



كلية الطب
والصيدلة - مراكش
FACULTÉ DE MÉDECINE
ET DE PHARMACIE - MARRAKECH

Année 2017

Thèse N° 87

Intérêt de la balistique lésionnelle dans la chirurgie de guerre

THESE

PRESENTEE ET SOUTENUE PUBLIQUEMENT LE 25 /05/2017

PAR

Mr. Haidar KHAIR

Né le 26 Février 1989 à Guelmim

POUR L'OBTENTION DU DOCTORAT EN MEDECINE

MOTS-CLES

Armes - Balistique terminale - Triage - Guerre - militaire - OTAN - Croix Rouge -
nucléaire - Mine

JURY

M.	K. SAIR	PRESIDENT
	Professeur en Chirurgie Générale	
M.	K. KOULALI IDRISSI	RAPPORTEUR
	Professeur de chirurgie orthopédique et traumatologie	
M.	H. Ammar	} JUGES
	Professeur d'Oto-rhino-laryngologie	
M.	D. TOUITI	
	Professeur d'Urologie	
M.	Y.QAMOUSS	
	Professeur d'anesthésie-Réanimation	

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سبحانك لا علم لنا إلا ما علمتنا

إنك أنت العليم الحكيم

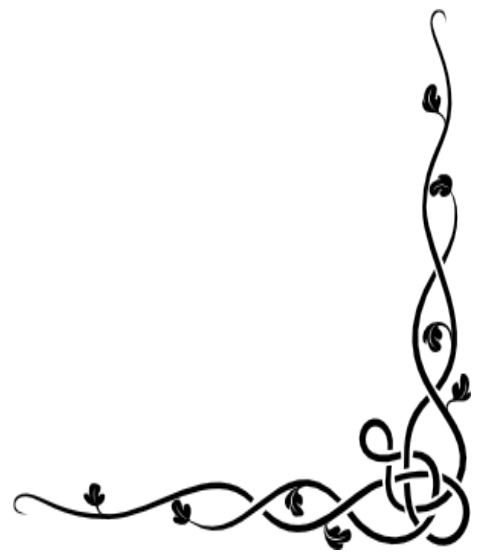
بِسْمِ اللَّهِ
الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

سورة البقرة: الآية: 31



i

Serment d'hippocrate





LISTE DES PROFESSEURS



UNIVERSITE CADI AYYAD
FACULTE DE MEDECINE ET DE PHARMACIE
MARRAKECH

Doyens Honoraires

: Pr. Badie Azzaman MEHADJI

: Pr. Abdelhaq ALAOUI YAZIDI

ADMINISTRATION

Doyen

: Pr. Mohammed BOUSKRAOUI

Vice doyen à la Recherche et la Coopération

: Pr. Mohamed AMINE

Vice doyen aux Affaires Pédagogiques

: Pr. Redouane EL FEZZAZI

Secrétaire Générale

: Mr. Azzeddine EL HOUDAIGUI

Professeurs de l'enseignement supérieur

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABOULFALAH Abderrahim	Gynécologie-obstétrique	FINECH Benasser	Chirurgie – générale
ADERDOUR Lahcen	Oto- rhino- laryngologie	FOURAIJI Karima	Chirurgie pédiatrique B
ADMOU Brahim	Immunologie	GHANNANE Houssine	Neurochirurgie
AIT BENALI Said	Neurochirurgie	KISSANI Najib	Neurologie
AIT-SAB Imane	Pédiatrie	KRATI Khadija	Gastro- entérologie
AKHDARI Nadia	Dermatologie	LAOUAD Inass	Néphrologie
AMAL Said	Dermatologie	LMEJJATI Mohamed	Neurochirurgie
AMINE Mohamed	Epidémiologie- clinique	LOUZI Abdelouahed	Chirurgie – générale
ASMOUKI Hamid	Gynécologie-obstétrique B	MAHMAL Lahoucine	Hématologie - clinique
ASRI Fatima	Psychiatrie	MANOUDI Fatiha	Psychiatrie
BENELKHAÏAT BENOMAR Ridouan	Chirurgie - générale	MANSOURI Nadia	Stomatologie et chiru maxillo faciale
BOUMZEBRA Drissi	Chirurgie Cardio- Vasculaire	MOUDOUNI Said Mohammed	Urologie
BOURROUS Monir	Pédiatrie A	MOUTAJ Redouane	Parasitologie
BOUSKRAOUI Mohammed	Pédiatrie A	MOUTAOUAKIL Abdeljalil	Ophtalmologie

CHABAA Laila	Biochimie	NAJEB Youssef	Traumato- orthopédie
CHELLAK Saliha	Biochimie- chimie	NEJMI Hicham	Anesthésie- réanimation
CHERIF IDRISSE EL GANOUNI Najat	Radiologie	OULAD SAIAD Mohamed	Chirurgie pédiatrique
CHOULLI Mohamed Khaled	Neuro pharmacologie	RAJI Abdelaziz	Oto-rhino-laryngologie
DAHAMI Zakaria	Urologie	SAIDI Halim	Traumato- orthopédie
EL ADIB Ahmed Rhassane	Anesthésie- réanimation	SAMKAOUI Mohamed Abdenasser	Anesthésie- réanimation
EL FEZZAZI Redouane	Chirurgie pédiatrique	SARF Ismail	Urologie
EL HATTAOUI Mustapha	Cardiologie	SBIHI Mohamed	Pédiatrie B
EL HOUDZI Jamila	Pédiatrie B	SOUMMANI Abderraouf	Gynécologie- obstétrique A/B
ELFIKRI Abdelghani	Radiologie	TASSI Noura	Maladies infectieuses
ESSAADOUNI Lamiaa	Médecine interne	YOUNOUS Said	Anesthésie- réanimation
ETTALBI Saloua	Chirurgie réparatrice et plastique	ZOUHAIR Said	Microbiologie

Professeurs Agrégés

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABKARI Imad	Traumato- orthopédie B	EL KHAYARI Mina	Réanimation médicale
ABOU EL HASSAN Taoufik	Anesthésie- réanimation	EL MGHARI TABIB Ghizlane	Endocrinologie et maladies métaboliques
ABOUCHADI Abdeljalil	Stomatologie et chir maxillo faciale	FADILI Wafaa	Néphrologie
ABOUSSAIR Nisrine	Génétique	FAKHIR Bouchra	Gynécologie- obstétrique A
ADALI Imane	Psychiatrie	HACHIMI Abdelhamid	Réanimation médicale
ADALI Nawal	Neurologie	HADEF Rachid	Immunologie
AGHOUTANE El Mouhtadi	Chirurgie pédiatrique A	HAJJI Ibtissam	Ophtalmologie
AISSAOUI Younes	Anesthésie - réanimation	HAOUACH Khalil	Hématologie biologique
AIT AMEUR Mustapha	Hématologie Biologique	HAROU Karam	Gynécologie- obstétrique B
AIT BENKADDOUR Yassir	Gynécologie- obstétrique A	HOCAR Ouafa	Dermatologie
ALAOUI Mustapha	Chirurgie- vasculaire péripherique	JALAL Hicham	Radiologie

ALJ Soumaya	Radiologie	KAMILI El Ouafi El Aouni	Chirurgie pédiatrique B
AMRO Lamyae	Pneumo- phtisiologie	KHALLOUKI Mohammed	Anesthésie- réanimation
ANIBA Khalid	Neurochirurgie	KHOUCHANI Mouna	Radiothérapie
ARSALANE Lamiae	Microbiologie – Virologie	KOULALI IDRISSE Khalid	Traumato- orthopédie
ATMANE El Mehdi	Radiologie	KRIET Mohamed	Ophtalmologie
BAHA ALI Tarik	Ophtalmologie	LAGHMARI Mehdi	Neurochirurgie
BAIZRI Hicham	Endocrinologie et maladies métaboliques	LAKMICHY Mohamed Amine	Urologie
BASRAOUI Dounia	Radiologie	LOUHAB Nisrine	Neurologie
BASSIR Ahlam	Gynécologie- obstétrique A	MADHAR Si Mohamed	Traumato- orthopédie A
BELBARAKA Rhizlane	Oncologie médicale	MAOULAININE Fadl mrabih rabou	Pédiatrie (Neonatalogie)
BELKHOUCHE Ahlam	Rhumatologie	MATRANE Aboubakr	Médecine nucléaire
BEN DRISS Laila	Cardiologie	MEJDANE Abdelhadi	Chirurgie Générale
BENCHAMKHA Yassine	Chirurgie réparatrice et plastique	MOUAFFAK Youssef	Anesthésie - réanimation
BENHIMA Mohamed Amine	Traumatologie - orthopédie B	MOUFID Kamal	Urologie
BENJILALI Laila	Médecine interne	MSOUGGAR Yassine	Chirurgie thoracique
BENLAI Abdeslam	Psychiatrie	NARJISS Youssef	Chirurgie générale
BENZAROUEL Dounia	Cardiologie	NOURI Hassan	Oto rhino laryngologie
BOUCHENTOUF Rachid	Pneumo- phtisiologie	OUALI IDRISSE Mariem	Radiologie
BOUKHANNI Lahcen	Gynécologie- obstétrique B	OUBAHA Sofia	Physiologie
BOUKHIRA Abderrahman	Toxicologie	QACIF Hassan	Médecine interne
BOURRAHOUCHE Aicha	Pédiatrie B	QAMOUCHE Youssef	Anesthésie- réanimation
BSISS Mohamed Aziz	Biophysique	RABBANI Khalid	Chirurgie générale
CHAFIK Rachid	Traumato- orthopédie A	RADA Nouredine	Pédiatrie A
DRAISS Ghizlane	Pédiatrie	RAIS Hanane	Anatomie pathologique
EL AMRANI Moulay Driss	Anatomie	RBAIBI Aziz	Cardiologie

EL ANSARI Nawal	Endocrinologie et maladies métaboliques	ROCHDI Youssef	Oto-rhino- laryngologie
EL BARNI Rachid	Chirurgie- générale	SAMLANI Zouhour	Gastro- entérologie
EL BOUCHTI Imane	Rhumatologie	SORAA Nabila	Microbiologie - virologie
EL BOUIHI Mohamed	Stomatologie et chir maxillo faciale	TAZI Mohamed Illias	Hématologie- clinique
EL HAOUATI Rachid	Chiru Cardio vasculaire	ZAHLANE Kawtar	Microbiologie - virologie
EL HAOURY Hanane	Traumato- orthopédie A	ZAHLANE Mouna	Médecine interne
EL IDRISSE SLITINE Nadia	Pédiatrie	ZAOUI Sanaa	Pharmacologie
EL KARIMI Saloua	Cardiologie	ZIADI Amra	Anesthésie – réanimation

Professeurs Assistants

Nom et Prénom	Spécialité	Nom et Prénom	Spécialité
ABDEFETTAH Youness	Rééducation et Réhabilitation Fonctionnelle	HAZMIRI Fatima Ezzahra	Histologie – Embryologie – Cytogénétique
ABDOU Abdessamad	Chiru Cardio vasculaire	IHBIBANE fatima	Maladies Infectieuses
ABIR Badreddine	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale	JANAH Hicham	Pneumo- phtisiologie
ADARMOUCH Latifa	Médecine Communautaire (médecine préventive, santé publique et hygiène)	KADDOURI Said	Médecine interne
AIT BATAHAR Salma	Pneumo- phtisiologie	LAFFINTI Mahmoud Amine	Psychiatrie
ALAOUI Hassan	Anesthésie - Réanimation	LAHKIM Mohammed	Chirurgie générale
AMINE Abdellah	Cardiologie	LAKOUICHMI Mohammed	Stomatologie et Chirurgie maxillo faciale
ARABI Hafid	Médecine physique et réadaptation fonctionnelle	LALYA Issam	Radiothérapie
ARSALANE Adil	Chirurgie Thoracique	LOQMAN Souad	Microbiologie et toxicologie environnementale
ASSERRAJI Mohammed	Néphrologie	MAHFOUD Tarik	Oncologie médicale
BELBACHIR Anass	Anatomie- pathologique	MARGAD Omar	Traumatologie - orthopédie
BELHADJ Ayoub	Anesthésie - Réanimation	MLIHA TOUATI Mohammed	Oto-Rhino - Laryngologie
BENHADDOU Rajaa	Ophtalmologie	MOUHADI Khalid	Psychiatrie

BENJELLOUN HARZIMI Amine	Pneumo- phtisiologie	MOUHSINE Abdelilah	Radiologie
BENNAOUI Fatiha	Pédiatrie (Neonatalogie)	MOUNACH Aziza	Rhumatologie
BOUCHENTOUF Sidi Mohammed	Chirurgie générale	MOUZARI Yassine	Ophtalmologie
BOUKHRIS Jalal	Traumatologie - orthopédie	NADER Youssef	Traumatologie - orthopédie
BOUZERDA Abdelmajid	Cardiologie	NADOUR Karim	Oto-Rhino - Laryngologie
CHETOUI Abdelkhalek	Cardiologie	NAOUI Hafida	Parasitologie Mycologie
CHRAA Mohamed	Physiologie	NASSIM SABAH Taoufik	Chirurgie Réparatrice et Plastique
DAROUASSI Youssef	Oto-Rhino - Laryngologie	OUERIAGLI NABIH Fadoua	Psychiatrie
DIFFAA Azeddine	Gastro- entérologie	REBAHI Houssam	Anesthésie - Réanimation
EL HARRECH Youness	Urologie	RHARRASSI Isam	Anatomie-patologique
EL KAMOUNI Youssef	Microbiologie Virologie	SAJIAI Hafsa	Pneumo- phtisiologie
EL KHADER Ahmed	Chirurgie générale	SALAMA Tarik	Chirurgie pédiatrique
EL MEZOUARI EI Moustafa	Parasitologie Mycologie	SAOUAB Rachida	Radiologie
EL OMRANI Abdelhamid	Radiothérapie	SEDDIKI Rachid	Anesthésie - Réanimation
ELQATNI Mohamed	Médecine interne	SERGHINI Issam	Anesthésie - Réanimation
ESSADI Ismail	Oncologie Médicale	SERHANE Hind	Pneumo- phtisiologie
FAKHRI Anass	Histologie- embyologie cytogénétique	TOURABI Khalid	Chirurgie réparatrice et plastique
FDIL Naima	Chimie de Coordination Bioorganique	ZARROUKI Youssef	Anesthésie - Réanimation
FENNANE Hicham	Chirurgie Thoracique	ZEMRAOUI Nadir	Néphrologie
GHAZI Mirieme	Rhumatologie	ZIDANE Moulay Abdelfettah	Chirurgie Thoracique
GHOZLANI Imad	Rhumatologie	ZOUIZRA Zahira	Chirurgie Cardio- Vasculaire
Hammoune Nabil	Radiologie		



DEDICACES



*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...
Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude,
L'amour, le respect, la reconnaissance...
Aussi, c'est tout simplement que*



Je dédie cette thèse à ...

A MA TRÈS CHÈRE ET ADORABLE MÈRE :

MARIEM

Aucune dédicace ne saurait exprimer la profondeur de ma reconnaissance, parce que je te dois ce que je suis. Tu m'as donné la vie, tu m'as éduqué, tu m'as comblé de ton amour et de ta tendresse. Il me faudra plus que les mots pour exprimer mon amour. Tes prières et tes sacrifices m'ont comblé tout au long de mon existence. Je savais si quelque chose m'arrivait, tu seras là et toujours à mes côtés, et c'est avec ta présence et ton soutien, que j'ai dû surmonter des longues années d'étude. Je t'aime, maman, plus que tout dans ce monde.

Dans ce travail modeste que je te dédie, j'espère que tu trouveras le fruit de ton amour, de ta tendresse et de ta patience, et en ce jour, je souhaite réaliser l'un de tes rêves et que tu seras fière de moi.

A MON TRÈS CHER ET ADORABLE PÈRE :

ABDELLAH

A celui qui m'a tout donné sans compter, à celui qui m'a soutenue toute ma vie, à celui à qui je dois ce que je suis et ce que je serai. Tous les mots du monde ne sauraient exprimer l'immense amour que je te porte, ni la profonde gratitude que je te témoigne pour tous les efforts et les sacrifices que tu n'as cessé de consentir pour mon instruction et mon bien être. Ce modeste travail qui est avant tout le tien, n'est que la consécration de tes grands efforts et tes immenses sacrifices. Puisse Dieu tout puissant te préserver du mal, te combler de santé, de bonheur et t'accorder une longue et heureuse vie, afin que je puisse te rendre un minimum de ce que je te dois. Je t'aime très fort, mon très cher papa, et j'espère que tu seras toujours fier de moi.

A MES TRÈS CHÈRES Sœurs et Frère :

Mounia, Hanane, Soumaya, Achraf

Je te suis toujours reconnaissant pour votre soutien moral que vous m'avez accordé tout au long de mon parcours. Je vous dédie ce travail en témoignage de tout ce que je ressens pour vous, qu'aucun mot ne le saurait exprimer. Puissions nous rester unis dans la tendresse et fidèles à l'éducation que nous avons reçue. J'implore Dieu qu'il vous apporte tout le bonheur et toute la réussite et vous aide à réaliser tous vos rêves. Je vous adore.

A MES TRÈS CHÈRES GRANDS PARENTS
A MES COUSINS ET COUSINES, A TOUS MES ONCLES ET TANTES, A
TOUÛTE LA FAMILLE (AHL MESKA)

Vous avez toujours été avec moi, par votre esprit et votre cœur et rien ne saurait traduire le fond de mes sentiments envers vous. Que cette thèse soit pour vous le témoignage de mes sentiments les plus sincères et les plus affectueux. Je vous adore.

A MES TRÈS CHÈRES AMIS ET COLLEQUES

Aziz(Staywa), Houcine, Lahcen, abdelhadi, yassine, Rachid, Salah, Marouane, Mahmoud, Brahim (Elkibir), Amjad, Ouissal, Anas, Jamal, Abdellah (oppo), Fatima, Hamza, Mbarek, Eddalaoui, Med Salem, Majid, Safia, Rabab, Mustapha.....

A TOUS MES ENSEIGNANTS DU PRIMAIRE, SECONDAIRE, ET DE LA
FACULTÉ DE MEDECINE DE MARRAKECH

Aucune dédicace ne saurait exprimer le respect que je vous apporte de même que ma reconnaissance pour tous les sacrifices consentis pour ma formation, mon instruction et mon bien être. Puisse Dieu tout puissant vous procurer santé, bonheur et longue vie.

A TOUS CEUX QUI ME SONT CHÈRES ET QUE J'AI OMI DE LES CITER
Je vous dédie ce travail modeste.....

Cette thèse



REMERCIEMENT



A

MON MAITRE ET PRESIDENT DE THÈSE

PROFESSEUR KHALID SAIR

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous avez fait en acceptant de présider notre jury. Nous vous remercions de votre enseignement et nous vous sommes très reconnaissants de bien vouloir porter intérêt à ce travail. Nous avons bénéficié, au cours de nos études, de votre enseignement clair et précis. Votre gentillesse, vos qualités humaines, votre modestie n'ont rien d'égal que votre compétence. Veuillez trouver ici, professeur, l'expression de nos sincères remerciements.

A

MON MAITRE ET RAPPORTEUR DE THÈSE

PROFESSEUR KHALID KOULALI IDRISSE

Vous nous avez fait un grand honneur en acceptant de nous confier ce travail. Nous vous remercions de votre patience, votre disponibilité, de vos encouragements et de vos précieux conseils dans la réalisation de cette thèse.

Votre compétence, votre dynamisme et votre rigueur ont suscité en nous une grande admiration et un profond respect. Vos qualités professionnelles et humaines nous servent d'exemple.

Veuillez croire à l'expression de ma profonde reconnaissance et de mon grand respect

A

*MON MAITRE ET JUGE DE THÈSE
PROFESSEUR AMMAR HADDOU*

Votre présence au sein de notre jury constitue pour moi un grand honneur. Par votre modestie, vous m'avez montré la signification morale de notre profession. Nous vous remercions de votre enseignement et gentillesse. Qu'il me soit permis de vous présenter à travers ce travail le témoignage de mon grand respect et l'expression de ma profonde reconnaissance.

A

*MON MAITRE ET JUGE DE THÈSE
PROFESSEUR YOUSSEF QAMOUS*

Nous sommes infiniment sensibles à l'honneur que vous nous faites en acceptant de siéger parmi notre jury de thèse. Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude pour votre bienveillance et votre simplicité avec lesquelles vous nous avez accueillis. Veuillez trouver ici, cher Maître, le témoignage de notre grande estime et de notre sincère reconnaissance.

A

*MON MAITRE ET JUGE DE THÈSE
PROFESSEUR DRISS TOUITI*

Nous vous remercions de nous avoir honorés par votre présence. Nous vous remercions de votre enseignement et nous vous sommes très reconnaissants de bien vouloir porter intérêt à ce travail. Vous avez accepté aimablement de juger cette thèse. Cet honneur nous touche infiniment et nous tenons à vous exprimer notre profonde reconnaissance.

Veuillez accepter, cher maître, dans ce travail l'assurance de notre estime et notre profond respect.



ABRÉVIATIONS



liste des abréviations

AB	: Arme Blanche
ACR	: Arrêt Cardio Respiratoire
ACSOS	: Agression Cérébrale Secondaire d'Origine Systémique
ACA	: Les Antennes Chirurgicales de l'Avant
ADM	: Armes de Destruction Massive
AF	: Arme à Feu
ALR	: Analgésie Loco Régionale
ASP	: Abdomen Sans Préparation
ATLS	: Advanced Trauma Life Support
BAFTH	: Balad Air Force Theatre Hospital
BCT	: Blessure Cérébrale Traumatique
BUG	: Blessures urogénitales
CE	: Corps étranger
CITERA	: Centre d'Instruction aux Techniques de Réanimation de l'Avant
CMF	: Crânio maxillo facial
CAMU	: Capacité d'Aptitude à la Médecine d'Urgence
CASEVAC	: CASualty EVAcuation Care
CATA	: Formation de soins d'urgences en médecine de CATAstrophe
CDC	: Centers for Disease Control
CEC	: Circulation Extra Corporelle
CESU	: Centre d'Enseignement aux Soins d'Urgence
CICR	: Comité International de la Croix Rouge
EVASAN ou MEDEVAC	: Une évacuation sanitaire ou médicale
DCD	: DéCéDé
DOW	: Died Of Wound
DCR	: Damage Control Resuscitation
EEI	: Engin Explosif Improvisé
EP	: Embolie pulmonaire
EMT's	: Emergency Medical Technicians
EVA	: Echelle Visuelle Analogique
EVASAN	: EVAcuation SANitaire
EXCFVM	: Entry eXit Cavity Fracture Vital Métal body's
FAST	: Focused Assessment Sonography for Trauma
FR	: Fréquence Respiratoire
FiO2	: Fraction inspiratoire en oxygène
GCS	: Glasgow Coma Scale

GMC	: Les Groupements Médico Chirurgicaux
HEA	: HydroxyEthylAmidon
HED	: Hématome Extra Dural
HTIC	: Hypertension intra crânienne
HF	: High Frequency
HIA	: Les Hôpitaux d'Instruction des Armées
HMC	: Les Hôpitaux Médico Chirurgicaux
IOT	: Intubation Oro Trachéale
IRM	: Imagerie par Résonance Magnétique
ISR	: Induction Séquence Rapide
ISS	: Injury Severity Score
JTTR	: Joint Theater Trauma Registry
JTTS	: Joint Theater Trauma System
IV	: IntraVeineux
LCR	: Liquide Céphalo Rachidien
MI	: Membre Inférieur
MR	: Médecin Régulateur
MS	: Membre Supérieur
MESS	: Mangled Extremity Severity Score
mmHg	: millimètre de mercure
OAP	: OEdème Aigu du Poumon
OMS	: Organisation Mondial de la Santé
ORL	: Oto–Rhino–Laringologie
OEF	: Operation Enduring Freedom
OIF	: Operation Iraqi Freedom
OPEX	: Opération Extérieure
OTAN	: Organisation du Traité de l'Atlantique Nord
PAB	: Plaie par Arme Blanche
PAC	: Plaie par Arme Contondante
PAF	: Plaie par Arme à Feu
PEC	: Prise En Charge
PEP	: Pression Expiratoire Positive
PHTLS	: Pre Hospital Trauma Life Transport
PO	: Per Os
PREP	: Programme Rapide d'Echographie chez le polytraumatisé
RCP	: Réanimation Cardio Pulmonaire
RDB	: Revenu Disponible Brut
RTS	: Revised Trauma Score

RTD	: Return To Duty
SaO2	: Saturation en oxygène
SFMU	: Société Francophone de Médecine d'Urgence
SIDA	: Syndrome d'Immuno Déficience Acquise
SSH	: Sérum Salé Hypertonique
SSU	: Secours et Soins d'Urgence
SAE	: Les Evacuations Aériennes Stratégiques
SSA	: le <i>Service de santé des armées</i>
SALT	: Mass Casualty Triage Algorithm (Sort, Assess, Lifesaving Interventions, Treatment/Transport)
TA	: Tension Artérielle
TAS	: Tension Artérielle Systolique
TAE	: Les Evacuations Aériennes Tactiques
TCC	: Tactical Combat Casualty Care
TRISS	: Trauma Injury Severity Score
TVP	: Thrombose veineuse profonde
USA	: United States of America
VAS	: Voie Aérienne Supérieure
VHF	: Very High frequency
VIH	: Virus d'Immuno Déficience Humaine
VS-PEP	: Ventilation Spontanée en Pression Expiratoire Positive
ZAO	: Zone d'Accueil et d'Orientation



PLAN



I. INTRODUCTION.....	2
II. Les Armes et balistique lésionnelle.....	5
1. Présentation des armes.....	5
1.1. Définitions.....	5
1.2. Classification.....	5
a. Armes contondantes.....	5
b. Armes blanches.....	6
c. Armes de jet.....	7
d. Armes à feu.....	7
e. Armes explosives.....	19
f. Armes de destruction massive.....	21
g. Armes non létales.....	21
1.3. Aspect législatif.....	22
2. Mécanismes lésionnels des armes.....	24
2.1. Rappel énergétique.....	24
2.2. Traumatismes contondants.....	25
a. Compression et cisaillement.....	25
b. Accident de souffle, effet blast.....	26
2.3. Traumatismes perforants.....	29
a. Basse énergie.....	30
b. Haute énergie, notions de balistique lésionnelle.....	32
III. Aspects de La chirurgie de Guerre.....	44
1. GENERALITES.....	45
1.1. Les structures de soins de la chaine médicale Marocaine.....	46
1.2. Les évacuations Médicales.....	48
2. Le Triage.....	50
2.1. Définition.....	50
2.2. Historique.....	50
2.3. Quand trier.....	51
2.4. Où trier ?.....	52
2.5. Qui trier ?.....	55
2.6. Comment trier ? Les différentes classifications.....	55
a. Modalités de triage.....	55
b. Catégorisation classique SAN 101.....	56
c. Classification d'OTAN.....	59
d. SALT Triage.....	64
3. Stratégie de la prise en charge.....	66
3.1. Principes.....	66
a. Golden Hour.....	66
b. Small Volume Ressuscitation.....	67
c. Damage Control.....	68
4.Évaluation de la gravité.....	69

4.1. Bilan lésionnel.....	69
4.2. Scores.....	70
a. Critères de gravité pré hospitaliers chez le traumatisé.....	70
b. Scores nord-américains.....	71
c. Score de la Croix Rouge.....	72
5. Conditionnement, transport.....	74
5.1. Surveillance respiratoire.....	75
5.2. Surveillance circulatoire.....	75
5.3. Surveillance neurologique.....	76
5.4. Immobilisation, conditionnement.....	76
5.5. Prise en charge de la douleur.....	78
5.6. Hypothermie.....	78
6. Traitements médicaux.....	79
6.1. Prévention des infections.....	79
6.2. Traitements médicaux complémentaires.....	83
IV. Particularités et Prise en charge spécifique des lésions de chirurgie de guerre.....	85
1. Tête et cou et Moelle épinière.....	86
1.1. Crâne.....	86
1.2. Face.....	91
1.3. Oreille.....	96
1.4. Nez et Sinus de La Face.....	98
1.5. Pharynx.....	100
1.6. Larynx.....	101
1.7. Cou.....	102
1.8. Atteintes de la Moelle épinière.....	104
2. Thorax.....	107
2.1. Trajet lésionnel et atteintes prévisibles.....	107
2.2. Appareil respiratoire.....	108
2.3. Cœur.....	110
2.4. Vaisseaux.....	110
2.5. Œsophage.....	111
2.6. Diaphragme.....	112
2.7. Rachis.....	112
2.8. Paroi.....	113
3. Abdomen.....	113
3.1. Anatomie, trajet lésionnel.....	114
3.2. Lésions par traumatisme pénétrant.....	114
3.3. Lésions par traumatisme contondant.....	117
3.4. Lésions par blast.....	117
4. Lésions Uro-génitales.....	121
4.1. Rein.....	121
4.2. Urètre.....	123
4.3. Vessie.....	124
4.4. Urètre.....	125

4.5. Organes génitaux externe	125
5. Membres	126
5.1. Fractures	126
a. Prise en charge	127
b. Technique de décompression	129
c. Méthode d'immobilisation	130
5.2. Risque infectieux ; gangrène gazeuse	132
5.3. Plaies vasculaires	133
5.4. Lésions nerveuses périphériques	139
5.5. Amputation	140
5.6. Blast, pied de mine	145
6. Brûlures	147
6.1. Soins des Brûlures	151
6.2. Excision des escarres et greffe de peau	154
6.3. Brûlures au Phosphore	155
6.4. Brûlures au NAPALM	155
7. Lésions dues au Froid	156
8. L'anesthésie en chirurgie de guerre	158
CONCLUSION	160
RÉSUMÉS	162
LISTE DES FIGURES	168
BIBLIOGRAPHIE	176



THÈSE



I. INTRODUCTION

La balistique est une science multidisciplinaire vieille de plus de 500 ans. Elle englobe des phénomènes scientifiques qui s'étudient grâce à des théories rigoureuses notamment dans la balistique interne et extérieure. En effet l'étude de l'expulsion d'un projectile hors d'une arme et de sa trajectoire immédiate obéit à des lois de physique et des formules mathématiques précises.

La balistique met aussi en jeu des notions de biologie et de médecine lors de la pénétration du projectile dans un corps humain.[1]

Le traumatisme balistique est la conséquence du transfert d'énergie d'un projectile sur l'organisme. Ce traumatisme peut être pénétrant ou non.

Ces plaies par projectiles nécessitent une prise en charge particulière qui dépend à la fois des spécificités de la lésion, et aussi des possibilités techniques et logistiques offertes par le lieu de prise en charge.[2]

En effet, La chirurgie de guerre constitue une branche de la traumatologie. Elle est l'art de traiter les blessures dues au combat, dans les conditions défavorables de l'état de guerre. Tout en obéissant aux principes de base de la traumatologie, la chirurgie de guerre doit tenir compte des impératifs militaires tactiques, du nombre des blessés, du lieu où on opère, des modalités d'évacuation.

Histoire [5]

Depuis les grandes innovations techniques apparues avec la guerre franco-prussienne (1870-1871), l'évolution des projectiles et de l'armement ont été au cœur des recherches menées en chirurgie militaire. Qu'il s'agisse des travaux du Dr. Habart ou encore de ceux du français Henri Minier, les effets vulnérants des projectiles constituent un sujet de recherche majeur des traités de chirurgie militaire de la fin du 19ème siècle. Mêlant tour à tour l'expérimentation sur les matériaux biologiques – humains et animaux, les observations de terrain et les expertises médico-légales, ces écrits permettent de comprendre l'apport de la Grande Guerre à la connaissance des bilans lésionnels et des agents vulnérants. Cette communication – dont les résultats s'inscrivent dans une Habilitation à Dirigée des Recherches en préparation à l'Université d'Aix-Marseille (TELEMME, UMR 6570) sous la direction d'Anne Carol et intitulée *Évolution de l'armement, pratiques chirurgicales et expertises médico-légales pendant les conflits (1870-1945) : la naissance de la balistique lésionnelle*, s'interrogera à la fois sur les projectiles, mais aussi sur de nombreux concepts en usage en chirurgie de guerre tels que la plaie de guerre, la théorie de la balle humanitaire ou encore les apports de la radiologie à la localisation et à l'extraction des projectiles. Issue principalement de l'analyse des documents originaux de l'époque, cette étude s'interrogera également sur la contribution des chirurgiens de la Grande Guerre à l'essor de la balistique lésionnelle en tant que spécialisation chirurgicale.



*Les Armes et balistique
lésionnelle*



II. Les Armes et balistique lésionnelle

1. Présentation des armes

1.1. Définition

Une arme est un objet ou dispositif, destiné dans sa conception ou dans son utilisation à neutraliser, à blesser ou tuer un être vivant, ou à causer une destruction matérielle. [10.11]

1.2. Classification

Les armes peuvent être classées de différentes façons : par leur mécanisme d'action, par leur usage ,par leur époque, par leur degré de dangerosité...

