'atteinte d'un muscle oculomoteur, l'exérèse d'iris ou vitré et le délai de consultation.

Variable		Dernière acuité visuelle		Valeur p
		NLP (%)	AV < 0,4 logMAR (%)	
Age		-	-	<0,0001
Sexe	Hommes	22,4	37,8	0,005
	Femmes	31,1	24,3	
Antécédent ophtalmologique chirurgical		43,5	4,3	<0,0001
Accident du travail		9,1	48,5	0,016
Contexte d'alcoolisation aigüe		54,5	18,2	0,009
Contexte d'alcoolisme chronique		53,8	7,7	0,049
Monophtalme		60	0	0,014
Mécanisme	CEIO	10,3	46,6	<0,0001
	Pénétration	18,9	41,9	
	Perforation	100	0	
	rupture	51	3,9	
AV initiale	NLP	71	0	<0,0001
	VBLM/PL+	15,6	26,7	
	CLD à >1	4,5	54,5	
	1 à 0,4	0	70,6	
	<0,4	4	80	
Zone	I	14,1	42,3	<0,0001
	II	27,2	28,3	
	III	89,5	0	
Plaie linéaire		19,7	35,3	0,007
Déjantement		50	0	0,012
Taille	0-5mm	1	58,2	<0,0001
	6-10mm	14,5	30,9	
	11-19mm	44,1	13,6	
	>20mm	87	0	
Plaie autoétanche		0	64,7	<0,0001
Athalmie		37,2	20,5	0,001
Hyphéma		39,0	13,6	<0,0001
Cataracte		11,3	40	0,012
Aphakie		50	10,7	0,003
Expulsion implant		55,6	0	0,014
Issue de tissu		35,4	22,4	<0,0001
Issue de rétine ou choroïde		65,6	4,9	<0,0001
Issue de vitré		21,9	21,9	0,034
Hémorragie expulsive		78,4	0	<0,0001
Hémorragie intravitréenne		35,3	20,6	<0,0001
Fracture orbitaire associée		70	5	<0,0001
Plaie de paupière associée		52,9	17,6	<0,0001
Plaie cutanée		60	6,7	0,005
Exérèse de tissu per-opératoire		38,9	21,1	0,000
Exérèse de tissu postérieur		74,2	0	<0,0001

Tableau 14 : Facteurs associés de façon significative à la dernière acuité visuelle finale (corrélation linéaire aux tests de Chi<sup>2</sup>/Fisher et ANOVA).

## 2. Facteurs pronostiques en analyse multivariée

Les facteurs indépendamment associés à une mauvaise acuité visuelle finale (c'est-à-dire moins qu'une acuité utile, soit inférieure à CLD ou logMAR 2) étaient **l'âge supérieur à 60 ans** (OR = 4 [1,5-10,5],  $p = 0,006$ ), **la taille de la plaie supérieure à 10 mm** (OR = 7,2 [2,7-19,3],  $p < 0,001$ ), **l'issue de vitré** (OR = 6,2 [1,7-22,7],  $p=0,006$ ) et **l'issue de choroïde ou rétine** par la plaie (OR = 4,8 [1,6-14,1],  $p= 0,005$ ).

Les facteurs indépendamment associés à une acuité visuelle nulle, sans perception lumineuse étaient la taille de la plaie supérieure à 10 mm (OR = 35 [7-175,3],  $p < 0,001$ ) et l'issue de rétine ou choroïde par la plaie (OR = 12,5 [3,4-46,2],  $p < 0,001$ ).

### 3. Proposition d'un nouvel algorithme prédictif de l'AV finale grâce au Machine Learning

Notre modèle de classification a mis en évidence que la taille, l'âge et l'hémorragie expulsive étaient les trois facteurs prédictifs de l'AV finale les plus importants, et ceci a été vérifié dans tous les blocs de la validation croisée (Cf. Figure 33).

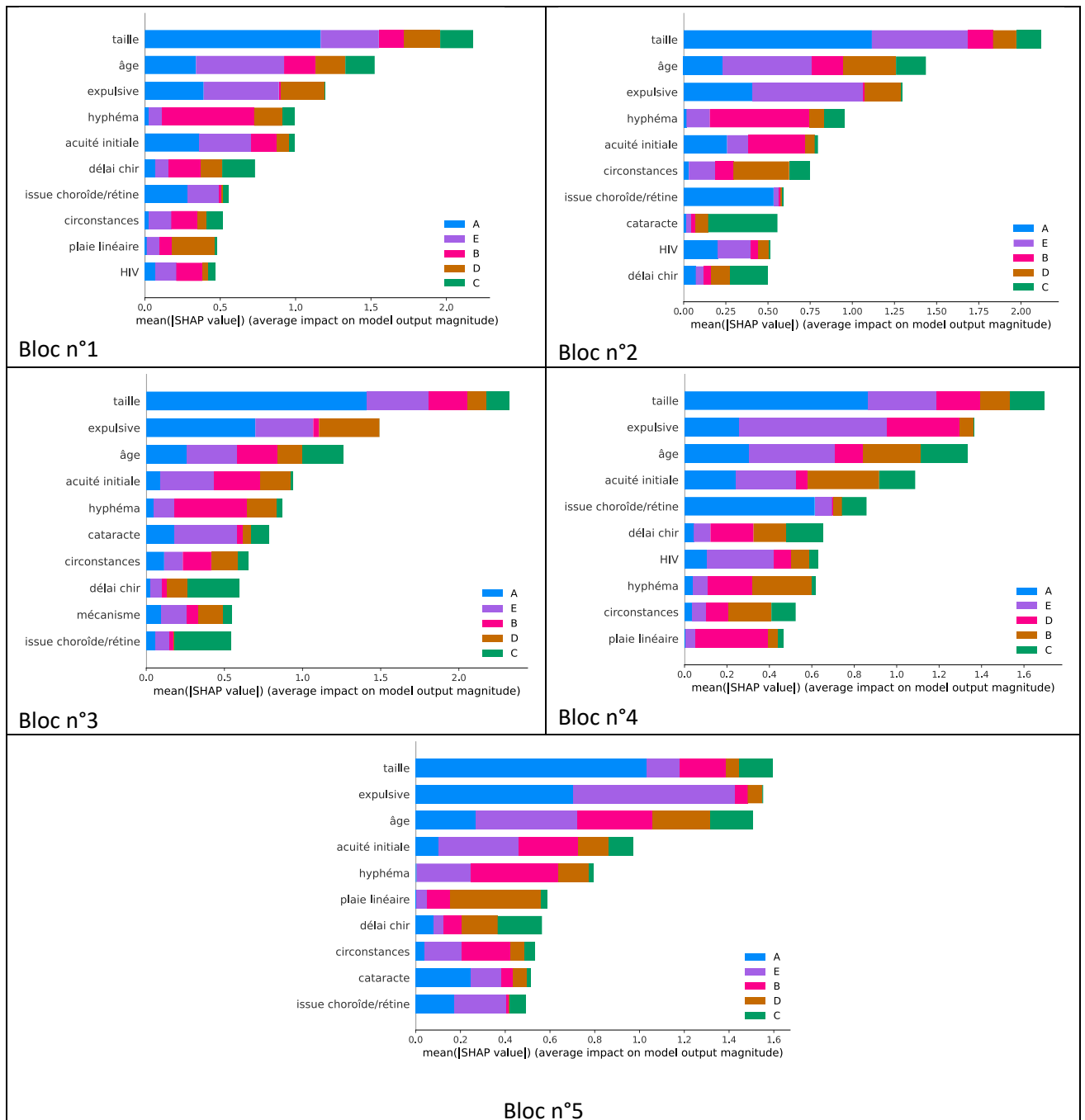


Figure 33 : Valeurs SHAP en fonction des blocs de validation croisée, représentant l'impact des variables sur le modèle.

On constate dans tous les blocs que l'âge du patient, la taille de la plaie et la présence d'une hémorragie expulsive sont les trois facteurs ayant la plus grande valeur SHAP et donc les plus importants pour la classification par le modèle.



Le taux moyen de prédictions correctes du modèle était de 53%, soit un taux d'erreur moyen brut de 47%. Le taux moyen d'erreur du modèle pondéré sur le nombre de patient dans chaque classe était de 38%, soit un classement correct dans 62 cas sur 100. Et le taux moyen d'erreur pondéré selon le nombre de patient et la distance à la cible était de 16%, soit un classement correct ou proche de l'AV réellement récupérée dans 84 cas sur 100 (Cf. Tableau 15).

En observant les valeurs prédictives positives, sensibilités et F1-scores, on constate que le modèle a une meilleure capacité discriminatoire pour prédire les classes A (PL-) et E (AV entre 0,4 et -0,1 logMAR), correspondant aussi aux classes les plus représentées dans l'ensemble de données. Ceci est observable au niveau de la matrice de confusion du bloc n°4 mis en exemple (Cf. Figure 35).

Bloc et classe d'acuité visuelle finale (nombre de patients)		Valeur prédictive positive (Precision)	Sensibilité (Recall)	F1-score	Taux de prédictions correctes (Accuracy)	Taux d'erreur brut	Taux d'erreur pondéré*	Taux d'erreur ajusté**
Bloc n°1	A (12)	0,57	0,67	0,62	0,53	0,47	0,36	0,17
	B (11)	0,25	0,09	0,13				
	C (4)	0,50	0,25	0,33				
	D (5)	0,09	0,20	0,13				
	E (23)	0,75	0,78	0,77				
Bloc n°2	A (12)	0,58	0,92	0,71	0,44	0,56	0,49	0,20
	B (9)	0	0	0				
	C (6)	0	0	0				
	D (12)	0,33	0,17	0,22				
	E (16)	0,42	0,69	0,52				
Bloc n°3	A (13)	0,50	0,8	0,63	0,51	0,49	0,42	0,21
	B (8)	0,22	0,25	0,24				
	C (3)	0	0	0				
	D (12)	0,40	0,17	0,24				
	E (19)	0,72	0,68	0,70				
Bloc n°4	A (22)	0,84	0,73	0,78	0,58	0,42	0,31	0,12
	B (9)	0,14	0,11	0,12				
	C (3)	0	0	0				
	D (2)	0	0	0				
	E (19)	0,65	0,79	0,71				
Bloc n°5	A (13)	0,72	0,93	0,81	0,58	0,42	0,31	0,12
	B (8)	0	0	0				
	C (7)	0	0	0				
	D (11)	0,80	0,36	0,50				
	E (15)	0,54	1,00	0,70				

Tableau 15 : Performances du modèle XGBoost pour prédire l'acuité visuelle finale.

\*Pondéré sur le nombre de patients par classe.

\*\*Ajusté sur le nombre de patients par classe et selon la distance à l'acuité cible.



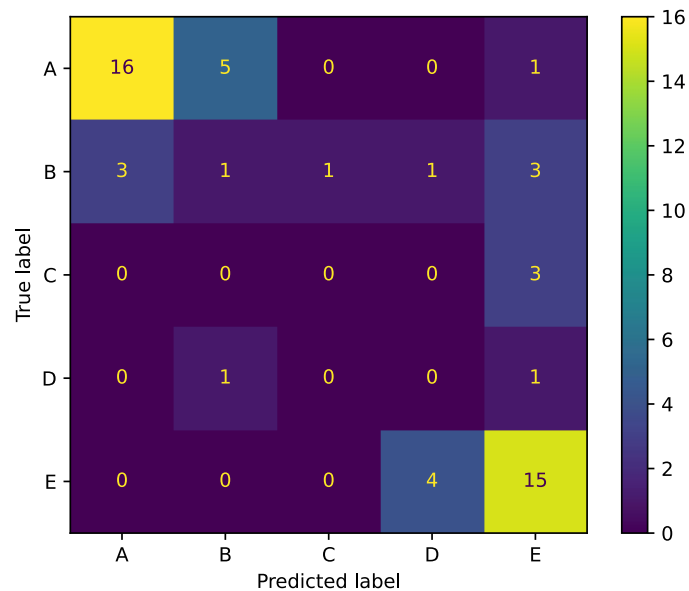
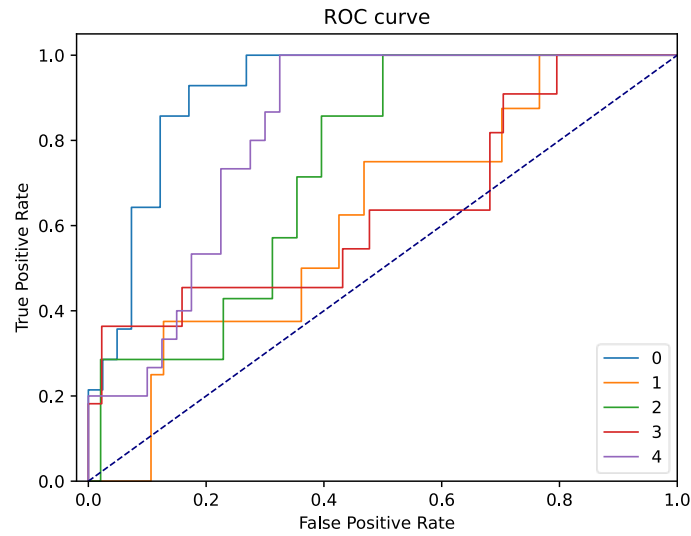


Figure 35 : La figure du haut est un exemple de courbe ROC (Receiving Operator Characteristic) permettant de mesurer la performance du modèle. On constate une meilleure aire sous la courbe pour les classes A et E. La figure du bas est un exemple de matrice de confusion (bloc n°4 du modèle).

Un questionnaire, que nous avons nommé OGIF pour « Open Globe Injury in southeast France » sera proposé sur internet ([www.ogif.net](http://www.ogif.net)) afin de prédire l'AV récupérable par ce modèle en fonction des caractéristiques initiales d'une plaie du globe (Cf. Figure 36).

## Prédiction de l'AV récupérable après une plaie du globe en fonction de ses caractéristiques initiales

### Caractéristiques du patient et circonstances du traumatisme :

- Age (en années) :
- Sexe : M/F
- Antécédent de chirurgie oculaire : oui/non/ne sait pas
- Antécédent médical entraînant une fragilité structurelle du globe : oui/non/ne sait pas
- Contexte de démence, handicap mental ou maladie psychiatrique : oui/non/ne sait pas
- Plaie en contexte d'alcoolisation aiguë : oui/non/ne sait pas
- Circonstances : Objet du quotidien/Végétal ou animal/Balistique/Bricolage/Jardinage/Chute/Rixe/Accident de la route/ne sait pas
- Délai entre la plaie et la consultation (en heures)\* : \*si inconnu mettre NA

### Caractéristiques de la plaie :

- Plaie du bon œil chez un monoptalme : oui/non
- Déjantage de greffon : oui/non
- Mécanisme de la plaie : lacération/rupture/CEIO/perforation/ne sait pas
- Acuité visuelle initiale :
  - o PL-
  - o PL+ ou VBLM
  - o CLD ou  $< 1/10^{\text{ème}}$
  - o  $1/10^{\text{ème}}$  à  $< 4/10^{\text{ème}}$
  - o  $4/10^{\text{ème}}$  à  $10/10^{\text{ème}}$
  - o Ne sait pas
- Zone : I/II/III
- Plaie linéaire : oui/non
- Plaie dans l'axe visuel : oui/non
- Taille de la plaie (en mm) : \*si plaies multiples additionner les tailles
- Plaie autoétanche : oui/non
- Athalamie : oui/non
- Hyphéma : oui/non
- Issue de tissu par la plaie\* : non/iris seul/vitré/choroïde ou rétine  
\* si iris+vitré cocher vitré, si choroïde ou rétine + autre chose cocher choroïde ou rétine
- Aphakie et expulsion d'implant : oui/non/ne sait pas
- Cataracte traumatique : oui/non/ne sait pas
- Luxation cristallinienne ou d'implant : oui/non/ne sait pas
- Aniridie ou iridodialyse : oui/non/ne sait pas
- Hémorragie expulsive : oui/non
- Hémorragie intravitréenne : oui/non/ne sait pas
- Présence d'un décollement de rétine ou contusion rétinienne : oui/non/ne sait pas

### Signes associés :

- Plaie de paupière : oui/non
- Fracture orbitaire : oui/non/ne sait pas
- Plaie cutanée de la face : oui/non
- Lésion d'un muscle oculomoteur : oui/non/ne sait pas

Figure 36 : Questionnaire OGIF permettant d'aboutir à la prédiction de l'AV finale en fonction des caractéristiques initiales de la plaie à l'aide du modèle de machine learning.