Nous avons choisi de classer les principaux types d'armes par leur mécanisme d'action, celui-ci ayant le plus d'impact sur le mécanisme lésionnel.

a. *Armes contondantes* [12]

Une arme contondante est un objet qui blesse par écrasement des tissus sans intentionnalité de créer une plaie ouverte. [10]

Leur mécanisme d'action est très simple : l'énergie est directement transmise de l'agresseur à la victime via un objet ; ce sont les armes destinées à porter un coup provoquant un traumatisme contondant.

Leur pouvoir lésionnel est fonction de la masse de l'objet et de l'énergie cinétique qu'on lui donne. Nous détaillerons plus loin les mécanismes lésionnels par objets contondants.

On y trouve tous les types de bâtons : des gourdins les plus rudimentaires utilisés par l'homme préhistorique aux armes les plus élaborées comme le tonfa, sorte de matraque pourvue d'une poignée perpendiculaire issue des arts martiaux asiatiques et utilisée par la plupart des polices occidentales.

En fait, les objets de la vie courante, dans leur ensemble, peuvent être utilisés comme armes contondantes. L'intentionnalité de blesser transforme alors un ustensile bénin en arme

b. Armes blanches [13]

Une arme blanche est une arme munie d'une lame ou d'une pointe ; elle est perforante et/ou tranchante et n'emploie pas la force d'une explosion mais celle d'un homme ou d'un mécanisme quelconque. [10] De la pique artisanal fabriqué à partir d'une brosse à dent par les prisonniers à la baïonnette du poilu de 1914, les armes blanches sont multiples.

Citons quelques exemples :

- **Couteau** : composé d'une petite lame et d'un petit manche, ce sont des armes de combat rapproché. Mais leurs usages sont variés : cuisine, chasse, boucherie. Ils peuvent être à simple tranchant ou à double tranchant comme le poignard. Leur lame peut se rétracter, se plier.
- **Dague** : entre couteau et épée, elle était très utilisée au moyen-âge.
- **Épée** : elle est composée d'une lame droite à double tranchant en métal pourvue le cas échéant d'une gouttière (dépression longitudinale), d'une poignée et, dans certaines époques, d'une garde protégeant la main et d'un pommeau. On y trouve les fleurets, les glaives, la rapière, l'épée de cour.
- **Sabre** : sa lame est à simple tranchant généralement courbe. Il est très répandu en Asie (ciméterre, katana). La machette est souvent nommée sabre en Guyane. Utilisée pour la culture de la canne à sucre, la progression en forêt, elle se révèle être une redoutable arme.



Figure 1. Petite machette de randonnée en forêt (lame _ 40 cm). [13]

- **Hache** : avec sa lourde tête tranchante arrondie ou droite et son manche, elle décuple la force de l'utilisateur. Elle est très tôt utilisée comme arme pour la chasse ou pour la guerre.
- **Serpe** : avec sa lame courbe à tranchant concave, elle a été détournée très rapidement de son usage agricole, notamment par les asiatiques sous le nom de kusari.
- **Arme d'hast** : elle est composée d'une lame ou d'une pointe métallique fixée au bout d'un long manche, généralement en bois, appelé hampe. L'intérêt des armes d'hast est d'augmenter le moment angulaire, et donc la force du coup, qu'il soit porté d'estoc (d'avant en arrière, avec la pointe) ou de taille (avec le tranchant). Faux, lance, hallebarde, nunti japonais sont des armes d'hast.

c. Armes de jet [13]

Une arme de jet est une arme lancée à la main ou qui permet d'envoyer un projectile à distance par un mécanisme mécanique pur. Il faut noter que l'arme de jet peut désigner le projectile comme le propulseur.

À l'époque médiévale, ce type d'arme était très utilisé. Avec l'ère des armes à feu, la grande majorité de ces armes est devenue obsolète.

Font partie de ces armes : l'arc, l'arbalète, la catapulte, le lance-pierre, la fronde, le javelot, la sagaie, la sarbacane...

d. Armes à feu [13,14]

Une arme à feu est une arme permettant d'envoyer à distance des projectiles, au moyen des gaz produits par la déflagration (combustion rapide et confinée) d'un composé chimique détonnant. Depuis quelques siècles, à partir de la renaissance tardive, les armes à feu sont devenues les armes prépondérantes de l'humanité, ce qui a provoqué de profondes mutations dans l'art militaire.

Il existe de façon basique 2 types principaux d'armes à feu : **les armes légères** et **les armes lourdes**.

Les armes légères sont des armes d'un calibre assez réduit, souvent en dessous de 15 millimètres, que l'on pointe manuellement à bout de bras, à la hanche ou à l'épaule et directement sur un objectif visible.

Les armes lourdes, ou pièces d'artillerie, sont des armes plus imposantes nécessitant l'utilisation d'un support (l'affût) pour être mises en batterie. Elles peuvent peser plusieurs tonnes et avoir une portée de plusieurs dizaines de kilomètres. Leur pointage se fait souvent de façon indirecte, grâce à des observateurs avancés et par l'utilisation de coordonnées géographiques.

d.1. Les armes légères :

Les armes légères peuvent être divisées en 5 catégories : les armes de poing, et les armes d'épaule : les armes longues rayées, les fusils de chasse et autres fusils à canon lisses, les armes semi-automatiques et les armes automatiques.

Un autre moyen de classer les armes est la vitesse de leur projectile. Ainsi, on aura :

- les armes à basse vitesse (inférieur à 700 m.s) : certaines armes de poing, fusils de chasse, certaines armes automatiques ;
- les armes à haute vitesse (supérieur à 700 m.s-1) : fusils d'assaut.

d.2. Citons quelques exemples d'armes à feu légères :

- ◆ **Dans les armes de poing**, on retrouve les revolvers, les pistolets. Une arme de poing présente un encombrement et une masse réduits. Elle peut donc être portée en permanence sans trop de gêne. Mais la plupart des munitions sont peu puissantes et ces armes restent imprécises avec un tireur peu entraîné.



Figure 2. Le Smith and Wesson, modèle 629 calibre 44 magnum.

- Le **fusil d'assaut** est une arme d'épaule conçue pour les soldats. Polyvalent, il permet de tirer de façon précise, jusqu'à environ 300 mètres en mode semi-automatique, voir jusqu'à 600 mètres avec une lunette de visée; de façon moins précise, à environ 30 mètres en tir automatique. Il peut également tirer des grenades.

d.3. Kalachnikov ou L'AK-47 [147]

L'AK-47 (en russe : Автомат Калашникова, « *Avtomat Kalachnikova* » modèle 1947)¹, est un fusil d'assaut conçu par le **Soviétique Mikhaïl Kalachnikov**.

L'AK-47 est le premier modèle d'une vaste famille de fusils d'assaut, dont le modèle le plus répandu est l'AKM.

Son coût très faible, sa robustesse, sa fiabilité et sa grande facilité d'entretien le rendent extrêmement populaire, en particulier auprès des guérillas et des pays ayant peu de moyens financiers pour équiper leur infanterie. C'est également une arme produite dans de nombreux pays dotés d'une industrie d'armement, particulièrement dans les anciens pays de la zone d'influence de l'Union soviétique et du bloc de l'Est.

De toutes les armes à feu existant dans le monde à l'époque de sa création, l'AK-47 est l'une des plus fiables. En effet, une arme de ce type s'enraye rarement : dans l'eau, dans le sable, en atmosphère humide, etc. C'est la raison pour laquelle les guérilleros et autres membres de groupes armés révolutionnaires en sont munis lors de leurs missions (désert, forêt et autres endroits hostiles). Cependant, elle n'est pas à l'abri d'une usure relative à son utilisation, et nécessite tout de même un entretien, comme toutes les armes à feu.

Entre 70 et 110 millions d'exemplaires ont été fabriqués et la production des plus récents modèles continue au XXI^e siècle, ce qui fait de l'AK la série de fusils la plus répandue dans le monde.

Au début de 2012, les autorités russes ont annoncé une nouvelle version du fusil, l'AK-12.



Figure 3. L'AK-47, conçu par le Soviétique Mikhaïl Kalachnikov [147].

d.4. FN-FAL / FALO [151]

Le FN FAL est un fusil semi-automatique belge, de calibre 7,62 OTAN et produit par la société FN Herstal. « FAL » signifie « **Fusil Automatique Léger** ».

Le FN FAL se place comme une survivance du fusil semi-automatique long de la Seconde Guerre mondiale et parallèle aux fusils d'assaut qui commencent alors à se développer. C'est une version très modernisée des anciens fusils semi-automatiques.

Il connaît une très large diffusion, tout particulièrement en Afrique. Pendant la guerre froide, il est surnommé « le bras droit du monde libre ». C'est un jeu de mots (en anglais) puisque les mêmes mots signifient également « bras droit » et « arme juste » dans l'expression

d'origine « *right arm of the free world* ». Cela marquait la différence avec les deux autres armes emblématiques de cette période : l'AK-47 associé au bloc de l'Est et le M16, aux États-Unis ; les pays qui les adoptaient « choisissaient leur camp ».

Le FN FAL a aussi été développé en version full-auto pour pouvoir tirer en automatique, ce qui le rapproche alors d'un fusil d'assaut. Cette version a été très peu utilisée, le recul du 7,62 entraînant une dispersion difficile à contrôler par un soldat moyen.



Figure 4. FN FAL : un fusil semi-automatique belge, de calibre 7,62 OTAN [151]

d.5. M16 [150]

Le **M16** est le fusil d'assaut standard de l'armée américaine. Actuellement l'U.S. Army utilise la version **A4**. Il est utilisé dans plus de 81 pays.

La fiabilité et la précision de la première version étaient insuffisantes et Armalite revendit les brevets de l'arme à la firme Colt qui reçut une commande de 8 000 armes à livrer aux forces du Strategic Air Command en 1960.

Si la munition a constitué un indéniable succès, la première version du M16 (**M16A1**) présentait de nombreux défauts, sa relative complexité constituant sans doute son principal handicap. Les premiers exemplaires envoyés au Viêt Nam possédaient un cache-flammes qui dispersait une partie des gaz directement vers le sol, ce qui pouvait soulever un nuage de poussière en tir couché. Celui-ci incommodait le tireur et le rendait plus facilement repérable par l'ennemi.



Figure 5. De haut en bas : fusils M16A1, M16A2, M4A1 et M16A4. [150]

- ◆ **Les armes à air comprimé** : bien que la propulsion du projectile ne soit pas liée à une explosion mais à la pression d'air ou de CO₂, elles sont classées dans la catégorie des armes à feu. Carabine à plomb, *paint-ball*, *soft-air* sont des armes à air comprimé.

d.6. Les projectiles :

Les plus anciens projectiles utilisés étaient des boulets inertes en fonte ou en pierre. Ensuite, pour les armes de plus petit calibre, on a utilisé de la mitraille (petits morceaux de fer ou de plomb). On utilise actuellement des projectiles encapsulés dans une douille contenant à la fois la partie utile (le projectile) et celle qui assure la propulsion (mélange détonnant) ainsi qu'une amorce déclenchant cette dernière.

Une arme est donc chargée pour une munition donnée qui définit strictement sa forme et ses dimensions (calibre, mais aussi longueur et morphologie de sa douille) ainsi que sa puissance. Une munition peut être déclinée en différentes versions, avec notamment des projectiles et charges différents.

Le calibre d'un projectile est son diamètre. Il est défini en mm ou en inch. On distingue les gros calibres à partir de 9mm, les moyens calibres compris entre 9mm et 6mm, les petits calibres inférieurs à 6 mm.

La masse d'un projectile est définie en grammes "g" ou en grains "gr" (1 grain = 0,0645 grammes, 32g = 500gr).

Un projectile est composé de deux éléments : la chemise, qui est l'enveloppe externe du projectile, en alliage de cuivre ou en acier doux ; le noyau, composé d'alliage de plomb, ou composite avec des éléments métalliques noyés dans un d'alliage de plomb .

Ainsi en fonction de leur composition on distingue les projectiles :

- **Chemisé, blindé** : balle de guerre dont l'enveloppe (chemise) recouvre entièrement l'ogive. (Conforme aux conventions internationales).
- **Monobloc, intégral** : moulé ou usiné dans des alliages métalliques de laiton ou d'acier (Conforme aux conventions internationales).
- **Plomb nu** : en alliage de plomb, sans chemisage. (Non conforme aux conventions internationales).
- **Demi-blindé, semi-chemisé** : dont la chemise laisse dépasser le noyau généralement en plomb, destiné à la chasse. (Non conforme aux conventions internationales).
- **Pointe creuse** : semi-chemisé ou monobloc dont l'ogive comporte une cavité, destinée à augmenter et à accélérer l'expansion ; à l'exemple de la fameuse balle DUM-DUM (Non conforme aux conventions internationales).



Figure 6. Balle à pointe creuse avec sa douille. [147]

La forme du projectile varie également :

- **Ogivale** : forme la plus courante, schématiquement un cylindre au diamètre du calibre prolongé par un cône.
- **Bi-ogivale, arrière fuyant** : projectile ogival dont l'arrière est fuyant pour en améliorer l'aérodynamique.
- **Semi-ogivale, nez rond** : projectile composé schématiquement d'un cylindre au diamètre du calibre prolongé par une demi-sphère.
- **Cylindrique** : projectile cylindrique à face avant plate, en plomb nu, destiné au tir à la cible (impact en emporte-pièce).
- **À épaulement** : projectile schématiquement formé par deux cylindres de diamètres différents emboîtés l'un sur l'autre.
- **Nez plat, tronquée** : projectile semi-ogival dont la face avant présente une surface plate importante.

d.7. Mise en mouvement d'un projectile :

Même si ces armes peuvent prendre des aspects bien différents, leur principe de mise en mouvement du projectile reste le même :

- Le projectile est logé dans la *chambre*, au fond d'un *fût*. Entre le projectile et le fond de la chambre (la culasse), se trouve le *mélange détonnant*. La mise à feu de ce mélange déclenche une explosion. Ainsi, les gaz créés par l'explosion, en se détendant, propulsent le projectile dans le canon qui guide celui-ci de manière à lui conférer la trajectoire désirée.

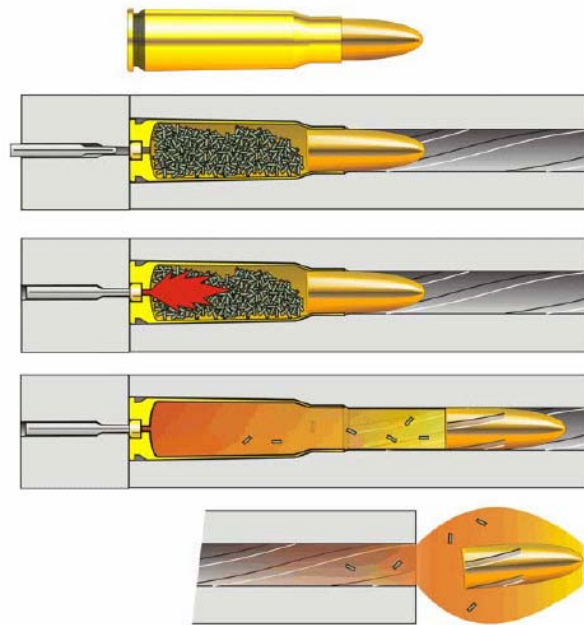


Figure 7. Mise en mouvement d'une balle.

- Le *mélange détonnant* était en premier lieu composé de poudre noire. À partir de la fin XIX^{ème} siècle, elle a été supplantée par la poudre sans fumée dont les composants chimiques sont variés. Avec les premières armes à feu, la mise à feu s'effectuait manuellement, par embrasement d'une mèche en étoupe à l'aide d'une pierre à briquet ou d'une torche. Dans les armes à feu modernes, les projectiles contiennent leur propre mélange détonnant, enfermé dans le fond d'un étui ou d'une douille. Inaccessible à une flamme nue, sa détonation est déclenchée par un choc brutal produit par un percuteur ou bien par une décharge électrique.
- Selon le type d'arme et son degré d'évolution, le *fût* comporte ou non un système permettant l'insertion du projectile autrement que par la bouche du canon, éventuellement complété par un système permettant de répéter l'opération automatiquement : fût monobloc (premiers canons, arquebuses) ; culasse amovible (canons d'artillerie, fusils de chasse) ; barillet (revolvers) : cylindre percé de part en part, chaque lumière constituant une section de chambre dans laquelle une munition est placée lors du chargement ; culasse à verrou (fusil de précision), culasse avec

mécanisme de chargement et fenêtre d'éjection, qui charge une munition (la place dans la chambre) après avoir, si nécessaire, éjecté l'étui vide de la précédente.

- Le *canon* sert à diriger et à stabiliser le projectile. Il peut être lisse ou rayé.

Dans ce dernier cas, des rainures, généralement spiralées, sillonnent l'âme du canon (la surface interne) ; ceci afin de provoquer un mouvement de rotation le long de l'axe longitudinal de la balle. Cet effet gyroscopique stabilise la trajectoire aérienne de la balle.



Figure 8. Différents types de munitions. [147]

Certaines armes utilisent des munitions à projectiles multiples. Les plus courantes sont les fusils de chasse, mais certains fusils à pompe, les armes de poing à grenailles utilisent également ce type de munition.

Ces munitions sont constituées d'un étui (corps en papier ou en plastique), d'un culot en laiton mince ou en acier cuivré, d'une amorce, d'un mélange explosif, d'une bourre en carton ou en matière composite (formant différents systèmes d'amortisseurs ou de pistons) et de la charge de projectiles (plombs de diamètre compris entre 1 et 5 mm, ou des chevrotines de diamètre compris entre 6 et 9 mm).

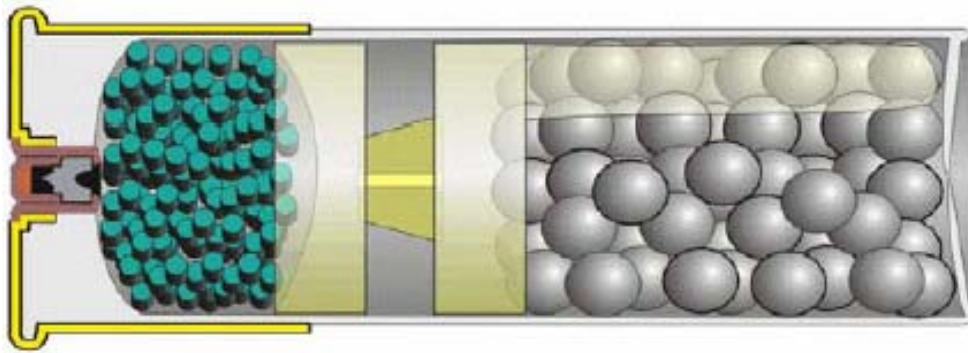


Figure 9. Munition de chasse.

Il existe beaucoup d'autres types de munitions. Citons :

- **Les munitions à sabot** : une balle en tungstène est enchâssée dans un étui (sabot) en plastique permettant d'augmenter la vitesse de la balle jusqu'à 1 200 m/sec, acquérant ainsi un pouvoir perforant tel qu'elle peut traverser un blindage.
- **La munition de type Glazer**, chargée avec une balle composée d'une chemise de cuivre contenant de nombreux petits projectiles de plomb, à la place du noyau de plomb compact traditionnel, obturée par un bouchon de téflon. En pénétrant dans l'objectif, les projectiles de plomb forcent le bouchon de téflon et émergent du blindage en éventail produisant une blessure de type blessure par arme de chasse.
- **Les munitions explosives** : un trou est percé au sommet de la balle permettant l'insertion d'un cylindre d'aluminium. Le cylindre est rempli avec un mélange explosif et scellé à son extrémité.
- **Les munitions à balles multiples** qui sont chargées de plus d'une balle par douille.
- **Les munitions KTW** de type perforante en alliage de tungstène et de téflon capable de traverser les gilets pare-balles.
- **Les munitions à fléchettes**, 12 petites fléchettes à ailettes sont contenues dans une douille équivalente à une cartouche de chasse.

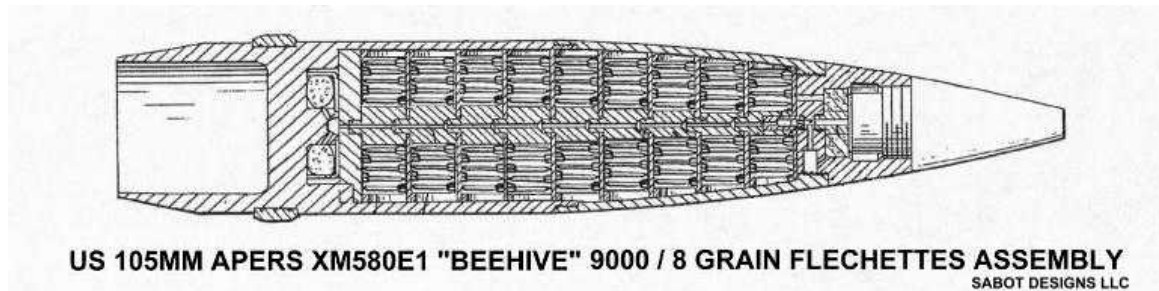


Figure 10. Munition à fléchettes

- *Les munitions d'entraînement* avec des balles en plastiques

d.8. Les armes lourdes

Le *canon* est l'arme lourde par excellence. Il fut longtemps chargé laborieusement par la gueule et tirait, alors à assez courte distance, des boulets inertes destinés à ébranler les murs ou portes des forteresses, ou encore les coques et les superstructures des navires.

Ils ont très fortement évolué durant les 2 derniers siècles, tirant désormais des obus de différentes natures : explosifs, perforants, incendiaires, chimiques, toujours plus loin et toujours plus vite.

La *mitrailleuse lourde* est une pièce d'artillerie. Elle permet un tir nourri à longue et à courte portée. Elle est généralement pourvue de 2 canons interchangeables, l'un pour tirer pendant que l'autre refroidit. Par convention, est appelé mitrailleuse un calibre inférieur à 20 mm, tandis que les canons emploient un calibre supérieur ou égal à 20 mm.

Le *mortier* est une pièce d'artillerie dont le calibre varie entre 45 mm et 81 mm pour les armes portables, et atteint 160 mm pour les armes plus lourdes. Il fonctionne selon le principe du tir indirect. Les projectiles sont tirés vers le ciel et retombent verticalement sur leur cible, ce qui permet de bombarder une cible pardessus un obstacle.

Le *lance-flamme* est une arme incendiaire apparue au cours de la Première Guerre mondiale. Portée par un soldat ou montée sur un véhicule, c'est une arme particulièrement cruelle utilisée à courte portée contre des fortifications, des tunnels ou des zones herbeuses dans lesquelles des soldats ennemis sont susceptibles de se cacher. Le lance-flamme est désormais interdit par les conventions en vigueur. Les armes incendiaires se présentent en tout

état de cause de plus en plus comme des munitions spécifiques : grenades, roquettes, bombes, obus... qui permettent un tir à distance.

e. Armes explosives [13] :

Un explosif est un composé chimique, défini ou un mélange de corps, susceptible, lors de leur transformation, de dégager, en un temps relativement court, un grand volume de gaz porté à haute température.

De cela résulte la création d'un front d'onde de pression. La vitesse de ce front d'onde détermine la classification des explosifs. Il existe 2 grands groupe d'explosifs :

- Les poudres sont conçues pour un régime de déflagration, c'est-à-dire une onde subsonique ($10 \text{ à } 400 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$).
- Les explosifs progressifs sont entre les Brisants et les poudres. Ils suivent le régime de détonation supersonique ($2\,000 \text{ à } 3\,500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Les explosifs Brisants, qui détonnent également ($4\,000 \text{ à } 9\,000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$).

Bombes à sous-munitions, grenades, mines anti-personnelles, missiles, sont des armes explosives. Leur pouvoir lésionnel et leur charge en explosif sont fonction de leur cible. Ainsi, une mine anti-personnelle est appelée « arme de défense passive » et est destinée à mutiler un soldat plus qu'à le tuer.



Figure 11. les différents types des mines antipersonnel



Figure 12. les différents types de grenades à main



Figure 13. une bombe larguée par avion ,remontant a la 2ème guerre mondiale .

f. Armes de destruction massive :

Les armes de destruction massive (ADM) sont des armes conçues pour tuer une grande quantité de personnes, en visant aussi bien les civils que les militaires. Elles sont regroupées sous le sigle NRBC pour nucléaire, radiologique, biologique, chimique, c'est-à-dire se référant à leur nature propre plutôt qu'à leur pouvoir de destruction comme critère de définition.

g. Armes non létales [13, 15] :

Une arme non létale, également appelée sub-létale ou incapacitante, est une arme conçue pour que la cible ne soit pas tuée ou blessée lourdement. Ce type d'arme est principalement utilisé pour le maintien de l'ordre (dispersion d'émeutes) et l'autodéfense.

On regroupe sous ce nom les armes qui n'ont pas vocation à provoquer un traumatisme perforant. Elles ont un objectif de neutralisation : faire cesser immédiatement la menace, tout en étant incapable de donner la mort. Ainsi le terme non-létal est associé aux armes qui n'ont pas de pouvoir pénétrant dans les conditions d'usage préconisées par le fabricant. Cependant, le pouvoir lésionnel n'est pas uniquement lié au pouvoir pénétrant, et l'usage de ces armes peut sortir du cadre préconisé devenant ainsi bien plus létales que prévues.

Leurs mécanismes de fonctionnement sont variés :

- Le **Flash Ball** est un fusil à canon basculant dont le projectile est une grosse balle de mousse. Sa distance de tir doit être supérieure à 10 mètres. D'autres fusils permettent de tirer des projectiles non pénétrants comme des cylindres en plastiques, des sacs remplis de plombs...
- Le très médiatisé **Air Taser** est une arme de poing qui projettent 2 crochets reliés à 2 fils permettant de délivrer une décharge électrique *neutralisante* de 50 000 volts à une victime se situant jusqu'à 5 mètres. Son utilisation est compatible avec le port d'un *pacemaker*. Aucun décès ne lui serait attribué avec certitude.

D'autres armes de contact utilisent une décharge électrique dans un but neutralisant.

- **Les gaz lacrymogènes ou paralysants** se présentent généralement sous la forme de bombe de contact ou en grenade. Ils aveuglent la victime et entraînent des irritations des muqueuses mais peuvent provoquer également des réactions allergiques. La détonation des grenades, bien que de faible intensité, pourrait toutefois provoquer des lésions chez une personne qui la tiendrait en main au moment de l'explosion.

- **Les canons à eau**, destinés à maintenir à distance une foule compacte, envoient un jet d'eau à haute pression.

1.3. Aspect législatif

Le *Dahir du 31 Mars 1937* définit une arme :

[Est une arme tout objet conçu pour tuer ou blesser]

a. Le port et la détention d'armes (Dahir du 31 Mars 1937) :

Le port et la détention d'armes (Dahir du 31 Mars 1937) sont soumis aux restrictions suivantes:

- l'exigence d'un permis de port d'armes pour toute personne devant porter une arme apparente ou non .Ce permis, qui est strictement personnel, révocable et renouvelable. Annuellement, ne peut être accordé aux mineurs entre 17 et 21 ans, que pour des armes de chasse et sur demande de leur représentant légal.
- L'exigence d'un permis spécial pour les armes autres que de chasse. Spécifiant la nature et les caractéristiques de l'arme.
- L'obligation pour toute personne pénétrant au territoire marocain, munie d'une arme, de se conformer, dès son arrivée, aux dispositions légales prévues. Cette obligation concerne aussi bien les dispositions légales que réglementaires (notamment l'obligation du dépôt de la déclaration en douane et la production de l'autorisation requise en la matière).
- l'interdiction de détention d'armes à domicile aux personnes non munies de permis de port d'armes ou à défaut d'une autorisation spéciale dite permis de détention d'armes à domicile qui spécifie le nombre et la nature des armes que son titulaire est autorisé à détenir .
- L'obligation pour tout détenteur d'un permis de port ou de détention d'armes non apparentes qui s'absente temporairement du Royaume pour un délai supérieur à un

mois de déposer avant son départ .les armes dont il est régulièrement détenteur auprès des services de la Sureté Nationale ou de la Gendarmerie Royale ou ,à défaut, auprès de l'autorité locale de contrôle.

- l'exclusion du droit d'avoir en dépôt de porter ou de détenir des armes.
- les individus condamnés pour crime de droit commun .les individus condamnés pour délit à une peine d'emprisonnement supérieur à un an .les interdits et les mineurs de moins de 17 ans
- l'astreinte des personnes qui ,en raison de leur qualité ou de leurs fonctions, doivent posséder des armes réglementaires , à ne pas les porter en dehors des nécessités de service ou des cas prévus par les règlements en vigueur.

b. Le commerce d'armes :

- Le commerce des armes de guerre est interdit.
- Le commerce des armes autre que les armes de guerre est subordonné à la délivrance d'une licence délivrée par le Directeur Général de la Sureté Nationale

c. Le stockage :

- Les dépôts d'armes et de munitions sont définis, respectivement, comme la détention groupée et permanente, dans les mêmes locaux, de plus de trois armes et de plus de 500 cartouches ou de fournitures que nécessite leur fabrication.
- il est interdit aux particuliers non autorisés à en faire le commerce .de constituer un dépôts d'armes ou des munitions
- les caractéristiques et les qualités des armes et des munitions autorisées au stockage sans clairement définies

d. L'importation :

- l'importation des armes de guerre est formellement interdite les armes;

- les armes de chasse et leurs munitions peuvent être importées après obtention d'une licence délivrée par la Direction Générale de la Sureté Nationale
- la délivrance de la licence d'importation des armes et des munitions nécessite des conditions et des documents très précis.
- les caractéristiques et les quantités des armes et des munitions autorisées à l'importation sont clairement spécifiées.
- l'importation doit obligatoirement être effectuée à travers les bureaux de douane des postes frontières après accomplissement des formalités requises, notamment, la production de l'autorisation de la Direction Générale de la Sécurité Nationale ou de ses services locaux.

2. Mécanismes lésionnels des armes :

2.1. Rappel énergétique [12]

L'énergie cinétique d'un objet est fonction de sa masse et de sa vitesse selon la relation suivante :

$$E = \frac{1}{2} MV^2$$

E : énergie cinétique en joule, M : masse en kg, V : vitesse en m/s

La loi de conservation de l'énergie nous dit que l'énergie ne peut ni être créée, ni détruite, mais est transmise sous la même forme ou transformée. Ainsi, l'énergie cinétique d'un objet qui percute une surface est transmise partiellement à cette surface, et est transformée partiellement en énergie thermique. La concentration de cette énergie est fonction de la surface d'impact des 2 corps : plus la surface d'impact est grande, plus les forces, qui découlent du transfert d'énergie, sont dispersées ; plus elle est petite, plus ces forces sont concentrées.

Dans le cas de l'impact entre un objet et un tissu vivant, il est important de prendre en compte l'élasticité et la densité de ce tissu. Les forces qui résultent de l'impact et le transfert

d'énergie qui en découlent, seront multidirectionnelles et solliciteront le tissu dans différentes directions. Les conséquences sur le tissu seront fonction de son élasticité, c'est-à-dire de sa capacité à retrouver sa forme initiale, elle même fonction de sa densité.

Nous verrons pour chaque type de mécanisme lésionnel les implications de ces notions physiques.

2.2. Traumatismes contondants :

a. Compression et cisaillement

Dans ce cadre on distingue 2 types de lésions : celles provoquées par choc direct ou par compression, et celles provoquées par décélération/accélération ou par cisaillement. [12, 16]

- ✓ Le mécanisme de compression est le plus impliqué dans les traumatismes par arme contondante.

Les lésions du tissu seront fonction de l'énergie cinétique initiale de l'objet contondant, de la surface de tissu touché, de son élasticité.

Ainsi, on assistera surtout à des lésions pariétales. Les plaies cutanées observées sont dites par éclatement. Elles sont souvent délabrées. Les lésions des organes internes sont fonction de l'élasticité des différents tissus, ainsi, dans un traumatisme thoracique, on observera plus facilement un volet thoracique chez le sujet âgé au thorax rigide, et une contusion pulmonaire chez le sujet jeune au thorax souple. [16]

- ✓ Le mécanisme de cisaillement est lié à l'accélération ou la décélération d'un organe. En effet chaque organe ayant une densité propre, la force appliquée à cet organe est proportionnelle à sa masse ($E = \frac{1}{2} MV^2$). Ainsi, les organes pleins, plus denses, auront tendance à s'arracher de leurs attaches anatomiques. Ce phénomène est surtout constaté dans les traumatismes par haute vitesse, mais il doit aussi être pris en compte dans les traumatismes par armes et notamment par accident de souffle. [12,16]

Ces traumatismes contondants sont évidemment observés avec les armes contondantes ou des objets utilisés tels. C'est aussi le mécanisme lésionnel privilégié de certaines armes, dites

non létales, qui tirent des projectiles non-pénétrants : balles de mousse (Flashball), tubes plastiques (Riot-Gun), sachets remplis de plombs (Bean Bag), balles en caoutchouc. [15]

b. Accident de souffle, effet blast

L'accident de souffle est l'ensemble des processus pathologiques induisant des lésions à un organisme soumis à l'onde de choc d'une explosion.

Les accidents de souffle entraînent des lésions de 4 ordres : les lésions primaires, secondaires, tertiaires et quaternaires. [17-19]

b.1. Les lésions primaires

Ce sont celles du blast à proprement parler. Elles sont liées à l'onde de pression ou onde de choc générée par l'explosion. Cette onde de pression statique comporte une première onde de pression positive, brève et de grande amplitude, pathogène, suivie par une onde de pression négative, ayant peu d'importance physiopathologique.