## IV. DISCUSSION

### A. *EPIDEMIOLOGIE et FACTEURS PRONOSTIQUES*

L'incidence des plaies du globe calculée dans notre région est assez faible comparativement à la littérature (2,8,11–22,24,42). Elle a été calculée en prenant en compte la démographie des départements ayant adressé des plaies aux CHU et est probablement sous-estimée pour plusieurs raisons. Ces centres sont des « trauma-center » de niveau I pouvant accueillir tout type de traumatisme, avec des urgences ophtalmologiques sur les deux sites en journée et une ligne de garde ophtalmologique prenant le relais la nuit et le week-end. C'est la structure privilégiée pour la gestion des plaies du globe du fait de la possibilité d'une coordination pluridisciplinaire, nécessaire en cas de polytraumatisme, traumatisme maxillofacial ou urgence neurochirurgicale associée. La proportion de patients adressés par un autre centre médical était donc importante parmi nos patients (32%), que ce soit depuis des cabinets de ville ou depuis des centres hospitaliers et leur provenance s'étendait sur plusieurs départements. Cependant tout centre hospitalier de proximité muni d'un bloc opératoire ophtalmologique était en capacité de suturer une plaie du globe en journée. De plus, certains de ces centres avaient des astreintes d'ophtalmologie et sont susceptibles d'avoir pris en charge une partie des plaies du globe la nuit et le week-end, c'est le cas notamment des hôpitaux d'instruction des armées Laveran à Marseille et Sainte Anne à Toulon, et des centres hospitaliers de Toulon, Ajaccio et Avignon. Il est par ailleurs possible que certaines plaies aient été orientées vers les départements limitrophes (Alpes-Maritimes et Gard).

Le niveau socio-économique au sein de notre cohorte n'a pas pu être étudié avec les données disponibles dans les dossiers informatisés car la profession et le milieu de vie ne sont pas renseignés de façon systématique. Mir et al. (2), aux USA, rapportent 30% de bas niveau socio-économique dans leur cohorte, fait qu'ils dénoncent comme particulièrement préoccupant car ces personnes peuvent à la fois manquer de ressources pour obtenir des soins médicaux en temps opportun et par la suite être moins bien équipées face à la morbidité et à l'incapacité visuelles qui en découlent. Iftikhar et al. (3) signalent les mêmes disparités économiques dans leur taux d'hospitalisation pour traumatisme oculaire. Le régime actuel de sécurité sociale en France ne tient pas compte des disparités économiques pour la prise en charge médicale ou chirurgicale des patients, il semble en revanche possible que le niveau socio-économique soit corrélé à des retards de prise en charge et ait donc un impact sur la récupération visuelle (79).

Le sex-ratio de notre cohorte souligne une fois de plus la prépondérance masculine des plaies, aussi bien chez l'adulte que chez l'enfant, avec une proportion d'hommes pouvant varier de 61 à 96,5% (7,14,15,17,23,24,30–37,59,152,253). Certains auteurs (2,8,11,28) retrouvent un sex-ratio encore plus important à 4:1, qu'ils expliquent par des risques professionnels plus importants, des activités extérieures et sports pratiqués plus dangereux, un comportement général plus agressif/violent et une consommation d'alcool plus fréquente chez l'homme. Comme Batur et al. en 2016 (11), nous constatons cependant que la proportion de femmes augmente avec l'âge, avec une différence d'âge moyen lors de la plaie d'environ 20 ans entre les deux sexes (24,25). La femme âgée semble sujette aux ruptures du globe, survenant principalement lors de chutes (2,23,25) et on retrouve un antécédent de chirurgie ophtalmologique fragilisant le globe chez 1 femme sur 3 (notamment une phakoexérèse extra-capsulaire ou une greffe de cornée). Ce type de plaies a été décrit à plusieurs reprises et semble de mauvais pronostic (2,12,25,40–44). Cheung et al. rapportent deux tiers de cécité dans ce contexte (41). Dans notre cohorte, comparativement aux hommes les plaies des femmes étaient plus grandes, avec plus d'issue de tissu intra-oculaire postérieur et d'hémorragies expulsives. Ceci explique d'une part que le sexe féminin soit associé à un pronostic visuel péjoratif et d'autre part que l'âge de plus de 60 ans, comme le décrivaient Kuhn et al.(4), apparaisse comme un facteur de risque indépendant de mauvaise récupération visuelle. Les personnes âgées de plus de 60 ans auraient 4 fois plus de risque de récupérer une AV finale inférieure à 2 logMAR/CLD. Les hémorragies expulsives n'ont d'ailleurs concerné que des adultes (âge moyen 62 ans) et leur proportion augmentait nettement avec l'âge. Du fait de la population vieillissante en France, on peut s'attendre à une augmentation des plaies par rupture, mais les avancées chirurgicales notamment en phakoémulsification avec incision principale de 2,2 mm laissent penser que le risque de plaies par rupture pourrait diminuer. Il paraît cependant primordial de mettre l'accent sur la prévention des traumatismes oculaires chez les personnes âgées, au moyen par exemple d'aménagement du domicile et de bilans de santé réguliers par le médecin traitant afin de diminuer le risque de chute. Il faut souligner qu'il s'agit d'une cause importante de mortalité dans cette population et la déficience visuelle et la perte de la vision stéréoscopique consécutives à une plaie seront des facteurs de risque supplémentaires de chute. Il faudra donc organiser des stratégies de prévention dès la sortie d'hospitalisation de ces patients.

Comparativement à d'autres études, l'âge moyen de notre cohorte était plus élevé (47 ans versus 37 ans en moyenne) (2,8,11,17,30–32). Beaucoup d'auteurs (8,12,13,25,28,33,46,106) constatent que les plaies du globe affectent surtout les hommes jeunes et d'âge moyen et souvent lors d'accident du travail (23 à 45% (7,8,25,28,50,59)), et ceci n'est pas constaté dans notre étude dont la médiane d'âge est de 45 ans et où la tranche des 16 à 40 ans ne représente qu'un tiers des patients. On peut malgré tout remettre en question le faible taux de plaies en contexte professionnel qui semble

largement sous-estimé par rapport aux autres études. En France la reconnaissance comme accident du travail ouvre des droits spécifiques à la victime (prise en charge des soins, versement d'une indemnité de remplacement de salaire pendant la durée de l'arrêt voire rente ou capital en cas d'invalidité résiduelle, et la garantie de retrouver son emploi ou une mise en conformité du poste à la reprise), et il semble donc primordial d'expliquer au patient l'intérêt de la déclaration et l'aider dans les démarches administratives. Il a de plus été prouvé la réduction de l'incidence des lésions oculaires signalées après la mise en place de sanctions financières pour les entreprises impliquées dans des accidents de travail (341,342).

Dans cette étude, les plaies du globe sont plutôt survenues en début de semaine chez l'adulte, et ces résultats renforcent la supposition que le taux d'accident du travail a été sous-estimé. Chez l'enfant la plupart des plaies étaient constatées le mercredi et le week-end, ce qui n'a jamais été montré auparavant mais semble concordant avec les jours où les enfants sont les plus sujets aux jeux et activités à domicile ou en extérieur. La recrudescence des plaies en été, saison propice aux activités d'extérieur à risque, a par ailleurs déjà été décrite (2,11,28,49,54–56,274). Nous ne retrouvons pas la décroissance hivernale décrite par Batur et al. (11), possiblement du fait d'hivers relativement doux dans le sud-est de la France, sans nette différence d'activités selon les saisons.

On constate un délai de consultation de 29 heures en moyenne avec plus d'un tiers des patients ayant consulté plus de 24 heures après le traumatisme. Bien que déjà associé dans la littérature à un mauvais pronostic (31,32,35,62,79,258), comme Batur et al. (11) nous ne retrouvons pas d'association significative entre un retard de consultation de plus de 24 heures et l'acuité visuelle finale chez nos patients. On peut expliquer cette absence de corrélation grâce aux nombreuses plaies auto-étanches concernées ayant récupéré une bonne acuité finale. Contrairement à d'autres études, nous ne retrouvons pas d'augmentation du taux d'endophtalmie chez les patients avec consultation retardée (8,32).

Il est difficile de comparer les circonstances de plaie du globe entre les études du fait de l'absence de catégorisation consensuelle mais nos résultats semblent concordant avec d'autres études étayant un risque plus important d'accidents domestiques (11) et de chutes chez la femme, surtout âgée (2,12,32,40–43) et de plaies lors de rixe (39), traumatisme balistique (240) ou bricolage (assimilables aux accidents professionnels) (11) chez l'homme.

Nous notons nous aussi une proportion non négligeable d'alcoolisme chronique, handicap mental, maladies psychiatriques et démences parmi nos patients (7,32,58–61). L'alcoolisme chronique semblait plutôt associé à des plaies par lacération (rixes, chute sur objet tranchant) tandis que les

troubles mentaux plutôt à des ruptures (chute). Dans notre étude, ces circonstances étaient associées de façon significatives à une mauvaise récupération visuelle (58).

Il y avait une répartition équivalente d'atteinte de l'œil droit et gauche (11,28,31). Un seul patient, un homme jeune adressé de Corse, a eu une plaie bilatérale par explosion de dynamite. La bilatéralité semble peu fréquente (8,30,31,288,290) hormis en contexte militaire où les plaies par explosion/blast prédominent et dans les pays pauvres (295,303,343) . Batur et al. (11) en constatent 2,6% dans leur cohorte non militaire de 436 yeux, toutes chez des hommes, 70% par traumatisme balistique et autant avec CEIO.

Une autre donnée marquante est que la survenue d'une plaie sur le bon œil d'un patient monophthalme est associée à un mauvais pronostic visuel avec des plaies de taille significativement supérieure à la moyenne. L'œil unique devient de fait l'œil fixateur chez les monophthalmes et est par conséquent orienté dans l'axe exact de ce que regarde le patient, ce qui le rendrait plus vulnérable.

Comme dans la plupart des études, les mécanismes des plaies étaient majoritairement des pénétrations, puis des ruptures et CEIO et quelques perforations (11,23,52). Les hommes semblaient plus sujets aux plaies par pénétration et CEIO et les femmes par rupture et pénétration (23). La plupart étaient des plaies de cornée (11,28,30,31,49). Les mécanismes de rupture et perforation et les plaies en zone III ont déjà été associés à un pronostic défavorable (7,11,28,31,32,34,37,190,203,305,321) et les plaies par lacération, avec CEIO et en zone I plutôt à un bon pronostic (4,7,8,11,28,253,275). La perforation du globe est relativement rare dans les populations civiles mais est associée à un pronostic effroyable et ne concernait dans notre étude que des hommes, dont aucun n'a récupéré d'acuité visuelle et 75% ont été énuclées ou éviscérées. A l'inverse la présence d'un CEIO semblait associée à un pronostic favorable. Comme dans la littérature, ils étaient majoritairement métalliques et en segment postérieur (46,62,98–100,110,114,121–124). Leur extraction rapide (délai moyen de 6,2 jours) a permis d'éviter les complications de sidérose/chalcose, la formation de PVR ou de décollements de rétine rhégmato-gènes et de traiter d'éventuelles lésions rétinienne non compliquées (110,147,211,213).

Il est important de souligner par ailleurs que les déjantements traumatiques de greffon ont présenté une hémorragie expulsive initiale dans plus de la moitié des cas, et une très mauvaise acuité visuelle finale (2,77 logMAR en moyenne et plus de 50% de PL-). Ces très larges plaies justifient une prise en charge chirurgicale extrêmement rapide du fait de l'hypotonie majeure. Balestrazzi et al. recommandent d'avoir au moins une kérato-prothèse temporaire disponible au bloc opératoire dans les cas de perte totale du greffon du fait de la variabilité de la disponibilité de greffon en urgence (344).

Plusieurs facteurs étaient associés dans notre étude à l'acuité finale :

- Les antécédents de chirurgie oculaire fragilisent structurellement le globe et sont responsables dans notre étude de plaies plus graves (principalement par rupture) (40) et d'une moins bonne acuité visuelle finale. En revanche nous n'avons pas retrouvé d'association significative avec les antécédents médicaux ophtalmologiques, qui pourraient aussi conduire à des ruptures facilitées du globe (kératocône, kératoglobes, scléromalacies...) et mériterait d'être étudiées spécifiquement.
- La présence d'une faible acuité visuelle initiale est souvent retrouvée comme un des facteurs pronostiques les plus forts (7,8,17,20–22,28,30,31,34,37,52,60,80–82,97,103,106,107,117,152,154,172,190,191,203,240,253,280,321,324). Malheureusement et comme c'est le cas dans plusieurs études (32,34), l'AV initiale n'a pas pu être mesurée chez 30% de nos patients du fait de l'âge, de troubles de conscience ou par omission. Ce paramètre est pourtant au centre du principal score pronostic utilisé de nos jours, l'OTS, et ce manque de données a incité la création de scores comme de POTS donnant un poids moins important à l'acuité initiale. Cependant, comme l'ont déjà rappelé de nombreux auteurs (11,17,32,241,345) il n'est pas justifié de pratiquer une éviscération ou énucléation d'emblée même en l'absence de perception lumineuse initiale car certains de ces patients récupèrent une acuité chiffrable en post-opératoire, et ceci a aussi été constaté au sein de notre cohorte.
- A l'image de Rofail et al. (32), nous démontrons que les plaies de plus de 10 mm ont 7,2 fois plus de risque d'avoir une acuité inférieure à 2 logMAR/CLD. Une large plaie reflète des lésions plus importantes du tissu oculaire et une plus grande probabilité d'atteinte postérieure. Les plus grandes plaies étaient constatées en cas de rupture et perforation.  
Les plaies linéaires seraient par contre moins délabrantes avec moins d'astigmatisme induit par la réparation, ce qui peut expliquer une meilleure récupération visuelle finale. Étonnamment, il n'a pas été retrouvé d'association entre l'atteinte de l'axe visuel et l'acuité finale, bien que présente chez un quart des patients. Dans ce type de plaie on préserve au maximum l'axe visuel des sutures cornéennes afin de limiter la fibrose. De plus, en cas de taie et/ou d'astigmatisme centro-cornéen, il a été possible d'adapter les patients en lentilles rigides permettant une nette amélioration de l'acuité finale.
- Les hémorragies du segment antérieur et postérieur témoignent de lésions de l'uvée, et donc d'un traumatisme délabrant, avec un moins bon pronostic visuel final (4,17,31,32,34,36,60,80,82,203,326). Comme l'avaient déjà montré Mir et al. (2), la proportion d'hyphéma et HIV augmente avec l'âge renforçant la prédiction d'une mauvaise récupération visuelle après 60 ans.

- L'athalémie ne semble pas avoir été associée auparavant avec l'acuité finale. Elle est en toute logique le reflet des grandes plaies ou de plaies non étanches avec hypotonie importante à risque d'hémorragie expulsive. A l'inverse, les plaies auto-étanches semblent associées à un meilleur pronostic visuel. Ces patients ont récupéré une acuité finale nettement supérieure à la moyenne (0,62 logMAR et aucune sans perception lumineuse contre 1,16 logMAR en moyenne et un tiers de PL-). Il s'agissait surtout de petites plaies de zone I, avec une acuité visuelle initialement peu altérée, pouvant expliquer le long délai de consultation (17 heures de plus en moyenne). Quasiment un tiers des plaies auto-étanches n'a pas eu besoin de suture, limitant ainsi l'astigmatisme induit et le risque de fibrose. Même si Colyer et al. (110) ont montré que retarder la chirurgie primaire n'augmentait pas le risque infectieux, nous avons constaté 5,4% d'endophtalmies parmi les plaies auto-étanches, et peu d'entre elles avaient reçu une antibioprofylaxie per-opératoire intraoculaire. Ceci souligne l'intérêt potentiel de l'antibioprofylaxie locale dans les plaies avec retard de consultation.
- L'issue de tissu uvéal par la plaie a déjà été montré comme facteur de mauvais pronostic (38,68,254). Dans notre étude seules les issues de vitré, choroïde ou rétine étaient associées de façon significative et indépendante à l'acuité finale. Nous n'avons pas constaté d'association entre l'issue d'iris seul et l'acuité finale. Il est possible que les plaies « bouchées » par le prolapsus irien soient protégées de l'hypotonie majeure et de l'infection. De plus l'exérèse d'iris ou de vitré seuls n'était pas non plus associée à un mauvais pronostic, contrairement à l'exérèse de rétine ou choroïde, témoins de plaies graves.
- Nos données concernant les dommages cristalliniens diffèrent selon l'atteinte. En effet l'aphakie, l'expulsion d'implant et les luxations de cristallin ou d'implant semblent associées à un mauvais pronostic visuel et témoignent d'un traumatisme violent ou d'une plaie large. En revanche, comme l'avaient déjà décrit Mansouri et al. (28) la présence d'une cataracte traumatique à l'examen initial semble associée à un bon pronostic visuel final. Le cristallin est une structure fragile pouvant s'opacifier en cas de traumatisme contusif ou pénétrant ce dernier, et sa localisation à l'interface du segment antérieur et postérieur en fait une proie facile quelle que soit la localisation de la plaie. Cependant il s'agit d'une structure « remplaçable » et la phakoexérèse puis implantation pourra permettre de récupérer une bonne acuité visuelle si les autres structures oculaires sont préservées. Les cataractes étaient majoritairement retrouvées dans les plaies par pénétration et CEIO, de zone I et II, qui ont été montrées comme étant plutôt des facteurs de bon pronostic visuel (7,8,11,12,28,34,82,152,191,203,253,275), pouvant expliquer que la cataracte traumatique soit elle-même associée à un bon pronostic.



- De toute évidence et alors que cela a déjà été largement démontré (4,8,17,30,35,37,52,60,106,190,324), on peut supposer que la présence d'un décollement de rétine ou d'une autre anomalie rétinienne (contusion, hématome) n'a pas été associée de façon statistiquement significative à l'acuité visuelle finale du fait de leur faible prévalence à l'examen initial dans notre cohorte. Comparativement à d'autres études (28,31,32), la faible proportion de décollement de rétine initial peut s'expliquer par la présence d'une HIV avec absence de visualisation rétinienne. L'échographie n'était pas réalisée avant la suture primaire du fait du risque d'hémorragie expulsive, et l'objectif de la chirurgie primaire n'était dans tous les cas que de fermer la plaie, quelques soient les lésions rétinienne, dont l'exploration a pu être retardée.
- L'atteinte des annexes, qu'il s'agisse d'une fracture orbitaire, d'une plaie de paupière, d'une atteinte d'un muscle oculomoteur ou d'une plaie faciale étaient encore une fois corrélé à une mauvaise acuité finale (7,8,17,25,34,35,58,68,82,106,240,329). Les plaies associées à des atteintes extra-oculaires surviennent lors de traumatismes importants, par des objets généralement plus larges que l'orbite/l'œil, et donc à risque de lésion grave sur le globe. Nous constatons comme Gaier et al. que les deux parois de l'orbite les plus à risque de fracture étaient le plancher et la paroi médiale (58).
- Enfin même si très peu souvent recherché chez nos patients, le DPAR est très fortement associé à un mauvais pronostic dans la littérature (7,30,30–32,36,37,52,191,203,280). Le délabrement tissulaire pouvant être gênant pour voir le jeu pupillaire de l'œil atteint, il peut être intéressant de rechercher un réflexe consensuel.

La majorité des patients ont eu une suture simple au cours de la chirurgie initiale. Les délais médian de chirurgie de 13 heures et moyen de 36 heures concordent avec d'autres études (28,32,79). Le délai médian de 4,5 heures entre la consultation et la chirurgie primaire témoigne de la rapidité de prise en charge des patients et de l'efficacité du système d'urgence ophtalmologique du CHU de Marseille, et ce même pendant les périodes de garde, qui étaient le principal moment de la journée où ont eu lieu les chirurgies primaires.

Le suivi médian en centre-hospitalo-universitaire était assez court (3 mois). Compte tenu de la survenue de complications tardives, il paraît primordial que les patients domiciliés loin du CHU trouvent un relai par un ophtalmologiste de proximité capable de les suivre sur le long terme. Certaines des complications comme le glaucome, les cataractes, l'ophtalmie sympathique, ou encore les membranes épitréiniennes peuvent apparaître plusieurs mois ou années après la plaie. Le suivi est lourd pour le patient, à qu'il faudra proposer une aide psychologique et expliquer l'importance des contrôles ophtalmologiques. Nous déplorons 39% de patients perdus de vue dans notre cohorte.

L'évolution des acuités moyennes de nos patients au cours du temps a montré une nette amélioration de celles-ci et 48% des patients avaient une meilleure acuité finale qu'initiale. Comme plusieurs auteurs, on constate une importante proportion de patients ayant récupéré une bonne AV finale (23,30–32,37,317) : 55% de nos patients ont récupéré une acuité utile supérieure à VBML, 46,6% ont récupéré au moins 1/10<sup>ème</sup> et 32% au moins 5/10<sup>ème</sup>. Ceci souligne l'importance de garder espoir, suivre les patients et être pro-actif dans les soins médicaux et chirurgicaux si nécessaire pour récupérer la meilleure acuité visuelle finale possible. Il faut cependant noter que 27,5% des patients n'avaient plus de perception lumineuse à la fin du suivi (17) et tous les patients PL- à J1 et/ou J7 le sont restés. Malgré traitement, au moins 16 patients ont perdu l'acuité visuelle au cours du suivi, il faut donc rester prudent quant à l'annonce initiale du pronostic du fait de possibles complications à court, moyen et long termes. Batur et al. soulignent dans leurs cohortes adulte et pédiatrique que la morbidité visuelle finale étaient principalement due à des dommages cornéens (respectivement 55 et 71%) puis à des pathologies vitréo-rétiniennes (30 et 21,6%) (11,274).

Nos taux de chirurgies secondaires sont concordants avec la littérature (8,31,52) mais probablement sous- estimés du fait du suivi assez court en CHU de certains patients (25). La principale chirurgie réalisée secondairement était la phakoémulsification, et nous constatons comme Andreoli et al. que la majorité des chirurgies de réparation ont eu lieu les 6 premiers mois (52). Le fait d'avoir au moins trois chirurgies réparatrices a déjà été associé à une moins bonne AV finale mais nous constatons peu de patients sans perception lumineuse, ce qui pourrait justifier l'intérêt des chirurgies multiples pour garder une AV minimale (31,32,52).

Comme attendu, la principale complication retrouvée était le décollement de rétine (28,35,59,154,190–193). Le délai moyen de première chirurgie de 28 jours confirme que la majorité des décollements surviennent le premier mois (190,327), d'où l'importance d'une surveillance rapprochée les premières semaines après la plaie.

On a par ailleurs constaté 3% d'endophtalmie dans notre cohorte, survenant en moyenne au quatrième jour après la plaie. La majorité des plaies concernées étaient des petites plaies de cornée, dont un tiers étaient des plaies auto-étanches, et aucune d'entre elles n'avaient été causée par un objet organique. La moitié avait un retard de consultation de plus de 24 heures après le traumatisme et pourtant seules 30% ont bénéficié d'injection intracaméculaire ou vitréenne d'antibiotiques. Même en l'absence de recommandation, il paraît sensé d'administrer une antibioprophyllaxie locale à toute plaie prise en charge tardivement, quelle que soit la taille ou les circonstances de la plaie. Par ailleurs, cet important taux d'endophtalmie remet en question l'efficacité de la lévofloxacine seule pour l'antibioprophyllaxie d'une plaie du globe. Plusieurs centres français, comme les CHU de Bordeaux, Limoges, Paris et l'hôpital des 15-20, dérogent actuellement aux recommandations de 2011 et

administrent une bithérapie comme imipénème/cilastine + tavanic ou Pipéracilline + tavanic. Il faut remarquer que le traitement très précoce de nos endophtalmies a cependant permis une bonne récupération visuelle chez la majorité des patients.

## B. UN NOUVEAU MODELE DE MACHINE LEARNING POUR LE PRONOSTIC DES PLAIES DU GLOBE

Nous proposons une approche inédite pour la prédiction du pronostic visuel d'une plaie du globe en cinq catégories grâce à un modèle avancé d'apprentissage automatique. Cette méthode a permis de palier aux trois limitations de l'analyse multivariée classique : classification binaire de l'acuité visuelle finale, gestion difficile des données manquantes et inclusion de variables explicatives à nombreuses modalités impossible.

Les performances de l'algorithme semblent prometteuses avec un taux moyen d'erreur ajusté de 16%. Basé sur les valeurs SHAP, on constate premièrement que les facteurs les plus importants pour le modèle (l'âge du patient, la taille de la plaie et la présence d'une hémorragie explosive) sont similaires à ceux retrouvés dans notre analyse multivariée. On observe par ailleurs une meilleure prédictibilité des classes extrêmes (A et E), qui sont les classes les plus représentées dans notre ensemble de données. Les performances du modèle pourraient donc être améliorées en incluant plus de patients, et en rééquilibrant ainsi la répartition des patients dans les classes.

Ainsi, nous proposons un questionnaire en ligne permettant de prédire l'AV récupérable en fonction des caractéristiques initiales de la plaie. Ce dernier est exhaustif mais l'ophtalmologiste ne doit pas être rebuté par sa taille car il ne s'agit que de données cliniques standards réunies lors de l'examen. De plus, il servira de guide à la rédaction d'une observation complète, nécessaire en cas de contentieux ultérieur.

A l'avenir, l'augmentation considérable du nombre de patients inclus pourrait permettre l'utilisation de modèles d'apprentissage profond (deep learning), et ainsi augmenter la performance de classification.

### C. FORCES ET LIMITES DE L'ETUDE

Une des forces de notre étude est tout d'abord le nombre important de patients dans notre cohorte, ayant permis une analyse épidémiologique exhaustive des plaies du globe survenues localement, d'autant qu'un tiers des patients était adressé d'autres centres et représentait donc les différents environnements possibles de la région PACA. Par ailleurs, nous n'avons volontairement pas exclu les dossiers avec données manquantes dans le but de rechercher tous les facteurs de risques de l'examen initial pouvant agir sur la récupération visuelle. Le point majeur de notre étude est la création pour la première fois d'un modèle avancé d'intelligence artificielle afin de prédire le pronostic visuel d'une plaie du globe.

Notre étude présente certaines limites. Nous avons tout d'abord été confronté à de nombreuses données manquantes du fait du caractère rétrospectif de l'étude (notamment le DPAR ou les AV initiales, le contexte d'accident du travail, le port de protection oculaire, l'heure du traumatisme, la taille de la plaie...). De plus les patients n'ont pas tous été suivis pendant la même durée, dont un tiers d'entre eux pendant moins d'un mois au CHU. Deux conséquences en découlent : il est possible que certaines complications n'aient pas été observées du fait d'un suivi trop court, et par ailleurs la perte de données engendrée nous a menés à choisir la dernière acuité visuelle disponible comme variable à expliquer, plutôt qu'une acuité à un temps donné. Ceci peut avoir aggravé les résultats quand on voit que l'acuité a tendance à s'améliorer dans le temps. Cependant on constate déjà que presque la moitié des patients ont récupéré une acuité finale supérieure à 1/10<sup>ème</sup> et un tiers une acuité finale d'au moins 5/10<sup>ème</sup>, ce qui est très encourageant et rassurant pour notre façon de prendre en charge les patients.

Nous avons volontairement choisi de limiter les analyses aux variables explicatives préopératoires et per-opératoires, ce qui exclut les complications comme l'endophtalmie ou le décollement de rétine pouvant survenir quelques jours ou mois plus tard et grever le pronostic de récupération visuelle. Notre but était d'étudier les facteurs pouvant permettre une approximation dès l'examen initial de l'acuité finale récupérable, afin d'en informer le patient et orienter la prise en charge du clinicien à l'issue de la chirurgie primaire.

De plus du fait de nombreuses données manquantes, l'analyse multivariée n'était réalisable que sur 145 patients. Comparativement aux analyses univariées, peu de facteurs sont ressortis comme associés de façon indépendante à l'acuité visuelle finale. Ceci peut s'expliquer par de nombreuses colinéarités entre les variables.

Enfin, le modèle de machine learning présenté dans cette étude n'a été réalisé qu'avec les 325 plaies disponibles et explique les résultats hétérogènes entre les blocs. Afin d'améliorer ses performances, il paraît essentiel de continuer à inclure des plaies de tous horizons pour le rendre de plus en plus précis et fiable, et si possible de manière prospective pour minimiser les données manquantes.