L'onde de pression est caractérisée par la variation de pression maximum (ΔP) en kiloPascal, le temps d'ascension de la pression (ΔT) en seconde, et le temps de pression positive (T_{pos}) en seconde. Il y a effet blast quand ΔP est supérieur 100 kPa, ΔT est inférieur à 1 seconde et T_{pos} également.[29]

Ces paramètres constituent un seuil lésionnel.

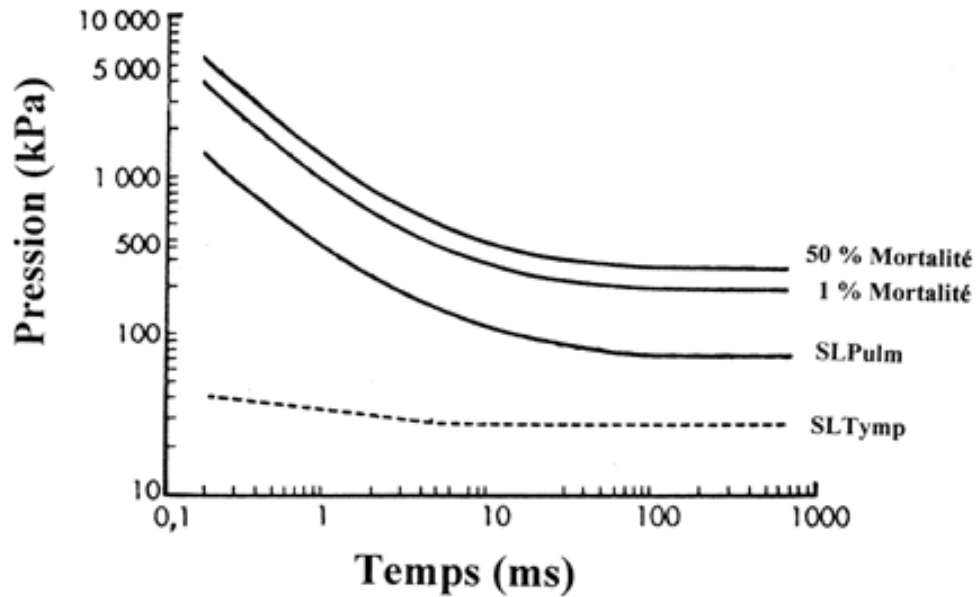


Figure 14. Estimation des seuils lésionnels du *blast* chez l'homme en fonction du gradient de pression et de la durée de l'onde de pression.

SLPulm : seuil lésionnel pulmonaire ; SLTymp : seuil lésionnel tympanique.

D'après Phillips. [20]

Selon le milieu ambiant au sein duquel se propage l'onde de pression, on distingue :

- **Le *blast* aérien.** Il est caractérisé par une onde de pression qui se déplace à la vitesse du son et s'amortit rapidement. Ainsi, la distance de la victime à la source explosive devient un facteur déterminant des lésions et de leur gravité avec l'impression d'une loi de « tout ou rien ». [17]
- **Le *blast* liquidien.** Du fait du caractère incompressible du milieu liquidien, l'onde de pression comporte une succession d'ondes positives, se propageant à une vitesse de l'ordre de 1 500 m.s⁻¹, vitesse de propagation du son dans l'eau. Ainsi, le rayon léthal est 3 fois supérieur à celui d'un *blast* aérien.

Par contre, les parties émergées de la victime sont généralement indemnes, car l'onde de pression ne traverse pratiquement pas l'interface eau-air. Le *blast* liquidien se caractérise également par une très grande fréquence des lésions abdominales digestives. [17]

- **Le blast solidien.** L'onde de pression est transmise par un matériau solide et incompressible au contact de la victime avec une vitesse considérable (jusqu'à 5000 m.s⁻¹). Le *blast* solidien se caractérise par des lésions osseuses et vasculo-nerveuses prédominantes. Le pied de mine, le choc de pont sur un navire constituent des exemples militaires de *blast* solidien. [17]

Enfin, l'explosion dans un espace clos majeure de manière importante les lésions de *blast*. [21]

Cette onde de pression entraîne des lésions par 2 mécanismes principaux:

- **Premièrement**, la variation brutale de pression est transmise aux volumes gazeux enclos, provoquant une compression, puis une décompression brutale responsables de ruptures pariétales. C'est ce mécanisme qui est spécifique des accidents de souffle : le *blast*. Les organes comportant des volumes gazeux enclos sont donc des cibles privilégiées de celui-ci ; avec par ordre croissant de seuil lésionnel : l'oreille, le poumon et le larynx, et les intestins. [17-19] C'est aussi ce mécanisme qui expliquerait la plupart des fractures et notamment au niveau diaphysaire [22].
- **Deuxièmement**, l'accélération brutale, appliquée aux tissus et aux organes, est responsable d'une force engendrant des traumatismes similaires aux traumatismes contondants avec leurs 2 composantes : compression et cisaillement. [17]

b.2. Les lésions secondaires

Elles sont liées à l'onde de pression dynamique qui suit et qui projette différents débris. [17]

Les lésions constatées sont donc variées et fonctions de la vitesse et de la nature des projectiles, ces 2 facteurs définissant des traumatismes contondants ou perforants. On observe de simples contusions par pierre, des écrasements par objets lourds, de multiples lacérations, voire des polycrèvements par pointes, comme dans le cas des bombes artisanales à base de bouteille de gaz et de clous. Dans cet exemple, le pouvoir lésionnel recherché est bien par lésions secondaires et permet un rayon vulnérant étendu. [23]

La majorité des victimes d'une explosion sont atteintes par ce type de lésions.

b.3. Les lésions tertiaires

Elles sont liées à la projection de la victime. Elles ne sont pas spécifiques et sont comparables à celles liées à un traumatisme par haute vitesse. Là encore le mécanisme lésionnel est de type contondant (*cf. chapitre II.2.2.1*).

b.4. Les lésions quaternaires

Elles comprennent les brûlures thermiques, les lésions d'irradiation, l'inhalation, l'ensevelissement. Elles sont variées et fonction du type d'agent explosif et des circonstances. [17]



Figure 15. Les 3 phases d'une explosion et leurs lésions. [12]

Le patient *blasté* est donc souvent un patient polytraumatisé, avec des lésions souvent évidentes – secondaires, tertiaires, quaternaires – mais aussi d'autres, notamment primaires, plus méconnues.

Sa prise en charge peut donc être délicate et doit faire l'objet d'une attention particulière. [17]

2.3. Traumatismes perforants

Les mécanismes de perforations sont régis par les mêmes lois physiques que vues précédemment. La différence réside dans le fait que l'énergie cinétique de l'objet est concentrée

sur une surface beaucoup plus petite. Ceci a pour conséquence une effraction des tissus rencontrés et donc une pénétration de ceux-ci et des tissus sous-jacents.

Cette énergie cinétique ne se perd pas mais se transmet. Ainsi, les lésions tissulaires sont directement en relation avec la quantité d'énergie transmise. [12]

a. 1 Basse énergie

Les traumatismes perforants à basse énergie sont causés par les armes blanches. C'est sur la pointe ou le tranchant qu'est concentrée l'énergie. Plus cette *surface* est petite, moins la perforation/l'effraction des tissus nécessite d'énergie. En d'autres termes, plus la lame ou la pointe est aiguisée, plus elle est tranchante ou perforante.

L'orifice d'entrée reproduit, plus ou moins, la forme de l'agent vulnérant.

Ainsi la *plaie par couteau* ressemble à une fente dont un angle est aigu, correspondant à la lame, et l'autre est plus arrondi, correspondant au dos de la lame.

Les bords de la plaie sont nets, symétriques. Les 2 angles de la fente de la plaie par poignard sont, par contre, aigus (les 2 bords étant tranchants).

Étant propulsés à basse vitesse, et de faible masse, les couteaux et autres lames ont une portée lésionnelle limitée à leur longueur. Leur trajet détermine un tunnel lésionnel dans lequel tous les organes rencontrés peuvent être lésés. [12]

Cependant, ce tunnel lésionnel peut être plus long que la longueur de l'arme par phénomène de *recul*. Du fait de l'élasticité de la surface cutanée, et si l'agresseur applique une force suffisamment importante, la pointe de la lame peut aller plus loin que la longueur de la lame. Elle lèse ainsi un organe noble situé à distance du trajet théorique de l'arme.

De plus, si après pénétration la lame subit un mouvement, le tunnel lésionnel est élargi et prend la forme d'un cône d'attrition. (16)

L'orifice d'entrée de la lame ne permet pas de prévoir son trajet. Les hommes auraient tendance à frapper de bas en haut alors que les femmes de haut en bas [12]. Ainsi, une plaie en

région précordiale peut cacher une atteinte pulmonaire, cardiaque mais aussi diaphragmatique et digestive, et une plaie en région cervicale peut également faire suspecter une atteinte pulmonaire.

Donc une plaie d'entrée de petite taille ne présage pas de l'étendue lésionnelle interne.



Figure 16. Radiographie thoracique avec aspect faussement rassurant d'une plaie par couteau avec effet recul. Le patient présente en fait un hémopéricarde. [12]

Les *objets tranchants* comme les sabres, les machettes ou les haches sont régis par les mêmes règles physiques. Leur surface plus longue et leur masse plus importante les destinent à trancher plus qu'à perforer.

Les plaies sont linéaires, allongées, aux bords réguliers. L'extrémité de la plaie est en pente douce, souvent prolongée par une érosion épidermique linéaire, voire des estafilades. Ces caractéristiques permettent de donner une indication sur l'orientation des coups et la position relative de l'agresseur par rapport à la victime.

Les plaies peuvent aussi prendre une forme de demi-lune si le coup a été porté de manière oblique sur une surface arrondie (membre). La berge distale, par rapport au sens du coup, a tendance à se rétracter et laisse à nu les tissus sous-cutanés.



Figure 17. Plaie par machette au niveau du poignet gauche en forme de demi-lune. [12]

b. Haute énergie, notions de balistique lésionnelle

Les traumatismes perforants à haute énergie sont l'apanage des armes à feu mais aussi des éclats d'explosif ou de tout autre objet propulsé à haute vitesse. [10].

On distingue :

- *La balistique proximale, interne ou initiale*, qui correspond aux phénomènes qui régissent le projectile de l'inflammation de l'amorce à la sortie du canon.
- *La balistique intermédiaire ou de vol*, qui analyse le comportement de la balle de la bouche du canon à la cible.
- *La balistique terminale, d'effet ou lésionnelle*, qui décrit les interactions théoriques entre le projectile et la cible spécifique qu'est le corps humain. En analysant les modes possibles de transfert énergétique, elle extrapole les lésions probables. [14, 15]

b.1. Perte d'énergie cinétique

La gravité d'une blessure est directement reliée à la quantité d'énergie cinétique perdue dans le tissu et non à l'énergie totale transportée par la balle. Si une balle pénètre un corps – c'est-à-dire ne ressort pas –, toute son énergie cinétique aura été utilisée dans la formation de la blessure.

D'un autre côté, si la balle traverse un corps – c'est-à-dire ressort de l'autre côté –, une partie seulement de l'énergie est utilisée dans la formation de la blessure.

C'est ainsi qu'une balle A possédant 2 fois plus d'énergie cinétique qu'une balle B peut produire une blessure moins sévère que B, parce que A traverse le corps alors que B ne le fait pas. [14]

La quantité d'énergie cinétique perdue par une balle dépend de 4 facteurs principaux [14]:

- **Le premier** est constitué par la *quantité d'énergie cinétique initiale* possédée par la balle au moment de l'impact. Ceci a déjà été décrit et dépend de la vitesse et de la masse de la balle.
- **Le second facteur** est l'*angle de lacet* de la balle au moment de l'impact. L'angle de lacet (embarquée) de la balle se définit comme étant le déport du grand axe de la balle par rapport à la ligne de trajectoire.

Quand une balle est tirée à partir d'un canon rayé, le rainurage communique à la balle un mouvement rotatoire gyroscopique. Le but de cette rotation est de stabiliser la trajectoire aérienne de la balle.



Figure 18. Rotation d'une balle

Ainsi, au moment où la balle quitte le canon, elle tourne autour de son grand axe, lequel correspond par conséquent à la ligne de tir. Cependant, dès que la balle quitte le canon, elle

commence à osciller ou à être soumise à un mouvement de lacet. L'importance du mouvement de lacet d'une balle dépend des caractéristiques physiques de la balle ainsi que du rayon de spirale du rainurage du canon et de la densité de l'air.



Figure 19. Oscillation d'une balle.

Au fur et à mesure que la balle s'éloigne de la bouche du canon, le maximum d'amplitude d'oscillation (le degré de l'angle de lacet) décroît de plus en plus. Cette stabilisation de la balle au fur et à mesure qu'augmente la portée explique l'observation faite que les blessures rapprochées sont souvent plus destructives que les blessures à distance. Ceci explique également le fait qu'une balle d'arme rayée pénètre plus profondément à 100 mètres qu'à 10 mètres.

Quoique la rotation de la balle autour de son axe soit suffisante pour stabiliser la balle dans l'air, elle reste insuffisante pour stabiliser la balle quand elle pénètre dans un milieu plus dense. Ainsi, aussitôt que la balle pénètre dans le corps, elle commence à osciller. Quand la balle commence à osciller, sa section frontale devient plus grande, la force de freinage augmente, et une plus grande quantité d'énergie cinétique est perdue. Si la trajectoire à travers le tissu est assez longue, le mouvement de lacet augmente à un degré tel que la balle devient complètement instable et peut basculer tête-bêche à travers le tissu.

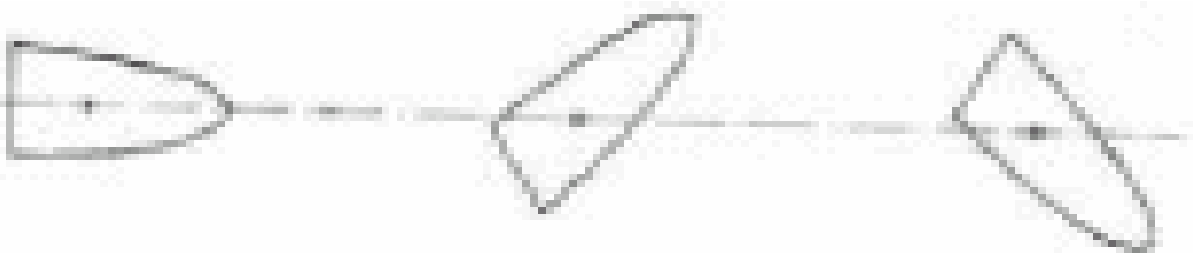


Figure 20. Basculement d'une balle.

L'augmentation soudaine de la force de résistance ou du mouvement de lacet fait subir à la balle une telle force qu'elle peut se briser.

- **Le troisième facteur** qui influence la quantité d'énergie cinétique perdue dans le corps est l'ensemble des *caractéristiques de la balle* elle-même : son calibre, sa forme et sa composition.

L'aérodynamisme de la balle détermine la pénétration de la balle au sein des tissus et la résistance qui en découle, source de transfert d'énergie. Ainsi, les balles à pointe mousse, étant moins aérodynamiques que les balles pointues, sont plus freinées par le tissu et par là perdent une plus grande quantité d'énergie cinétique.

Mais la forme de la balle ainsi que sa structure – présence ou absence de jaquette de blindage ; longueur ; épaisseur ; dureté du plomb utilisé dans la balle ; présence d'une pointe creuse – influencent également le degré de déformation de la balle et donc sa pénétration. Les balles expansives qui *s'ouvrent* dans le tissu sont davantage freinées que les balles carénées par une jaquette métallique de blindage, lequel résiste à la force d'expansion, et ne perdent qu'un minimum d'énergie cinétique lors de leur passage à travers le corps.

Les balles à pointe mousse, à pointe creuse et à percussion centrale d'armes rayées longues tendent non seulement à l'expansion en traversant le corps, mais aussi à se fragmenter. Cette fragmentation se produit, qu'il y ait ou non percussion d'un os. Les fragments de plomb issus de la masse principale de la balle se comportent comme des projectiles secondaires, entrant en contact avec de plus en plus de tissu et augmentant la taille de la cavité de la blessure et ainsi la gravité de cette dernière. La fragmentation des projectiles doit être mise en relation avec leur vitesse.

- **Le quatrième facteur** qui détermine la quantité d'énergie cinétique perdue par une balle est l'ensemble des caractéristiques du tissu : densité, épaisseur et élasticité. Plus grande est la densité du tissu perforé, plus le freinage est grand et plus importante est la perte d'énergie cinétique. Une densité plus grande augmente le mouvement de lacet aussi bien qu'elle ralentit la période du mouvement

gyroscopique. Cette augmentation du mouvement de lacet et le ralentissement du mouvement gyroscopique conduisent à un freinage plus important et à une perte accrue d'énergie cinétique.

b.2. Phénomènes d'ondes

Ces phénomènes d'ondes ont été mis en évidence par Harvey en 1948 [24].

Ils sont créés par les projectiles à vitesse moyenne ou à vitesse élevée. Bien que leur réel pouvoir lésionnel soit contesté [25], ils méritent d'être décrits ici.

Une première onde sonore précède le projectile. Elle ne serait pas directement vulnérante.

Une deuxième, dite « **onde de choc** », correspond à la pénétration du projectile dans un milieu plus dense que l'air. Elle entraîne un étirement des tissus.

Ce repoussement des tissus se fait de manière ondulatoire en fonction de l'élasticité des différents tissus et de leur capacité à reprendre leur forme initiale. Cela peut entraîner des ruptures tissulaires par transmissions de pressions à distance du trajet de la balle.

b.3. Constitution du canal vulnérant [15 23, 26]

Suivant les mécanismes physiques décrits précédemment, la pénétration d'un projectile se déroule en 3 phases. Ces 3 phases ont pu être mises en évidence par des modélisations expérimentales avec des tirs sur des blocs de gélatine.

- **L'entrée ou le neck** : c'est le point initial de pénétration du projectile. Son diamètre correspond approximativement à la section du projectile. La plaie cutanée correspondante est donc généralement circulaire, avec des petites déchirures et des lacérations sur la périphérie.

La longueur du canal, du *neck* proprement dit, est variable en fonction du calibre et de la structure du projectile.

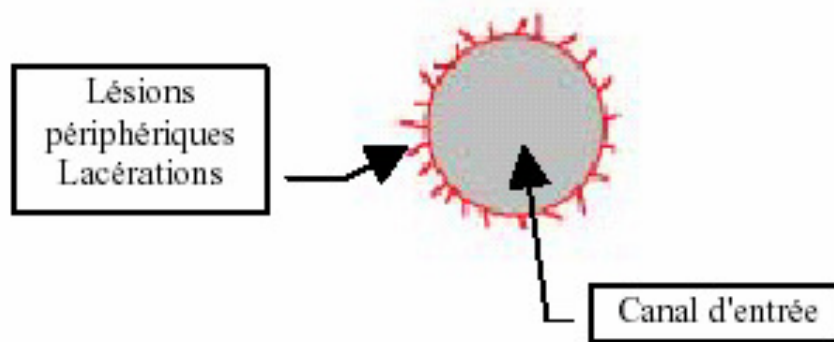


Figure 21. Entrée.

- **La bulle** : elle est composée de la cavité temporaire et de la cavité résiduelle. C'est la zone où le projectile produit ses effets maximaux. C'est dans cette zone que le projectile déchire et repousse au maximum les tissus, bascule spontanément, s'expansé, ou se désintègre. Là aussi sa longueur et son diamètre sont en fonction du calibre et de la structure du projectile.

Elle se décompose en 2 parties :

- Le stretch ou la cavité résiduelle ou encore la cavité permanente : c'est la zone lésée, le canal vulnérant proprement dit. Dans cette zone, les tissus sont étirés à la limite de leur élasticité et se déchirent ou explosent. Les lésions qui en découlent sont irréversibles. C'est cette cavité résiduelle qui correspond aux dégâts objectifs et permanents – le fameux *cône d'attrition*.
- Le cruch ou la cavité temporaire : c'est la zone périphérique située autour du *stretch*. C'est une zone de compression, correspondant à la limite des dilatations induites par la surpression. Les tissus rejetés violemment hors du trajet de la balle déterminent une cavité temporaire subissant une série de pulsations avant de finalement disparaître. Les dégâts anatomiques dans cette zone seront donc principalement fonction des capacités d'absorption des tissus et de leur élasticité. On conçoit donc la possibilité de lésions à distances si le point de rupture au cisaillement est atteint.

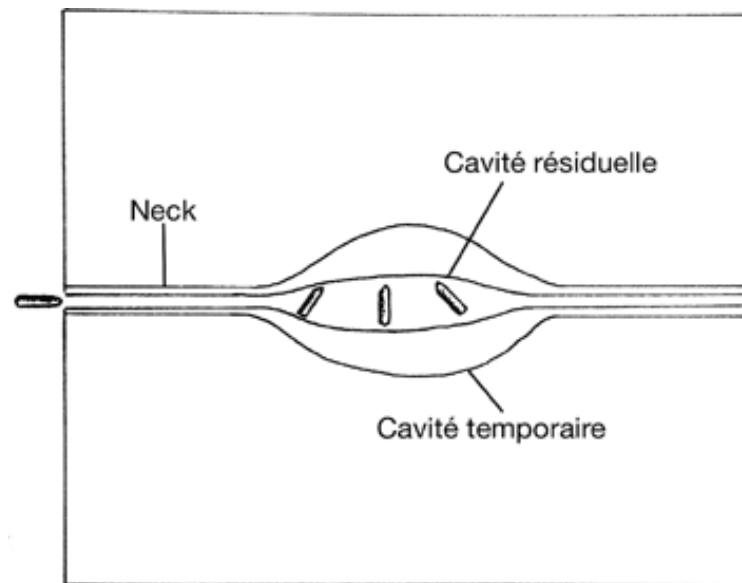


Figure 22. Canal vulnérant d'une balle. [15]

En cas d'éclatement du projectile, de projections de débris et d'esquilles d'os, le canal vulnérant principal est bordé par des canaux vulnérants annexes qui suivent le même axe de progression. Ces canaux ont un *stretch* de la section de l'éclat, et le *crush* est réduit, mais ils peuvent atteindre un organe vital non situé dans l'axe principal. Dans ce cas de figure, le canal vulnérant est dit « en poulpe », car celui-ci prend la forme schématique d'un corps ovale de poulpe prolongé par des tentacules (canaux annexes).

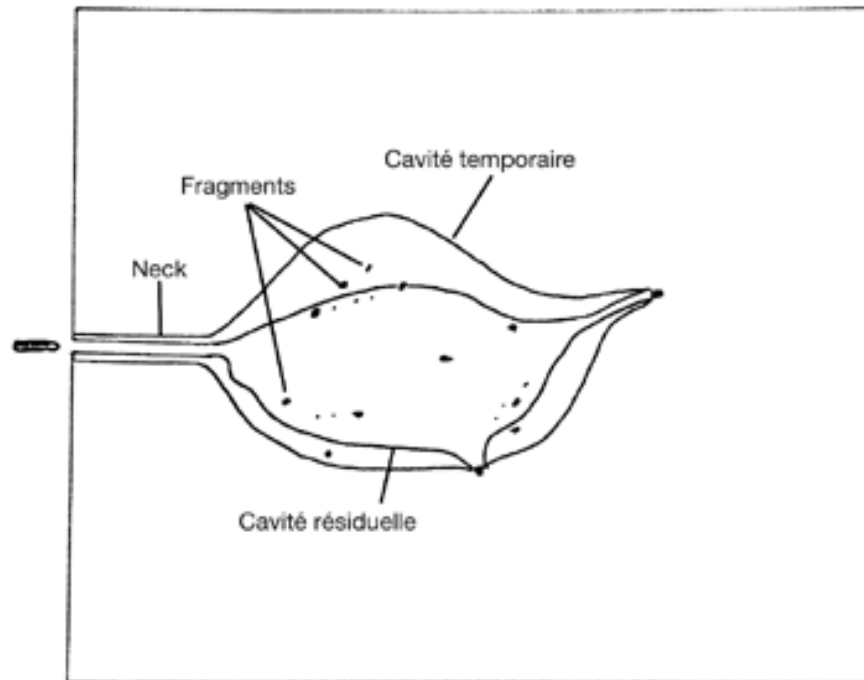


Figure 23. Canal vulnérant en poupe après fragmentation de la balle. [15]

- **La sortie** : elle est unique si le projectile est resté intact. Elle peut être multiple si la balle s'est fragmentée, avec une sortie principale – celle de la masse résiduelle la plus importante du projectile – et des sorties annexes où débouchent les canaux périphériques.

Elle possède une forme de cratère, les chairs formant un bourrelet sur sa périphérie.

Son diamètre est supérieur à la section du projectile. Elle ne présente pas obligatoirement une forme circulaire. Elle atteint plusieurs centimètres de diamètre.

Les tissus dans sa périphérie sont lacérés. À l'intérieur se trouvent des débris d'os ou des morceaux des organes internes lésés.

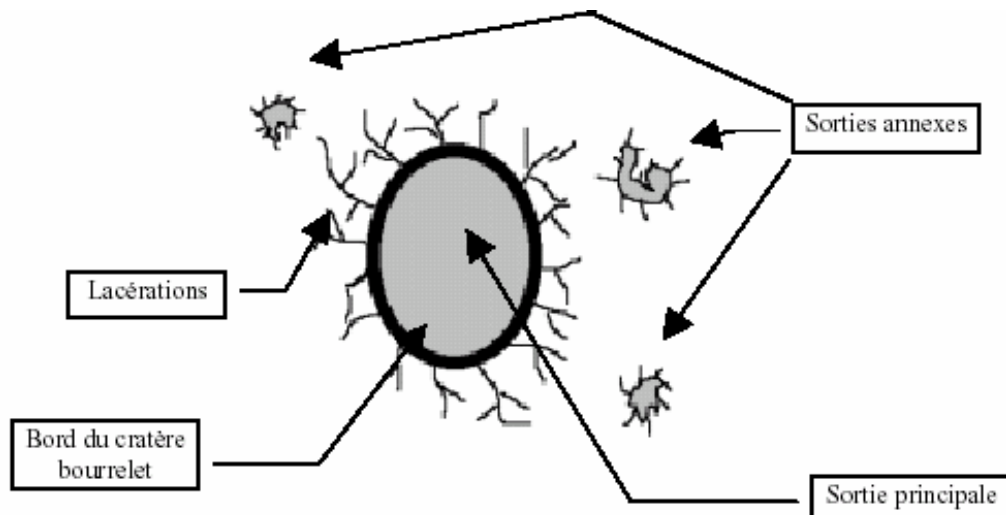


Figure 24. Sortie

Ces 3 phases sont présentes dans la plupart des cas de lésions par projectiles

– sauf si le projectile reste à l'intérieur –, que ce soit un projectile de forme ordonnée ou anarchique. La différence dans les lésions se produit par la longueur et le diamètre de ces phases.

b.4. Les différents types de canaux vulnérants [27]

La morphologie du canal vulnérant est également influencée par les paramètres cités précédemment. Mais les facteurs tissulaires jouent un rôle important, surtout la densité et l'élasticité des tissus concernés par le traumatisme.

Plus la densité des tissus sera élevée et leur élasticité faible, plus le transfert d'énergie sera important.

Ainsi, les structures osseuses, les plus denses de l'organisme, seront celles à haut transfert d'énergie avec pour conséquence la possibilité de fracas complexes.

Les organes à haute teneur en eau, denses et peu élastiques, comme les organes pleins abdominaux, les reins, le cœur et le cerveau, sont le siège de lésion à type d'éclatement et de broiement.

Les organes à haute teneur en air, peu denses et élastiques, comme le poumon, l'estomac, la vessie, sont plus résistants aux traumatismes balistiques du fait du faible transfert d'énergie observé en l'absence de fragmentation du projectile.

Toutefois, un estomac plein ou une vessie pleine se comporteront comme des organes denses au regard d'un traumatisme balistique.

Nous présentons ici quelques exemples de canaux vulnérants possibles.

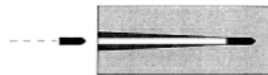


Figure 25. Trajet rectiligne d'une balle très lourde à travers les muscles donnant un tunnel d'attrition assez régulier. [27]

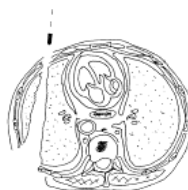


Figure 26. Trajet rectiligne d'une balle très lourde à travers le poumon donnant un tunnel d'attrition moins régulier qu'à travers les muscles. [27]

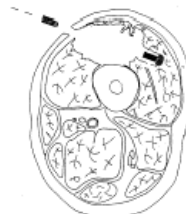
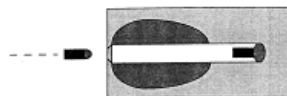


Figure 27. Effet de *champignonnage* d'une balle en plomb non blindée : chambre de cavitation, absence d'orifice de sortie. [27]

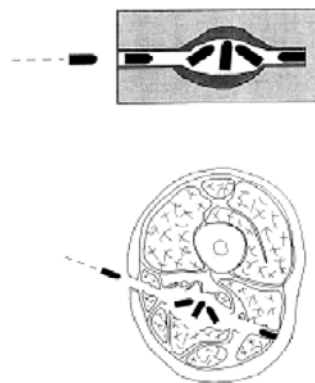


Figure 28 Balle blindée, de vitesse supersonique, déstabilisée sur sa trajectoire. Pas d'orifice de sortie, mais les chambres de cavitation définitive et temporaire ont détruit un pédicule vasculo-nerveux. [27]

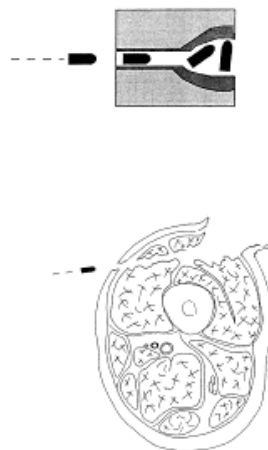


Figure 29. Balle blindée, de vitesse supersonique, énorme orifice de sortie correspondant aux chambres de cavitation. [27]

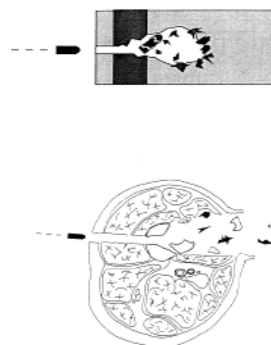


Figure 30. Effet d'une balle à fragmentation avec fragments osseux multiples. [27]

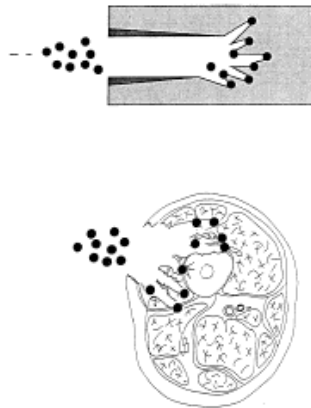


Figure 31. Comportement aléatoire de plombs de chasse qui sont moins vulnérants que les éclats. [27]

b.5. Aspects particuliers des lésions balistiques

Les plaies par projectiles multiples, plombs de chasse par exemple, ont été classées selon 3 types [28] en fonction de la distance de tir :

- **Type 1** : le tir à grande distance, supérieure à 12 mètres, entraîne un *polycrissage superficiel*.
- **Type 2** : le tir à courte distance, entre 3 et 12 mètres, entraîne un *polycrissage profond*.
- **Type 3** : le tir à bout portant, entraîne une plaie d'entrée de grande taille avec des lésions pariétales et viscérales importantes.

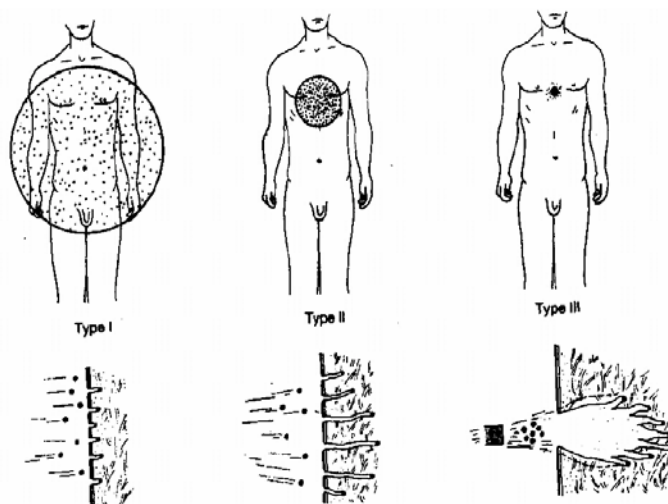


Figure 32. Classification des plaies par arme de chasse. [28]



*Aspects de La chirurgie
de Guerre*



III. Aspects de La chirurgie de Guerre

1. GENERALITES

La chirurgie de guerre constitue une branche de la traumatologie. Elle est l'art de traiter les blessures dues au combat, dans les conditions défavorables de l'état de guerre. Tout en obéissant aux principes de base de la traumatologie, la chirurgie de guerre doit tenir compte des impératifs militaires tactiques, du nombre des blessés, du lieu où on opère, des modalités d'évacuation. Ceci implique pour éviter le désordre et la confusion, une doctrine ferme, univoque et précise. Qui s'organise autour de 4 étapes échelonnées en profondeur à partir de la zone de combat qui constituent la « la chaîne de soutien médical ». Ces 4 étapes sont : le ramassage, le triage, l'évacuation et le traitement (3).

La première guerre mondiale constitue une étape majeure dans l'évolution de la doctrine du service de santé des armées et de la prise en charge des blessés de guerre.

Cette dynamique s'est poursuivie avec l'Irak pour les États-Unis et l'Afghanistan pour les pays de l'OTAN. Ces nouveaux conflits ont mis à rude épreuve toutes les armées qui y ont combattu parce qu'ils exigent de mobiliser bien plus de ressources et de savoir faire que les anciens conflits.

Les conflits armés actuels ne procèdent plus de la logique du duel institutionnalisé, de la confrontation de forces animées par un code d'honneur. Ces « conflits asymétriques » opposent des groupements plus ou moins organisés à des institutions, et non plus un état à un autre. Ces conflits se déroulent sous l'égide de coalitions, dans un contexte multinational, obligeant chaque nation à respecter les règles de l'OTAN ou de l'ONU, et notamment sur le plan médical. Le recours aux actes terroristes, quatrième arme de destruction massive, et l'évolution des moyens de protections individuels ont modifié le profil lésionnel de nos blessés : les lésions par explosion sont prépondérantes, l'atteinte de membres prédomine. Les conventions de Genève n'offrent plus de protection, les véhicules sanitaires et les personnels du service de santé sont pris pour cible, justifiant un renforcement de

la formation militaire de ses personnels. Par ailleurs, ces conflits surviennent dans un contexte de sur-médiatisation, qui influence l'opinion publique concernant les pertes et l'acceptation même de la notion de triage. La judiciarisation des affaires militaires est incontournable, y compris sur le plan chirurgical.

Enfin, la prise en charge thérapeutique du blessé de guerre s'est améliorée ; le recours aux techniques de « Damage Control », l'évacuation aérienne précoce et la mise en place du lot de chirurgie vitale ont permis une diminution de la morbi-mortalité de ces conflits.

1.1. Les structures de soins de la chaîne médicale Marocaine :

Rôle 1 : Les postes médicaux

Il s'agit d'un poste médical situé au sein des unités de combat. Il est constitué d'un médecin généraliste, d'un infirmier, d'un aide-soignant, de 2 brancardiers secouristes, d'un conducteur d'ambulance et d'un chef de bord qui est brancardier secouriste. Le rôle 1 est le premier maillon de la chaîne médicale ; son personnel est amené à prendre en charge les victimes sur le terrain c'est à dire à dispenser les soins d'urgence et de réanimation après un éventuel triage et d'assurer un transfert rapide vers un niveau supérieur de prise en charge médicale. Cette médecine dite « **de l'avant** » est caractérisée par l'isolement et par un milieu souvent hostile. Le matériel de santé du poste médical permet le soutien en autonomie de 150 hommes pendant 15 jours.

Rôle 2 : Les Antennes Chirurgicales de l'Avant (ACA)

L'antenne chirurgicale est déployée sur le terrain pour pratiquer la réanimation et des gestes chirurgicaux de sauvetage afin de stabiliser le blessé avant son évacuation. L'antenne chirurgicale est conçue pour le soutien chirurgical d'une force de plus de 1 000 hommes, exposée à des pertes occasionnelles. Il s'agit d'une formation légère, transportable par voie aérienne. Elle se déploie sous tente ou utilise les infrastructures locales, notamment dès que l'opération s'inscrit dans la durée. Elle peut être montée en moins de trois heures et dispose d'une autonomie technique initiale de 48 heures. Elle peut traiter huit blessés par jour.

Elle offre un bloc opératoire, une salle de réanimation et 12 lits d'hospitalisation.

L'adjonction de modules additionnels permet de mettre sur pied une structure médico chirurgicale plus lourde, notamment adaptée aux opérations humanitaires. Outre des équipements de radiologie et de laboratoire, un élément médical assure les consultations pré-hospitalières. L'antenne chirurgicale regroupe un chirurgien orthopédiste, un chirurgien viscéraliste, un anesthésiste réanimateur, deux infirmiers anesthésistes, deux infirmiers de bloc, un infirmier, 3 aides-soignants et un administratif.

Rôle 3 : Les Hôpitaux ou Groupements Médico Chirurgicaux (HMC ou GMC))

L'hôpital médico chirurgical (HMC) est situé sur le théâtre opérationnel et peut être déployé sous tente, en structure métallo-textile, dans des équipements techniques modulaires préfabriqués ou dans un bâtiment existant.

L'HMC dispose d'un ou de plusieurs blocs opératoires, d'équipements d'imagerie médicale et d'un laboratoire d'analyse. Il peut également proposer un cabinet dentaire et des modules de chirurgie spécialisés en neurochirurgie, ophtalmologie et ORL. La capacité d'hospitalisation est de 20 à 150 lits.

Le personnel médical et paramédical de l'hôpital médico chirurgical vient pour l'essentiel des hôpitaux d'instruction des armées.



Figure 33. L'hôpital médico chirurgical des Forces Armées Royales déployé en Tunis (2010-2011)

Rôle 4 : Les Hôpitaux d'Instruction des Armées (HIA)

Le rôle 4 correspond aux Hôpitaux d'Instruction des Armées (HIA) .

- Hôpital Militaire Rabat
- Hôpital Moulay Ismail-Meknès
- Hôpital Avicenne Marrakech
- 3^{ème} Hôpital militaire Dakhla
- 4^{ème} Hôpital militaire Laàyoune
- 5^{ème} Hôpital militaire Guelmim

1.2. Les évacuations Médicales :

Les Evacuations Aériennes Tactiques (TAE)

Les hélicoptères Puma et Cougar des armées de terre et de l'air ainsi que le Caracal de l'armée de l'air peuvent être équipés en version sanitaire pour effectuer des Evacuations Aériennes médicales Tactiques (TAE).

Les militaires blessés sont ainsi transportés depuis des zones de combat ou des zones éloignées de structures de soins adaptées (rôle 1), vers des structures hospitalières (rôle 2 ou rôle 3) ou vers un aéroport . L'hélicoptère est adapté au secours dans les zones d'accès difficile, de jour comme de nuit. Il est possible de treuiller les victimes grâce à une sangle ou une civière. L'équipe médicale de l'hélicoptère est composée habituellement d'un médecin et d'un infirmier.

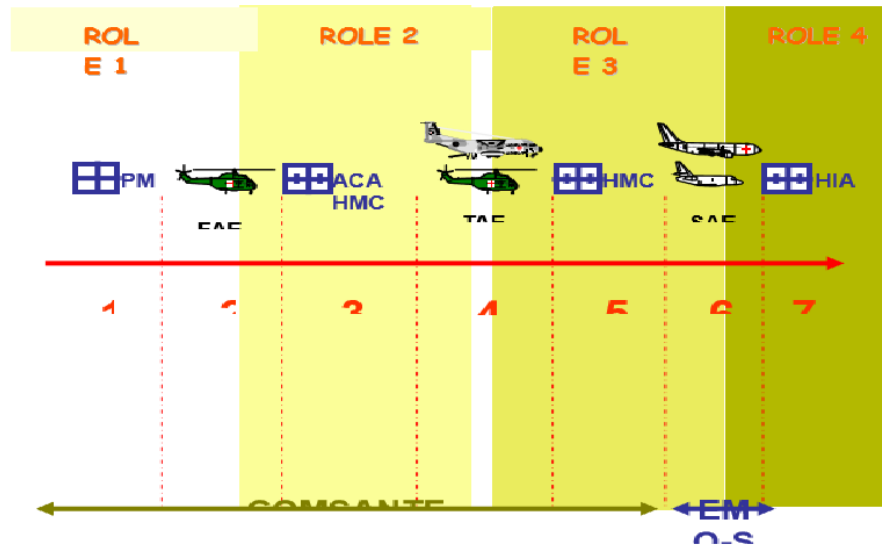


Figure 34. Les évacuations Médicales



Figure 35. Evacuations médicales Aériennes réalisée par l'équipe Marocaine à la République Démocratique du Congo (MONUC) (2006)

2. Le Triage

2.1. Définition

Selon le dictionnaire Larousse, le triage est l'action de trier, de répartir en choisissant (2). Dans le Littré, la définition du triage c'est « tirer d'un plus grand nombre avec choix après examen » (3). Trier c'est choisir, séparer, classer, optimiser les moyens dans l'intérêt du plus grand nombre. Il s'agit d'un acte médical de caractère diagnostique qui doit être complété par des gestes de nécessité et de mise en condition de survie et de transport. Dans le cadre de la chirurgie de guerre, il s'agit donc de définir la priorité des traitements, le degré d'urgence de l'indication opératoire et des évacuations.

2.2. Historique :

Il s'agit d'un concept français, mais le terme triage est universel. Quelque soit la langue, il s'agit du mot « triage » qui est utilisé. (4)

L'évolution du concept a été très grande et s'est faite à la fois en fonction des modifications des conditions de combat et en même temps de l'évolution des techniques médicales et de la logistique sanitaire.

Le terme de triage sera utilisé la première fois lors de la première guerre mondiale, en 1915. Le Médecin Général Mignon disait en 1917 : «un triage qui ne permettrait pas le traitement des blessés les plus graves, manquerait à son but » (5).

Dès la première guerre mondiale, s'est imposée la distinction en tri dégrossisseur (catégorisation), tri technique (spécialisé), tri vrai, c'est à dire chirurgical et tri de vérification. Le concept sera mis au point en interposant, entre la zone de ramassage et l'hôpital de campagne, une formation de triage, de manière à optimiser l'évacuation de la foule de blessés (6) . Ce triage visait à faire un diagnostic sommaire afin de catégoriser.



Figure 36. Triage station, Suippes, France, World War I (5)

2.3. Quand trier ?

La nécessité d'un triage s'impose lorsqu'il y a inadéquation entre le nombre de blessés et les possibilités thérapeutiques.

Les difficultés apparaissent en cas d'afflux massif, ou afflux saturant (« *mass casualties* ») lors de catastrophes majeures ou de guerre. La disproportion qui existe entre les moyens de traitement immédiatement disponibles et les besoins impose une stratégie sanitaire adaptée aux circonstances ; en effet, cette impossibilité technique, relative ou absolue, liée à l'absence de moyens en matériels et personnels, justifie que soit établie une classification ou une catégorisation permettant de répartir les victimes en différents groupes de gravité variable et dont le traitement pourra être retardé ou différé dans le temps. Les structures médicales sont dépassées, le triage s'impose pour privilégier « le bien du plus grand nombre », prioriser la prise en charge des blessés, en sachant que certains ne pourront pas être traités.

2.4. Où trier ?

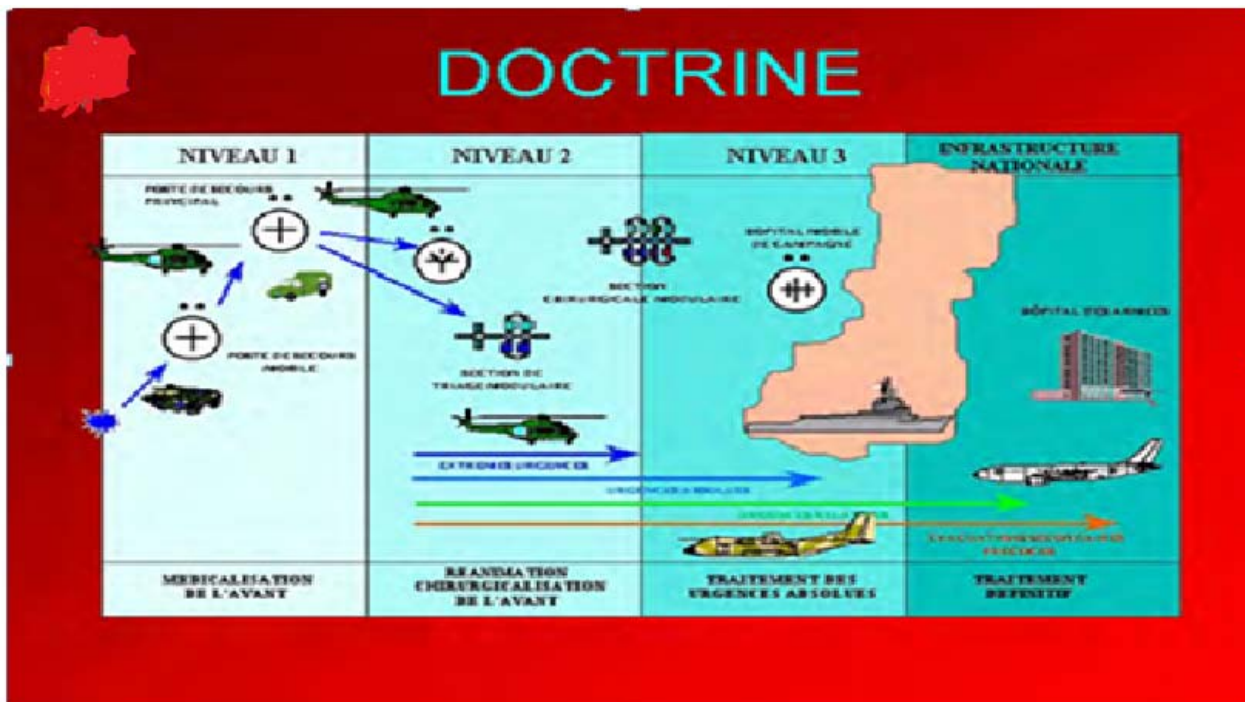


Figure 37. Doctrine du soutien médical aux engagements opérationnels (7)

En milieu militaire, ce triage se déroule, à tous les niveaux de la chaîne santé. La doctrine du Service de Santé, s'appuyant sur les concepts de médicalisation, chirurgicalisation et réanimation de l'avant, précédant l'évacuation sanitaire, s'articule en 4 niveaux, afin d'éloigner de la zone de combats le maximum de blessés et de respecter le principe de la précocité du traitement chirurgical et de sa continuité (7). Cette doctrine est l'héritière des conflits classiques opposant deux belligérants bien identifiés.

Le Niveau 1, au plus près des combats, est équipé d'une structure de rôle 1 : le poste de secours. La relève, le ramassage et un pré-triage y sont effectués par le médecin d'unité, permettant de mettre nos blessés en condition d'évacuation et de déterminer l'ordre d'évacuation. Mis à l'abri, le blessé reçoit les premiers secours et les premiers soins qui ont pour but d'assurer sa survie, d'éviter l'aggravation des lésions et de permettre son transport à un poste de secours médicalisé. Le conditionnement médical primaire est assuré par l'équipe du poste de secours médicalisé qui organise, en liaison avec le médecin chef de la

formation et selon ses directives, le transport du blessé soit vers un poste de secours principal, soit vers un centre de triage des blessés, soit directement vers une formation de traitement si les conditions le permettent et dans la limite des autorisations accordées par l'échelon supérieur. On parle de médicalisation de l'avant. Ce premier triage est formalisé par la réalisation de la fiche médicale de l'avant.

L'évacuation fait partie intégrante du traitement. Le choix du moyen, de la durée du mode, de la destination, conditionnent la survie des blessés et sont fonction de l'appréciation des délais opératoires tolérables qui permettent de fixer l'ordre des priorités d'évacuation.

Les blessés sont évacués vers les structures médico-chirurgicales (**niveau 2 ou 3**) déployées sur le théâtre : antennes chirurgicales, groupement médicochirurgical (GMC), ou hôpital mobile de campagne (HMC). Ces évacuations sanitaires intra théâtre sont nommées EVASAN tactique (MEDEVAC). On parlera d'EVASAN primaire pour les évacuations concernant les blessés triés et non encore traités, par opposition aux EVASAN secondaires qui concernent les blessés traités (8).

Un triage médico-chirurgical ou triage hospitalier est effectué au niveau 2 permettant de classer les blessés en fonction du délai pré opératoire acceptable pour permettre la survie .

Il consiste à réaliser (7) :

- le bilan des lésions et des fonctions vitales,
- l'évaluation des délais admissibles avant la mise en œuvre d'un traitement chirurgical et/ou des gestes thérapeutiques de réanimation lourde et prolongée
- la catégorisation qui définit les priorités de traitement ou d'évacuation et l'orientation vers la formation de traitement adaptée à l'état des blessés
- la mise en condition d'évacuation.

Il déterminera donc l'ordre de passage au bloc et est couplé à des gestes essentiels et élémentaires de réanimation (conditionnement minimal de survie). En per

opérateur, après constatations des lésions, il pourra se rajouter un triage purement chirurgical déterminant l'ordre de traitement des lésions. Le **niveau 2** est le siège de la chirurgicalisation-réanimation de l'avant mis en œuvre au sein des forces.

Une fois les blessés stabilisés, ils seront évacués vers les hôpitaux d'infrastructures pour un traitement définitif (RAPASAN ou EVASAN stratégique STRATEVAC). Une nouvelle catégorisation permettra de définir l'ordre des rapatriements.

Le **niveau 3** est celui du traitement des blessés sur le théâtre et de l'essentiel des évacuations sanitaires tactiques ; le **niveau 4** est celui des évacuations sanitaires stratégiques et du traitement définitif en principe sur le territoire national.



Figure 38. Soute d'un McDonnell Douglas C-17 Globemaster III de l'USAF utilisé pour l'évacuation sanitaire durant la guerre d'Irak.

Le concept d'évacuation immédiate ultra-rapide vers l'arrière après médicalisation de la relève est le principal enseignement de logistique sanitaire de la guerre du Viêt-Nam. Quelques caractéristiques ont été mises en exergue : la médicalisation des premiers soins, la disponibilité tactique d'hélicoptères, un triage à l'arrivée à l'hôpital en deux groupes : les blessés « instables » prioritaires, et les blessés stabilisés qui posent un problème de diagnostic lésionnel et de traitement opératoire dans un délai classique.

2.5. Qui trier ?

Au niveau 1, le médecin d'unité effectue le triage déterminant l'ordre d'évacuation.

Au niveau 2, classiquement, il s'agissait du chirurgien trieur, choisi comme étant le plus ancien et le plus expérimenté. « Trier toujours, réanimateur souvent, opérateur parfois » telle était la consigne donnée aux médecins de l'antenne chirurgicale en Indochine par le Médecin Colonel BARON. Elle est restée longtemps d'actualité. A l'heure actuelle, la fonction de trieur est dévolue au couple complémentaire chirurgien-réanimateur, le réanimateur ayant une vision plus globale de la charge de travail pré- et post opératoire qu'impose un blessé.

2.6. Comment trier ? Les différentes classifications :

a. Modalités de triage :

Le triage doit être précoce, continu, rapide, précis et pragmatique. Il est dynamique et révisable, à chaque niveau de la chaîne d'évacuation. Il doit être adapté aux circonstances pour traiter tous les blessés dans les meilleures conditions en cas de combats classiques (afflux limité), et traiter en premier les plus sûrement curables en situation de crise (afflux massif).

Il doit être sûr et complet. Une erreur initiale a peu de chance d'être reprise a fortiori si le blessé a été classé « blessé léger », il ne sera pas surveillé.

Enfin, un triage ne s'improvise pas au dernier moment. Un entraînement de l'ensemble de l'équipe est indispensable afin que chacun trouve sa place au moment voulu. Les éventuels problèmes logistiques (lumières, organisation de l'espace, identification des blessés...) doivent avoir été anticipés.



Figure 39 . Triage avant évacuation au moment de la relève sur le terrain.

b. Catégorisation classique SAN 101 :

les 5 catégories sont les suivantes :

- **EU** : extrêmes urgences (représentant empiriquement 5% des cas) : il s'agit de blessés en danger de mort à très court terme dont le traitement s'impose immédiatement. Entrent dans cette catégorie :
 - o les insuffisances respiratoires aiguës par asphyxie d'origine thoracique ou cervico-faciale,
 - o les insuffisances cardio-circulatoires par hémorragie massive, les plaies artérielles de membre non contrôlées par exemple.
- **U1** : première urgence (25% des cas) : Il s'agit des blessés en danger de mort par l'apparition à brefs délais de troubles physiopathologiques irréversibles. Le traitement chirurgical peut tolérer un retard de 6 heures, sous réserve de la mise en œuvre rapide d'une réanimation efficace et continue. Font partie de cette catégorie :
 - o la plupart des polytraumatisés,
 - o les gros délabrements de membres, o les blessures de l'abdomen,

- les hémorragies garrotables, ou non,
- les brûlures graves (étendue supérieure à 15%),
- les traumatismes crâniens avec coma et choc progressif,
- les urgences «fonctionnelles»: plaie pénétrante du globe oculaire, par exemple.

Les blessures profondes des régions périnéales et fessières ainsi que les gros délabrements des parties molles doivent être également classés dans cette catégorie, de même que les gros fracas de membre.

– **U2** : deuxième urgence (30% des cas) : il s'agit de blessés qui ne sont pas immédiatement en danger de mort. Leur traitement peut être différé jusqu'à la dix-huitième heure. On trouve dans cette catégorie :

- les fractures de membres,
- les plaies articulaires,
- les plaies des membres sans délabrement,
- les traumatismes crâniens sans coma,
- les blessures relevant des spécialités ORL, ophtalmologie, stomatologie,
- les blessures légères.

Il est à noter qu'un blessé traumatisé crânien conscient qui s'aggrave, signe, dans des conditions de réanimation correcte, l'apparition d'un hématome intra-cérébral, et doit le faire classer EU.

– **U3** : troisième urgence (40% des cas) : il s'agit de blessés légers, ne rentrant pas dans les catégories précédentes et dont le traitement peut attendre jusqu'à la trente-sixième heure sous réserve d'un conditionnement approprié et d'une révision sanitaire en cours d'évacuation.

– **Eclopés** : blessés très légers, justifiables de soins simples ; en principe, ces blessés sont arrêtés au poste de secours de l'unité et peuvent reprendre éventuellement leur poste de combat.

Une sixième catégorie doit être connue : les «**morituri** » qui sont les blessés au delà de toute ressource thérapeutique. Ils relèvent des soins antalgiques et ne doivent pas accaparer l'équipe médico-chirurgicale.

Dans le cadre des brûlures, les décisions sont basées sur l'espérance de vie probable des patients. Un triage initial rapide apprécie l'étendue des brûlures et sépare :

- Les blessés présentant des brûlures sur 15 à 40% de la surface corporelle, qui sont classés EU et sont prioritaires pour être transportés à l'hôpital de traitement le plus spécialisé, après lutte efficace contre le choc.
- Les blessés à brûlure inférieure à 15% et notamment en cas de brûlure de membres, bénéficiant d'une protection des brûlures par des pansements. Ces blessés sont classés U2.
- En situation de guerre, il est considéré que les brûlés supérieurs à 40% de la surface corporelle ont peu de chance de survie et ne devraient pas, en cas d'afflux massif, accaparer les moyens médico-chirurgicaux.

Le plan de triage en cas de «**pertes massives** » intègre les notions de blessures et d'irradiation, il donne la priorité aux blessés «**sauvables** », et relègue les blessés graves qui nécessiteraient des soins complexes et accaparants. Les cinq catégories officielles sont les suivantes :

- P0: blessés légers, pas d'évacuation
- P1: blessés urgents, geste simple avant 6h
- P2: blessés dont le geste peut être différé jusqu'à la 18ème heure
- P3: blessés dont le geste peut être différé jusqu'à la 36ème heure
- P4: blessés graves, traitement long et aléatoire, «**évacuation différée**» (pas de geste)

PERTES CLASSIQUES

CATEGORISATION	REPARTITION	DELAI	DESTINATION
EXTREMES URGENCES	5%	Les plus brefs possibles	Formations chirurgicales de l'avant et de proximité
1 ^{ère} URGENCES	25%	Avant 6 heures	Hôpitaux de campagne
2 ^{ème} URGENCES	30%	Avant 18 heures	Hopitaux d'infrastructures ou de campagne (selon éloignement du théâtre)
3 ^{ème} URGENCES	40%	Avant 36 heures	Hopitaux d'infrastructure

PERTES MASSIVES :

CATEGORISATION	REPARTITION	DELAI PREOPERATOIRES	DESTINATION
PRIORITE 0	20 à 25%	Sans objet	
PRIORITE 4	25 à 30%	Sans objet	Hôpitaux de campagne (dès que possible)
PRIORITE 1	10%	Avant 6 heures	Formations chirurgicales de l'avant u de proximité
PRIORITE 2	30%	Avant 18 heures	Hôpitaux de campagne ou d'infrastructure
PRIORITE 3	15%	24 heures et plus	

Figure 40. Catégorisation et modalités de prise en charge des blessés selon la SAN 101

c. Classification d'OTAN

La Figure présente les différentes classifications en fonction des organisations sanitaires. Toutes suivent la même philosophie, et sont basées sur les délais préopératoires.

Les accords de standardisation de l'OTAN ont adopté l'usage unifié pour cette organisation de la classification des blessures de l' « Emergency War Surgery handbook » de l'United

States Department of Defense (9). Cette classification définit un ordre de priorité et range les blessés sur la base de leur besoin individuel d'intervention chirurgicale en tenant compte du devenir probable de chaque blessé et des ressources médicales qu'il sollicite.

Cinq catégories sont dégagées :

- **URGENT** : ce sont les blessés qui nécessitent une intervention immédiate. Ce sont nos extrêmes urgences. Les gestes thérapeutiques s'échelonnent de l'intubation trachéale, de la mise en place des drains thoraciques et du remplissage circulatoire rapide jusqu'aux interventions chirurgicales en urgence : laparotomie, thoracotomie, craniotomie. Il est précisé que si les interventions initiales de sauvetage sont efficaces et qu'un certain degré de stabilité peut être obtenu, ces blessés urgents peuvent alors se voir attribuer un degré moindre de priorité.
- **IMMEDIATE** : les blessés classés dans cette catégorie présentent des blessures graves qui peuvent être vitales et qui nécessitent des gestes chirurgicaux dans des délais relativement bref. Ce groupe peut être assimilé à nos premières urgences. La terminologie entraîne souvent une confusion puisque dans La langue française, le terme « immédiat » serait un degré de priorité supérieur au terme « urgent ».



Figure 41. Plaie par balle, orifice d'entrée : flanc gauche, orifice de sortie : La fosse iliaque droite . République démocratique du Congo 2006 (*IMMEDIATE*)

– *DELAYED* : ou « traitement différé » les blessés de cette catégorie peuvent supporter un temps d'attente avant une intervention, sans que soit compromise leur chance de survie complète. Quand les ressources médicales sont dépassées, les blessés de cette catégorie sont mis en attente jusqu'à ce que les blessés « urgent » et « immédiate » aient été traités.



Figure 42. Fracture ouverte par Balle de la cuisse droite , Traité par Fixateur externe. République démocratique du Congo 2006 (*DELAYED*)

- **WALKING WOUNDED** ou **MINIMAL** : patients ambulatoires, dont les lésions ne nécessitent que des soins minimes.



Figure 43. Plaie superficielle par arme à feu ,extraction ultérieure de la balle. République démocratique du Congo 2006 (*MINIMAL*)

– *EXPECTANT*: blessés dont les blessures sont tellement étendues que même si ils étaient l'unique blessé et pouvaient bénéficier de l'application optimale des ressources médicales, leur survie demeurerait improbable.



Figure 44. éviscération secondaire a une plaie abdominale par balle . République démocratique du Congo 2006 (*EXPECTANT*)

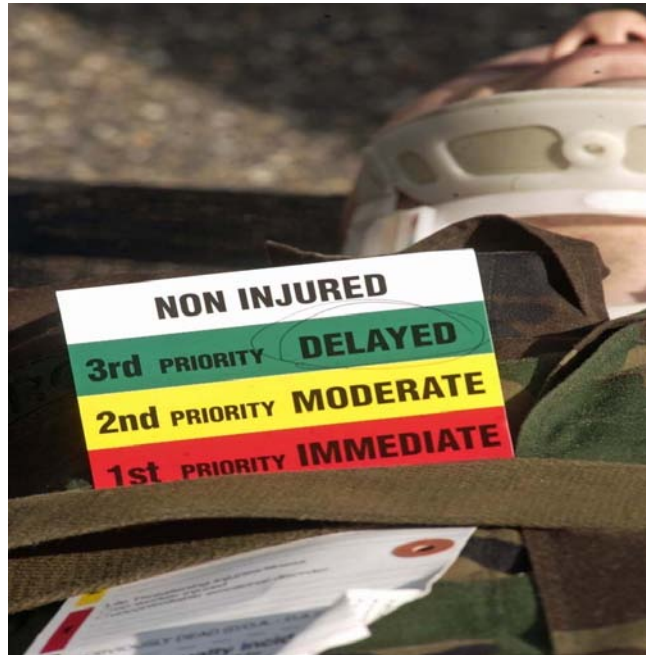


Figure 45. Fiche de triage de l'avant. Exercice de l'Armée US (Kaiserslautern, 9 août 2008 (9).

d. SALT Triage :[148,149]

Le triage de SALT est le produit d'un groupe de travail parrainé de CDC pour proposer une méthode standardisée de triage Il intègre des aspects de tous les systèmes de triage existants pour créer un guide unique pour unifier le processus de tri des victimes en masse à travers les États-Unis.

SALT Mass Casualty Triage Algorithm (Sort, Assess, Lifesaving Interventions, Treatment/Transport)

Minimal (Vert)

- 1- Retard de soins (peut être retardé jusqu'à 3 heures)
- 2-Évitez de laisser ces patients accaparer les ressources avant l'arrivée des patients les plus gravement blessés
- 3-Exemples :Lacérations ou abrasions, Fractures mineures ou brûlures

Delayed (Jaune)

- 1- Soins urgents (peuvent être retardés jusqu'à 1 heure)
- 2- Blessures nécessitant moins d'intervention immédiate
- 3- Peut commencer des fluides intraveineux ou des antibiotiques en attendant la gestion définitive

Immediate (Rouge)

- 1- Soins immédiats pour les blessures mortelles
- 2- Exemples :
 - Obstruction des voies respiratoires
 - Tension Pneumothorax
 - Hémorragie non contrôlée
 - Blessure majeure de la tête, du cou ou du torse

Expectant (Gris)

- 1- Le patient est mortellement blessé et on ne s'attend pas à ce qu'il survive sans ressources importantes
- 2- Signes vitaux critiques ne répondant pas aux mesures initiales
- 3- À mesure que les ressources changent, des mesures de réanimation ou palliatives peuvent être envisagées
- 4- Peut tenter des manœuvres précoces qui peuvent changer d'état (par exemple le repositionnement des voies aériennes)

Deceased (Black)

Le patient est mort et aucune autre réanimation n'a été nécessaire.

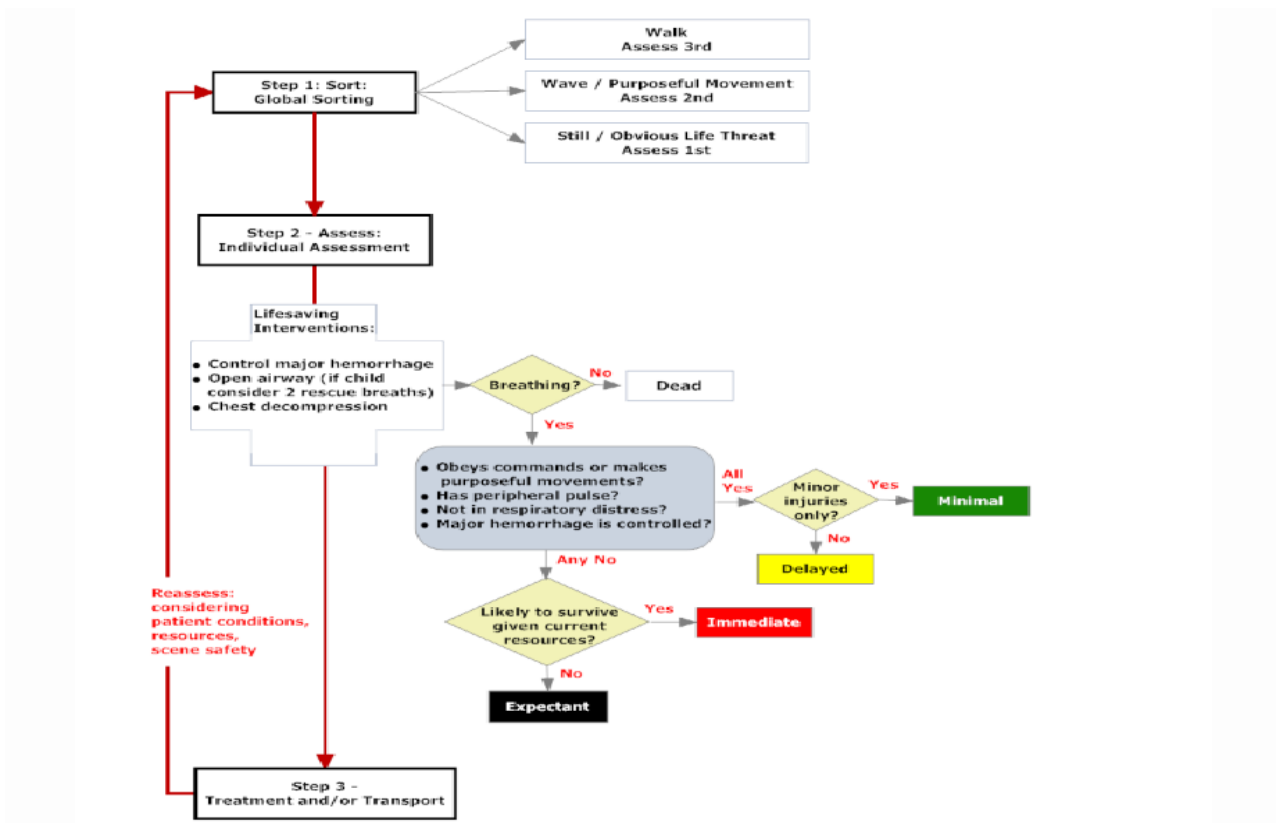


Figure 46. SALT Triage [149]

3. Stratégie de la prise en charge

1.3. Principes

La prise en charge des patients traumatisés, voire polytraumatisés en général, et des patients blessés par arme en particulier, repose sur l'évaluation la plus correcte et la plus précoce de la gravité des lésions afin d'adapter la thérapeutique rapidement.