## V. CONCLUSION

Les traumatismes à globe ouvert sont encore de nos jours un grave problème de santé publique, pouvant entraîner une perte de vision irréversible. Cette étude met en exergue une population particulièrement à risque, que sont les femmes de plus de 60 ans. Elle permet par ailleurs d'appréhender l'épidémiologie locale des plaies du globe qui semble concordante avec celles des autres pays industrialisés, et permet ainsi d'orienter les stratégies de prévention, que ce soit en milieu professionnel ou en vie courante, et d'éduquer la population à la protection oculaire. Les résultats, relativement encourageants sur l'acuité visuelle finale confortent l'importance d'une prise en charge pro-active et intensive afin d'avoir le meilleur pronostic visuel possible. Trois facteurs apparaissent corrélés de façon indépendante à une mauvaise récupération visuelle : l'âge de plus de 60 ans, la taille de la plaie supérieure à 10 mm et l'issue de vitré, choroïde ou rétine par la plaie. Pour la première fois, nous proposons un modèle avancé d'apprentissage automatique, le questionnaire OGIF, pour évaluer le pronostic visuel final d'une plaie du globe en cinq catégories.

## BIBLIOGRAPHIE

1. Kuhn F, Morris R, Witherspoon CD, Mester V. The Birmingham Eye Trauma Terminology system (BETT). *J Fr Ophtalmol.* févr 2004;27(2):206-10.
2. Mir TA, Canner JK, Zafar S, Srikumaran D, Friedman DS, Woreta FA. Characteristics of Open Globe Injuries in the United States From 2006 to 2014. *JAMA Ophthalmol.* 1 mars 2020;138(3):268-75.
3. Iftikhar M, Latif A, Farid UZ, Usmani B, Canner JK, Shah SMA. Changes in the Incidence of Eye Trauma Hospitalizations in the United States From 2001 Through 2014. *JAMA Ophthalmology.* 1 janv 2019;137(1):48-56.
4. Kuhn F, Morris R, Witherspoon CD, Mann L. Epidemiology of Blinding Trauma in the United States Eye Injury Registry. *Ophthalmic Epidemiology.* 1 janv 2006;13(3):209-16.
5. DeRespinis PA, Caputo AR, Fiore PM, Wagner RS. A survey of severe eye injuries in children. *Am J Dis Child.* juin 1989;143(6):711-6.
6. Soyulu M, Demircan N, Yalaz M, Isigüzel I. Etiology of pediatric perforating eye injuries in southern Turkey. *Ophthalmic epidemiology.* 1998;5(1):7-12.
7. Rahman I, Maino A, Devadason D, Leatherbarrow B. Open globe injuries: factors predictive of poor outcome. *Eye (Lond).* déc 2006;20(12):1336-41.
8. Knyazer B, Bilenko N, Levy J, Lifshitz T, Belfair N, Klemperer I, et al. Open globe eye injury characteristics and prognostic factors in southern Israel: a retrospective epidemiologic review of 10 years experience. *Isr Med Assoc J.* mars 2013;15(3):158-62.
9. Xue C, Yang LC, Kong YC. Application of pediatric ocular trauma score in pediatric open globe injuries. *Int J Ophthalmol.* 2020;13(7):1097-101.
10. Jandeck C, Kellner U, Bornfeld N, Foerster MH. Open globe injuries in children. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1 mai 2000;238(5):420-6.
11. Batur M, Seven E, Esmer O, Akaltun M, Yaşar T, Çinal A. Epidemiology of Adult Open Globe Injury. *The Journal of craniofacial surgery.* 2016;27(7):1636-41.
12. Casson RJ, Walker J, Newland HS. Four-year review of open eye injuries at the Royal Adelaide Hospital. *Clinical & Experimental Ophthalmology.* 2002;30(1):15-8.
13. Schrader W. Open globe injuries: Epidemiological study of two eye clinics in Germany, 1981-1999. *Croatian medical journal.* 1 juill 2004;45:268-74.
14. Wong TY, Tielsch JM. A population-based study on the incidence of severe ocular trauma in Singapore. *Am J Ophthalmol.* sept 1999;128(3):345-51.
15. Fong LP, Fong LP. Eye injuries in Victoria, Australia. *Medical Journal of Australia.* 1995;162(2):64-8.
16. Négrel AD, Thylefors B. The global impact of eye injuries. *Ophthalmic Epidemiology.* 1 janv 1998;5(3):143-69.



17. Schmidt GW, Broman AT, Hindman HB, Grant MP. Vision Survival after Open Globe Injury Predicted by Classification and Regression Tree Analysis. *Ophthalmology*. 1 janv 2008;115(1):202-9.
18. Gilbert CM, Soong HK, Hirst LW. A two-year prospective study of penetrating ocular trauma at the Wilmer Ophthalmological Institute. *Ann Ophthalmol*. mars 1987;19(3):104-6.
19. Desai P, MacEwen CJ, Baines P, Minassian DC. Incidence of cases of ocular trauma admitted to hospital and incidence of blinding outcome. *British Journal of Ophthalmology*. 1 juill 1996;80(7):592-6.
20. Karlson TA, Klein BEK. The Incidence of Acute Hospital-Treated Eye Injuries. *Archives of Ophthalmology*. 1 oct 1986;104(10):1473-6.
21. Blomdahl S, Norell S. Perforating Eye Injury in the Stockholm Population. *Acta Ophthalmologica*. 1984;62(3):378-90.
22. Wickham L, Xing W, Bunce C, Sullivan P. Outcomes of surgery for posterior segment intraocular foreign bodies--a retrospective review of 17 years of clinical experience. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. déc 2006;244(12):1620-6.
23. Vestergaard JP, Søltoft AM, Aasholm VR, Grauslund J. The five-year incidence of open globe eye injuries at Odense University Hospital, Denmark. *Acta Ophthalmologica*. 2015;93(8):e679-80.
24. Cillino S, Casuccio A, Di Pace F, Pillitteri F, Cillino G. A five-year retrospective study of the epidemiological characteristics and visual outcomes of patients hospitalized for ocular trauma in a Mediterranean area. *BMC Ophthalmol*. 22 avr 2008;8:6.
25. Lee BWH, Hunter D, Robaei DS, Samarawickrama C. Open globe injuries: Epidemiology, visual and surgical predictive variables, prognostic models, and economic cost analysis. *Clin Exp Ophthalmol*. mai 2021;49(4):336-46.
26. Perry M, Dancey A, Mireskandari K, Oakley P, Davies S, Cameron M. Emergency care in facial trauma—a maxillofacial and ophthalmic perspective. *Injury*. 1 août 2005;36(8):875-96.
27. Thylefors B. Epidemiological patterns of ocular trauma. *Australian and New Zealand Journal of Ophthalmology*. 1992;20(2):95-8.
28. Mansouri M, Faghihi H, Hajizadeh F, Rasoulinejad S, Rajabi M, Tabatabaey A, et al. Epidemiology of open-globe injuries in Iran : analysis of 2,340 cases in 5 years. *Retina*. 2009;29(8):1141-9.
29. McGwin G Jr, Hall TA, Xie A, Owsley C. Trends in Eye Injury in the United States, 1992–2001. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 1 févr 2006;47(2):521-7.
30. Han SB, Yu HG. Visual outcome after open globe injury and its predictive factors in Korea. *J Trauma*. 1 nov 2010;69(5):E66-72.
31. Agrawal R, Wei HS, Teoh S. Prognostic factors for open globe injuries and correlation of ocular trauma score at a tertiary referral eye care centre in Singapore. *Indian J Ophthalmol*. sept 2013;61(9):502-6.

32. Rofail M, Lee GA, O'Rourke P. Prognostic indicators for open globe injury. *Clin Exp Ophthalmol.* nov 2006;34(8):783-6.
33. Altıntaş L, Altıntaş O, Yüksel N, Pirhan D, Ozkan B, Çağlar Y. Pattern of open eye injuries in northwest Turkey: a retrospective study. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* juill 2011;17(4):334-9.
34. Margo JA, Feldman S, Addis H, Bodanapally UK, Elish N, Saeedi O. Open Globe Injuries Presenting With Normal or High Intraocular Pressure. *Eye & Contact Lens: Science & Clinical Practice.* 1 juill 2016;42(4):256-61.
35. Cruvinel Isaac DL, Ghanem VC, Nascimento MA, Torigoe M, Kara-José N. Prognostic factors in open globe injuries. *Ophthalmologica.* déc 2003;217(6):431-5.
36. Yu Wai Man C, Steel D. Visual outcome after open globe injury: a comparison of two prognostic models--the Ocular Trauma Score and the Classification and Regression Tree. *Eye (Lond).* janv 2010;24(1):84-9.
37. Entezari M, Rabei HM, Badalabadi MM, Mohebbi M. Visual outcome and ocular survival in open-globe injuries. *Injury.* juill 2006;37(7):633-7.
38. Emami-Naeini P, Ragam A, Bauza AM, Soni N, Langer P, Zarbin MA, et al. Characteristics, outcomes, and prognostic indicators of fall-related open globe injuries. *Retina.* déc 2013;33(10):2075-9.
39. Udry JR. Why are males injured more than females? *Inj Prev.* juin 1998;4(2):94-5.
40. Beshay N, Keay L, Dunn H, Kamalden TA, Hoskin AK, Watson SL. The epidemiology of Open Globe Injuries presenting to a tertiary referral eye hospital in Australia. *Injury.* juill 2017;48(7):1348-54.
41. Cheung CA, Rogers-Martel M, Golas L, Chepurny A, Martel JB, Martel JR. Hospital-based ocular emergencies: epidemiology, treatment, and visual outcomes. *The American Journal of Emergency Medicine.* 1 mars 2014;32(3):221-4.
42. Tielsch JM, Parver L, Shankar B. Time trends in the incidence of hospitalized ocular trauma. *Arch Ophthalmol.* avr 1989;107(4):519-23.
43. Klopfer J, Tielsch JM, Vitale S, See LC, Canner JK. Ocular trauma in the United States. Eye injuries resulting in hospitalization, 1984 through 1987. *Arch Ophthalmol.* juin 1992;110(6):838-42.
44. Andreoli MT, Andreoli CM. Geriatric traumatic open globe injuries. *Ophthalmology.* janv 2011;118(1):156-9.
45. Parver L, Dannenberg A, Blacklow B, Fowler C, Brechner R, Tielsch J. Characteristics and causes of penetrating eye injuries reported to the National Eye Trauma System Registry, 1985-91. *Public health reports (Washington, DC : 1974).* 1 sept 1993;108:625-32.
46. Falcão M, Camisa E, Falcão-Reis F. Characteristics of open-globe injuries in northwestern Portugal. *Ophthalmologica.* 2010;224(6):389-94.
47. Northey LC, Bhardwaj G, Curran S, McGirr J. Eye Trauma Epidemiology in Regional Australia. *Ophthalmic Epidemiology.* 1 août 2014;21(4):237-46.

48. Loporchio D, Mukkamala L, Gorukanti K, Zarbin M, Langer P, Bhagat N. Intraocular foreign bodies: A review. *Surv Ophthalmol.* oct 2016;61(5):582-96.
49. Cakmak S, Unlu MK, Olmez G, Çaça İ, Şakalar YB, Acemoğlu H. Penetrating eye injuries from southeastern Anatolia region of Turkey. *Public health.* 2004;118(8):570-5.
50. Byhr E. Perforating eye injuries in a western part of Sweden. *Acta Ophthalmol (Copenh).* févr 1994;72(1):91-7.
51. Hooi SH. Open-Globe Injuries: The Experience at Hospital Sultanah Aminah, Johor Bahru. 2003;58(3):8.
52. Andreoli MT, Andreoli CM. Surgical rehabilitation of the open globe injury patient. *Am J Ophthalmol.* mai 2012;153(5):856-60.
53. May DR, Kuhn FP, Morris RE, Witherspoon CD, Danis RP, Matthews GP, et al. The epidemiology of serious eye injuries from the United States Eye Injury Registry. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* févr 2000;238(2):153-7.
54. Bunting H, Stephens D, Mireskandari K. Prediction of visual outcomes after open globe injury in children: A 17-year Canadian experience. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus.* 1 févr 2013;17(1):43-8.
55. Canavan YM, O'Flaherty MJ, Archer DB, Elwood JH. A 10-year survey of eye injuries in Northern Ireland, 1967-76. *Br J Ophthalmol.* 1 août 1980;64(8):618-25.
56. Ramirez DA, Porco T, Lietman T, Keenan J. Ocular Injury in United States Emergency Departments: Seasonality and Annual Trends Estimated from a Nationally Representative Dataset. *American journal of ophthalmology.* 2018;191:149-55.
57. Behbehani AM, Lotfy N, Ezzdean H, Albader S, Kamel M, Abul N. Open Eye Injuries in the Pediatric Population in Kuwait. *MPP.* 2002;11(4):183-9.
58. Gaier ED, Tarabishy S, Bayers C, Wolkow N, Gardiner M, Lefebvre DR, et al. Poor prognoses of open globe injuries with concomitant orbital fractures. *Orbit.* août 2020;39(4):241-50.
59. Smith D, Wrenn K, Stack LB. The epidemiology and diagnosis of penetrating eye injuries. *Acad Emerg Med.* mars 2002;9(3):209-13.
60. Groessl S, Nanda SK, Mieler WF. Assault-related Penetrating Ocular Injury. *American Journal of Ophthalmology.* 1 juill 1993;116(1):26-33.
61. Dannenberg AL, Parver LM, Fowler CJ. Penetrating eye injuries related to assault. The National Eye Trauma System Registry. *Arch Ophthalmol.* juin 1992;110(6):849-52.
62. Jonas JB, Knorr HL, Budde WM. Prognostic factors in ocular injuries caused by intraocular or retrobulbar foreign bodies. *Ophthalmology.* mai 2000;107(5):823-8.
63. Bourges JL. Urgences en ophtalmologie: rapport 2018 [présenté à la] Société française d'ophtalmologie. Issy-les-Moulineaux: Elsevier Masson; 2018.