3 concepts guident la prise en charge préhospitalière et hospitalière des victimes d'arme. Ces concepts sont la *Golden Hour*, la *Small Volume Resuscitation*, et le *Damage Control*. [68, 56, 59, 67, 80–82]

a. Golden Hour

Le concept de *Golden Hour*, proposé par le Dr R. Adams Cowley en 1960, conceptualise une période d'or pendant laquelle les lésions d'un polytraumatisé grave restent réversibles, et où il est important de débiter une prise en charge curative.

Au-delà de cette période, les lésions deviennent irréversibles et entraînent à terme des séquelles ou la mort.

Si le patient peut bénéficier d'un traitement définitif, c'est-à-dire une chirurgie d'hémostase et une réanimation adaptée pendant cette période de sursis de durée variable en fonction du traumatisme, les chances de survie et le pronostic à terme sont grandement améliorés. [12]

Ce concept de *Golden Hour* est à la base de la stratégie de prise en charge pré- hospitalière nord-américaine, dite du *Scoop and run* (scope et cours) dans le cadre du programme *Pré Hôpital Trauma Life Support* (PHTLS) , la technique du *Scoop and run*, opposée à celle de la *Field stabilization* (stabilisation sur le terrain), a démontré son efficacité dans le cadre du PHTLS [94-97]. À tel point que la survie serait meilleure en cas de transport de la victime par un moyen privé que par les ambulances. Les EMT's ou les *paramedics*, en conditionnant la victime, mettent plus de temps à la transporter au *Trauma center*. Ceci augmenterait la mortalité. [98, 99]

b. Small Volume Resuscitation

En cas de choc hypovolémique sur hémorragie massive, le remplissage vasculaire massif pour maintenir une pression artérielle avant l'hémostase chirurgicale peut s'avérer délétère. En plus d'une perte de temps avant la chirurgie d'hémostase, il entraînerait des phénomènes de dilution - notamment des facteurs de coagulation des plaquettes - qui favoriseraient, associés à l'augmentation de la pression artérielle, l'hémorragie.

Cette théorie initialement proposée par les chirurgiens américains a fait l'objet de nombreuses études expérimentales et cliniques montrant le bénéfice d'un remplissage différé. [83-85]

Ces études étant sujettes à controverse [86–87], et devant la nécessité d'une approche agressive en cas de choc hémorragique grave [88, 89], a été proposé le concept de *Small Volume Resuscitation* (réanimation par des petits volumes).

Il consiste à effectuer un remplissage modéré, permettant l'obtention d'une TA systolique ne dépassant pas 80–90 mmHg (perception du pouls radial). On parle de réanimation permissive ou d'hypotension permissive.

Les solutés proposés sont les colloïdes, comme l'hydroxyethylamidon, et les cristalloïdes hypertoniques, tel le sérum salé à 7,5%, qui permettent la perfusion de petits volumes limitant l'hémodilution. [87, 90–92]

c. **Damage Control**

Le concept de *Damage Control* a été inspiré de la construction des navires de l'US Navy. Même après avoir reçu plusieurs coups au but, ces bateaux de guerre peuvent continuer à assumer tout ou une partie de leur mission.

Appliqué à l'homme, le traitement chirurgical consiste à mettre en place une série de techniques permettant le maintien de la vie chez une victime ayant plusieurs lésions potentiellement létales. Il ne vise pas un rétablissement anatomique immédiat. Priorité est donc donnée à l'hémostase dans le cadre d'une intervention rapide.

Ce concept comporte 4 temps :

- Le premier consiste à une réanimation pré-chirurgicale basique dans le but d'amener le patient en vie, rapidement et au bon endroit, afin de minimiser la perte sanguine et les phénomènes associés corollaires.
- La deuxième phase est chirurgicale ou interventionnelle (embolisation) et a pour objectif de contrôler le saignement et de prévenir une éventuelle contamination. Elle doit donc durer le moins de temps possible. Les gestes réalisés sont simples et le plus souvent temporaires, avec un traitement définitif réalisé dans un deuxième temps chirurgical.

- La troisième est une phase de réanimation et consiste à corriger les défaillances liées au choc : acidose, coagulopathie, sepsis, troubles métaboliques, défaillance multiviscérale...
- La quatrième phase, une fois le patient stabilisé, consiste à effectuer la chirurgie réparatrice et définitive des lésions.

L'application de cette stratégie nécessite une approche multidisciplinaire. Elle permet d'améliorer le pronostic des patients les plus graves. Les taux de survie sont supérieurs à 60% pour des patients présentant des chocs hémorragiques majeurs pris en charge aux États-Unis dans le cadre de l'*Advanced Trauma Life Support*(ATLS). [82, 93]

4. Évaluation de la gravité

4.1 Bilan lésionnel

Une fois les urgences vitales prises en charge ou écartées, le médecin militaire s'informe des circonstances de la plaie : tentative de suicide, type d'arme, type de munition, distance, délai, état initial de la victime.

Il complète ensuite son examen clinique et fait un bilan lésionnel complet. Ce bilan transmis à la régulation permet une anticipation de la prise en charge intrahospitalière. [67, 80, 81]

L'examen précis des plaies, leur nombre, leur localisation, les écoulements etc, permettront de supposer du trajet lésionnel et de ses conséquences en fonction des différents facteurs énoncés dans les chapitres précédents (Mécanismes lésionnels des armes, Spécificités des lésions par région). [67, 80, 81]

Les constantes vitales classiques sont bien entendu notées : fréquence respiratoire, saturation en oxygène à l'oxymètre de pouls, fréquence cardiaque, tension artérielle, cotation du score de Glasgow avec ses trois composantes détaillées, température corporelle, Échelle Visuelle Analogique de la douleur (EVA).

De même, en cas de ventilation artificielle, la précision du type de sonde utilisée, la mesure et l'annotation de la pression téléexpiratoire en dioxyde de carbone (PTECO₂), des débits et volumes ventilatoires, de la fraction inspiratoire en oxygène (FiO₂) sont recommandées. [67, 80, 81, 112]

4.2 Scores

Le bilan classique, transmis à la régulation pour organiser la suite des soins, peut être complété par le calcul de scores qui, utilisés à bon escient et par l'ensemble de la filière de soin, facilitent la communication.

a. Critères de gravité pré hospitaliers chez le traumatisé

Dans cette optique, des critères pré hospitaliers de gravité en cas de traumatisme qui permettent une meilleure orientation et donc une moindre morbi/mortalité. [67, 81]

1. Existe-t-il des signes de gravité cliniques évidents ?
Score de Glasgow < 13 Ou pression artérielle systolique < 90 mmHg Ou saturation pulsée en O ₂ < 90 % Gravité extrême Score de Glasgow = 3 Pression artérielle systolique < 65 mmHg Saturation pulsée en O ₂ < 80 % ou imprenable
2. Retrouve-t-on une cinétique violente de l'accident ?
<ul style="list-style-type: none">- Ejection d'un véhicule- Autre passager décédé (même véhicule)- Chute > 6 m- Victime projetée ou écrasée- Appréciation globale (déformation du véhicule, vitesse estimée, absence de casque, de ceinture de sécurité)- <i>Blast</i>
3. Existe-t-il des lésions anatomiques graves ?
Trauma pénétrant de la tête, du cou, du thorax, de l'abdomen, du bassin, du bras ou de la cuisse <ul style="list-style-type: none">- Volet thoracique- Brûlure sévère, inhalation de fumée associée- Fracture du bassin- Suspicion d'atteinte médullaire- Amputation au niveau du poignet, de la cheville ou au-dessus- Ischémie aiguë de membre
4. Le traitement du blessé a-t-il nécessité le recours à une des thérapeutiques suivantes ?
Ventilation assistée <ul style="list-style-type: none">- Remplissage > 1 000 ml de colloïdes- Catécholamines- Pantalon antichoc gonflé
5. Enfin, retrouve-t-on un des éléments anamnestiques suivants (à discuter au cas par cas) ?
Age > 65 ans <ul style="list-style-type: none">- Insuffisance cardiaque, coronarienne, respiratoire- Grossesse (2^e et 3^e trimestre)- Trouble de la crase sanguine

Figure 47 .Critères de gravité pré hospitaliers d'envoi du traumatisé grave adulte vers un centre spécialisé. [67, 81]

b. Scores nord-américains

Les médecins nord-américains ont développé 3 scores utilisés couramment dans l'évaluation de la gravité des traumatismes. Le calcul de ces scores est basé sur les banques de données des États-Unis.

- **L'Injury Severity Score (ISS)** cote la gravité (« mineure », « modérée », « sérieuse », « sévère », « critique », « maximale ») des lésions de 1 à 6 par région anatomique (tête et cou, face, thorax, abdomen et pelvis, membres et bassin, peau et tissus sous-cutanés). Il additionne le carré des 3 régions les plus atteintes donnant un score entre 1 et 75. En cas d'une lésion de gravité « maximale » (=6), l'ISS vaut automatiquement 75. Il évalue la gravité du traumatisme.
- **Le Revised Trauma Score (RTS)** cote la fréquence respiratoire (par minute), la pression artérielle systolique (en mmHg), le score de Glasgow à la prise en charge (entre 3 et 15) de 0 à 4 en fonction de 5 classes de valeurs. La somme de ces 3 chiffres pondérés (multipliés respectivement par : 0,2908 ; 0,7326 ; 0,9368) donnent un score entre 0 et 7,84. Il évalue le retentissement clinique du traumatisme.
- **La méthode Trauma Injury Severity Score (TRISS)** calcule une probabilité de décès à partir de l'ISS, du RTS et de l'âge comprise entre 0,3% et 100%.

Ces scores, bien que développés dans des conditions de prise en charge différentes de celles rencontrées en France, peuvent être intéressants chez les victimes de plaie par arme. [110, 127]

Leur utilisation en phase préhospitalière nécessiterait cependant une petite aide logistique adaptée au terrain (tableur informatique sur *Personal Digital Assistant* par exemple), les calculs mathématiques étant relativement complexes.

c. Score de la Croix Rouge

Le Comité International de la Croix Rouge (CICR), prenant en charge énormément de victimes d'arme dans le cadre de ses missions humanitaires, a mis au point un score de classification des plaies de guerre.

Intitulé *E.X.C.F.V.M. scoring system*, il prend en compte les paramètres suivants :

- **E, Entry** : la plaie d'entrée est mesurée dans son grand diamètre en centimètres.
- **X, eXit** : le grand diamètre de la plaie de sortie est mesuré en centimètres. X vaut 0 s'il n'y a pas de sortie.

- **C, Cavity** : une plaie est considérée comme ayant une *cavité* si elle peut admettre 2 doigts avant l'intervention chirurgicale. C vaut alors 1. Sinon C vaut 0.
- **F, Fracture** : elles peuvent être estimées cliniquement ou radiologiquement. Si il n'y a pas de fracture, F est coté 0. En cas de fracture simple, de trou osseux ou de comminution non significative cliniquement, F vaut 1. Une fracture multiple ou comminutive cliniquement significative donne un F à 2.
- **V, Vital structure** : V0 signifie l'absence d'atteinte d'une structure vitale. V1 représente une atteinte d'une structure vitale qui peut être précisée comme:
 - VN : atteinte neurologique, c'est-à-dire pénétration de la dure-mère cérébrale ou médullaire.
 - VT : atteinte thoracique ou trachéale, c'est-à-dire pénétration de la plèvre ou de la trachée au niveau du cou.
 - VA : atteinte abdominale, c'est-à-dire pénétration du péritoine.
 - VH : atteinte hémorragique, c'est-à-dire lésion d'un vaisseau périphérique principal ; artère brachiale au niveau du bras, poplitée pour la jambe.
- **M, Metallic bodies** : l'absence de balles ou des fragments visibles à la radiographie est cotée M0. M1 signifie la présence d'un seul corps étranger métallique. M2 est attribué en cas de plusieurs projectiles. En l'absence de radiographie, les auteurs proposent l'omission de ce paramètre. [131]

La plaie est ensuite gradée et typée :

- **Grade 1** : ce sont les plaies qui cumulent $E+X < 10$ cm, C0 et F0 ou F1.
- **Grade 2** : ce sont les plaies qui sont caractérisées par $E+X < 10$ cm et C1 ou F2.
- **Grade 3** : ce sont les plaies qui cumulent $E+X > 10$ cm et C1 ou F2. [150]
- **Type ST, Soft Tissue** : il y a une atteinte des tissus mous uniquement.
- **Type F, Fracture** : la plaie présente une fracture.
- **Type V, Vital structure** : il y a une atteinte d'un tissu vital.
- **Type VF, Vital structure and Fracture** : il y a atteinte d'un tissu vital, ainsi qu'une fracture. [131]

Ce score a été développé dans le cadre des plaies de guerres et particulièrement des plaies par éclats de bombe ou de mines, ou par arme à feu.

Évalué par ses auteurs sur 247 cas, ceux-ci l'estiment simple d'utilisation sur le terrain, et a le mérite de caractériser une plaie par son aspect clinique plus que par son mécanisme.

De plus, ses applications seraient multiples : « évaluation de la plaie, établissement des bases scientifiques de la chirurgie de guerre, audit chirurgical, et recueil d'information sur les blessures de guerre. »[131]

Associé aux autres éléments cliniques du bilan médical, sa simplicité en fait un moyen de communication fiable sur la gravité d'une plaie par arme dans le cadre de l'urgence civile.

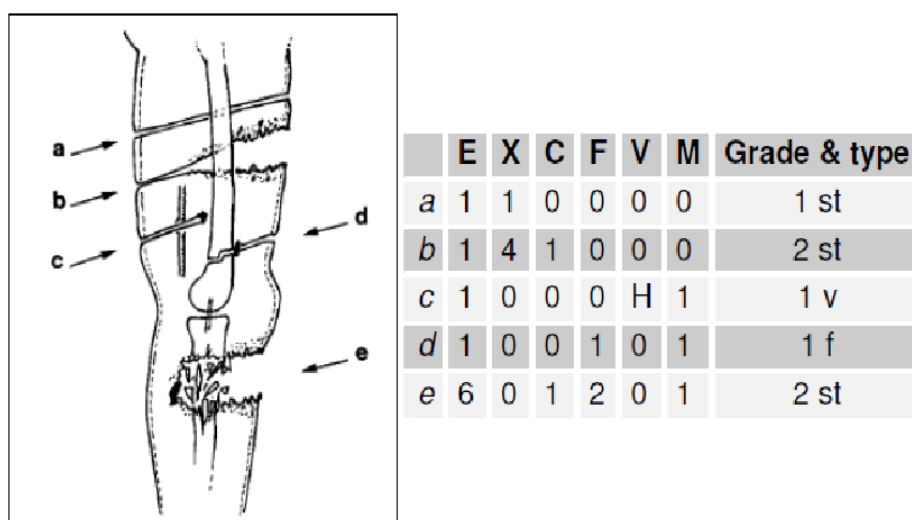


Figure 48. Exemples de plaies classées selon l'EXCFVM *scoring system*. [131]

Enfin, en cas de plaie d'un membre, le MESS ,lui aussi simple à coter, peut être ajouté au bilan.

5. Conditionnement, transport [67, 81, 112]

La mise en condition doit tenir compte du stade de la prise en charge et du temps nécessaire pour la mise en place d'une technique.

Il existe 3 niveaux de conditionnement et de thérapeutique :

- **Indispensable**, où le temps requis n'est pas pris en compte.
- **Nécessaire**, où la perte de temps est prise en compte dans le rapport bénéfice/risque.
- **Complémentaire**, qui est entrepris uniquement dans les *temps morts* de la prise en charge (transport).

La principale particularité du conditionnement dans la prise en charge des plaies par arme graves est l'importance du facteur temps.

5.1 Surveillance respiratoire

Le patient est en position semi-assise en cas de détresse respiratoire.

Les paramètres respiratoires, relevés au début, sont surveillés cliniquement pendant le transport à l'aide des dispositifs de monitoring classiques : auscultation, fréquence respiratoire, oxymétrie de pouls, capnométrie, paramètres du respirateur (réglage des alarmes de pressions).

Un dispositif d'aspiration doit être disponible et prêt à l'emploi.

Le prélèvement d'un gaz du sang artériel avant toute thérapeutique est utile comme référence.

Le drain thoracique n'est pas clampé. L'utilisation d'une valve de Heimlich anti-retour est recommandée. Un dispositif d'autotransfusion peut s'avérer nécessaire.

La pose d'une sonde naso-gastrique n'est pas *systématique* en cas d'intubation, mais se fait en cas de nécessité clinique.

5.2 Surveillance circulatoire

Une attention particulière est portée sur les paramètres circulatoires.

Les électrodes de surveillance du rythme cardiaque sont positionnées et laissées en place pendant le transport.

Toute modification de la fréquence cardiaque doit être prise en compte. Dans le cadre du choc, la disparition de la tachycardie peut aussi annoncer une dégradation de l'état hémodynamique, voire être le prémisses d'un désamorçage.

Le brassard, de taille adaptée, permet des mesures répétées de la pression artérielle, systolique, diastolique et moyenne. Un dispositif de mesure de tension artérielle invasif, si il est rarement installé en préhospitalier, peut s'avérer nécessaire en cas de choc grave à l'hôpital.

En dehors d'une plaie thoracique, où il est indispensable, la réalisation d'un électrocardiogramme ne doit pas retarder le transport.

Un système accélérateur de perfusion doit être utilisé en cas de gravité.

Si le pantalon anti-choc a été installé, sa pression est maintenue et surveillée.

5.3 Surveillance neurologique

L'état neurologique est évalué cliniquement régulièrement. La cotation du score de Glasgow, l'examen des pupilles et la recherche de signes de focalisations sont répétés en cas de traumatisme crânien.

Une attention particulière sur la prévention des ACSOS est apportée. Pour rappel, ces ACSOS sont : l'hypoxémie, l'hypercapnie, l'hypocapnie, l'hypotension, l'hypertension, l'anémie, l'hyperthermie, l'hyperglycémie, l'hypoglycémie, l'hyponatrémie.

Presque la totalité de ces ACSOS peuvent être surveillés et prévenus en phase préhospitalière. Ils doivent donc être pris en charge, à condition de ne pas retarder le transport de la victime

Dans ce cadre, la mesure de la glycémie capillaire est nécessaire, impliquant l'instauration d'une insulinothérapie si besoin.

5.4 Immobilisation, conditionnement

Lors du dégagement de la victime, il convient de respecter l'axe tête-cou-tronc en cas de risque de traumatisme rachidien.

L'immobilisation de manière générale, en plus de limiter l'aggravation des lésions, a un effet antalgique et limite l'hémorragie.

Aussi, tout membre touché est immobilisé par une attelle rigide, un système à dépression, voir une attelle à traction (type Donway) en cas de fracture du membre inférieur. Un

collier cervical est systématiquement posé si les conditions d'examen ne permettent une évaluation correcte du risque rachidien.

Le patient est immobilisé dans un matelas à dépression pour les manœuvres et le transport. L'utilisation d'un plan dur ou d'une coquille peut être nécessaire.

Les plaies sont désinfectées et pansées. Une compression est effectuée sur ce pansement en cas d'hémorragie importante.

Si l'arme blanche est toujours plantée dans la victime, un système de fixation improvisé (adhésifs) peut être installé avec précaution, pour éviter un retrait ou une mobilisation accidentelle de la lame.

En cas de nécessité d'un garrot, un brassard manuel à tension est préféré afin de surveiller la pression et du fait de sa largeur. Un garrot artisanal, posé par un intervenant avant la prise en charge médicale, ne sera retiré qu'au bloc opératoire.

Les dispositifs médicaux (sondes, drains...) sont fixés, et une attention particulière leur est accordée lors de la mobilisation.



Figure 49. Mise en condition, en milieu isolé, d'un patient présentant une plaie par arme à feu grave au niveau du bras gauche. On note le garrot installé par les militaires, non retiré par l'équipe SMUH, et la transfusion débutée en milieu préhospitalier, du fait des délais longs (coup- prise en charge extrahospitalière : 4 heures, transport : une heure).

5.5 Prise en charge de la douleur

L'analgésie fait partie intégrante de la prise en charge des patients.

Elle doit être réalisée après évaluation à l'aide de l'Échelle Visuelle Analogique (EVA) ou d'une échelle numérique. En cas d'impossibilité (agitation, trouble de la conscience...), on se contente d'une évaluation verbale simple ou d'une estimation par le soignant.

Les mesures de contentions sont nécessaires, même en cas d'utilisation d'un analgésique.

Les molécules, généralement utilisées dans le cadre de l'urgence, sont le paracétamol et le kétoprofène pour le niveau 1, le tramadol pour le niveau 2, le nalbuphine ou la morphine à dose titrée pour le niveau 3. Le kétoprofène étant contre-indiqué en cas d'hypovolémie et d'hémorragie, le tramadol et la nalbuphine n'ayant pas démontré leur intérêt par rapport à la morphine en préhospitalier, le médecin a donc seulement 2 alternatives d'analgésie vigile.

Il est licite d'utiliser la morphine titrée en cas de douleur importante (EVA supérieur à 6 sur 10) sous surveillance respiratoire chez le patient en ventilation spontanée.

L'anesthésie locorégionale, bloc ilio-fascial, est une option très intéressante en cas de plaie majeure du membre inférieur, bien que sa réalisation ne doive retarder le traitement définitif.

Le protoxyde d'azote par voie inhalée est un supplément intéressant en préhospitalier comme à l'hôpital.

La kétamine à dose analgésique peut aussi être utilisée comme anesthésique de surface en association à la morphine.

En présence d'une agitation importante, l'utilisation d'un sédatif est licite si l'analgésie a été bien conduite. La molécule préconisée est le midazolam.

L'agitation, dans un contexte lésionnel, peut entraîner le patient à des gestes délétères pour sa santé (mobilisation d'un rachis instable, retrait de l'arme...). Elle peut alors être une indication d'anesthésie générale. L'analgésie est alors réalisée par le fentanyl. [81]

5.6 Hypothermie

L'installation d'une hypothermie est favorisée par de nombreux facteurs, tels la température extérieure et la durée de l'intervention dans cet environnement, le traumatisme

médullaire, l'état de choc, le traumatisme crânien avec atteinte des centres thermorégulateurs hypothalamiques, l'ingestion d'alcool, le remplissage vasculaire massif ou les produits anesthésiques. Elle est un facteur aggravant de l'état de choc et des défaillances viscérales liées au traumatisme ou à ses conséquences.

L'objectif est le maintien d'une température corporelle supérieure à 34°C.

La mise en place de couverture (de laine, de survie) est impérative. Des manchons de protection pour solutés de perfusion peuvent éviter la déperdition calorifique des liquides perfusés dans des conditions climatiques difficiles. Enfin, certaines équipes disposent de systèmes de réchauffement des gaz inspirés. [80, 81, 112]

6 Traitements médicaux

6.1 Prévention des infections

La prévention des infections repose, en premier lieu, sur le respect des règles d'hygiène lors des gestes techniques en préhospitalier comme ailleurs.

Le risque infectieux des plaies par arme est conséquent. Tout traumatisme, par la destruction et la nécrose des tissus, induit une cascade de réactions dans laquelle s'intriquent une réponse inflammatoire, une défaillance viscérale et une pullulation microbienne. 2 phases principales sont observées : la première est une phase inflammatoire, la deuxième caractérisée par une baisse de l'immunité est à haut risque infectieux. [133]

De plus, l'effraction de la peau et des organes sous-jacents par un corps étranger entraîne une contamination microbienne sur des tissus dévitalisés, donc favorables à leur pullulation. Les mécanismes et risques de contaminations sont résumés dans le tableau suivant.[133]

Type de traumatisme	Tissus dévitalisés	Corps étrangers	Contamination Exogène	Contamination Endogène	Risque d'infection
Plaie franche	±	-	+	+	++
Plaie délabrante	++++	+++	+++	++	++++
Projectiles :					
• basse vitesse	++	+	±	++++	+++
• haute vitesse	++++	+	±	++++	++++
• fragments multiples	+++	+++	++++	++	+++
Effet de souffle	++	-	±	+++	+

Figure 50. Facteurs favorisant la survenue d'une infection. [133]

Dans cette lutte contre l'infection, le premier et principal traitement est local.

Il commence par une désinfection de la plaie dès le début de la prise en charge en pré hospitalier.

La suite du traitement local est chirurgical et s'effectue à l'hôpital. Il comprend une exploration de la plaie après nettoyage, un parage large des tissus nécrosés et une fermeture primaire ou différée. [73, 75, 133, 134]

L'instauration d'une antibiothérapie précoce (avant 6 heures) est justifiée par plusieurs raisons dans ce contexte à haut risque infectieux.

- Elle permet d'obtenir des concentrations tissulaires élevées, et donc un effet bactéricide rapide avant que la pullulation microbienne soit majeure. Ceci autorise une antibiothérapie de courte durée (48 heures) suivant le même concept que l'antibioprophylaxie opératoire.
- L'antibiothérapie est probabiliste, active sur les germes cibles en fonction du site anatomique touché. La posologie initiale est une dose élevée afin d'obtenir une

concentration tissulaire importante. Enfin, l'antibiotique est choisi en fonction de sa pénétration dans le tissu visé, sa toxicité, sa facilité d'administration.

- Ces principes d'antibioprophylaxie permettent, outre la prévention de l'infection et de ses complications, une réduction de la pression de sélection des bactéries résistantes, une réduction de l'émergence des bactéries résistantes, une réduction des effets secondaires. [133]

Un autre facteur qui influence le type d'antibiotique est leur coût, les modalités d'administration en fonction des circonstances, et l'écologie bactérienne de la région géographique (type de résistance).

Les recommandations sont donc très variables. L'armée américaine, dans le cadre de la *TCCC*, préconise l'utilisation en première intention d'une fluoroquinolone de dernière génération (gatifloxacine, moxifloxacine) pour leur spectre d'action large sur les bactéries cibles (anaérobies comprises) et leur facilité d'administration (voie orale, prise unique). [12, 104]

Le CICR recommande, dans le cadre de ses missions humanitaires, l'utilisation d'antibiotiques de faible coût et ayant fait preuve de leur efficacité de longue date (pénicilline G ou pénicilline A, métronidazole, chloramphénicol). [134]

La réflexion menée au sein du service de santé des armées français a amené à proposer comme antibiothérapie probabiliste l'association pipéracilline tazobactam ou pipéracilline + métronidazole, couvrant les principales bactéries toxigènes, les entérobactéries, les cocci à Gram positif et le pseudomonas. [27]

Les recommandations de la Société Française d'Anesthésie et de Réanimation pour les traumatismes sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Site de la plaie et circonstance	Germes cibles	Antibiotiques
Peau Parties molles	Cocci Gram Positif (staphylocoques, streptocoques) Bactéries anaérobies de la flore tellurique dont <i>Clostridium perfringens</i> .]	Amoxicilline- acide clavulanique. Ou Clindamycine.
Fracture ouverte Parties molles très délabrées	Cocci gram positif (staphylocoques, streptocoques) Bactéries anaérobies de la flore tellurique dont <i>Clostridium perfringens</i> . Bacille Gram Négatif (<i>E. coli</i> , de <i>Klebsiella pneumoniae</i>).	Céphalosporine 1° et 2° génération. Ou Amoxicilline - acide clavulanique. Ou Clindamycine + Gentamicine.
Thorax	Cocci gram positif (staphylocoques, streptocoques) Bactéries anaérobies de la flore tellurique dont <i>Clostridium perfringens</i> . Bacille Gram Négatif (<i>E. coli</i> , de <i>Klebsiella pneumoniae</i>).	Céphalosporine 2° ou 3° génération Ou Amoxicilline - acide clavulanique. Ou Clindamycine + Gentamicine.
Abdomen	Bacille Gram Négatif aérobie et anaérobie.	Céphalosporine 2° génération. Ou Clindamycine + Gentamicine. Ou si gravité Pipéracilline – Tazobactam. Ou si gravité Céphalosporine de 3° génération + métronidazole + gentamicine.
Plaie crânio-cérébrale	Cocci gram positif (staphylocoques, streptocoques) Bacille Gram Négatif (<i>E. coli</i> , de <i>Klebsiella pneumoniae</i>).	Amoxicilline - acide clavulanique. Ou Céphalosporine 2° génération. Ou fluoroquinolones de 2° génération.
Oeil	Cocci gram positif (staphylocoques, streptocoques) Bacille Gram Négatif (<i>E. coli</i> , de <i>Klebsiella pneumoniae</i>).	Fluoroquinolones de 2° génération.

Figure 51. Antibiothérapie probabiliste des plaies. [133]

Donc, les principales bactéries cibles sont les germes commensaux ou saprophytes de la peau (Staphylocoque ou Streptocoque), les germes telluriques anaérobies et notamment le *Clostridium perfringens*, les entérobactéries communautaires (*E. coli*, de *Klebsiella pneumoniae*). L'antibioprophylaxie doit tenir compte des résistances possibles de ces bactéries. [133]

La pratique préhospitalière utilise le plus souvent, en première intention, l'association amoxicilline – acide clavulanique à la dose de 2 grammes. Actif sur la plupart des germes visés, cet antibiotique peut être néanmoins inefficace sur certains germes ayant développés des résistances (*Staphylococcus Aureus Méti-R*, *E. Coli*).

En cas de signes de gravités, l'antibioprophylaxie est élargie à l'hôpital.

Les prélèvements de plaies pour analyse bactériologique dans les temps précoces ne sont pas indiqués, ne révélant que des flores polymorphes commensales.

La prévention tétanos est effectuée par un rappel de vaccination antitétanique, en association, ou non, à des immunoglobulines en fonction de la gravité et de la souillure de plaie.

6.2 Traitements médicaux complémentaires

Selon la gravité de la plaie et ses conséquences sur les fonctions vitales, le traitement médical du patient relève de la réanimation ou non. Comme vu précédemment, une partie de ces thérapeutiques sont initiées en préhospitalier.


Ils comprennent la prise en charge respiratoire, hémodynamique, la transfusion, la prévention des ACSOS et le traitement d'un éventuel œdème cérébral, la gestion des défaillances multi viscérales induites par le choc, l'équilibration des désordres hydro-électriques et acido-basiques, la prévention et le traitement des infections, la gestion de l'inflammation...

Le traitement de la coagulopathie repose sur la correction des troubles métaboliques, la transfusion de concentrés plaquettaires et de plasma, l'adjonction de fibrinogène à la phase précoce. [127]


Une thérapeutique fait actuellement l'objet d'une grande attention, notamment dans le cadre de la prise en charge des blessés de guerre : le facteur VII recombinant. Initialement utilisé

pour la prise en charge des hémorragies chez les hémophiles, son intérêt majeur est la réduction des besoins transfusionnels en cas de choc hémorragique, et donc la diminution des risques liés aux transfusions massives. Ce traitement est présent dans les chars israéliens.

Il reste cependant une thérapeutique adjuvante qui ne peut se substituer aux autres traitements et à l'hémostase interventionnelle ou chirurgicale. [127, 135]



*Particularités et Prise en charge
spécifique des lésions de
chirurgie de guerre*



IV. Particularités et Prise en charge spécifique des lésions de chirurgie de guerre

1. Tête et cou et Moelle épinière

En temps de guerre, la topographie des plaies par armes a été bien étudiée. Les lésions de la tête et du cou représentent entre 10 et 20% des cas. [23, 29]

La fréquence des plaies de la tête et du cou par traumatisme pénétrant en pratique civile est très variable en fonction des études, des types d'armes, des critères d'inclusions...

La mortalité de ces plaies est bien sûre fonction de la région atteinte :

- En cas d'atteinte crânio-cérébrale, la mortalité varie entre 30 et 80%. [36-31]
- Elle est plus faible dans les cas d'atteinte du cou : entre 1 et 6%. [32-33]
- Pour les traumatismes maxillo-faciaux, elle se situe entre 1 et 4%. [34, 35]

1.1. Crâne

Les plaies du cuir chevelu sont très hémorragiques [37]. Dans les traumatismes contondants ou par balle à bout portant, elles peuvent avoir un aspect dilacéré, étoilé du fait de la présence de la voûte crânienne sous-jacente. [14]

Les fractures des os du crâne ou du massif facial sont la plupart du temps évidentes. Elles peuvent passer inaperçues en cas de traumatisme contendant, tranchant, perforant à basse énergie ou de trajet lésionnel balistique aberrant.

Les esquilles d'os, suivant généralement le trajet de la balle, permettent, en fonction de leur emplacement, de différencier un orifice d'entrée d'un orifice de sortie.

Ils peuvent créer des canaux lésionnels secondaires. [14]

Des fractures, secondaires à l'onde de pression liée au projectile, peuvent être observées, notamment au niveau des os de l'orbite. [14]

Les lésions cérébrales sous-jacentes feront toute la gravité des plaies craniocérébrales. Une atteinte des 2 hémisphères, des contusions supra-tentorielles, une hémorragie ventriculaire annoncent un mauvais pronostic.

Cliniquement, le score de Glasgow initial ainsi que la réactivité pupillaire, reflet de l'augmentation de la pression intra-crânienne, sont corrélés à ces atteintes cérébrales et donc au pronostic. [39, 38-40]

Dans les blessures par arme à feu, l'absence d'orifice de sortie (90% des cas [14] ne préjuge pas d'un pouvoir lésionnel moindre du tir. En effet, il existe plusieurs situations :

- La balle peut, par les phénomènes vus précédemment, avoir perdu une quantité d'énergie cinétique suffisante pour être totalement arrêtée, et ainsi créer un canal lésionnel plus important qu'en cas de tir transfixiant. [14, 15]
- Le projectile peut avoir ricoché sur les tables internes de la voûte crânienne (20 à 25% des blessures cérébrales non transfixiantes), et ainsi former plusieurs canaux lésionnels. [14, 15]
- La balle ayant trajet tangentiel peut également ricocher sur les tables externes de la voûte crânienne et ainsi avoir un trajet sous-cutané. Le choc peut néanmoins créer des dégâts intra-parenchymateux par effet contondant. [14, 15, 41]

Les plaies pénétrantes du cerveau par arme blanche présentent la particularité de créer des désordres vasculaires dans 30% des cas : anévrysmes vasculaires, fistules artério-veineuses, vasospasmes, ischémie [42]. Les anévrysmes traumatiques apparaissant dans les quelques jours qui suivent et peuvent se rompre, dans la semaine qui suit, dans 19% des cas [43]. Il est donc nécessaire de réaliser une angiographie cérébrale post-traumatique et de la répéter [44, 45].

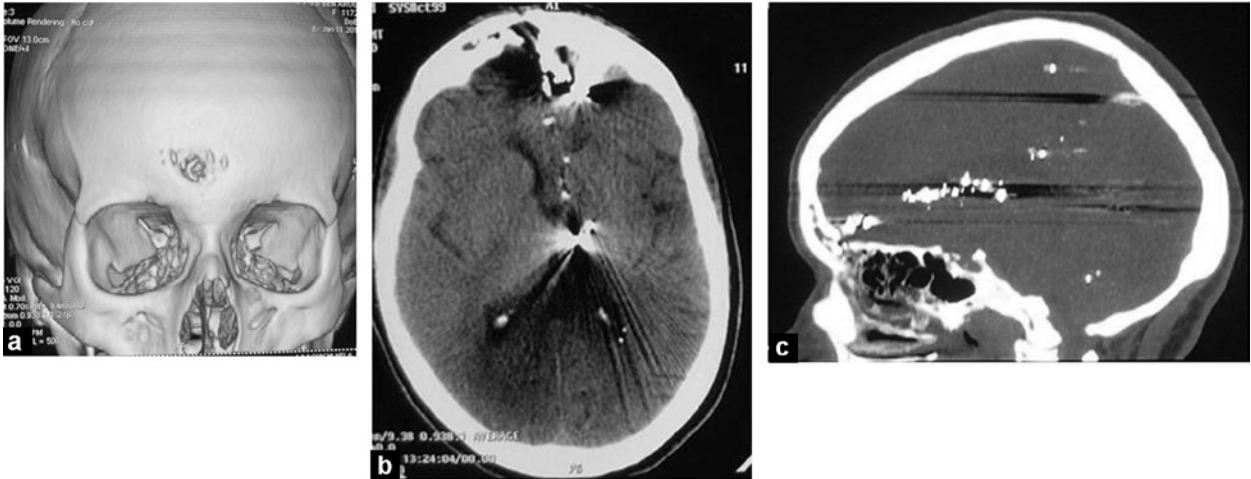


Figure 52. Soldat de 36 ans victime d'une plaie crâno-encéphalique : a : TDM cérébral reconstruction *volume rendering*. Orifice d'entrée de la balle frontal antérieur ; b, c : TDM cérébral coupes axiale en fenêtre parenchymateuse (b) et sagittale en fenêtre osseuse (c) montrent de multiples débris de plomb en intracérébral.[18]

❖ Soins d'urgence

1. Intuber le patient s'il est inconscient pour éviter une obstruction des voies aériennes.
2. Maîtriser les hémorragies. Un pansement propre sera appliqué sur les plaies, y compris celles du cuir chevelu.
3. Supposer qu'il y a lésion de la colonne cervicale jusqu'à preuve du contraire. Maintenir la tête et le cou en position neutre.
4. Supposer que toute hypotension est due à une hypovolémie. Rechercher ailleurs la cause de l'hémorragie : lésions du thorax, de l'abdomen ou des extrémités. Il faut savoir qu'un traumatisme crânien à lui seul n'est pas source d'hypotension, sauf dans la phase ultime de mort cérébrale.
5. En cas de plaie pénétrante ou d'épanchement de liquide céphalorachidien (LCR), il faut vacciner le patient contre le tétanos et lui administrer de la pénicilline intraveineuse 5 millions d'unités toutes les 6 heures et du chloramphénicol intraveineux 1 g toutes les 6 heures.

❖ Intervention chirurgicale

a. Lésions intracrâniennes dues à un projectile

Ces lésions sont traitées comme les autres lésions dues à un projectile. Le but essentiel est d'éliminer tous les débris et tissus nécrotiques par un parage complet de la plaie.

- a) Le patient est en décubitus dorsal, sauf en cas de lésion postérieure.
- b) La peau et les tissus sous-cutanés non viables doivent être éliminés.
- c) Les fragments osseux lésés doivent être rongés avec une pince gouge.
- d) Tous les fragments d'os, les caillots et les corps étrangers accessibles doivent être éliminés par parage soigneux et faible aspiration. On peut avec le doigt essayer sans forcer de localiser les fragments et corps étrangers. Si l'on a du mal à trouver les corps étrangers métalliques (fragment d'obus ou balle), il ne faut pas s'obstiner.
- e) Mettre en place l'hémostase. Le recours à la coagulation peut être très utile, tout comme l'eau oxygénée et la cire à os.
- f) Laver la plaie avec une solution physiologique tiédie.
- g) Fermer la dure-mère, dans la mesure du possible.
- h) S'il y a perte de peau, faire un lambeau de rotation. Il est indispensable d'avoir une bonne couverture cutanée sur la perte de substance osseuse.

b. Embarrures

Si le patient ne présente pas de symptômes et si le chirurgien n'a pas d'expérience de la neurochirurgie, il vaut mieux ne pas opérer dans un hôpital de campagne.

Si le patient présente des symptômes de compression et/ou a une plaie pénétrante pour laquelle une opération va de toute façon être pratiquée, il faut essayer de redresser les fragments enfoncés.

c. Hématome épi- ou sous-dural ferme

Une détérioration de l'état de conscience à la suite d'une lésion crânienne est une indication de la trépanation.



Figure 53. Position des trous de trépan.

Incision verticale de la peau de 3 cm. Un trou de trépan temporal est fait 1 cm en avant de l'oreille, en dessous du bord de l'os zygomatique.

L'incision est maintenue ouverte par un écarteur, qui assure également l'hémostase.

On se sert d'un burin pour pratiquer le trou initial, puis d'un foret pour parvenir jusqu'à la dure-mère. On utilisera une pince gouge pour élargir le trou de trépanation. Si l'on ne découvre aucun hématome, des trous semblables seront forés dans l'os frontal et la région occipito-pariétale.

❖ Soins post-opératoires

1. Maintenir la couverture antibiotique : pénicilline intraveineuse 5 millions d'unités toutes les 6 heures et chloramphénicol intraveineux 1 g toutes les 6 heures pour toutes les plaies pénétrantes et s'il y a écoulement de LCR.
2. Surélever la tête, ce qui augmentera le drainage veineux et atténuera la pression veineuse.

3. Vérifier la température du corps et la maintenir à un niveau normal ou en hypothermie légère.
4. Limiter l'apport liquidien, sauf s'il faut traiter une hypovolémie. On cherche non pas à déshydrater le cerveau, mais à éviter une hyperhydratation qui conduirait à un œdème cérébral.
5. Les diurétiques, par exemple furosémide (1 mg/kg jusqu'à trois fois par 24 heures) peuvent être utilisés.
6. Les anti-épileptiques (phénobarbital 15-30 mg toutes les 6 heures, phénytoïne 200 mg toutes les 6 heures ou diazépam 5-10 mg intramusculaire ou intraveineux) ne seront utilisés qu'en cas de crampes ou d'extrême agitation du patient.
7. Les corticostéroïdes ou le mannitol n'ont aucun effet bénéfique et ne doivent donc pas être utilisés.
8. Continuer à suivre régulièrement l'état de conscience du patient. S'il se détériore, une nouvelle exploration s'impose, généralement pour enlever un nouveau caillot sanguin.

1.2. Face

Au niveau de la face, les éléments nobles sont nombreux et superficiels, et leurs lésions doivent être systématiquement recherchées, surtout dans les plaies par arme blanche d'allure bénigne. Ces éléments nobles sont :

- En para-médian, l'émergence des 3 branches sensibles du nerf trijumeau ;
- Le tronc et les branches du nerf facial ;
- Le globe oculaire ;
- Les voies lacrymales au tiers interne des paupières ;
- Le canal de Sténon sur le tiers médian de la ligne unissant le tragus au pied de l'aile du nez ;
- Les vaisseaux faciaux, en avant de l'angle mandibulaire et dans le sillon naso-génien. [37]

Dans les traumatismes pénétrants à haute énergie, les dégâts des parties molles et du squelette sont très importants. La majorité se trouve dans le tiers inférieur de la face [34], avec des fractures de la mandibule dans plus de 50% des tirs par arme de poing [46] .

Ces faits montrent les difficultés de maintenir perméable les voies aériennes supérieures (VAS). Poser l'indication d'intubation oro-trachéale (IOT) en urgence est alors plus complexe [48]. Si l'IOT est impossible, l'intubation rétrograde doit alors être l'alternative de choix [48] à la trachéotomie en urgence qui peut être nécessaire dans certains cas [35].

Enfin, l'aspect spectaculaire des traumatismes pénétrants maxillo-faciaux ne doit pas faire occulter d'autres lésions associées [48], et notamment les lésions intracrâniennes présentes dans 6 à 9% des cas de plaies par arme à feu [35, 47].

a. Prise en charge [47,50, 141, 145]

a.1. Dégager les voies aériennes.

L'asphyxie due à une obstruction des voies aériennes est la principale cause de décès en cas de lésions de la face.

Les voies aériennes peuvent être obstruées par des vomissures, du sang ou des corps étrangers. Les lésions de la mandibule et du larynx sont les principales causes d'obstruction des voies aériennes.

- a) Enlever appareil dentaire, dents cassées, sang et mucus de la bouche et de la gorge.
- b) Placer le patient inconscient en décubitus latéral ou ventral.
- c) Contrôler la position de la langue, notamment en cas de fracture de la mandibule.
- d) Pratiquer une intubation, ce qui peut être difficile ou même impossible chez un patient inconscient au visage fracassé.
- e) Effectuer une cricothyroidotomie

a.2. Maîtriser l'hémorragie.

- a) Une compression directe arrête la plupart du temps les hémorragies.
- b) Surélever la tête.

- c) Réduire les fractures.
- d) Ligaturer les points hémorragiques persistants.
- e) Un tamponnement peut être utilisé comme complément de l'hémostase. Les mèches nasales et maxillaires doivent être enduites de vaseline et enlevées au bout de 48 heures.
- f) On peut parfois arrêter l'épistaxis à l'aide d'une sonde de Foley, que l'on introduit par le nez et dont le ballonnet est gonflé dans les fosses nasales postérieures (figure 2). On applique une légère traction à la sonde.
- g) On peut en dernier ressort ligaturer l'artère carotide externe ipsilatérale.

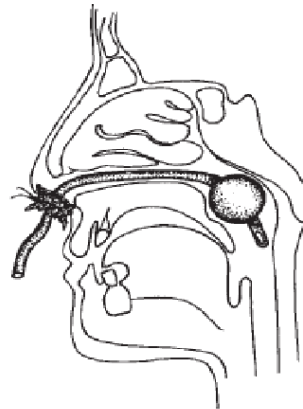


Figure 54. Sonde de Foley pour arrêter une épistaxis.[141]

b. Lésions des parties molles

Arcade sourcilière. Ne pas raser les sourcils car ils ne repoussent pas toujours.

Lèvre. Essayer d'adapter avec soin la jonction du bord rouge et de la peau pour éviter un « escalier » disgracieux. La muqueuse, le muscle et la peau doivent être suturés séparément.

Langue. Les plaies profondes sont suturées avec un fil non résorbable.

Paupière. La suture peut être difficile mais elle doit être faite en plusieurs plans avec précision, surtout lorsqu'on adapte le bord ciliaire. Le ligament du tarse doit être fixé à la paroi de l'orbite à l'aide de fil non résorbable.

Nerf facial. Les lésions latérales par rapport à la ligne medio pupillaire doivent être suturées plus tard, au bout d'environ 6 semaines.

Canal parotidien. Il faut le laisser ouvert, en raison des risques de parotidite lorsqu'on le ligature.

Glande sous-mandibulaire. Elle doit être reséquée en cas de lésion.

Joue. Il faut refermer si possible séparément les plaies pénétrantes (en tous cas la muqueuse buccale).

c. Fractures du massif facial

c.1 Mandibule

Fixation externe. Le mini-set de fixation externe est très utile pour immobiliser toutes les fractures de la mandibule, surtout si les parties molles sont atteintes . Le procédé permet en outre une fonction mandibulaire normale et donc, une alimentation normale.

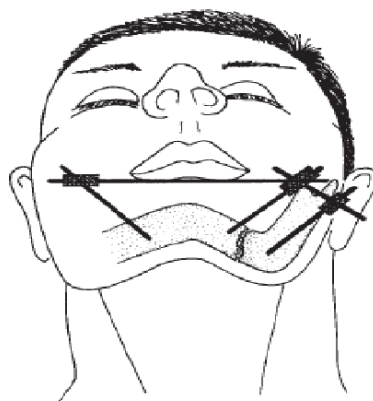


Figure 55. Fixateur externe. Stabilisation d'une fracture de la mandibule.[145]

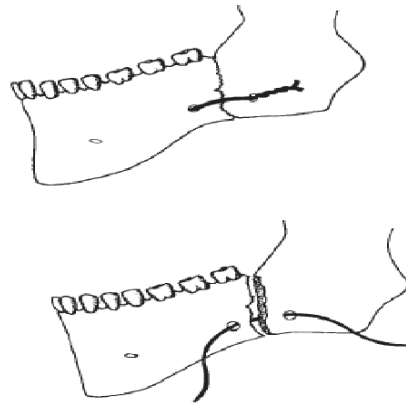


Figure 56. Fixation d'une fracture de la mandibule par un fil de cerclage passé à travers deux trous de forage.[145]



Figure 57. Traumatisme balistique de la face par éclat de mine anti-personnelle : Lambeau labio-jugal gauche avec fracture de la branche horizontale gauche de la mandibule, traité par Ostéosynthèse. [152]

c.2 Maxillaire

Il y a de nombreux types de fracture du maxillaire mais, la plupart du temps, elles ne sont pas aussi compliquées qu'elles en ont l'air. Il faut tenter une réduction lors de la fermeture primaire différée. L'immobilisation se pratique par cerclage de la fracture, conjugué à la fixation inter-dentaire décrite plus haut, surtout si le cerclage direct est instable.

Les fixateurs externes du mini-set placés dans l'os zygomatique, nasal ou frontal assurent une excellente stabilité. Il se forme vite un cal fibreux et le fixateur externe peut être enlevé au bout de trois semaines.

Si la réduction tarde, il se formera un cal fibreux qui rendra toute réduction impossible sans refracture traumatique.

1.3. OREILLE [141]

a. Oreille externe

Une lésion de l'oreille externe est généralement évidente. Mal soignée, elle peut entraîner d'importantes difformités.

En cas de simple lacération, les tissus seront soigneusement parés. On fera une suture primaire en plusieurs plans avec du fil résorbable, en prenant soin de bien ajuster le cartilage. Il faut fermer la peau et les tissus sous-cutanés avec du fil atraumatique fin.

Si l'oreille est partiellement avulsée, on pratiquera une excision soigneuse des tissus dévitalisés et l'on rapprochera les structures aussi vite que possible. S'il manque une partie de l'oreille, on rapprochera le tissu cutané antérieur et postérieur sur le cartilage exposé. On soignera un hématome du lobe par aspiration ou évacuation dans de bonnes conditions d'asepsie et l'oreille sera protégée par un pansement stérile, qu'il faudra changer au moins toutes les 48 heures en même temps que l'on examinera l'oreille pour éviter une récurrence.

Les lacérations du conduit auditif externe doivent être suturées avec précaution ; le conduit doit absolument rester ouvert en raison du risque élevé de sténose. La lumière sera bourrée de compresses imbibées de solution antiseptique.

b. Oreille moyenne

Les lésions du tympan, fréquentes, sont souvent associées à d'autres blessures plus graves. Elles peuvent être dues :

- à la pénétration directe du projectile ;

- à une fracture de la base du crâne englobant l'anneau tympanique ;
- à l'effet d'une onde de choc dans le conduit auditif externe.

Une explosion peut endommager l'oreille de trois façons :

- par rupture de la membrane tympanique ;
- par luxation des osselets ;
- par lésion de l'oreille interne.

La plupart de ces lésions s'accompagnent d'une otorragie. En l'absence d'anamnèse récente d'écoulement auriculaire, le mieux est de ne rien faire. Il ne faut pas essayer de nettoyer le conduit auditif externe en raison du risque d'infection. L'oreille externe doit simplement être protégée par un pansement stérile.

Jusqu'à guérison complète du tympan, il faut tout faire pour éviter une infection nasopharyngée, en particulier dire au patient de ne pas se moucher. En cas de suppuration, une antibiothérapie sera instituée. De même, en présence d'un écoulement de LCR compliquant une rupture du tympan, on appliquera une antibiothérapie générale sans essayer d'insuffler une poudre antibiotique, laquelle risquerait de durcir et d'être difficile à enlever.

c. Oreille interne

Une lésion de l'oreille interne peut être associée aux lésions ci-dessus ou survenir seule, à la suite de la pénétration d'un corps étranger ou d'une blessure contondante. Il peut dans ce cas y avoir perte totale de l'ouïe, vertiges graves, bourdonnements d'oreilles ou parésie faciale.

Une destruction complète de l'appareil vestibulaire entraîne de graves symptômes cliniques — vomissements et vertiges qui augmentent à chaque mouvement de la tête. L'examen du patient révèle un nystagmus horizontal. C'est généralement la conséquence de la pénétration d'un projectile ou d'une fracture transversale de l'os temporal.

Des médicaments sédatifs du labyrinthe comme la cyclizine sont très efficaces et permettent d'éliminer peu à peu les vertiges.

Le nerf facial court dans un canal tortueux de l'os temporal. Une paralysie immédiate du nerf associée à une fracture du crâne est généralement due à une rupture du nerf ou à l'impact d'un fragment osseux dans le canal. Il ne peut y avoir de récupération sans opération, que seul un spécialiste de chirurgie oto-rhino-laryngologique (ORL) pourra pratiquer.

1.4. NEZ ET SINUS DE LA FACE [139 ,141,146]

a. Nez

a.1. Hématome de la cloison nasale

Non soigné, un hématome de la cloison nasale peut déboucher sur une infection, un abcès, une nécrose cartilagineuse ou une déformation de l'appendice nasal. Après désinfection des narines, on pratique une incision aseptique dans la partie antérieure et inférieure de l'hématome, que l'on évacue. Un petit rouleau de gaze stérile est introduit sous les narines et maintenu en place par des sparadraps fixés derrière la tête.

a.2. Fractures du nez

❖ Fractures simples

Si la fracture est soignée dans les 48 heures, la réduction et l'immobilisation des fragments ne devraient pas poser de problèmes. Pour pouvoir réduire exactement les fragments, il faut les dégager complètement. Une attelle plâtrée externe (en forme de T) sera ensuite nécessaire.

❖ Fractures ouvertes

Après désinfection de la plaie, il faut procéder au parage des tissus dévitalisés et à la réduction aussi rapidement que possible, avant la suture primaire. Les fractures comminutives avec affaissement de l'arrête nasale exigent un support après réduction, de préférence à l'aide de fils de nylon ou d'acier très fin passés de part en part et noués sur de petites plaques latérales.

Il peut y avoir rhinorrhagie abondante exigeant un tamponnement intra-nasal avec des compresses imbibées de solution physiologique stérile, qu'il faudra enlever dès que possible pour pratiquer la réduction.

Il est important de fermer les plaies du nez, tout comme celles de la face, sans tension. Pour ce faire, il faudra peut-être éroder la peau adjacente. En cas de perte de substance cutanée importante, des sutures cutané-muqueuses seront nécessaires pour couvrir l'os et les fractures. Il faut éviter toute déformation des lèvres ou des narines.

b. Sinus maxillaires

b.1. Simples hémato-sinus

Ils sont généralement absorbés et le mieux est de ne pas y toucher. En cas d'infection, on ponctionnera le sinus et on le lavera soigneusement.

b.2. Corps étrangers

En présence de corps étrangers ou de fragments osseux, le sinus sera ouvert par voie d'abord sous-labiale, puis vidé et nettoyé avec soin. Un drainage dans la fosse nasale sera mis en place.

b.3. Fractures avec enfoncement

En cas de fracture avec enfoncement du plancher de l'orbite et/ou de la paroi antérieure du sinus, il faut redresser les fragments et les maintenir en place à l'aide d'un tamponnement sinusal (compresses imprégnées de pénicilline ou d'une solution antiseptique).

c. Sinus frontal

Une lésion du front avec atteinte du sinus nécessite une intervention chirurgicale destinée à rétablir la fonction et l'esthétique. En cas de lésion grave, la meilleure voie d'abord est une incision à la lisière des cheveux. Il faut enlever tous les fragments osseux, débris, corps étrangers ou caillots du sinus, qui sera ensuite drainé dans les fosses nasales par un tube en plastique ou en caoutchouc entouré d'un greffon de peau mince.

Si la paroi postérieure du sinus frontal est fracturée et la dure-mère touchée, il faut fermer à l'aide de fascia lata ou fascia temporalis.

d. Sinus ethmoïdal

En présence de lésions ethmoïdales, il faut éviter toute opération pendant au moins 15 jours. Il y a généralement un écoulement de LCR.

Une antibiothérapie doit être instituée.

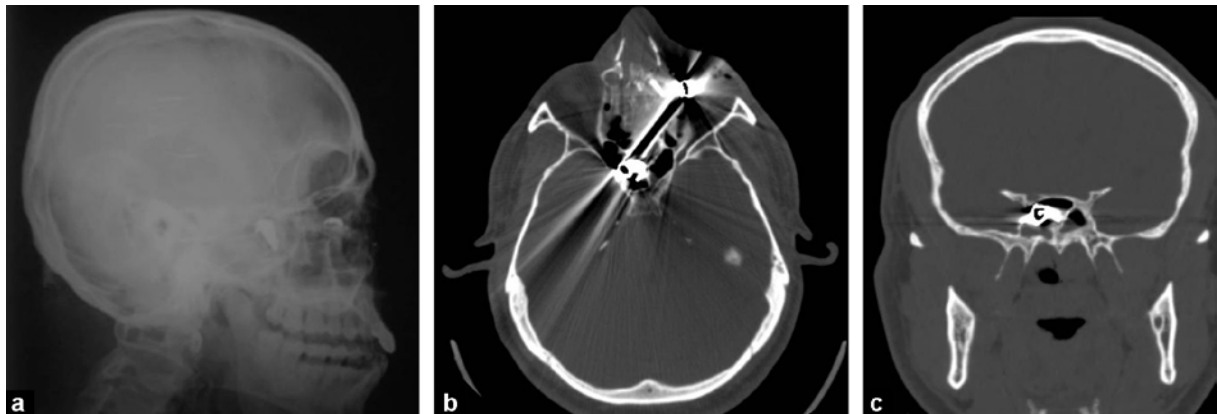


Figure 58. Plaie par balle du massif facial : a : radiographie du crâne de profil montre une balle au niveau du sinus sphénoïdal ; b, c : TDM du massif facial en coupes axiale (b) et coronale (c) en fenêtre osseuse montre la trajectoire de la balle et confirme son arrêt au niveau du sinus sphénoïdal. .[18]

1-5 PHARYNX [141]

Les lésions du rhinopharynx et de l'oropharynx sont souvent compliquées par d'autres plaies pénétrantes du cou, de la tête ou du tronc. Le danger immédiat réside dans la broncho-aspiration de sang. Plus tard, surviendra un risque d'hématome et d'infection de l'espace rétro-pharyngé.

Les lésions impliquant la partie laryngienne du pharynx provoquent généralement une forte contamination des plans tissulaires du cou par la salive ou d'autres sécrétions.

Il faut dans tous les cas débrider largement la plaie et parer les tissus nécrotiques contaminés. Une suture primaire du pharynx doit être si possible pratiquée ; sinon, on pratiquera une pharyngostomie avec suture muco-cutanée.

On administrera de la benzylpénicilline 5 millions d'unités toutes les 6 heures.

1.6 LARYNX [138 , 141]

Les lésions non pénétrantes du larynx peuvent souvent entraîner un hématome laryngé une luxation ou une fracture du cartilage laryngé ou encore des lésions des tissus mous. Le risque d'obstruction du larynx, sans être toujours immédiat, est présent. Il faut surveiller de près le patient et, en cas d'urgence, pratiquer une cricothyroidotomie.

Les plaies ouvertes, généralement dues à un projectile, entraînent vite la mort en l'absence de premiers secours de bonne qualité ou de traitement approprié à temps. Il faut d'abord désobstruer les voies aériennes et empêcher la broncho-aspiration de sang. L'aspiration est très utile mais des lésions graves du larynx ne permettent même pas d'intubation endotrachéale et la décision de pratiquer tout de suite une cricothyroidotomie sauvera sans doute la vie.

Une trachéotomie d'urgence prend trop de temps et le matériel nécessaire n'est pas toujours disponible dans un hôpital de campagne. Les cartilages du larynx et de la trachée sont très vulnérables aux traumatismes provoqués par sonde synthétique. Il peut y avoir péri-chondrite, ce qui est très difficile à traiter et entraîne des sténoses.

Une fois la respiration assurée, on parera la plaie, on enlèvera tout corps étranger et on pratiquera un drainage et une fermeture primaire différée. Il faut soigner le patient en position assise et l'encourager à tousser pour protéger ses poumons. L'antibiothérapie sera mise en place comme pour les lésions des tissus mous.

Les lésions des cordes vocales, la sténose du larynx et les atteintes des articulations crico-aryténoïdes posent d'énormes problèmes. Toute fistule trachéo-œsophagienne doit être réparée.

Si la respiration est assurée par une bonne cricothyroidotomie, il est souvent plus sage d'en rester là que de tenter une reconstruction difficile.

1.7 Cou

Classiquement divisé en 3 zones, le cou est le siège de nombreux éléments nobles [51] :

- **Les plaies de la zone I**, du creux sus-claviculaire au cartilage cricoïde, sont volontiers intriquées avec les lésions thoraciques.
- **Celles de la zone II**, du cartilage cricoïde à l'angle de la mâchoire, peuvent léser la plupart des structures nobles vasculaires, nerveuses, respiratoires et digestives.
- **Dans la zone III**, de la face latérale du cou jusqu'à la base du crâne, peuvent être touchées les artères essentielles au cerveau, carotide interne et vertébrale.

Ainsi on distingue 4 principaux types de risques [51] :

- Respiratoire, par atteinte directe des VAS ou par compression liée à un hématome.
- Hémorragique, primaire et massive par lésion importante vasculaire, ou secondaire par formation d'anévrisme.
- Neurologique, par atteinte directe des nerfs ; par ischémie cérébrale sur thrombose, dissection, section ou spasme des artères, par compression (hématome ou os), contusion, section médullaire [32].
- Infectieux, localement mais aussi au niveau du rachis osseux, du LCR, et du médiastin.
- Digestif, par lésion de l'œsophage, qui s'avère cependant rare. [49]

Même si l'exploration chirurgicale ne révèle finalement aucune lésion majeure chez 30% des patients symptomatiques (signes hémorragiques ou difficultés respiratoires) [51, 53], chez 38% des patients à la symptomatologie peu bruyante, l'exploration chirurgicale retrouve des lésions importantes [52].

Une victime de plaie par arme au niveau du cou peut, et cela semble compréhensible vu l'aspect anxiogène d'une telle blessure, être très agitée. Cette agitation pourra être très délétère et amener le patient soit à retirer l'arme ou tout autre corps étranger et ainsi provoquer une hémorragie massive, soit à mobiliser le cou et décompenser ainsi des lésions vasculaires ou médullaires instables. Dans le même ordre d'idée, une prise en charge trop interventionniste en

préhospitalier peut avoir de graves conséquences : pénétration d'air dans le médiastin par ventilation au masque, aggravation des lésions vasculaires par une pose de sonde gastrique ou par une IOT non justifiée, aggravation de l'hémorragie par le rétablissement de la pression artérielle... [51]

La tête et le cou peuvent également être le siège de lésion par *blast*.

Les atteintes auriculaires sont alors les plus fréquentes au cours du *blast* aérien. La perforation du tympan survient dans 80% des cas et est bilatérale dans 10% des cas. Des lésions cérébrales maxillo-faciales ou oculaires peuvent également être observées. Le mécanisme de ces dernières est controversé, effet primaire ou tertiaire. [17]

❖ **Prise en charge**

Lésions œsophagiennes. Les petites lacérations doivent être suturées directement après parage des bords. Il est préférable de protéger la suture pendant 10 à 15 jours moyennant une sonde nasogastrique d'alimentation ou une gastrostomie. On laissera la plaie ouverte en vue d'une fermeture primaire différée. Une plaie étendue de l'œsophage peut être transformée en œsophagostomie cervicale ou en pharyngostomie et fermée ultérieurement.

Larynx et trachée. Une fracture du larynx est traitée par trachéotomie. On peut utiliser pour cela une petite plaie de la trachée, si elle est située au bon endroit. Si l'on peut suturer une plaie trachéale, il faut le faire.

Veine jugulaire. La plaie doit être suturée si possible. Sinon, il faut ligaturer. En cas de lésion de la veine jugulaire, il faut veiller à ce que la tête du patient soit placée plus bas que le cœur pour éviter une embolie gazeuse.

Canal thoracique. En cas de lésion, il doit être ligaturé .

Lésions artérielles. Il faut faire attention aux hématomes en expansion, qui nécessitent une exploration.

1.8 Atteintes de la Moelle épinière [141, 145]

La moelle épinière peut être endommagée par des projectiles, directement ou indirectement à la suite d'une fracture ou d'une luxation. Les paraplégies sont plus fréquentes que les tétraplégies, car les patients tétraplégiques meurent le plus souvent pendant leur évacuation vers l'hôpital de campagne.

Les patients paralysés sont souvent amenés avec retard, car ils sont en fin de liste pour les évacuations.

Les principes de parage des plaies et des soins sont les mêmes que pour les autres lésions.

a. Paraplégie

Il faut prévoir dès le départ un traitement de longue haleine. Lorsqu'il n'y a pas de centre pour paraplégiques, il faut donner au patient et à sa famille les moyens d'assurer au domicile les meilleures conditions de vie possibles.

Les principales complications à éviter sont :

- la détérioration de l'état général
- les escarres ;
- les infections de la vessie et des voies urinaires.

Les principes ci-après s'appliquent au traitement des patients atteints de paraplégie depuis moins de 6 semaines.

1. Eviter les laminectomies, sauf :

- a) s'il y a une nette progression du déficit moteur ou sensoriel et si la radiographie fait apparaître des signes de compression médullaire par un corps étranger ou un fragment d'os
- b) s'il y a une fistule persistante de LCR;
- c) si le chirurgien se juge capable d'intervenir.

2. En cas de paraplégie due à une fracture ou à une luxation, utiliser une extension progressive si le matériel est disponible. Sinon, on peut remplacer l'extension par un plâtre thoracopelvien bivalvé
3. Il ne faut pas oublier les risques d'escarres sur la crête iliaque, l'omoplate et le sacrum. On contrôlera la peau à ces endroits toutes les 8 heures.
4. S'il n'y a pas de signes de récupération motrice ou sensorielle au bout de 6 semaines, on commencera la physiothérapie.
5. Des soins appropriés permettent d'éviter les infections des voies urinaires.

b. Tétraplégie

Soigner les tétraplégiques dans un pays en développement est une tâche quasiment impossible. On se contentera donc de leur dispenser un minimum de soins pour leur garantir une vie acceptable aussi longtemps que possible.

c. Escarres

En cas de lésion de la moelle épinière, les escarres sont très fréquentes au niveau du sacrum, sur les trochanters ainsi que sur les talons et les rotules.