64. Sandford-Smith J. Chirurgie oculaire sous les climats chauds [Internet]. 3<sup>e</sup> éd. International Centre for Eye Health.; 2004. Disponible sur: <https://www.cehjournal.org/resources/chirurgie-oculaire-sous-les-climats-chauds/>
65. Vera L, Benzerroug M, Gueudry J, Varin R, Haghighat S, Gérard G, et al. Mise au point sur l'utilisation des colles tissulaires en ophtalmologie. *Journal Français d'Ophtalmologie*. 1 avr 2009;32(4):290-305.
66. Cassier S. Utilisation de la colle biologique : pour quel type de plaies ? [Internet]. Réalités Pédiatriques. 2015 [cité 26 août 2022]. Disponible sur: <https://www.realites-pediatriques.com/utilisation-de-la-colle-biologique-pour-quel-type-de-plaies/>
67. Lehman RA, West RL, Leonard F. Toxicity of alkyl 2-cyanoacrylates. II. Bacterial growth. *Arch Surg*. sept 1966;93(3):447-50.
68. Chen WL, Lin CT, Hsieh CY, Tu IH, Chen WYW, Hu FR. Comparison of the bacteriostatic effects, corneal cytotoxicity, and the ability to seal corneal incisions among three different tissue adhesives. *Cornea*. déc 2007;26(10):1228-34.
69. Carlson AN, Wilhelmus KR. Giant papillary conjunctivitis associated with cyanoacrylate glue. *Am J Ophthalmol*. 15 oct 1987;104(4):437-8.
70. Markowitz GD, Orlin SE, Frayer WC, Andrews AP, Prince RB. Corneal endothelial polymerization of histoacryl adhesive: a report of a new intraocular complication. *Ophthalmic Surg*. juin 1995;26(3):256-8.
71. Morax S, Bok C, Ruban JM. [Use of Gore-Tex (PTFE) in ophthalmic plastic surgery]. *Ophtalmologie*. déc 1987;1(4):493-5.
72. Lou B, Lin L, Tan J, Yang Y, Yuan Z, Lin X. Survey of Intraocular Antibiotics Prophylaxis Practice after Open Globe Injury in China. *PLoS One*. 2016;11(6):e0156856.
73. Thompson JT, Parver LM, Enger CL, Mieler WF, Liggett PE. Infectious Endophthalmitis after Penetrating Injuries with Retained Intraocular Foreign Bodies. *Ophthalmology*. 1 oct 1993;100(10):1468-74.
74. Essex RW, Yi Q, Charles PGP, Allen PJ. Post-traumatic endophthalmitis. *Ophthalmology*. nov 2004;111(11):2015-22.
75. Agrawal R, Rao G, Naigaonkar R, Ou X, Desai S. Prognostic factors for vision outcome after surgical repair of open globe injuries. *Indian J Ophthalmol*. déc 2011;59(6):465-70.
76. Lesniak SP, Li X, Bauza A, Soni N, Zarbin MA, Langer P, et al. Characteristics and Outcomes of Delayed Open Globe Repair. *Mathews Journal of Ophthalmology*. 14 févr 2017;2(1):1-4.
77. Colyer MH, Chun DW, Bower KS, Dick JSB, Weichel ED. Perforating Globe Injuries during Operation Iraqi Freedom. *Ophthalmology*. 1 nov 2008;115(11):2087-2093.e2.
78. Blanch RJ, Bindra MS, Jacks AS, Scott R a. H. Ophthalmic injuries in British Armed Forces in Iraq and Afghanistan. *Eye (Lond)*. févr 2011;25(2):218-23.

79. Blanch RJ, Bishop J, Javidi H, Murray PI. Effect of time to primary repair on final visual outcome after open globe injury. *British Journal of Ophthalmology*. 1 oct 2019;103(10):1491-4.
80. Barr CC. Prognostic Factors in Corneoscleral Lacerations. *Archives of Ophthalmology*. 1 juin 1983;101(6):919-24.
81. Williams DF, Mieler WF, Abrams GW, Lewis H. Results and prognostic factors in penetrating ocular injuries with retained intraocular foreign bodies. *Ophthalmology*. juill 1988;95(7):911-6.
82. Pieramici DJ, MacCumber MW, Humayun MU, Marsh MJ, de Juan E. Open-globe Injury: Update on Types of Injuries and Visual Results. *Ophthalmology*. 1 nov 1996;103(11):1798-803.
83. Salvagnet-Bouccara A, Forestier F, Coscas G, Adenis JP, Denis F. Bacterial endophthalmitis. Ophthalmological results of a national multicenter prospective survey. *J Fr Ophtalmol*. 1992;15(12):669-78.
84. Gupta A, Srinivasan R, Kaliaperumal S, Setia S. Microbial cultures in open globe injuries in southern India. *Clinical & Experimental Ophthalmology*. 2007;35(5):432-8.
85. Soheilian M, Rafati N, Mohebbi MR, Yazdani S, Habibabadi HF, Fegghi M, et al. Prophylaxis of acute posttraumatic bacterial endophthalmitis: a multicenter, randomized clinical trial of intraocular antibiotic injection, report 2. *Arch Ophthalmol*. avr 2007;125(4):460-5.
86. Montan PG, Wejde G, Setterquist H, Rylander M, Zetterström C. Prophylactic intracameral cefuroxime. Evaluation of safety and kinetics in cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. juin 2002;28(6):982-7.
87. Lanbeck P, Paulsen O. Short-term effects of four antibiotics on DNA synthesis in endothelial cells. *Pharmacol Toxicol*. avr 2001;88(4):204-8.
88. Liu DTL, Lee VYW, Chan VCK, Lam DSC. Severe anaphylactic reaction after intracameral antibiotic administration during cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. févr 2006;32(2):188; author reply 188.
89. Villada JR, Vicente U, Javaloy J, Alió JL. Severe anaphylactic reaction after intracameral antibiotic administration during cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. mars 2005;31(3):620-1.
90. Montan PG, Wejde G, Koranyi G, Rylander M. Prophylactic intracameral cefuroxime. Efficacy in preventing endophthalmitis after cataract surgery. *J Cataract Refract Surg*. juin 2002;28(6):977-81.
91. Romano A, Mayorga C, Torres MJ, Artesani MC, Suau R, Sánchez F, et al. Immediate allergic reactions to cephalosporins: cross-reactivity and selective responses. *J Allergy Clin Immunol*. déc 2000;106(6):1177-83.
92. Romano A, Guéant-Rodriguez RM, Viola M, Pettinato R, Guéant JL. Cross-reactivity and tolerability of cephalosporins in patients with immediate hypersensitivity to penicillins. *Ann Intern Med*. 6 juill 2004;141(1):16-22.

93. Díez MR, De la Rosa G, Pascual R, Girón C, Arteta M. [Prophylaxis of postoperative endophthalmitis with intracameral cefuroxime: a five years' experience]. *Arch Soc Esp Oftalmol*. févr 2009;84(2):85-9.
94. Collyres et autres topiques antibiotiques dans les infections oculaires superficielles. Recommandations [Internet]. EM-Consulte. [cité 27 juill 2022]. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/28888>
95. Weichel ED, Colyer MH, Ludlow SE, Bower KS, Eiseman AS. Combat Ocular Trauma Visual Outcomes during Operations Iraqi and Enduring Freedom. *Ophthalmology*. 1 déc 2008;115(12):2235-45.
96. O'Duffy D, Salmon JF. Siderosis bulbi resulting from an intralenticular foreign body. *Am J Ophthalmol*. févr 1999;127(2):218-9.
97. Greven CM, Engelbrecht NE, Slusher MM, Nagy SS. Intraocular foreign bodies: management, prognostic factors, and visual outcomes. *Ophthalmology*. mars 2000;107(3):608-12.
98. Woodcock MGL, Scott RAH, Huntbach J, Kirkby GR. Mass and shape as factors in intraocular foreign body injuries. *Ophthalmology*. déc 2006;113(12):2262-9.
99. Zhang Y, Zhang M, Jiang C, Qiu HY. Intraocular foreign bodies in china: clinical characteristics, prognostic factors, and visual outcomes in 1,421 eyes. *Am J Ophthalmol*. juill 2011;152(1):66-73.e1.
100. Patel SN, Langer PD, Zarbin MA, Bhagat N. Diagnostic value of clinical examination and radiographic imaging in identification of intraocular foreign bodies in open globe injury. *Eur J Ophthalmol*. avr 2012;22(2):259-68.
101. Yiğit O, Yürüktümen A, Arslan S. Foreign body traumas of the eye managed in an emergency department of a single-institution. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. janv 2012;18(1):75-9.
102. Choovuthayakorn J, Patikulsila P, Patikulsila D, Watanachai N, Pimolrat W. Characteristics and outcomes of pediatric open globe injury. *Int Ophthalmol*. août 2014;34(4):839-44.
103. Lesniak SP, Bauza A, Son JH, Zarbin MA, Langer P, Guo S, et al. Twelve-Year Review of Pediatric Traumatic Open Globe Injuries in an Urban U.S. Population. *Journal of Pediatric Ophthalmology & Strabismus*. mars 2012;49(2):73-9.
104. Li X, Zarbin MA, Bhagat N. Pediatric open globe injury: A review of the literature. *J Emerg Trauma Shock*. 2015;8(4):216-23.
105. Schörkhuber MM, Schneider MR, Riedl R, Wackernagel W, Brandner M, Wedrich A. Gender differences in open globe injuries in children. *Spektrum Augenheilkd*. 1 déc 2013;27(6):305-10.
106. Kim JH, Yang SJ, Kim DS, Kim JG, Yoon YH. Fourteen-year review of open globe injuries in an urban Korean population. *J Trauma*. mars 2007;62(3):746-9.
107. Thompson WS, Rubsamen PE, Flynn HW, Schiffman J, Cousins SW. Endophthalmitis after penetrating trauma. Risk factors and visual acuity outcomes. *Ophthalmology*. nov 1995;102(11):1696-701.

108. Duch-Samper AM, Menezo JL, Hurtado-Sarrió M. Endophthalmitis following penetrating eye injuries. *Acta Ophthalmol Scand*. févr 1997;75(1):104-6.
109. Harris JP, Justin GA, Brooks DI, Woreta FA, Agrawal RV, Ryan DS, et al. Open-globe wounds in operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: risk factors for poor visual outcomes and enucleation. *Acta Ophthalmol*. déc 2021;99(8):904-8.
110. Colyer MH, Weber ED, Weichel ED, Dick JSB, Bower KS, Ward TP, et al. Delayed intraocular foreign body removal without endophthalmitis during Operations Iraqi Freedom and Enduring Freedom. *Ophthalmology*. août 2007;114(8):1439-47.
111. Gundogan FC, Akay F, Yolcu U, Uzun S, Ilhan A, Toyran S, et al. Ocular blast injuries related to explosive military ammunition. *J R Army Med Corps*. févr 2016;162(1):39-43.
112. Chorągiewicz T, Nowomiejska K, Wertejuk K, Koss MJ, Thaler S, Sorrentino S, et al. Surgical treatment of open globe trauma complicated with the presence of an intraocular foreign body. *Klin Oczna*. 2015;117(1):5-8.
113. Lit ES, Young LHY. Anterior and posterior segment intraocular foreign bodies. *Int Ophthalmol Clin*. 2002;42(3):107-20.
114. Katz G, Moisseiev J. Posterior-segment Intraocular Foreign Bodies: An Update on Management [Internet]. *Retinal Physician*. 2009. Disponible sur: <https://www.retinalphysician.com/issues/2009/april-2009/posterior-segment-intraocular-foreign-bodies-an-u>
115. Liu CCH, Tong JMK, Li PSH, Li KKW. Epidemiology and clinical outcome of intraocular foreign bodies in Hong Kong: a 13-year review. *Int Ophthalmol*. févr 2017;37(1):55-61.
116. Zech JC. [Causes and prevention of intraocular foreign bodies]. *J Fr Ophtalmol*. sept 2001;24(7):765-8.
117. Chiquet C, Zech JC, Gain P, Adeleine P, Trepsat C. Visual outcome and prognostic factors after magnetic extraction of posterior segment foreign bodies in 40 cases. *British Journal of Ophthalmology*. 1 juill 1998;82(7):801-6.
118. Chiquet C, Zech JC, Denis P, Adeleine P, Trepsat C. Intraocular foreign bodies. Factors influencing final visual outcome. *Acta Ophthalmol Scand*. 1 juin 1999;77(3):321-5.
119. Jung HC, Lee SY, Yoon CK, Park UC, Heo JW, Lee EK. Intraocular Foreign Body: Diagnostic Protocols and Treatment Strategies in Ocular Trauma Patients. *J Clin Med*. 25 avr 2021;10(9):1861.
120. Kuriyan AE, Rachitskaya A. Update on the Management of Intraocular Foreign Bodies [Internet]. *Retinal Physician*. 2017. Disponible sur: <https://www.retinalphysician.com/issues/2017/january-2017/update-on-the-management-of-intraocular-foreign-bo>
121. Szijártó Z, Gaál V, Kovács B, Kuhn F. Prognosis of penetrating eye injuries with posterior segment intraocular foreign body. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. janv 2008;246(1):161-5.
122. Upshaw JE, Brenkert TE, Losek JD. Ocular foreign bodies in children. *Pediatr Emerg Care*. juin 2008;24(6):409-14; quiz 415-7.

123. Baillif S, Paoli V. Open-globe injuries and intraocular foreign bodies involving the posterior segment. *J Fr Ophtalmol.* févr 2012;35(2):136-45.
124. Bhagat N, Nagori S, Zarbin M. Post-traumatic Infectious Endophthalmitis. *Surv Ophthalmol.* juin 2011;56(3):214-51.
125. Kuhn F, Pieramici DJ. *Ocular Trauma: Principles and Practice.* Thieme. 2002.
126. Ullern M, Roman S. Plaies et corps étrangers du segment postérieur [Internet]. EM-Consulte. 1999. Disponible sur: <https://www.em-consulte.com/article/7812/plaies-et-corps-etrangers-du-segment-posterieur>
127. Fulcher TP, McNab AA, Sullivan TJ. Clinical features and management of intraorbital foreign bodies. *Ophthalmology.* mars 2002;109(3):494-500.
128. Akesbi J, Adam R, Rodallec T, Barale PO, Ayello-Scheer S, Labbé A, et al. [Intraocular foreign bodies (IOFB) of the posterior segment: retrospective analysis and management of 57 cases]. *J Fr Ophtalmol.* nov 2011;34(9):634-40.
129. Otto PM, Otto RA, Virapongse C, Friedman SM, Emerson S, Li KC, et al. Screening test for detection of metallic foreign objects in the orbit before magnetic resonance imaging. *Invest Radiol.* avr 1992;27(4):308-11.
130. Aust SD, Morehouse LA, Thomas CE. Role of metals in oxygen radical reactions. *Journal of Free Radicals in Biology & Medicine.* 1 janv 1985;1(1):3-25.
131. Krumschnabel G, Manzl C, Berger C, Hofer B. Oxidative stress, mitochondrial permeability transition, and cell death in Cu-exposed trout hepatocytes. *Toxicology and Applied Pharmacology.* 15 nov 2005;209(1):62-73.
132. Stohs SJ, Bagchi D. Oxidative mechanisms in the toxicity of metal ions. *Free Radical Biology and Medicine.* 1 févr 1995;18(2):321-36.
133. Bremner I. Manifestations of copper excess. *The American Journal of Clinical Nutrition.* 1 mai 1998;67(5):1069S-1073S.
134. Sagripanti JL, Goering PL, Lamanna A. Interaction of copper with DNA and antagonism by other metals. *Toxicology and Applied Pharmacology.* 15 sept 1991;110(3):477-85.
135. Agarwal K, Sharma A, Talukder G. Effects of copper on mammalian cell components. *Chemico-Biological Interactions.* 1 janv 1989;69(1):1-16.
136. Peña MMO, Lee J, Thiele DJ. A Delicate Balance: Homeostatic Control of Copper Uptake and Distribution. *The Journal of Nutrition.* 1 juill 1999;129(7):1251-60.
137. Zhang Y, Zhang M nian, Jiang C hui, Yao Y. Development of sympathetic ophthalmia following globe injury. *Chinese Medical Journal.* 20 déc 2009;122(24):2961-6.
138. Ghoraba H. Posterior segment glass intraocular foreign bodies following car accident or explosion. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* juill 2002;240(7):524-8.