La prévention des escarres passe par les mesures suivantes :

- sensibiliser le personnel de l'hôpital et la famille des patients au risque d'escarre ;
- faire intervenir immédiatement un proche dans la prévention active 24 heures sur 24 ;
- utiliser des méthodes simples pour éviter une compression sur les endroits très exposés

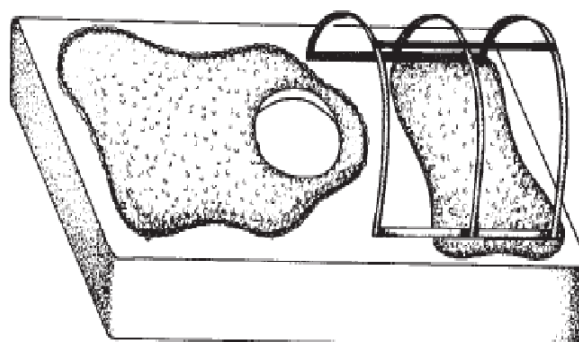


Figure 59. Prévention des escarres.[143]

- employer un arc ou cadre métallique pour les jambes et les pieds afin d'éviter que le poids des draps n'augmente la compression des talons ;
- placer une peau de mouton sur le lit pour protéger les fesses et les talons ;
- changer la position du patient toutes les deux heures jour et nuit (il faut mettre une note à cet effet au-dessus de son lit) ;
- mobiliser les membres deux fois par jour ;
- faire lever le patient de `s que possible.

❖ *Traitement des escarres :*

- pas de pression sur l'escarre ;
- position correcte ;
- pas de contact entre l'escarre et la peau de mouton (risque d'infection) ;
- utilisation d'un matelas avec des creux judicieusement placés pour éviter la pression sur les escarres ;
- soins des escarres : .
- excision des tissus nécrotiques (peut être effectuée sans anesthésie par une infirmière qualifiée) ;
- si la plaie est propre, il suffit de changer le pansement une fois par jour ;
- si la plaie est infectée en profondeur, il faut changer le pansement jusqu'à cinq fois toutes les 24 heures ;
- il n'y pas besoin d'antibiotiques, sauf en cas d'infection généralisée.

d. Prévention de l'épididymite

L'épididymite est une complication fréquente, due principalement à une station prolongée en décubitus ventral ou au retrait tardif de la sonde urinaire.

Le meilleur moyen de prévention consiste à :

- retirer dès que possible la sonde urinaire ;
- confectionner un matelas avec un creux de 15 à 20 cm de profondeur afin d'éviter toute compression du pénis et des testicules.

2. Thorax

En temps de guerre, chez des soldats portant des gilets pare-balles, elles représentent 4% à 10% des blessés [23, 55], mais 7 à 15% des morts [55].

La mortalité des lésions thoraciques est de 3% aux États-Unis chez les victimes arrivées au centre de traumatologie, toutes armes confondues [54], contre 70% en temps de guerre [27].

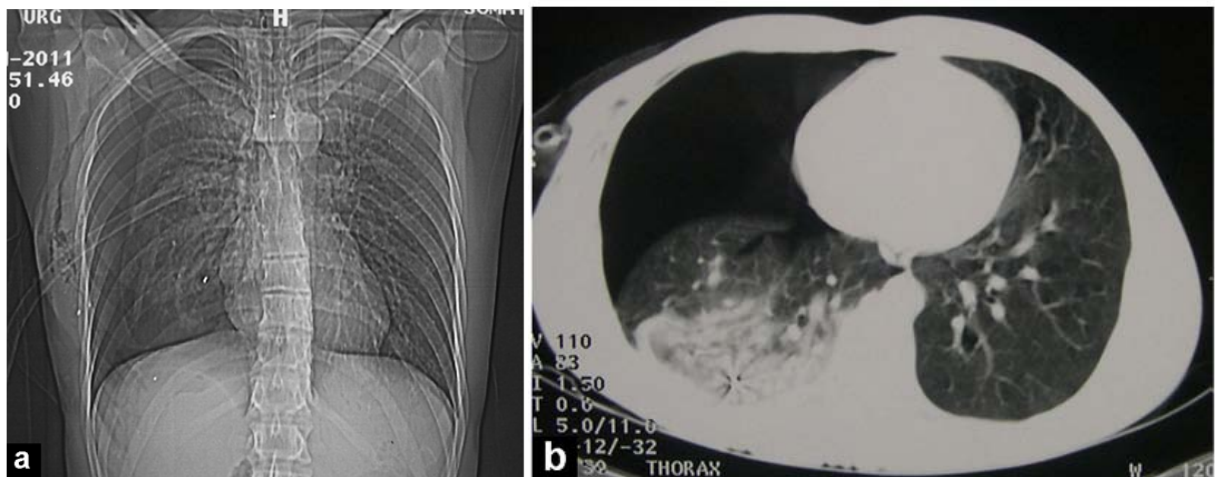


Figure 60.Plaie par balle au niveau thoracique : a : Radiographie de face. Pneumothorax droit avec un emphysème sous-cutané ; b : coupe axiale thoracique en fenêtre parenchymateuse montre le pneumothorax droit et une hyperdensité en verre dépoli de la base pulmonaire homolatérale contenant des débris de plomb en rapport avec une plaie parenchymateuse. [18]

2.1. Trajet lésionnel et atteintes prévisibles

Associé à la connaissance de l'arme, l'examen de la plaie d'entrée, sa localisation exacte, son aspect (hémorragique, soufflante...), l'association à un emphysème sous-cutané et une éventuelle porte de sortie permettent de prédire un trajet lésionnel ainsi que les potentiels organes lésés. [56]

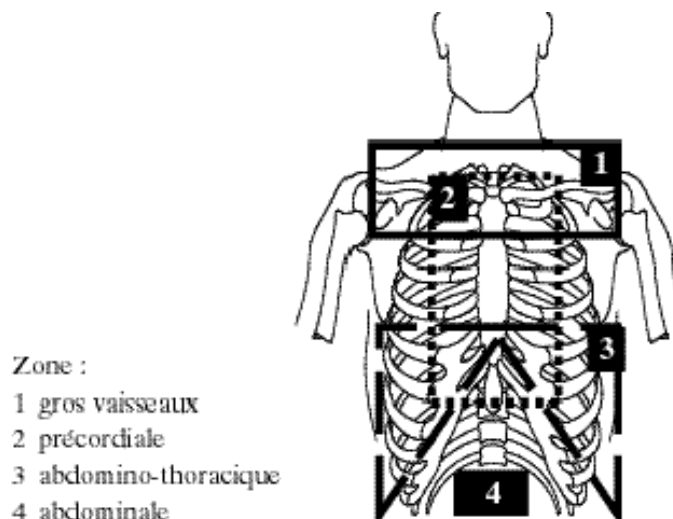


Figure 61. Projection des zones lésionnelles anatomiques. [56, 57]

Une plaie dans la région précordiale parasternale doit faire suspecter une atteinte du coeur. [56]

En deçà de la 7^{ème} côte, il convient de suspecter une perforation du diaphragme et donc une atteinte abdominale associée dans 17 à 39%. [55, 56, 58]

La possibilité d'une atteinte rachidienne et médullaire est toujours possible dans les plaies par arme à feu, aggravant alors le pronostic. [16, 55,59]

2.2. Appareil respiratoire

Dans 80% des traumatismes pénétrants du thorax, on retrouve un hémopneumothorax traduisant, dans la plupart des cas, une effraction de la plèvre et une atteinte du parenchyme pulmonaire [55]. Le caractère hémorragique est alors lié à un saignement veineux parenchymateux dans la cavité temporaire ou permanente [55, 56, 58]. L'hémopneumothorax ne nécessite alors qu'un simple drainage [58].

La présence de fuite d'air persistante doit faire évoquer une atteinte trachéo-bronchique [16, 55, 58]. Ces lésions trachéo-bronchiques, bien que rares en cas de traumatismes pénétrants, entraînent un décès précoce ou des insuffisances respiratoires aiguës [55].

De même, un drainage de sang important, supérieur à 500 ml.h⁻¹ doit faire envisager une thorcotomie d'urgence à la recherche de plaie cardiaque ou de gros vaisseaux [58].

Le pneumothorax, en cas de fuite d'air importante, devient alors compressif dans 2 à 3% des traumatismes pénétrants du thorax [58].

Après pose du drain thoracique, il convient de réaliser une radiographie, particulièrement en cas de plaie par projectile, afin d'identifier sa trajectoire et la présence éventuelle d'autres lésions [58].

Les poumons sont également le siège privilégié des lésions de *blast*. Cette localisation fait toute la gravité de ce type de traumatisme. On observe :

- Un oedème pulmonaire lésionnel volontiers hémorragique ;
- Des ruptures des alvéoles et bronchioles pouvant provoquer un emphysème interstitiel, des pneumatocèles, un pneumomédiastin, un pneumothorax ;
- Des ruptures vasculaires pouvant provoquer hémoptysies, hématoécèles voire hémothorax ;
- L'association d'une rupture alvéolaire et d'une rupture vasculaire peut entraîner des embolies gazeuses ;
- Des lésions laryngo-trachéales dues à l'impact du squelette cartilagineux sur la muqueuse. [17]



Figure 62 . Radiographie de thorax de face. Balle en projection de la base pulmonaire gauche avec un épanchement pleural liquidien homolatéral. [18]

Les lésions observées peuvent être également des brûlures associées à des lésions d'inhalation de gaz chaud, de fumée ou de débris. [16]

2.3. Cœur

Les plaies du cœur surviennent dans 6 à 10% des cas des blessés thoraciques, quelle que soit l'arme. [55, 60] Bien qu'extrêmement graves, l'espérance de survie est très variable en fonction des études. [55]

Les plaies concernent en premier lieu le ventricule droit, puis le ventricule gauche, puis les oreillettes. [55]

La perforation du cœur entraîne une tamponnade, une hémorragie puis la dysfonction myocardique. La tamponnade a un effet protecteur limitant l'hémorragie, particulièrement en cas de plaie du cœur droit [58]. La tamponnade est présente dans 90% des cas de plaies par arme blanche, contre 20% des plaies par arme à feu [61]. Ceci expliquerait la mortalité moindre en cas d'attente par arme blanche, plus de patients arrivant à l'hôpital grâce à l'effet protecteur de la tamponnade [55].

Les patients peuvent être asymptomatiques, présenter un choc hémorragique, un tableau de tamponnade, ou être en état de mort apparente. C'est en fonction de ces éléments, cliniques et hémodynamiques, que l'indication de thoracotomie en urgence, précédée ou non d'une ponction péricardique, se pose dans environ 5% des plaies du thorax [27, 55, 56,58, 59].

Le taux de mortalité, en cas de nécessité de thoracotomie, est alors de 69% pour les plaies par arme à feu contre 37% pour les plaies par arme blanche [62].

Le risque d'embolie, liée à la présence d'un corps étranger dans la cavité cardiaque, impose le retrait du projectile le plus précocement possible [27].

2.4. Vaisseaux

L'atteinte des vaisseaux thoraciques varie entre 0,3 et 10%, avec par ordre de fréquence l'artère sous-clavière suivie de l'aorte thoracique descendante, l'artère pulmonaire, la veine sous-clavière, les veines caves, l'artère innominée et les veines pulmonaires [55,58].

L'atteinte vasculaire peut être partielle ou complète, réalisant alors une section. En cas d'atteinte partielle, la rétraction des tuniques peut entraîner une plaie dite « sèche ». [16]

La grande mortalité de ces lésions est liée à l'hémorragie massive, l'embolie aérienne et l'abord chirurgical difficile [58].

Cependant, elles peuvent être parfois pauci symptomatiques [55].

Parmi les cas les plus rares, les plaies de l'artère vertébrale passent souvent inaperçues, et sont découvertes secondairement dans le cadre d'une paraplégie associée au traumatisme thoracique par balle [16].

2.5. *Œsophage*

Comme dans la région cervicale, les atteintes œsophagiennes sont rares, et souvent masquées par les lésions cardiaques ou vasculaires associées.

Elles doivent être suspectées en cas de trajet transmédiastinale du projectile. Les signes évocateurs sont un emphysème sous-cutané cervical, un pneumo-médiastin et la présence de sang dans la sonde d'aspiration gastrique [55, 58]. Le risque majeur est alors la médiastinite [55, 58].



Figure 63. Emphysème sous-cutané sur une perforation de l'œsophage cervical par Balle [55]

❖ **Prise en charge**

Très rares, elles sont mortelles en l'absence de traitement, alors qu'une suture rapide de première intention, un drainage et une déviation confèrent de bonnes chances de survie.

Si l'on soupçonne une lésion œsophagienne, il faut faire ingurgiter au patient quelques millilitres de bleu de méthylène dilué, que l'on retrouvera dans la cavité pleurale en cas de lésion.

2.6. Diaphragme

Les plaies du diaphragme ne sont pas anecdotiques. Présentes dans 1 à 3% des plaies thoraciques par arme, leur fréquence s'élève à 59% lors des atteintes basithoraciques gauches [55]. Citons le typique coup par arme blanche porté par un droitier visant le cœur [16].

Les lésions intra-abdominales associées et le risque d'étranglement des anses intestinales, en font leur principale morbidité. Leur diagnostic est cependant difficile sur le moment, l'imagerie étant peu contributive et la symptomatologie peu bruyante dans la plupart des cas [55, 58].

2.7. Rachis

L'atteinte du rachis dorsal est la plus fréquente (51,8%) et touche 20% des patients avec un trajet projectilique transmédiastinal. L'atteinte médullaire aggrave alors l'instabilité hémodynamique. [55]

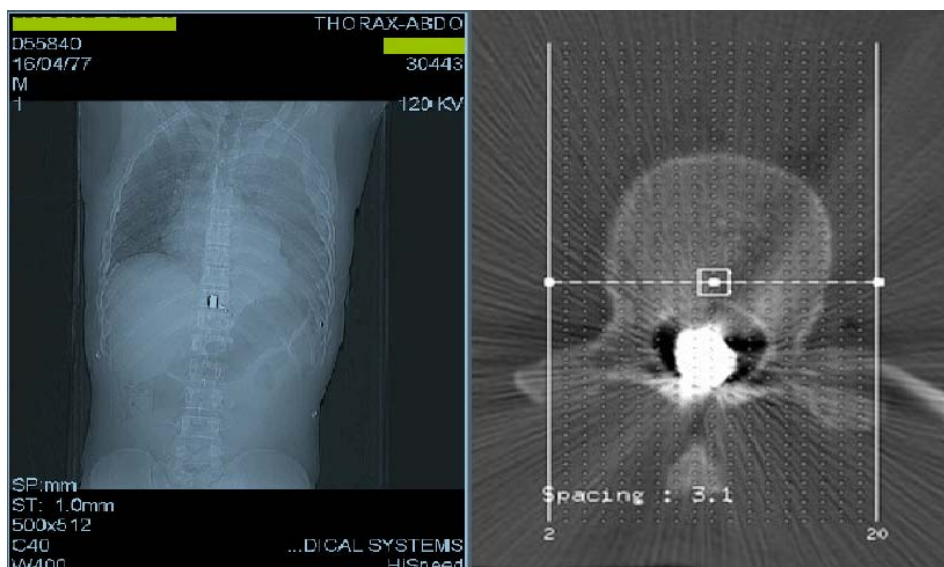


Figure 64. Balle dans le canal au niveau de la vertèbre T11 [55]

2.8. Paroi

La paroi thoracique peut subir des plaies superficielles du tissu cutané et des tissus mous, avec ou sans fracture costale.

En cas de plaies par armes de chasse ou par explosif, on peut observer des défauts pariétaux massifs. Ces lésions importantes entraînent des difficultés respiratoires d'origine thoracique. Quand la surface de lésion est étendue et profonde – supérieure à 2 tiers de la surface pariétale –, l'entrée d'air extérieure par la paroi est permise, entraînant un thorax soufflant.

Les lésions vasculaires pariétales – vaisseaux intercostaux et mammaires internes – peuvent entraîner des hémorragies importantes extériorisées ou alimentant un hémothorax [55].



Figure 65. Plaie de la paroi thoracique par arme à feu, orifice d'entrée à droite

3. Abdomen

les plaies abdominales représentent 6 à 20% des blessés de guerre [23, 63].

Leur mortalité n'est pas anodine : 8% sur une série de 79 patients hospitalisés à l'hôpital Édouard Herriot de Lyon [64] et 11% sur une série de 300 cas à Houston [65].

De même que les plaies thoraciques sont associées, dans 25% des cas, à des lésions abdominales, 25% des victimes de plaies de l'abdomen présentent des lésions thoraciques. [23]

3.1. Anatomie, trajet lésionnel

L'abdomen et le pelvis sont des régions anatomiques complexes. Certains auteurs, décrivant les traumatismes pénétrants, distinguent la région abdominothoracique contenant le diaphragme, l'estomac, le foie, la rate, le pancréas et le colon transverse [56] ; d'autres distinguent la région abdomino-pelvienne contenant le rectum, la vessie, l'utérus, la partie basse des anses grêles, le colon sigmoïde et les éléments vasculo-nerveux pelviens [63].

Là encore, la localisation de la plaie d'entrée et la reconstitution théorique du trajet lésionnel (en prenant en compte les éléments de balistique lésionnelle et leurs inconnues décrits précédemment) permettent de supposer des éventuelles lésions sous-jacentes.

3 types de trajets lésionnels sont classiquement décrits : **latéro-latérale, antéropostérieur, postéro-antérieur** [63].

Ainsi, une porte d'entrée au niveau de l'hypochondre gauche est classiquement associée à des lésions de la rate, du rein, de l'angle colique, de l'estomac ; l'hypochondre droit à des lésions du foie, du rein, de la veine cave inférieure, du duodénum, de l'angle colique ; la région abdomino-pelvienne à des lésions de la vessie, du rectum, des anses grêles et du sigmoïde. [23]

3.2. Lésions par traumatisme pénétrant

Les plaies de la paroi peuvent, dans 20 à 25% des cas, laisser apparaître les viscères intra-péritonéaux, pouvant créer ainsi une éviscération. En cas d'importante perte de substance pariétale, la fermeture pourra poser un problème. [23]

Ces plaies d'entrée peuvent être *sèches* ou laisser extérioriser plusieurs types de liquides – liquide digestif, sang, urine – permettant d'orienter le diagnostic des lésions viscérales sous-jacentes. [63]

Les organes pleins – foie, reins, rate, pancréas – touchés peuvent subir une simple tunnélisation, alors sans risque vital majeur. Ils peuvent également éclater ou subir de grands délabrements, entraînant un risque hémorragique important. [23]

Les organes creux – grêle, colon, rectum, vessie – peuvent être contus (grêle), perforés (grêle, colon), éclatés (colon, vessie pleine). Ces lésions sont parfois très hémorragiques

(rectum). Elles peuvent entraîner un pneumopéritoine dans 30% des cas [67]. Le projectile qui traverse un organe creux devient alors contaminant. [63]

L'atteinte d'un organe creux nécessite une laparotomie exploratrice afin de faire un bilan lésionnel complet. [23]

Organes blessés	Pratique civile (%)	Plaies de guerre (%)
<i>Grêle</i>	60	49
<i>Côlon</i>	42	28
<i>Foie</i>	29	16
<i>Vaisseaux</i>	25	4
<i>Estomac</i>	17	11
<i>Reins</i>	17	8
<i>Rate</i>	7	12
<i>Vessie</i>	7	7
<i>Rectum</i>	3	8

Figure 66. Organes abdominaux lésés lors des plaies par projectile. [56, 66]

Une atteinte osseuse (bassin, hanche) peut aggraver ces lésions en créant des canaux secondaires par esquille d'os. [63]

L'atteinte vasculaire influence énormément le pronostic. Une plaie de l'aorte abdominale peut nécessiter une thoracotomie d'urgence, les plaies de la veine cave et des autres vaisseaux ne sont pas bénignes pour autant. [27]



Figure 67. Soldat de 23 ans victime d'une plaie par balle de l'abdomen avec un orifice d'entrée postérieur paravertébral droit : a : Radiographie de face: Débris de balle au niveau de l'hémi-abdomen droit en regard du disque L3-L4 ; b, c : TDM abdominal. Coupes axiales avec injection de produit de contraste montrent une plaie de la veine cave inférieure avec un hématome rétropéritonéal contenant des débris de balle(b) et associée à un pneumopéritoine (c).

[18]



Figure 68. Plaie lombaire droite par fusil de chasse à bout portant. Pièce opératoire d'hémi-colectomie droite (4 impacts). Bourre de la cartouche retrouvée dans la plaie. [23]

3.3. Lésions par traumatisme contondant

Les lésions intra-abdominales par traumatisme contondant ne sont pas à sous-estimer chez les victimes de guerre se présentant pour des plaies d'autres localisations. Les organes lésés seront surtout les organes pleins : foie, rate, reins.

3.4. Lésions par blast

Les lésions digestives sont la deuxième cause de décès par *blast* après les lésions pulmonaires. Elles résultent le plus souvent de *blasts* liquidiens, plus par effet primaire pour le grêle, et par effet secondaire pour le colon ou les organes pleins.

Elles sont susceptibles d'évoluer vers la perforation, soit par ischémies localisées ou par lésions des muqueuses. [17]

Le pronostic des plaies abdominales par arme sera dans un premier temps liée à l'hémorragie extériorisée ou non, intra ou rétro-péritonéale. Secondairement, il est lié aux complications infectieuses, soit par souillure directe, soit par contamination projectiltaire, soit par perforation des viscères creux. [23, 68, 63]

La laparotomie exploratrice systématique en cas de plaies par arme était le dogme. Son indication est de plus en plus réfléchie, cette technique entraînant des complications non négligeables (15%) [85], et la possibilité de traitement médical étant de plus en plus développée [68].

❖ Prise en charge [63, 66, 141,145]

a. A l'arrivée :

- a) Examiner soigneusement l'abdomen et le dos.
- b) Noter le nombre de lésions. Il y en a souvent plusieurs si le patient a été touché par une mine ou des fragments d'obus.
- c) Tenter de déterminer les organes atteints, compte tenu de l'emplacement des plaies.
- d) Faire particulièrement attention aux lésions thoraciques basses et aux lésions du périnée et de la fesse, qui pénètrent souvent dans la cavité abdominale.

- e) Ne pas oublier que le patient peut présenter une lésion abdominale sans plaie externe en tombant après une explosion, qui peut provoquer la rupture du foie ou de la rate. L'onde de choc d'une explosion peut aussi provoquer une rupture des organes creux, sans signes extérieurs.

b. TRAITEMENT PRIORITAIRE

Une laparotomie doit être pratiquée dès que l'état du patient le permet ; le facteur temps est capital car plus il s'écoule de temps entre le traumatisme et l'opération, plus la morbidité et la mortalité augmentent.

Les patients en état de choc qui présentent une hémorragie intra abdominale sont prioritaires par rapport à ceux qui n'ont que des perforations intestinales. Mais ces deux types de traumatisme peuvent être mortels.

L'hémorragie abdominale est une urgence absolue ; elle est vite apparente : douleurs abdominales, rigidité, absence de bruits abdominaux, distension de l'abdomen et état de choc croissant.

On entame la réanimation comme indiqué plus haut et le patient est conduit en salle d'opération. Il ne faut pas consacrer plus de deux heures à la réanimation.

La priorité doit aller aux patients en état de choc du à une hémorragie que seul un acte chirurgical permettra de maîtriser. Une fois l'hémorragie arrêtée, on peut poursuivre les mesures de réanimation.

c. APPROCHE CHIRURGICALE

1. Le champ opératoire est préparé pour que l'incision puisse être prolongée jusqu'au thorax et aux cuisses.
2. La laparotomie médiane est préférable ; elle peut être prolongée du pubis jusqu'à l'apophyse xiphoïde. C'est une excellente voie d'abord rapide.

En règle générale, il faut faire une incision à part et ne pas utiliser une plaie pré-existante.

Des incisions abdominale et thoracique distinctes sont préférables à une incision thoraco-abdominale.

3. Si l'état du patient le permet, on procède au parage des plaies du dos avant la laparotomie, car le patient risque de subir un choc si on le retourne à la fin d'une intervention abdominale.

Les plaies de la paroi abdominale antérieure sont parées après l'intervention.

4. Les hémorragies proviennent le plus souvent du mésentère de l'intestin grêle, mais elles peuvent parfois être dues à une lésion des gros vaisseaux rétro-péritoineaux qui ne peuvent être mis en évidence que par libération de tout l'intestin grêle.

Le foie et la rate peuvent eux aussi être à l'origine d'hémorragies importantes. On peut maîtriser temporairement une grave hémorragie hépatique par clampage de la veine porte et de l'artère hépatique (clampage en bloc du ligament hépato-duodéal) combiné à une compression directe ou un tamponnement de la plaie. Les sources hémorragiques seront ligaturées par des fils résorbables.

Il faut faire attention lorsqu'on explore un hématome rétro-péritonéal car le péritoine peut exercer un effet tampon sur une lésion artérielle ou veineuse ; le fait de l'ouvrir peut déclencher une hémorragie massive.

5. Il faut inspecter tous les organes. Le tube digestif doit être examiné soigneusement, et il faut noter s'il y a du contenu intestinal dans la cavité abdominale. Le chirurgien doit repérer et traiter toutes les perforations, lesquelles, parfois minuscules, peuvent se trouver dans des endroits imprévus, mais sont toutes potentiellement mortelles.
6. L'intestin grêle est l'organe le plus souvent touché. Il doit être exploré dans sa totalité, depuis l'angle de Treitz jusqu'à la valvule de Bauhin. Toutes les lésions seront marquées d'une pince Allis. Pour arrêter les écoulements, les

perforations doivent être fermées, au moins temporairement, par suture simple. La suture finale ne sera faite que lorsque toutes les lésions auront été localisées, car il est plus logique de faire une résection que des sutures multiples. Il faut contrôler soigneusement le mésentère et suturer les points de saignement plutôt que les ligaturer.

7. Côlon : un hématome retro péritonéal, un emphysème dans la région du côlon ascendant ou descendant ou une odeur fécale doivent inciter à examiner soigneusement la paroi retro péritonéale. Pour ce faire, on libérera complètement le côlon droit comme le côlon gauche.
8. Estomac et duodénum : si la partie antérieure de l'estomac présente une lésion, sa partie postérieure risque bien souvent d'être elle aussi atteinte et doit être explorée par décollement colo-épiploïque.
9. Enfin, on examine la vessie et le rectum. Une perforation vésicale sera explorée au doigt.
10. Toutes les lésions doivent être traitées comme indiqué ci-après.
11. Ne pas perdre de temps à rechercher des corps étrangers !
12. A` la fin de l'opération, la cavité abdominale sera copieusement lavée avec une solution physiologique.
13. Il faut de préférence fermer la paroi abdominale par un surjet d'Everett prenant toute l'épaisseur de la paroi. La peau doit ensuite être refermée par un surjet distinct. Si la cavité abdominale est très contaminée, il faut laisser ouverts la peau et les tissus sous-cutanés associés à la laparotomie en vue d'une fermeture primaire différée.
14. Une fois la cavité abdominale refermée, il faut exciser toutes les plaies dues à un projectile et les laisser ouvertes en vue d'une fermeture primaire différée.

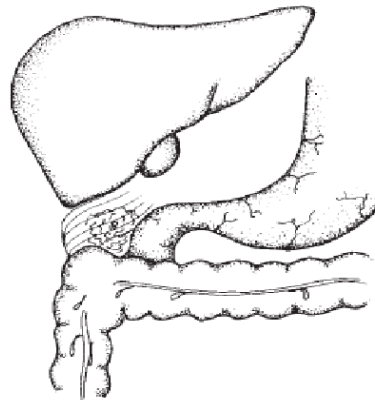


Figure 69. La présence de sang et de bile entre le côlon et le duodénum laisse soupçonner une lésion pancréatique et/ou duodénale retro-péritonéale. Un emphysème laisse soupçonner une lésion du côlon.[141]

4. LÉSIONS URO-GÉNITALES [68,141, 145]

Les lésions du système uro-génital sont assez rares puisqu'elles ne surviennent que dans 1 à 2% des cas.

La prise en charge des lésions uro-génitales est la même que pour les autres lésions et comprend:

- le parage de la plaie
- un drainage déclive
- un cathétérisme des voies urinaires en amont de la lésion.

4.1. REIN : [68,145]

Une lésion rénale doit toujours être soupçonnée en cas de blessure non pénétrante de la région lombaire et elle est confirmée si une hématurie apparaît. Une intervention chirurgicale n'est indiquée que si une sévère macro-hématurie persiste plus de 48 heures et/ou si le patient est en état de choc. Après ce type de blessure, une hémorragie tardive peut se présenter 15 jours après le traumatisme.

Les plaies pénétrantes isolées du rein sont extrêmement rares. Une voie d'abord par laparotomie médiane permet d'examiner les deux reins, après mobilisation du colon droit et gauche dans les gouttières para coliques.

En cas d'hématome péri-rénal important, le fascia péri-rénal ne sera ouvert que lorsque les vaisseaux rénaux auront été isolés et que des pinces vasculaires seront disponibles. En effet, l'ouverture du fascia peut déclencher une hémorragie massive, obligeant à une néphrectomie qui n'est pas toujours nécessaire.



Figure 70. Plaie du rein gauche. TDM abdominal : coupe axiale avec injection de produit de contraste montrant un orifice d'entrée de la balle postérieur para vertébral gauche et une plaie du rein homolatéral. [68].

a. Néphrectomie

Elle est parfois nécessaire pour parvenir à une hémostase.

Indications de la néphrectomie :

- . avulsion du rein
- lésion du pédicule vasculaire
- hémorragie incontrôlable.

Lors de la néphrectomie, les vaisseaux doivent être doublement ligaturés, de préférence séparément, l'artère avant la veine. L'uretère est sectionné et lié aussi distalement que possible.

b. Néphrectomie partielle

Une néphrectomie partielle est indiquée uniquement lorsque le patient n'a qu'un rein et que celui-ci est atteint.

Le chirurgien doit toujours s'assurer par palpation intra abdominale de l'existence d'un second rein. S'il ne peut le trouver, il fera si possible une résection partielle. Une fonction rénale normale est en effet possible avec seulement un tiers de rein intact.

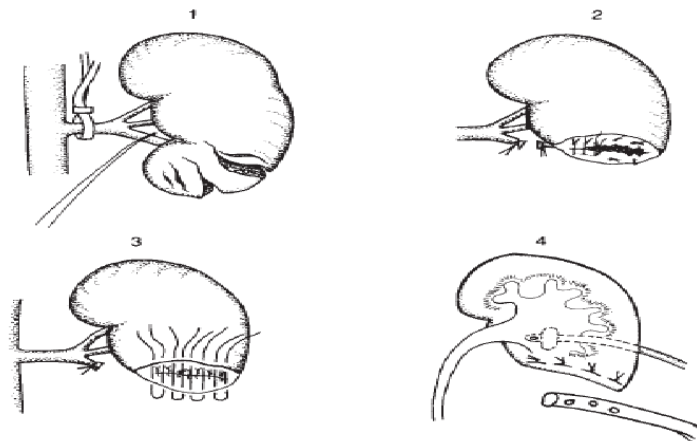


Figure 71. Néphrectomie partielle [145] :

- 1) Individualisation de l'artère du segment lésé.
- 2) Résection par digitoplastie ; les vaisseaux sont liés et les calices suturés en points séparés.
- 3) Points de matelassage sur la tranche de section.
- 4) Drainage par néphrotomie ; la loge rénale est drainée de façon externe.

4.2. URETERE [141]

Les lésions isolées de l'uretère sont très rares.

En cas de section complète, les deux extrémités seront taillées en oblique ou en spatule et anastomosées sur un cathéter urétéral . On utilisera un fil fin résorbable. Une fermeture étanche est préférable, sans être nécessaire.

On protégera l'anastomose par une néphrostomie, une pyélostomie ou un cathéter urétéral .

Il est indispensable de faire un drainage déclive externe de l'anastomose.

En cas de pertes de substance importantes de la partie moyenne ou supérieure de l'uretère, ou` les extrémités ne peuvent pas être bien mobilisées — c'est-à-dire jusqu'à` 5 cm —, on peut parfois mobiliser le rein distalement. Sinon, la néphrectomie est indiquée.