139. Gor DM, Kirsch CF, Leen J, Turbin R, Von Hagen S. Radiologic differentiation of intraocular glass: evaluation of imaging techniques, glass types, size, and effect of intraocular hemorrhage. *AJR Am J Roentgenol.* nov 2001;177(5):1199-203.
140. Mester V, Kuhn F. Ferrous intraocular foreign bodies retained in the posterior segment: management options and results. *Int Ophthalmol.* 1998;22(6):355-62.
141. Weichel LED, Yeh S. Techniques of Intraocular Foreign Body Removal. 2008;6(3):88-97.
142. Wani VB, Al-Ajmi M, Thalib L, Azad RV, Abul M, Al-Ghanim M, et al. Vitrectomy for posterior segment intraocular foreign bodies : visual results and prognostic factors. *RETINA.* oct 2003;23(5):654-60.
143. Percival S. Late complications from posterior segment intraocular foreign bodies with particular reference to retinal detachment. *The British journal of ophthalmology.* 1972;56(6):462-8.
144. Erakgun T, Egrilmez S. Prognostic factors in vitrectomy for posterior segment intraocular foreign bodies. *J Trauma.* avr 2008;64(4):1034-7.
145. Chaudhry IA, Shamsi FA, Al-Harthi E, Al-Theeb A, Elzaridi E, Riley FC. Incidence and visual outcome of endophthalmitis associated with intraocular foreign bodies. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1 févr 2008;246(2):181-6.
146. Thach AB, Ward TP, Dick JSB, Bauman WC, Madigan WP, Goff MJ, et al. Intraocular Foreign Body Injuries during Operation Iraqi Freedom. *Ophthalmology.* 1 oct 2005;112(10):1829-33.
147. Yeh S, Colyer MH, Weichel ED. Current trends in the management of intraocular foreign bodies. *Current Opinion in Ophthalmology.* mai 2008;19(3):225-33.
148. Cazabon S, Dabbs TR. Intralenticular metallic foreign body. *J Cataract Refract Surg.* déc 2002;28(12):2233-4.
149. Dhawahir-Scala FE, Kamal A. Intralenticular foreign body: a D-Day reminder. *Clin Exp Ophthalmol.* déc 2005;33(6):659-60.
150. Tokoro M, Yasukawa T, Okada M, Ogura Y, Uchida S. Copper foreign body in the lens without damage of iris and lens capsule. *Int Ophthalmol.* oct 2007;27(5):329-31.
151. Auriol S, Gualino V, Pagot-Mathis V. Prise en charge pratique des corps étrangers intraoculaires. *cahiers-ophtalmologie [Internet].* 2011 [cité 26 août 2022];(153). Disponible sur: <https://www.cahiers-ophtalmologie.fr/prise-en-charge-pratique-des-corps-etrangers-intraoculaires>
152. Esmali B, Elnor SG, Schork MA, Elnor VM. Visual outcome and ocular survival after penetrating trauma. A clinicopathologic study. *Ophthalmology.* mars 1995;102(3):393-400.
153. De Juan E Jr, Sternberg P Jr, Michels RG, Auer C. Evaluation of Vitrectomy in Penetrating Ocular Trauma: A Case-Control Study. *Archives of Ophthalmology.* 1 août 1984;102(8):1160-3.
154. Punnonen E, Laatikainen L. Prognosis of perforating eye injuries with intraocular foreign bodies. *Acta Ophthalmol (Copenh).* oct 1989;67(5):483-91.

155. Kong GY, Henderson RH, Sandhu SS, Essex RW, Allen PJ, Campbell WG. Wound-related complications and clinical outcomes following open globe injury repair. *Clinical & Experimental Ophthalmology*. 2015;43(6):508-13.
156. El Chehab H, Renard JP, Dot C. [Post-traumatic endophthalmitis]. *J Fr Ophthalmol*. janv 2016;39(1):98-106.
157. Andreoli CM, Andreoli MT, Kloek CE, Ahuero AE, Vavvas D, Durand ML. Low rate of endophthalmitis in a large series of open globe injuries. *Am J Ophthalmol*. avr 2009;147(4):601-608.e2.
158. Danis RP. Endophthalmitis. *Ophthalmol Clin North Am*. juin 2002;15(2):243-8.
159. Yang CS, Lu CK, Lee FL, Hsu WM, Lee YF, Lee SM. Treatment and Outcome of Traumatic Endophthalmitis in Open Globe Injury with Retained Intraocular Foreign Body. *OPH*. 2010;224(2):79-85.
160. Dehghani AR, Rezaei L, Salam H, Mohammadi Z, Mahboubi M. Post Traumatic Endophthalmitis: Incidence and Risk Factors. *Glob J Health Sci*. nov 2014;6(6):68-72.
161. Tran TP, Le TM, Bui HT, Nguyen TM, Kùchle M, Nguyen NX. [Post-traumatic endophthalmitis after penetrating injury in Vietnam: risk factors, microbiological aspect and visual outcome]. *Klin Monbl Augenheilkd*. juill 2003;220(7):481-5.
162. Zhang Y, Zhang MN, Jiang CH, Yao Y, Zhang K. Endophthalmitis following open globe injury. *Br J Ophthalmol*. janv 2010;94(1):111-4.
163. Boldt H, Pulido J, Blodi C, Folk J, Weingeist T. Rural endophthalmitis. *Ophthalmology*. 1989;96(12):1722-6.
164. Ferrari TM, Cardascia N, Di Gesù I, Catella N, Recchimurzo N, Boscia F. Early Versus Late Removal of Retained Intraocular Foreign Bodies. *Retina*. févr 2001;21(1):92.
165. Azad R, Ravi K, Talwar D, Rajpal, Kumar N. Pars plana vitrectomy with or without silicone oil endotamponade in post-traumatic endophthalmitis. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1 juin 2003;241(6):478-83.
166. Meredith TA. Posttraumatic Endophthalmitis. *Archives of Ophthalmology*. 1 avr 1999;117(4):520-1.
167. Cebulla CM, Flynn HW. Endophthalmitis after open globe injuries. *Am J Ophthalmol*. 1 avr 2009;147(4):567-8.
168. Aaberg TM, Flynn HW, Schiffman J, Newton J. Nosocomial acute-onset postoperative endophthalmitis survey: A 10-year review of incidence and outcomes. *Ophthalmology*. 1 juin 1998;105(6):1004-10.
169. Gokce G, Sobaci G, Ozgonul C. Post-Traumatic Endophthalmitis: A Mini-Review. *Semin Ophthalmol*. 2015;30(5-6):470-4.
170. Erdurman FC, Hurmeric V, Gokce G, Durukan AH, Sobaci G, Altinsoy HI. Ocular injuries from improvised explosive devices. *Eye (Lond)*. nov 2011;25(11):1491-8.

171. Feist RM, Lim JI, Joondeph BC, Pflugfelder SC, Mieler WF, Ticho BH, et al. Penetrating ocular injury from contaminated eating utensils. *Arch Ophthalmol.* janv 1991;109(1):63-6.
172. Lieb DF, Scott IU, Flynn HW, Miller D, Feuer WJ. Open globe injuries with positive intraocular cultures: Factors influencing final visual acuity outcomes. *Ophthalmology.* 1 août 2003;110(8):1560-6.
173. Brinton GS, Topping TM, Hyndiuk RA, Aaberg TM, Reeser FH, Abrams GW. Posttraumatic Endophthalmitis. *Archives of Ophthalmology.* 1 avr 1984;102(4):547-50.
174. Peyman GA, Carroll CP, Raichand M. Prevention and Management of Traumatic Endophthalmitis. *Ophthalmology.* 1 avr 1980;87(4):320-4.
175. Verbraeken H, Rysselaere M. Post-traumatic endophthalmitis. *Eur J Ophthalmol.* mars 1994;4(1):1-5.
176. Ramadan RT, Ramirez R, Novosad BD, Callegan MC. Acute Inflammation and Loss of Retinal Architecture and Function During Experimental Bacillus Endophthalmitis. *Current Eye Research.* 1 janv 2006;31(11):955-65.
177. Pflugfelder SC, Flynn HW, Zwickey TA, Forster RK, Tsiligianni A, Culbertson WW, et al. Exogenous Fungal Endophthalmitis. *Ophthalmology.* 1 janv 1988;95(1):19-30.
178. Wykoff CC, Flynn HW, Miller D, Scott IU, Alfonso EC. Exogenous Fungal Endophthalmitis: Microbiology and Clinical Outcomes. *Ophthalmology.* 1 sept 2008;115(9):1501-1507.e2.
179. Cornut PL, Youssef EB, Bron A, Thuret G, Gain P, Burillon C, et al. A multicentre prospective study of post-traumatic endophthalmitis. *Acta Ophthalmol.* août 2013;91(5):475-82.
180. Herman DC, Bartley GB, Walker RC. The treatment of animal bite injuries of the eye and ocular adnexa. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg.* 1987;3(4):237-41.
181. Kelly LD, Steahly LP. Successful prophylaxis of Clostridium perfringens endophthalmitis. *Arch Ophthalmol.* sept 1991;109(9):1199.
182. Ariyasu RG, Kumar S, Labree LD, Wagner DG, Smith RE. Microorganisms Cultured From the Anterior Chamber of Ruptured Globes at the Time of Repair. *American Journal of Ophthalmology.* 1 févr 1995;119(2):181-8.
183. Narang S, Gupta V, Simalandhi P, Gupta A, Raj S, Dogra MR. Paediatric open globe injuries. Visual outcome and risk factors for endophthalmitis. *Indian J Ophthalmol.* mars 2004;52(1):29-34.
184. Soheilian M, Rafati N. Ocular injuries caused by intraocular or retrobulbar foreign bodies. *Ophthalmology.* 2001;108(7):1171-2.
185. Doft BH. The Endophthalmitis Vitrectomy Study. *Archives of Ophthalmology.* 1 avr 1991;109(4):487-9.
186. Salvanet-Bouccara A. Prévention et clinique de l'endophtalmie [Internet]. SNOF. [cité 2 août 2022]. Disponible sur: <https://www.snof.org/encyclopedie/pr%C3%A9vention-et-clinique-de-lendophtalmie>

187. Hariprasad SM, Mieler WF, Holz ER, Gao H, Kim JE, Chi J, et al. Determination of Vitreous, Aqueous, and Plasma Concentration of Orally Administered Voriconazole in Humans. *Archives of Ophthalmology*. 1 janv 2004;122(1):42-7.
188. Mieler WF, Ellis MK, Williams DF, Han DP. Retained intraocular foreign bodies and endophthalmitis. *Ophthalmology*. nov 1990;97(11):1532-8.
189. Ozdamar A, Aras C, Ozturk R, Akin E, Karacorlu M, Ercikan C. In vitro antimicrobial activity of silicone oil against endophthalmitis-causing agents. *Retina*. 1999;19(2):122-6.
190. Bauza AM, Emami P, Soni N, Holland BK, Langer P, Zarbin M, et al. A 10-year review of assault-related open-globe injuries at an urban hospital. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. mars 2013;251(3):653-9.
191. Sternberg P, de Juan E, Michels RG, Auer C. Multivariate analysis of prognostic factors in penetrating ocular injuries. *Am J Ophthalmol*. 15 oct 1984;98(4):467-72.
192. Stryjewski TP, Andreoli CM, Elliott D. Retinal Detachment after Open Globe Injury. *Ophthalmology*. 1 janv 2014;121(1):327-33.
193. Jacobson A, Liles N, Besirli CG, Bohnsack BL. Predictors of visual outcomes in pediatric open globe injuries. *J AAPOS*. déc 2020;24(6):360.e1-360.e8.
194. Sheard RM, Mireskandari K, Ezra E, Sullivan PM. Vitreoretinal surgery after childhood ocular trauma. *Eye*. juin 2007;21(6):793-8.
195. Portney DS, Jacobson A, Liles N, Bohnsack BL, Besirli CG. Characteristics of Retinal Detachment after Pediatric Open-Globe Injuries. *Ophthalmol Retina*. nov 2021;5(11):1175-7.
196. Yaşa D, Erdem ZG, Ürdem U, Demir G, Demircan A, Alkın Z. Pediatric Traumatic Retinal Detachment: Clinical Features, Prognostic Factors, and Surgical Outcomes. *Journal of Ophthalmology*. 25 juin 2018;2018:e9186237.
197. Sul S, Gurelik G, Korkmaz S, Ozdek S, Hasanreisoglu B. Pediatric Traumatic Retinal Detachments: Clinical Characteristics and Outcomes. *Ophthalmic Surgery, Lasers and Imaging Retina* [Internet]. 2017 [cité 22 juin 2022];48(2). Disponible sur: <https://journals.healio.com/doi/abs/10.3928/23258160-20170130-08>
198. Albert DM. *Principles and Practice of Ophthalmology: Basic Sciences*. 1st edition. M. D. Jakobiec FA, éditeur. Philadelphia: W B Saunders Co; 1994. 1437 p.
199. Abrams GW, Topping TM, Machemer R. Vitrectomy for Injury: The Effect on Intraocular Proliferation Following Perforation of the Posterior Segment of the Rabbit Eye. *Archives of Ophthalmology*. 1 avr 1979;97(4):743-8.
200. Cleary PE, Ryan SJ. Mechanisms in traction retinal detachment. *Dev Ophthalmol*. 1 janv 1981;2:328-33.
201. Thakker MM, Ray S. Vision-limiting complications in open-globe injuries. *Canadian Journal of Ophthalmology*. 1 janv 2006;41(1):86-92.

202. Cardillo JA, Stout JT, LaBree L, Azen SP, Omphroy L, Cui JZ, et al. Post-traumatic Proliferative Vitreoretinopathy: The Epidemiologic Profile, Onset, Risk Factors, and Visual Outcome. *Ophthalmology*. 1 juill 1997;104(7):1166-73.
203. De Juan E, Sternberg P, Michels RG. Penetrating ocular injuries. Types of injuries and visual results. *Ophthalmology*. nov 1983;90(11):1318-22.
204. Sarrazin L, Averbukh E, Halpert M, Hemo I, Rumelt S. Traumatic pediatric retinal detachment: a comparison between open and closed globe injuries. *American Journal of Ophthalmology*. 1 juin 2004;137(6):1042-9.
205. Nashed A, Saikia P, Herrmann WA, Gabel VP, Helbig H, Hillenkamp J. The outcome of early surgical repair with vitrectomy and silicone oil in open-globe injuries with retinal detachment. *Am J Ophthalmol*. mars 2011;151(3):522-8.
206. Orban M, Islam YFK, Haddock LJ. Timing and Outcomes of Vitreoretinal Surgery after Traumatic Retinal Detachment. *J Ophthalmol*. 2016;2016:4978973.
207. Dulz S, Dimopoulos V, Katz T, Kromer R, Bigdon E, Spitzer MS, et al. Reliability of the ocular trauma score for the predictability of traumatic and post-traumatic retinal detachment after open globe injury. *Int J Ophthalmol*. 2021;14(10):1589-94.
208. Brodowska K, Stryjewski TP, Papavasileiou E, Chee YE, Elliott D. Validation of the Retinal Detachment after Open Globe Injury (RD-OGI) Score as an Effective Tool for Predicting Retinal Detachment. *Ophthalmology*. mai 2017;124(5):674-8.
209. Quiram PA, Gonzales CR, Hu W, Gupta A, Yoshizumi MO, Kreiger AE, et al. Outcomes of Vitrectomy with Inferior Retinectomy in Patients with Recurrent Rhegmatogenous Retinal Detachments and Proliferative Vitreoretinopathy. *Ophthalmology*. 1 nov 2006;113(11):2041-7.
210. Silva DJ de, Kwan A, Bunce C, Bainbridge J. Predicting visual outcome following retinectomy for retinal detachment. *British Journal of Ophthalmology*. 1 juill 2008;92(7):954-8.
211. Ryan SJ, Allen AW. Pars plana vitrectomy in ocular trauma. *Am J Ophthalmol*. 1 sept 1979;88(3 Pt 1):483-91.
212. Kuhn F. Strategic thinking in eye trauma management. *Ophthalmol Clin North Am*. juin 2002;15(2):171-7.
213. Kuhn F. The timing of reconstruction in severe mechanical trauma. *Ophthalmic Res*. 2014;51(2):67-72.
214. He Y, Zhang L, Wang F, Zhu M, Wang Y, Liu Y. Timing influence on outcomes of vitrectomy for open-globe injury : A Prospective Randomized Comparative Study. *Retina*. avr 2020;40(4):725-34.
215. Winthrop SR, Cleary PE, Minckler DS, Ryan SJ. Penetrating eye injuries: a histopathological review. *Br J Ophthalmol*. nov 1980;64(11):809-17.
216. Sandinha MT, Newman W, Wong D, Stappler T. Outcomes of delayed vitrectomy in open-globe injuries in young patients. *Retina*. sept 2011;31(8):1541-4.

217. Fivgas GD, Capone A. Pediatric rhegmatogenous retinal detachment. *Retina*. 2001;21(2):101-6.
218. Heimann K. Indications and Timing of Vitrectomy in Trauma. In: *Basic and Advanced Vitreous Surgery* [Internet]. 1986 [cité 22 juin 2022]. p. 305-7. Disponible sur: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4757-3881-0\\_56](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4757-3881-0_56)
219. Lucke K. [Silicone oil in surgery of complicated retinal detachment]. *Ophthalmologe*. juin 1993;90(3):215-38.
220. Nowomiejska K, Choragiewicz T, Borowicz D, Brzozowska A, Moneta-Wielgos J, Maciejewski R, et al. Surgical Management of Traumatic Retinal Detachment with Primary Vitrectomy in Adult Patients. *J Ophthalmol*. 2017;2017:5084319.
221. Medina FMC, Pierre Filho P de TP, Lupinacci AP de C, Costa DC, Torigoe AMS. Intralenticular metal foreign body: case report. *Arq Bras Oftalmol*. oct 2006;69(5):749-51.
222. Tawara A. Transformation and cytotoxicity of iron in siderosis bulbi. *Invest Ophthalmol Vis Sci*. févr 1986;27(2):226-36.
223. Zhu L, Shen P, Lu H, Du C, Shen J, Gu Y. Ocular Trauma Score in Siderosis Bulbi With Retained Intraocular Foreign Body. *Medicine (Baltimore)*. sept 2015;94(39):e1533.
224. Chao HM, Chen YH, Liu JH, Lee SM, Lee FL, Chang Y, et al. Iron-generated hydroxyl radicals kill retinal cells in vivo: effect of ferulic acid. *Hum Exp Toxicol*. avr 2008;27(4):327-39.
225. Siu AW, Cheung JP, To CH, Chan EK, Chan JK, Cheung JC. N-acetyl-serotonin reduces copper (II) ion-induced lipid peroxidation in bovine retinal homogenates. *Acta Ophthalmol Scand*. févr 2001;79(1):69-71.
226. Ozbek Z, Arikan G, Yaman A, Oner H, Bajin MS, Saatci AO. Sympathetic ophthalmia following vitreoretinal surgery. *Int Ophthalmol*. avr 2010;30(2):221-7.
227. Kilmartin DJ, Dick AD, Forrester JV. Prospective surveillance of sympathetic ophthalmia in the UK and Republic of Ireland. *Br J Ophthalmol*. mars 2000;84(3):259-63.
228. He B, Tanya SM, Wang C, Kezouh A, Torun N, Ing E. The Incidence of Sympathetic Ophthalmia After Trauma: A Meta-analysis. *Am J Ophthalmol*. févr 2022;234:117-25.
229. Chan CC, Detrick B, Nussenblatt RB, Palestine AG, Fujikawa LS, Hooks JJ. HLA-DR antigens on retinal pigment epithelial cells from patients with uveitis. *Arch Ophthalmol*. mai 1986;104(5):725-9.
230. Castiblanco C, Adelman RA. Imaging for sympathetic ophthalmia: impact on the diagnosis and management. *Int Ophthalmol Clin*. 2012;52(4):173-81.
231. Newman TL, Russo PA. Ocular sequelae of BB injuries to the eye and surrounding adnexa. *J Am Optom Assoc*. sept 1998;69(9):583-90.
232. Lubin JR, Albert DM, Weinstein M. Sixty-five years of sympathetic ophthalmia. A clinicopathologic review of 105 cases (1913--1978). *Ophthalmology*. févr 1980;87(2):109-21.

233. Chan CC, Roberge RG, Whitcup SM, Nussenblatt RB. 32 cases of sympathetic ophthalmia. A retrospective study at the National Eye Institute, Bethesda, Md., from 1982 to 1992. *Arch Ophthalmol.* mai 1995;113(5):597-600.
234. Charles NC. Sympathetic ophthalmia. *Adv Ophthalmic Plast Reconstr Surg.* 1987;7:239-45.
235. Reynard M, Riffenburgh RS, Maes EF. Effect of corticosteroid treatment and enucleation on the visual prognosis of sympathetic ophthalmia. *Am J Ophthalmol.* sept 1983;96(3):290-4.
236. Su DHW, Chee SP. Sympathetic ophthalmia in Singapore: new trends in an old disease. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* févr 2006;244(2):243-7.
237. Cunningham ET, Kilmartin D, Agarwal M, Zierhut M. Sympathetic Ophthalmia. *Ocul Immunol Inflamm.* avr 2017;25(2):149-51.
238. Galor A, Davis JL, Flynn HW, Feuer WJ, Dubovy SR, Setlur V, et al. Sympathetic ophthalmia: incidence of ocular complications and vision loss in the sympathizing eye. *Am J Ophthalmol.* nov 2009;148(5):704-710.e2.
239. Tok O, Tok L, Ozkaya D, Eraslan E, Ornek F, Bardak Y. Epidemiological characteristics and visual outcome after open globe injuries in children. *J AAPOS.* déc 2011;15(6):556-61.
240. Vaca EE, Mundinger GS, Kelamis JA, Dorafshar AH, Christy MR, Manson PN, et al. Facial Fractures with Concomitant Open Globe Injury: Mechanisms and Fracture Patterns Associated with Blindness. *Plastic and Reconstructive Surgery.* juin 2013;131(6):1317-28.
241. Boucenna W, Taright N, Delbarre M, El Sanharawi M, Khawaja O, Jany B, et al. Functional results and prognostic factors in open-globe ocular trauma with presenting visual acuity of no-light perception. *J Fr Ophtalmol.* juin 2020;43(6):517-24.
242. Manandhar A. Sympathetic ophthalmia: Enucleation or evisceration? *Nepalese Journal of Ophthalmology.* 2011;3(2):181-7.
243. Savar A, Andreoli MT, Kloek CE, Andreoli CM. Enucleation for open globe injury. *Am J Ophthalmol.* avr 2009;147(4):595-600.e1.
244. Plestina-Borjan I, Medvidovic-Grubisic M, Zuljan I, Lakos V, Miljak S, Markovic I, et al. Wartime open globe eye injuries. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* 1 mars 2010;248(3):305-12.
245. Zheng C, Wu AY. Enucleation versus Evisceration in Ocular Trauma: A Retrospective Review and Study of Current Literature. *Orbit.* 1 déc 2013;32(6):356-61.
246. Yousuf SJ, Jones LS, Kidwell ED. Enucleation and Evisceration: 20 Years of Experience. *Orbit.* 1 août 2012;31(4):211-5.
247. Du Toit N, Motala MI, Richards J, Murray ADN, Maitra S. The risk of sympathetic ophthalmia following evisceration for penetrating eye injuries at Groote Schuur Hospital. *British Journal of Ophthalmology.* 1 janv 2008;92(1):61-3.
248. Gürdal C, Erdener U, Irkeç M, Orhan M. Incidence of sympathetic ophthalmia after penetrating eye injury and choice of treatment. *Ocular Immunology and Inflammation.* 1 janv 2002;10(3):223-7.

249. Du Toit N, Mustak H, Cook C. Visual outcomes in patients with open globe injuries compared to predicted outcomes using the Ocular Trauma Scoring system. *Int J Ophthalmol.* 18 déc 2015;8(6):1229-33.
250. Ababneh OH, AboTaleb EA, Abu Ameerh MA, Yousef YA. Enucleation and evisceration at a tertiary care hospital in a developing country. *BMC Ophthalmol.* 11 sept 2015;15(1):120.
251. Freidlin J, Pak J, Tessler HH, Putterman AM, Goldstein DA. Sympathetic Ophthalmia After Injury in the Iraq War. *Ophthalmic Plastic & Reconstructive Surgery.* avr 2006;22(2):133-4.
252. Birnbaum AD, Tessler HH, Goldstein DA. Sympathetic Ophthalmia in Operation Iraqi Freedom. *American Journal of Ophthalmology.* 1 nov 2010;150(5):758-9.
253. Pieramici DJ, Au Eong KG, Sternberg P, Marsh MJ. The prognostic significance of a system for classifying mechanical injuries of the eye (globe) in open-globe injuries. *J Trauma.* avr 2003;54(4):750-4.
254. Brundridge W, Reed D, Santamaria J, Mehta A, Valentin F, Davies B. Open globe trauma in a military hospital: a review of the Ocular Trauma Score to help predict enucleation or evisceration. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol.* août 2019;257(8):1789-93.
255. Dunn ES, Jaeger EA, Jeffers JB, Freitag SK. The epidemiology of ruptured globes. *Ann Ophthalmol.* 1 nov 1992;24(11):405-10.
256. Koo L, Kapadia MK, Singh RP, Sheridan R, Hatton MP. Gender differences in etiology and outcome of open globe injuries. *J Trauma.* juill 2005;59(1):175-8.
257. Shock JP, Adams D. Long-term visual acuity results after penetrating and perforating ocular injuries. *Am J Ophthalmol.* 15 nov 1985;100(5):714-8.
258. Page RD, Gupta SK, Jenkins TL, Karcioğlu ZA. Risk factors for poor outcomes in patients with open-globe injuries. *Clin Ophthalmol.* 1 août 2016;10:1461-6.
259. Bai HQ, Yao L, Wang DB, Jin R, Wang YX. Causes and Treatments of Traumatic Secondary Glaucoma. *European Journal of Ophthalmology.* 1 mars 2009;19(2):201-6.
260. Milder E, Davis K. Ocular Trauma and Glaucoma. *International Ophthalmology Clinics.* Fall 2008;48(4):47-64.
261. De Leon-Ortega JE, Girkin CA. Ocular trauma-related glaucoma. *Ophthalmol Clin North Am.* 1 juin 2002;15(2):215-23.
262. Girkin CA, McGwin GJ, Long C, Morris R, Kuhn F. Glaucoma After Ocular Contusion: A Cohort Study of the United States Eye Injury Registry. *Journal of Glaucoma.* déc 2005;14(6):470-3.
263. Osman EA. Glaucoma after open globe injury. *Saudi J Ophthalmol.* sept 2015;29(3):222-4.
264. Turalba AV, Shah AS, Andreoli MT, Andreoli CM, Rhee DJ. Predictors and Outcomes of Ocular Hypertension After Open-globe Injury. *Journal of Glaucoma.* janv 2014;23(1):5-10.
265. Mermoud A, Salmon JF, Straker C, Murray AD. Post-traumatic angle recession glaucoma: a risk factor for bleb failure after trabeculectomy. *British Journal of Ophthalmology.* 1 oct 1993;77(10):631-4.



266. Mermoud A, Salmon JF, Straker C, Murray ADN. Use of the Single-Plate Molteno Implant in Refractory Glaucoma. *OPH*. 1992;205(3):113-20.
267. Mills RP, Reynolds A, Emond MJ, Barlow WE, Leen MM. Long-term Survival of Molteno Glaucoma Drainage Devices. *Ophthalmology*. 1 févr 1996;103(2):299-305.
268. Fuller JR, Bevin TH, Molteno ACB. Long-term follow-up of traumatic glaucoma treated with molteno implants. *Ophthalmology*. 1 oct 2001;108(10):1796-800.
269. Zhang S hua, Dong F tian, Mao J, Bian A ling. Factors Related to Prognosis of Refractory Glaucoma with Diode Laser Transscleral Cyclophotocoagulation Treatment. *Chinese Medical Sciences Journal*. 1 sept 2011;26(3):137-40.
270. Iliev ME, Gerber S. Long-term outcome of trans-scleral diode laser cyclophotocoagulation in refractory glaucoma. *British Journal of Ophthalmology*. 1 déc 2007;91(12):1631-5.
271. New Standards for the Visual Function of Drivers [Internet]. Docslib. [cité 26 août 2022]. Disponible sur: <https://docslib.org/doc/2552777/new-standards-for-the-visual-function-of-drivers>
272. Directive 2009/113/CE de la Commission modifiant la directive 2006/126/CE du Parlement européen et du Conseil relative au permis de conduire.
273. Directive 2006/126/CE du Parlement européen et du Conseil du 20 décembre 2006 relative au permis de conduire (refonte) (Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE).
274. Batur M, Seven E, Akaltun MN, Tekin S, Yasar T. Epidemiology of Open Globe Injury in Children. *Journal of Craniofacial Surgery*. 1 nov 2017;28(8):1976-81.
275. Al-Mezaine HS, Osman EA, Kangave D, Abu El-Asrar AM. Prognostic factors after repair of open globe injuries. *J Trauma*. oct 2010;69(4):943-7.
276. Singh R, Kapadia MK, Koo L, Hatton M. Characterization and Causes of Open Globe Injuries among Different Age Groups Presenting to a Tertiary Care Facility. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 1 mai 2003;44(13):784.
277. The Scope of The Eye Injury Problem [Internet]. Prevent Blindness America; 2010. Disponible sur: [https://advocacy.preventblindness.org/wp-content/uploads/sites/23/2011/06/FS93\\_ScopeEyeInjury\\_0.pdf](https://advocacy.preventblindness.org/wp-content/uploads/sites/23/2011/06/FS93_ScopeEyeInjury_0.pdf)
278. Pollard KA, Xiang H, Smith GA. Pediatric eye injuries treated in US emergency departments, 1990-2009. *Clin Pediatr (Phila)*. avr 2012;51(4):374-81.
279. Brophy M, Sinclair SA, Hostetler SG, Xiang H. Pediatric Eye Injury–Related Hospitalizations in the United States. *Pediatrics*. 1 juin 2006;117(6):e1263-71.
280. Kuhn F, Maisiak R, Mann L, Mester V, Morris R, Witherspoon CD. The Ocular Trauma Score (OTS). *Ophthalmol Clin North Am*. juin 2002;15(2):163-5.
281. Pieramici DJ, Sternberg P, Aaberg TM, Bridges WZ, Capone A, Cardillo JA, et al. A system for classifying mechanical injuries of the eye (globe). The Ocular Trauma Classification Group. *Am J Ophthalmol*. juin 1997;123(6):820-31.

282. Acar U, Tok OY, Acar DE, Burcu A, Ornek F. A new ocular trauma score in pediatric penetrating eye injuries. *Eye. mars* 2011;25(3):370-4.
283. Grieshaber MC, Stegmann R. Penetrating eye injuries in South African children: aetiology and visual outcome. *Eye. juill* 2006;20(7):789-95.
284. Junejo SA, Ahmed M, Alam M. Endophthalmitis in paediatric penetrating ocular injuries in Hyderabad. *J Pak Med Assoc. juill* 2010;60(7):532-5.
285. Serrano JC, Chalela P, Arias JD. Epidemiology of Childhood Ocular Trauma in a Northeastern Colombian Region. *Archives of Ophthalmology. 1 oct* 2003;121(10):1439-45.
286. Kadappu S, Silveira S, Martin F. Aetiology and outcome of open and closed globe eye injuries in children. *Clinical & Experimental Ophthalmology. 2013;41(5):427-34.*
287. Ahmadabadi MN, Alipour F, Tabataei SA, Karkhane R, Rezaei H, Ahmadabadi EN. Sharp-Object-Induced Open-Globe Injuries in Iranian Children Admitted to a Major Tertiary Center: A Prospective Review of 125 Cases. *ORE. 2011;45(3):149-54.*
288. Al-Mahdi HS, Bener A, Hashim SP. Clinical pattern of pediatric ocular trauma in fast developing country. *International Emergency Nursing. 1 oct* 2011;19(4):186-91.
289. Gunes A, Kalayc M, Genc O, Ozerturk Y. Characteristics of Open Globe Injuries in Preschool Children. *Pediatric Emergency Care. oct* 2015;31(10):701-3.
290. Liu ML, Chang YS, Tseng SH, Cheng HC, Huang FC, Shih MH, et al. Major pediatric ocular trauma in Taiwan. *J Pediatr Ophthalmol Strabismus. avr* 2010;47(2):88-95.
291. Boret C, Brehin C, Cortey C, Chanut M, Houzé-Cerfon CH, Soler V, et al. Pediatric ocular trauma: Characteristics and outcomes among a French cohort (2007-2016). *Arch Pediatr. avr* 2020;27(3):128-34.
292. Uysal Y, Mutlu FM, Sobaci G. Ocular Trauma Score in childhood open-globe injuries. *J Trauma. déc* 2008;65(6):1284-6.
293. AlDahash F, Mousa A, Gikandi PW, Abu El-Asrar AM. Pediatric open-globe injury in a university-based tertiary hospital. *European Journal of Ophthalmology. 1 mars* 2020;30(2):269-74.
294. Singh S, Sharma B, Kumar K, Dubey A, Ahirwar K. Epidemiology, clinical profile and factors, predicting final visual outcome of pediatric ocular trauma in a tertiary eye care center of Central India. *Indian J Ophthalmol. nov* 2017;65(11):1192-7.
295. Lee CH, Su WY, Lee L, Yang ML. Pediatric ocular trauma in Taiwan. *Chang Gung medical journal. 1 janv* 2008;31:59-65.
296. Karagöz IK, Sarı ES, Elbay A, Çalli Ü, Pınero DP, Özertürk Y, et al. Characteristics of pediatric and adult cases with open globe injury and factors affecting visual outcomes: a retrospective analysis of 294 cases from Turkey. *2018;24(1):31-8.*
297. Li X, Zarbin MA, Bhagat N. Pediatric open globe injury: A review of the literature. *J Emerg Trauma Shock. 2015;8(4):216-23.*

298. Skiker H, Laghmari M, Boutimzine N, Ibrahimy W, Benharbit M, Ouazani B, et al. [Open globe injuries in children: retrospective study of 62 cases]. *Bull Soc Belge Ophtalmol.* 2007;(306):57-61.
299. Abbott J, Shah P. The epidemiology and etiology of pediatric ocular trauma. *Survey of Ophthalmology.* 1 sept 2013;58(5):476-85.
300. Uppuluri S, Uppuluri A, Zarbin MA, Bhagat N. Epidemiology of Pediatric Open Globe Injury in the United States. *Journal of Pediatric Ophthalmology & Strabismus* [Internet]. 2021 [cité 3 août 2022];58(4). Disponible sur: <https://journals.healio.com/doi/10.3928/01913913-20210224-01>
301. Read SP, Cavuoto KM. Traumatic open globe injury in young pediatric patients: characterization of a novel prognostic score. *Journal of American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus.* 1 avr 2016;20(2):141-4.
302. Schörkhuber MM, Wackernagel W, Riedl R, Schneider MR, Wedrich A. Ocular trauma scores in paediatric open globe injuries. *Br J Ophthalmol.* mai 2014;98(5):664-8.
303. Oiticica-Barbosa MM, Kasahara N. Eye trauma in children and adolescents: Perspectives from a developing country and validation of the ocular trauma score. *Journal of Tropical Pediatrics.* 1 août 2015;61(4):238-43.
304. Cockerham GC, Goodrich GL, Weichel ED, Orcutt JC, Rizzo JF, Bower KS, et al. Eye and visual function in traumatic brain injury. *J Rehabil Res Dev.* 2009;46(6):811-8.
305. Gensheimer WG, Kerber MT, Blanch RJ. The epidemiology and outcomes of combat ocular trauma among local nationals managed at a deployed military hospital in Afghanistan. *Eye (Lond).* août 2021;35(8):2155-63.
306. Breeze J, Blanch RJ, Mazzoli R, DuBose J, Bowley DM, Powers DB. Comparing the Management of Eye Injuries by Coalition Military Surgeons during the Iraq and Afghanistan Conflicts. *Ophthalmology.* 1 avr 2020;127(4):458-66.
307. Dhillon A, Ahmad MSZ, Breeze J, Blanch RJ. Prolonged deployed hospital care in the management of military eye injuries. *Eye (Lond).* nov 2020;34(11):2106-11.
308. Les plans de défense nationaux : Le Plan rouge [Internet]. *Solidarites-sante.gouv;* 2005. Disponible sur: [https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/plan\\_rouge.pdf](https://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/plan_rouge.pdf)
309. Thomas R, McManus JG, Johnson A, Mayer P, Wade C, Holcomb JB. Ocular Injury Reduction From Ocular Protection Use in Current Combat Operations. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery.* avr 2009;66(4):S99.
310. Auvil JR. Evolution of Military Combat Eye Protection. *US Army Med Dep J.* sept 2016;(2-16):135-9.
311. Parker P, Mossadegh S, McCrory C. A comparison of the IED-related eye injury rate in ANSF and ISAF forces at the UK R3 Hospital, Camp Bastion, 2013. *J R Army Med Corps.* mars 2014;160(1):73-4.

312. Justin GA, Baker KM, Brooks DI, Ryan DS, Weichel ED, Colyer MH. Intraocular Foreign Body Trauma in Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: 2001 to 2011. *Ophthalmology*. 1 nov 2018;125(11):1675-82.
313. Blanch RJ, Scott R a. H. Military ocular injury: presentation, assessment and management. *J R Army Med Corps*. déc 2009;155(4):279-84.
314. Bhardwaj R, Ziegler K, Seo JH, Ramesh KT, Nguyen TD. A computational model of blast loading on the human eye. *Biomech Model Mechanobiol*. 1 janv 2014;13(1):123-40.
315. Weaver AA, Loftis KL, Duma SM, Stitzel JD. Biomechanical modeling of eye trauma for different orbit anthropometries. *Journal of Biomechanics*. 29 avr 2011;44(7):1296-303.
316. Mader TH, Carroll RD, Slade CS, George RK, Ritchey JP, Neville SP. Ocular War Injuries of the Iraqi Insurgency, January–September 2004. *Ophthalmology*. 1 janv 2006;113(1):97-104.
317. Vlasov A, Ryan DS, Ludlow S, Coggin A, Weichel ED, Stutzman RD, et al. Corneal and corneoscleral injury in combat ocular trauma from operations iraqi freedom and enduring freedom. *Military medicine*. mars 2017;182:114-9.
318. Thach AB, Johnson AJ, Carroll RB, Huchun A, Ainbinder DJ, Stutzman RD, et al. Severe Eye Injuries in the War in Iraq, 2003–2005. *Ophthalmology*. 1 févr 2008;115(2):377-82.
319. Gensheimer WG, Miller KE, Stowe J, Little J, Legault GL. Military Teleophthalmology in Afghanistan Using Mobile Phone Application. *JAMA Ophthalmology*. 1 oct 2020;138(10):1053-60.
320. Sobaci G, Akin T, Erdem U, Uysal Y, Karagül S. Ocular trauma score in deadly weapon-related open-globe injuries. *Am J Ophthalmol*. avr 2006;141(4):760-1.
321. Hutton WL, Fuller DG. Factors influencing final visual results in severely injured eyes. *Am J Ophthalmol*. juin 1984;97(6):715-22.
322. Sobaci G, Akýn T, Mutlu FM, Karagül S, Bayraktar MZ. Terror-related open-globe injuries: a 10-year review. *Am J Ophthalmol*. mai 2005;139(5):937-9.
323. George J, Ali N, Rahman NA, Joshi N. Spectrum of intra-ocular foreign bodies and the outcome of their management in Brunei Darussalam. *Int Ophthalmol*. 1 juin 2013;33(3):277-84.
324. Lin H, Lema GMC, Yoganathan P. Prognostic indicators of visual acuity after open globe injury and retinal detachment repair. *Retina*. avr 2016;36(4):750-7.
325. Feng K, Hu YT, Ma Z. Prognostic Indicators for No Light Perception After Open-Globe Injury: Eye Injury Vitrectomy Study. *American Journal of Ophthalmology*. 1 oct 2011;152(4):654-662.e2.
326. Teixeira S, Bastos R, Falcão M, Falcão-Reis F, Rocha-Sousa A. Open-Globe Injuries at An Emergency Department in Porto, Portugal: Clinical Features and Prognostic Factors. 2014;24(6):932-9.
327. Stryjewski TP, Andreoli CM, Elliott D. Retinal detachment after open globe injury. *Ophthalmology*. janv 2014;121(1):327-33.

328. Castellarin AA, Pieramici DJ. Open globe management. *Compr Ophthalmol Update*. 1 mai 2007;8(3):111-24.
329. Hatton MP, Thakker MM, Ray S. Orbital and adnexal trauma associated with open-globe injuries. *Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. nov 2002;18(6):458-61.
330. Gervasio KA, Weinstock BM, Wu AY. Ocular Trauma Scores in patients with combined open globe injuries and facial fractures at a Level 1 Trauma Center in NYC. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 11 juin 2015;56(7):6036.
331. Maneschg OA, Resch M, Papp A, Németh J. [Prognostic factors and visual outcome for open globe injuries with intraocular foreign bodies]. *Klin Monbl Augenheilkd*. sept 2011;228(9):801-7.
332. Unver YB, Kapran Z, Acar N, Altan T. Ocular trauma score in open-globe injuries. *J Trauma*. avr 2009;66(4):1030-2.
333. Mayer CS, Reznicek L, Baur ID, Khoramnia R. Open Globe Injuries: Classifications and Prognostic Factors for Functional Outcome. *Diagnostics*. oct 2021;11(10):1851.
334. Unal MH, Aydin A, Sonmez M, Ayata A, Ersanli D. Validation of the ocular trauma score for intraocular foreign bodies in deadly weapon-related open-globe injuries. *Ophthalmic Surg Lasers Imaging*. avr 2008;39(2):121-4.
335. Shah MA, Agrawal R, Teoh R, Shah SM, Patel K, Gupta S, et al. Pediatric ocular trauma score as a prognostic tool in the management of pediatric traumatic cataracts. *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol*. 1 mai 2017;255(5):1027-36.
336. Ji YR, Zhu DQ, Zhou HF, Fan XQ. Epidemiologic characteristics and outcomes of open globe injury in Shanghai. *Int J Ophthalmol*. 2017;10(8):1295-300.
337. Knippers J, Slabaugh MA, Brown J, Lee J. Comparison of Ocular Trauma Score and Classification and Regression Tree Analysis Model in Tertiary Care Center. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*. 28 avr 2009;50(13):5324.
338. McGwin G, Xie A, Owsley C. Rate of eye injury in the United States. *Arch Ophthalmol*. juill 2005;123(7):970-6.
339. Mieler W, Hariprasad S. Overview of Ocular Trauma. In: Albert and Jakobiec's Principles and Practice of Ophthalmology. 2008. p. 5069.
340. Kuhn F, Morris R, Witherspoon CD, Heimann K, Jeffers JB, Treister G. A standardized classification of ocular trauma. *Ophthalmology*. févr 1996;103(2):240-3.
341. Colyer MH. Open-globe injuries: A global issue of protection. *Clin Exp Ophthalmol*. mai 2019;47(4):437-8.
342. McCall BP, Horwitz IB, Taylor OA. Occupational eye injury and risk reduction: Kentucky workers' compensation claim analysis 1994-2003. *Inj Prev*. juin 2009;15(3):176-82.
343. Saxena R, Sinha R, Purohit A, Dada T, Vajpayee RB, Azad RV. Pattern of pediatric ocular trauma in India. *Indian J Pediatr*. 1 oct 2002;69(10):863-7.

344. Balestrazzi A, Di Maggio A, Michieletto P, Martone G, Balestrazzi A. Temporary Kerato-Prosthesis to Resolve Traumatic Loss of a Healed Corneal Button. *Case Rep Ophthalmol.* 16 avr 2021;12(1):254-8.
345. Bhagat N, Turbin R, Langer P, Soni NG, Bauza AM, Son JH, et al. Approach to Management of Eyes with no Light Perception after Open Globe Injury. *J Ophthalmic Vis Res.* sept 2016;11(3):313-8.

## GLOSSAIRE

AMM	Autorisation de Mise sur le Marché
AV	Acuité Visuelle
BETT	Birmingham Eye Trauma Terminology
CART	Classification And Regression Tree
CE	Corps Etranger
CEIO	Corps étranger intra-oculaire
CHU	Centre Hospitalo-Universitaire
CLD	Compte Les Doigts
CV	Champ Visuel
DPAR	Déficit Pupillaire Afférent Relatif
DPV	Décollement postérieur du vitré
DR	Décollement de rétine
HIV	Hémorragie Intra-Vitréenne
HTIO	HyperTonie Intra-Oculaire
IVT	Injections intra-ViTréenne
MER	Membrane Epi-Rétinienne
ML	Machine Learning
OTS	Ocular Trauma Score
PKE	PhaKoEmulsification
PL-	Sans Perception Lumineuse
PL+	Perception Lumineuse Positive
POTS	Pediatric Ocular Trauma Score
PVR	Prolifération Vitréo-Rétinienne
SSA	Service de Santé des Armées
TOTS	Toddler Ocular Trauma Score
VBLM	Voit Bouger La Main
XGBoost	Extreme Gradient Boosting

## SERMENT D'HIPPOCRATE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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