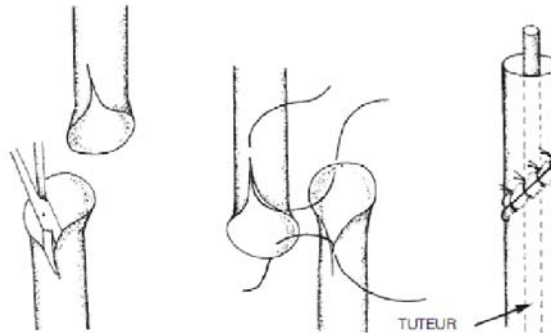


Figure 72. Après résection du segment urétéral lésé, anastomose termino-terminale par points séparés des extrémités taillées en spatule.[141]

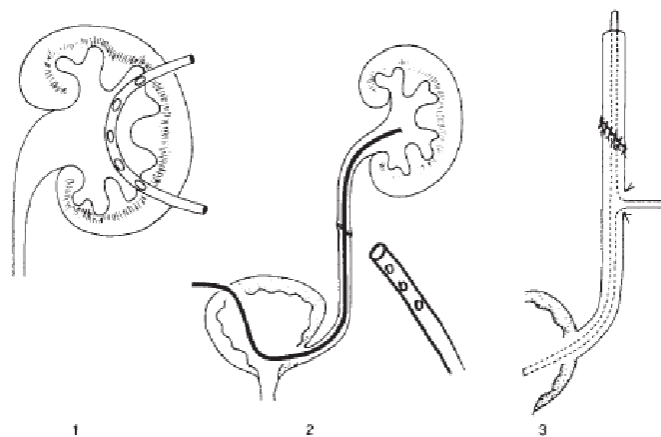


Figure 73. Drainages :

- 1) Néphrostomie en anneau.
- 2) Drainage par cathéter urétéral que l'on sort à travers la paroi vésicale. Drainage déclive externe de l'anastomose.
- 3) Drain en T.

4.3. VESSIE [141]

Les lésions vésicales peuvent être intra- ou extra-péritonéales. Souvent, on ne les découvre que lors de la laparotomie, en voyant le ballon du cathéter en péritoine libre.

Les lésions extra-péritonéales mineures peuvent être traitées par cathétérisme simple d'une durée maximale d'une semaine.

Toutes les autres plaies seront parées et suturées en deux plans.

On peut sacrifier une grande partie de la vessie sans grandes incidences fonctionnelles. Il faut veiller expressément à ne pas sténoser les méats urétéraux lorsque les lésions sont proches du col de la vessie. Il faut parfois réimplanter un uretère ou bien les deux. Il est parfois difficile d'identifier les méats en raison de l'œdème ou des lacérations. Dans ce cas, on pratiquera un cathétérisme urétéral en amont.

4.4. URETRE [141,145]

Principes du traitement :

- Dériver l'urine par une cystostomie supra-pubienne.
- Parer la plaie en veillant à ne pas enlever ce qui reste de l'urètre.
- Laisser la plaie ouverte.
- Procéder à un examen au moment de la fermeture primaire différée et décider s'il faut :
 - a) accepter une urétérostomie permanente ;
 - b) envisager une correction ultérieure (au bout de 6 semaines) si les lésions sont minimales et si le succès peut être assuré.

4.5. ORGANES GENITAUX EXTERNES [145]

Les organes génitaux externes peuvent être suturés d'emblée, après excision de la plaie, du fait de leur excellente vascularisation.

Le but est d'en restaurer l'aspect anatomique.

Le scrotum est toujours drainé de façon déclive.

Les lésions testiculaires bilatérales sont très rares. Pour des raisons hormonales, il est important de conserver un peu de tissu testiculaire mais il faut toujours refermer soigneusement la tunique albuginée, faute de quoi une fistule apparaît.

Lorsque toute la peau du scrotum est perdue, mais que les testicules sont viables, ils peuvent être placés sous la peau inguinale ou fémorale.

5. Membres

Elles représentent 70% des plaies en temps de guerre. [23] et 10% des morts [70].

Elles présentent plusieurs particularités et risques, par rapport aux autres traumatismes des membres. Ce sont fréquemment des plaies multi-tissulaires – tissu musculo-aponévrotique, osseux, vasculo-nerveux – sources de séquelles fonctionnelles importantes. [23]

5.1. Fractures [23,71,18,142,143]

Par définition, si il y a plaie et fracture, la fracture sera qualifié d'ouverte.

Les plaies par traumatisme pénétrant à haute vitesse peuvent se révéler redoutables en cas de rencontre du projectile avec l'os. Il y a alors fragmentation du projectile et de l'os, projetant de multiples éclats majorant ainsi le délabrement des parties molles. La fracture sera alors multi-comminutive, complexe, pouvant intéresser ou non l'articulation. [23]

En cas de lésion du membre inférieur, elles sont volontiers classées type 3 de la classification de Cauchoix et Duparc revisitée par Gustilo. [23]

Le traitement chirurgical se fait en plusieurs étapes, en fonction de l'étendue des lésions. [23, 71]



Figure 74. Radiographie de la jambe gauche de face. Fracture comminutive médio-diaphysaire des os de la jambe avec débris de plomb au niveau des parties molles. [18]



Figure 75. Radiographie du bassin de face. Fracture per-trochantérienne droite secondaire à une plaie par balle. [18]

a. Prise en charge [142,143]

a.1. PREMIERS SECOURS

Il faut recouvrir les plaies provoquées par un projectile d'un pansement stérile ou en tous cas propre avant de poser une attelle.

Les attelles doivent être à la fois simples et efficaces ; elles ont pour but d'immobiliser le membre, de façon à atténuer la douleur et éviter d'autres lésions des tissus mous dues à des esquilles.

Le bras peut être fixé le long du corps par un bandage ou mis en écharpe. On fixe généralement la jambe touchée à la jambe saine par une attelle, après avoir rembourré les endroits saillants, mais on peut aussi l'immobiliser avec une attelle d'urgence.

Avant de poser une attelle, il faut s'assurer de l'état de vascularisation et d'innervation du membre.

a.2. PRISE EN CHARGE DANS L'AIRE D'ADMISSION

Il faut évaluer avec soin les pertes de sang probables et prendre les mesures nécessaires pour éviter un choc hémorragique. Un bilan vasculaire et nerveux du membre distal à la plaie doit être fait, et il faut administrer de l'anatoxine tétanique et de la pénicilline. Les radiographies ne sont pas toujours nécessaires : il faudra décider quels patients en ont besoin.

a.3. PRISE EN CHARGE CHIRURGICALE INITIALE

De larges incisions sont nécessaires pour assurer un bon abord chirurgical.

Le fascia profond doit être sectionné tout le long de l'incision pour permettre une bonne mise en vue.

On trouve souvent un gros hématome et de très importantes zones musculaires délabrées, de même que des débris et des corps étrangers. L'os a généralement éclaté en de nombreux fragments, attachés ou non au périoste. Tous les fragments libres doivent être éliminés. Il faut exciser les tissus mous comme on l'a vu plus haut et aligner les bouts des os.

Les gros vaisseaux sanguins doivent être réparés.

Il faut fixer les nerfs sectionnés de manière à éviter toute rétraction et en marquer les extrémités. Eviter toute réparation de première intention.

Les extrémités tendineuses effilochées seront excisées, mais on ne pratiquera pas de suture primaire.

Les fractures peuvent être stabilisées par extension ou à l'aide d'une gouttière plâtrée lors de la première opération.

L'ostéosynthèse interne est contre-indiquée en chirurgie de guerre.

A la fin de l'intervention, il faut vérifier que tous les tissus nécrotiques ont été enlevés et que les loges musculaires sont ouvertes et sans tension. On laissera toutes les plaies ouvertes en vue d'une fermeture différée. Un pansement sec appliqué sur la plaie (et non pas bourré dans la plaie) est recouvert de grosses compresses bien aérées, pour permettre un drainage par capillarité .

Le pansement doit être fixé par des bandages non circulaires. On peut poser des attelles plâtrées, mais tous les plâtres doivent être bien rembourrés.

b. TECHNIQUE DE DECOMPRESSION

Le syndrome des loges est généralement associé à de petites plaies pénétrantes de la jambe et passe souvent inaperçu.

Une anesthésie entre les premier et deuxième orteils (nerf tibial antérieur) est parfois la seule manifestation clinique d'un syndrome de loge latérale.

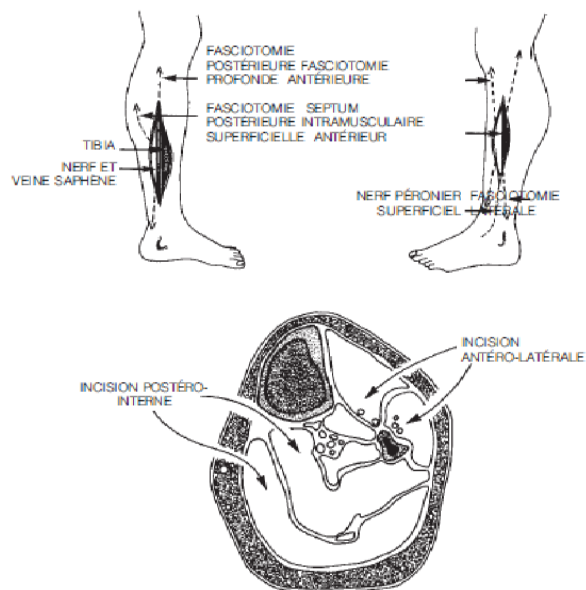


Figure 76. Voies d'abord d'une fasciotomie de la jambe.[142]

On aborde les loges antérieure et latérale par une incision longitudinale de 15 cm de longueur, 2 cm en avant du péroné. On tombe ainsi sur le septum intermusculaire antérieur qui divise les loges antérieure et latérale, ce qui permet d'y accéder facilement.

On identifie le septum, et le fascia de la loge antérieure est ouvert à mi-chemin entre la crête tibiale et le septum intermusculaire. A l'aide de ciseaux de Mayo, on le fend en position proximale et distale le long des fibres. La fasciotomie de la loge latérale se fait le long de la diaphyse du péroné .

La meilleure façon d'aborder les deux loges postérieures est de faire une incision longitudinale de 15 cm, 2 cm en arrière de la crête postéro-médiale du tibia. La loge postérieure profonde est d'abord facile et son fascia est ouvert distalement et proximale sur la partie charnue du muscle soléaire. Une deuxième incision 2 cm plus en arrière, parallèle à la première, donne accès à la loge postérieure superficielle.

c. METHODES D'IMMOBILISATION [142,143]

Toute extrémité présentant une lésion grave doit être immobilisée par une attelle. Un membre fracture´ est tout d'abord immobilisé par une gouttière ou par extension, selon la pratique habituelle.

c.1 Plâtre :

Lorsqu'on immobilise une fracture diaphysaire, il faut inclure dans le plâtre les articulations situées au-dessus et au-dessous de la fracture.

Les articulations doivent se trouver à un angle de façon à éviter toute rotation du membre. Le genou est généralement fixé à 15° de flexion et le coude à 90°. La cheville doit être immobilisée en position neutre (90° par rapport à la jambe) car l'équinisme peut devenir une difformité permanente.

Pour les lésions de la main, la position classique d'immobilisation est de 90° de flexion de l'articulation métacarpe-phalangienne et l'extension complète des articulations interphalangiennes proximales et distales. En effet, la capsule de l'articulation métacarpe-

phalangienne, lâche en extension, se raccourcira si elle est immobilisée en extension ; le contraire s'applique aux articulations inter phalangiennes proximales et distales, qui doivent être immobilisées en extension.

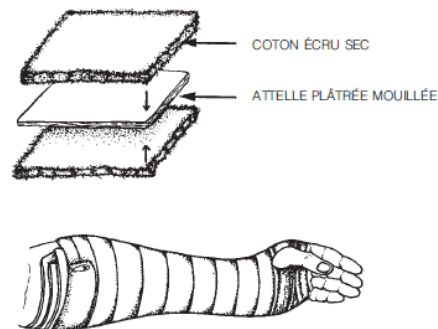


Figure 77. Attelle plâtrée rembourrée.

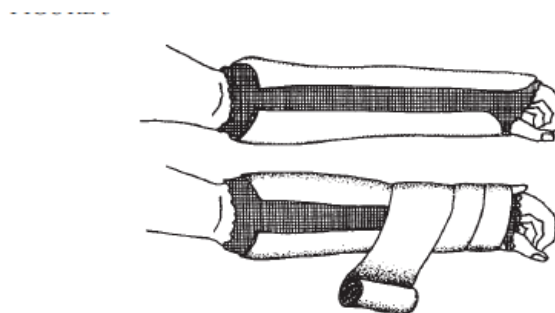


Figure 78. Plâtre circulaire

c.2 Immobilisation en extension

L'extension est un moyen simple et sûr de contention, surtout pour les fractures des membres inférieurs. Elle peut être utilisée pour une stabilisation initiale ou définitive et permet un abord aisé de la plaie et une mobilisation articulaire. Ses principaux

inconvenients sont l'alitement prolongé du patient et, parfois, la difficulté à obtenir un bon alignement de la fracture.

5.2. Risque infectieux ; gangrène gazeuse

Les synthèses bibliographiques de Murray(56, 57)publiées en 2008 rapportent que *les germes retrouvés lors de l'infection des blessures de guerre pendant l'OEF et l'OIF ne sont pas différents de ceux retrouvés lors des conflits précédents, à l'exception peut-être des Acinetobacter baumannii-calcoaceticus (ABC)*. Par contre de nombreux germes multi-résistants dont ABC, Klebsiella pneumoniae, Staphylococcus aureus, Pseudomonas aeruginosa ont été documentés dans des infections ou des colonisations dès le début des conflits actuels et n'ont cessé d'augmenter, très probablement *en raison d'une transmission nosocomiale dans et en dehors de la zone de combat*. Les infections à germes multi-résistants posent problèmes à partir des échelons III(57), lieu de prise en charge spécialisé. Elles questionnent cependant sur les mesures de prévention devant être prises sur le terrain.

Le risque infectieux est présent aux membres comme ailleurs.

Il est corrélé à la gravité de la blessure : 25% en cas de plaies graves par arme à feu – avec fractures, lésions vasculaires et nerveuses – [72] et 10% dans les plaies ne présentant pas de gravité [73].

Il est lié au projectile, aux corps étrangers, aux tissus dévitalisés et aux débris telluriques. Le développement microbien est quiescent dans les 6 premières heures, présent jusqu'à 12 heures, majeur après 12 heures [23].

Il peut se manifester par une infection cutanée localisée, une gangrène gazeuse, une ostéite.

La gangrène gazeuse ou myofasciite nécrosante est liée, dans 80% des cas, à *Clostridium perfringens*.

C'est une toxi-infection des parties molles produisant des gaz, non suppurative, d'extension rapide évoluant vers un choc toxi-infectieux multi-viscérale et la mort en l'absence de prise en charge précoce et adaptée. Le temps d'incubation est de 24 heures.

Elle touche les membres dans 42% des cas. Celui-ci est douloureux, oedématié, prenant le godet, pâle, froid. La triade de Chalier comprend une sensation de fausse constriction, une odeur fétide (odeur de souris), en emphysème sous-cutané (sensation de crépitation neigeuse).

Son traitement repose sur l'antibiothérapie, un parage chirurgical large, l'oxygénothérapie hyperbare, d'efficacité contestée, ne devant pas faire retarder la chirurgie. [23, 74, 75].

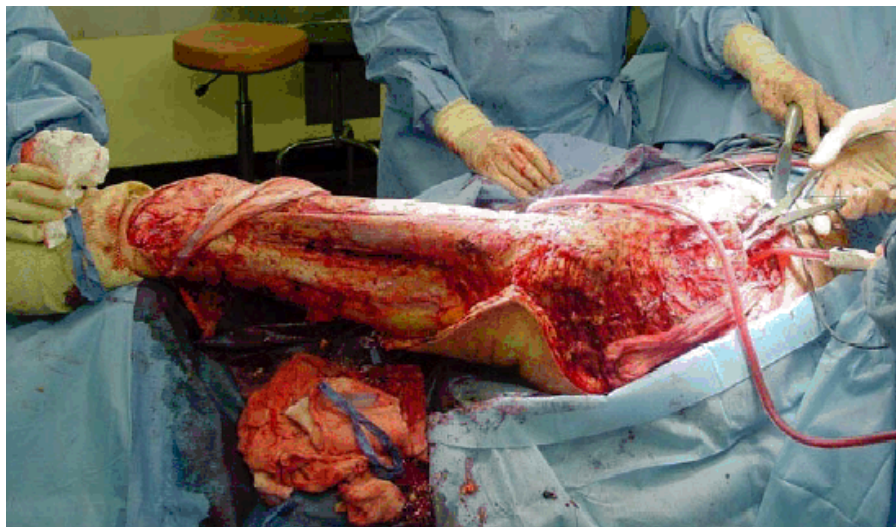


Figure 79. La gangrène gazeuse due à *Clostridium perfringens*.

5.3. Plaies vasculaires

Ces lésions excluent les amputations traumatiques et se caractérisent par l'atteinte spécifique d'un vaisseau. Les lésions vasculaires spécifiques représentent 12% des blessures de guerre nécessitant un rapatriement et ont un taux de mortalité de 6,4%. Elles sont dues à des explosions dans 73% des cas.

Les lésions se localisent à 80% au niveau des membres (MS à 41%; MI à 59%), Il existe une atteinte artérielle isolée dans 64% des cas, une atteinte veineuse isolée dans 16% des cas et une atteinte mixte dans 20% des cas. Le taux de lésions vasculaires est plus de 5 fois supérieur à celui rapporté lors des conflits antérieurs.

Faisant courir un risque hémorragique important, elles mettent en jeu le pronostic vital immédiat et de manière rapide. En effet, sur 100 patients mourants d'une plaie par arme des membres, 93% des victimes meurent dans les 12 premières heures. [70]

L'indication d'un garrot pour arrêter l'hémorragie doit être pesée, faisant encourir un risque fonctionnel important. Le site de la plaie ne le permet que dans 57% des cas graves. [70]

Elles entraînent un risque d'infection accru.

Elles majorent également le risque fonctionnel par hémorragie et ischémie pouvant conduire à l'amputation. Le risque ischémique est lié aux lésions vasculaires elles-mêmes ou au syndrome des loges. [23]



Figure 80. Soldat de 26 ans victime d'une plaie par balle de la jambe gauche. Membre inférieur gauche froid et absence de pouls pédieux :a, b : angio-TDM des membres inférieurs avec reconstructions MIP (a) et volume rendering (b). Lésion vasculaire du trépied jambier. [18]

De diagnostic généralement aisé, elles peuvent passer inaperçues en cas de fistule artério-veineuse, apanage, dans 62% des cas, des plaies par arme blanche. [76]

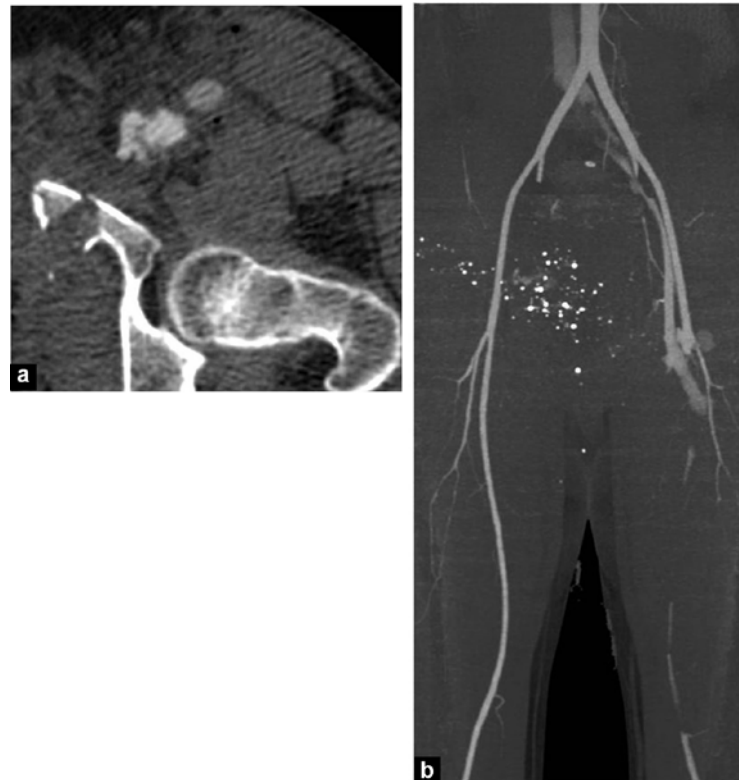


Figure 81. Soldat de 20 ans victime d'une plaie par balle au niveau de la fesse droite. Ischémie du membre inférieur gauche. Coupe axiale TDM au temps artériel (a) et reconstruction MIP (b) montrent une extravasation de produit de contraste au niveau de l'artère fémorale commune gauche et opacification précoce de la veine fémorale homolatérale en rapport avec une fistule artério-veineuse [18]

a. Prise en charge

Il faut soupçonner une lésion vasculaire dans toutes les atteintes des extrémités.

L'emplacement du trajet du projectile ou la présence d'un hématome sous-aponévrotique peut faire penser à une lésion vasculaire. Si, après réanimation, les pouls distaux d'un membre restent impalpables, il est conseillé de mettre immédiatement en évidence les vaisseaux qui pourraient être touchés.

a.1. Types de lésions vasculaires :

- **rupture complète** : elle s'accompagne généralement d'une perte de substance du vaisseau de longueur variable ;

- **lacération artérielle** : la continuité est maintenue mais une partie de la paroi est lacérée ou endommagée ;
- **contusion artérielle** : elle apparaît généralement à une certaine distance du trajet d'un projectile à haute vitesse ou résulte d'une lésion de type « crush » (écrasement) sans blessure externe.

a.2. Traitement des lésions artérielles :

Il faut tout faire pour réparer les lésions artérielles car, après ligature d'un vaisseau principal, la gangrène d'un membre est très fréquente : dans 45 à 60% des cas après une ligature de l'artère humérale ou axillaire, 80% après ligature de l'artère fémorale commune, 45% après ligature de l'artère fémorale superficielle et 85% après ligature de l'artère poplitée.

Une lésion artérielle doit être traitée très vite, si possible dans les 6 heures qui suivent le traumatisme. On maîtrisera l'hémorragie en mettant en évidence le vaisseau endommagé proximale et distale et en effectuant un clampage.

b. Lacération artérielle : une suture directe n'est possible que dans le cas de petites lacérations, bien nettes, de grosses artères.

Lors de pertes de substance artérielle importantes, on procède à un clampage artériel proximal et distal et l'on suture à l'aide de fils vasculaires synthétiques (5 ou 6/0). Les points doivent être insérés à 1 mm les uns des autres et à 1 mm des bords de la plaie.

Comme lors de toute anastomose artérielle après de clampage, on maîtrisera les saignements éventuels par compression pendant au moins cinq minutes. On ne mettra de points supplémentaires qu'en cas de saignement persistant.

Les lacérations de petites artères ou d'artères de taille moyenne ne doivent pas être suturées directement; il faut remplacer la perte de substance en greffant un patch de veine autogène.

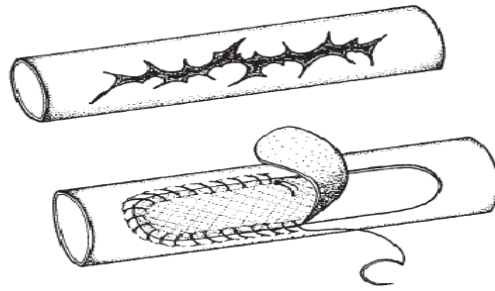


Figure 82. Suture d'une lacération artérielle longitudinale à l'aide d'un patch veineux.

- c. **Rupture complète** : des pertes de substance allant jusqu'à 2 cm peuvent être réparées par anastomose directe termino-terminale sans tension en mobilisant le vaisseau en amont et en aval .

Des pertes de substance plus importantes nécessitent un greffon de veine saphène . Il faut prélever la longueur voulue de veine saphène en liant soigneusement toutes les collatérales.

On dilatera la veine à l'aide d'une solution physiologique ou de sang pour supprimer tout spasme. Le segment veineux sera anastomosé à l'envers pour qu'il n'y ait pas obstruction par les valves.

Dans le cas de petites artères, la ligne de suture de l'anastomose sera oblique de manière à éviter une sténose.

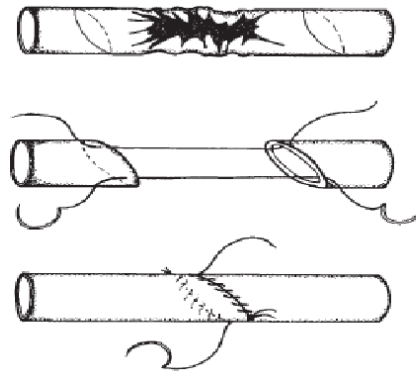


Figure 83. Excision d'un segment artériel avec anastomose termino-terminale directe.
Noter la section biseautée.

- d. **Les contusions artérielles** doivent être traitées par remplacement du segment atteint par un greffon veineux, car les lésions intimes sont généralement trop importantes pour qu'une résection et une anastomose termino-terminale soient possibles.

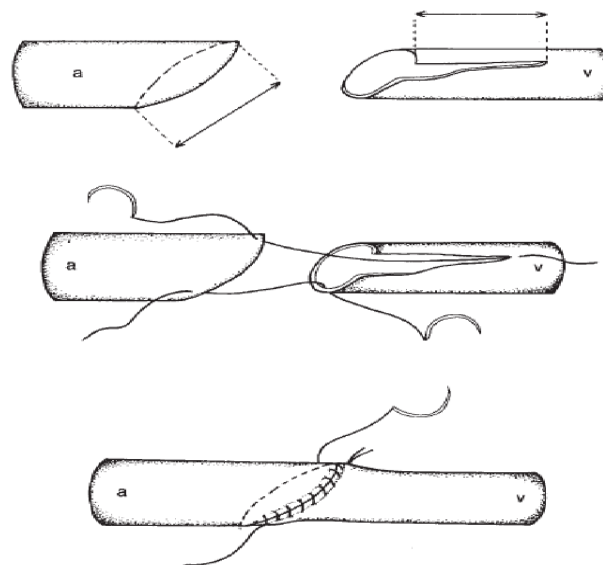


Figure 84. Anastomose termino-terminale d'un greffon veineux après résection du segment lésé d'une artère : a = artère ; v = veine.

Le spasme artériel est très dangereux. Il faut examiner directement l'artère incriminée et pratiquer une artériotomie afin d'exclure une lésion intimale.

Avant de fermer l'anastomose, il faut vérifier que le flux et le reflux sont satisfaisants. En cas de doute, une sonde de Fogarty est introduite dans le segment distal. L'artère réparée doit être rincée, si possible, à l'aide d'une solution physiologique héparinisée (5000 UI pour 100 ml) qui sera injectée dans le segment artériel distal. Il faut recouvrir l'anastomose de tissu sain, de préférence musculaire.

- e. **Lésions veineuses** : il faut dans la mesure du possible suturer les veines principales. On peut souvent suturer latéralement des veines lacérées en raison du grand diamètre des troncs veineux principaux. Lorsque ceux-ci sont très atteints, il faut avoir recours à un patch ou à un greffon veineux.

- f. **Fracas multi fragmentaire ouvert associé à des lésions artérielles** : la fracture est stabilisée après suture artérielle, soit par extension sans tension, soit par fixation externe.

❖ *Soins postopératoires*

Il faut contrôler régulièrement la circulation périphérique par rapport à l'anastomose. Les exercices musculaires actifs débuteront le premier jour suivant l'intervention, mais le patient doit rester au lit. Il pourra marcher après la fermeture primaire différée des plaies des tissus mous.

5.4. Lésions nerveuses périphériques.[137]

Il peut y avoir des lésions nerveuses isolées mais, le plus souvent, elles sont associées à des lésions des vaisseaux et des os longs. En cas de multi traumatisme, la suture nerveuse n'est pas prioritaire ; elle sera faite lorsque les plaies sont guéries et propres, généralement

6 semaines au moins après le traumatisme. On peut attendre jusqu'à 3 mois mais il faut éviter toute contracture des articulations.

a. Intervention chirurgicale primaire

Les lésions nerveuses doivent être soigneusement notées lors de l'excision de la plaie, et les extrémités nerveuses fixées aux tissus environnants pour éviter une rétraction. Il faut recouvrir de musculature ou de tissu adipeux les nerfs exposés. L'extrémité doit être surélevée de manière à réduire l'œdème, et une attelle plâtrée peut être utilisée pour éviter une contracture.

b. Suture primaire retardée

Il est déconseillé de pratiquer une suture nerveuse de première intention pour plusieurs raisons:

- il y a un risque d'infection ;
- la lésion nerveuse est peut-être plus étendue qu'il n'y paraît à l'œil nu ;
- la dissection nécessaire pour suturer le nerf sans tension peut disséminer une infection ;
- le périnèvre est fragile et ne se renforce que par la suite.

c. Soins postopératoires

Le traitement vise à préserver la mobilité des articulations touchées par les muscles paralysés. La mobilisation passive et active doit débuter dès que possible et le patient doit apprendre à effectuer seul des mouvements.

Les attelles doivent être simples :

- attelle métallique ou plâtrée pour empêcher le poignet de tomber en cas de paralysie radiale ;
- petites attelles métalliques pour les doigts en cas de paralysie cubitale ;
- un sparadrap pour tenir le pouce en apposition durant la nuit en cas de paralysie du nerf médian ;
- le pied doit être placé à angle droit dans une attelle de nuit destinée à éviter une contracture en cas de paralysie du sciatique ou du sciatique poplité externe.

Une suture sélective sera effectuée après guérison complète des plaies.

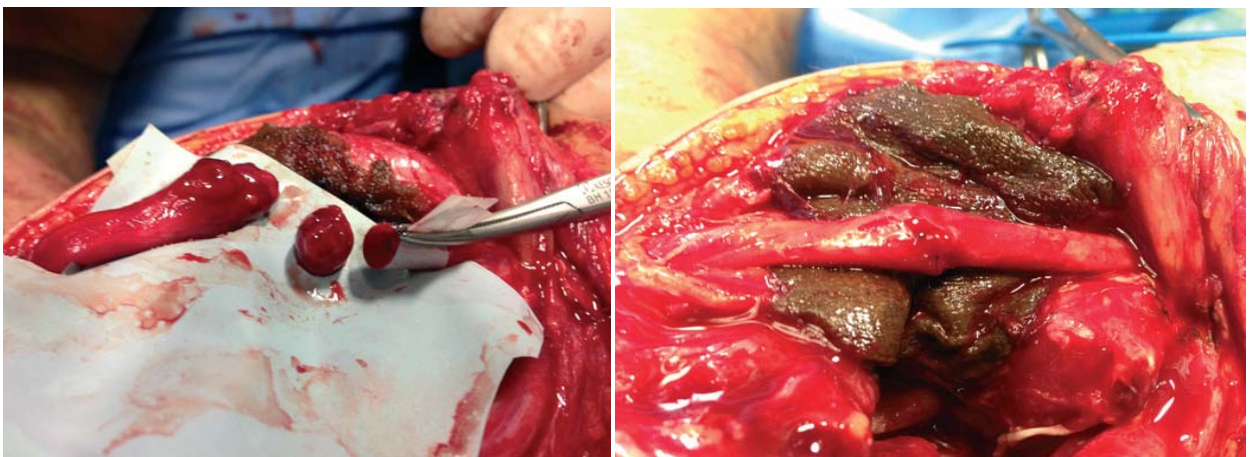


Figure 85. Parage du nerf (A) et suture terminoterminal directe précoce (B).[137]

5.5. Amputation

Parfois conséquence directe du traumatisme par arme, elle peut être décidée précocement par le chirurgien en cas d'amputation quasi complète, d'ischémie aiguë totale dépassée (supérieure à 6 heures). Elle peut être réalisée en urgence, en cas d'état de choc non contrôlé (*live over limb*). Elle est effectuée de manière différée en cas de complications ischémiques tardives ou infectieuses.

En temps de guerre, l'affluence des victimes est un facteur influençant la décision. [23]

Le *Mangled Extremity Severity Score* évalue le risque d'amputation. [77]

A	Lésions osseuses et tissulaires :	
	- Énergie faible (arme blanche, balle à faible vitesse – fracture simple)	1
	- Énergie moyenne (fracture ouverte, fractures multiples ou étagées)	2
	- Haute énergie (tir à bout portant, balle à haute vitesse, écrasement)	3
	- Très haute énergie (+ contamination massive, avulsions tissulaires)	4
B	Ischémie :	
	- Pouls diminué ou absent mais perfusion normale	1
	- Absence de pouls, paresthésie, ischémie incomplète	2
	- Extrémité froide, paralysée, insensible, ischémie complète	3
C	Hémodynamique :	
	- TA systolique toujours > 90 mmHg	0
	- Hypotension transitoire	1
	- Défaillance hémodynamique	2
D	Âge :	
	- < 30 ans	0
	- 30 - 50 ans	1
	- > 50 ans	2
M.E.S.S. = A+B+C+D		

Figure 86. Calcul du M.E.S.S. Supérieur à 7, l'amputation est très probable. [77]

En cas d'amputation liée au traumatisme, la possibilité de réimplantation est fonction du type d'arme et de la gravité des lésions. Elle peut être envisagée en cas de section franche du membre par arme tranchante. [78]

Le site de l'amputation rentre également en compte dans le pronostic fonctionnel. Ainsi, au niveau du poignet, les amputations proximales, c'est-à-dire comprises entre le tiers inférieur de l'avant-bras et l'articulation carpo-métacarpienne, ont un pronostic fonctionnel meilleur que les amputations distales transmétacarpiennes. [79]



Figure 87. Amputation de la main [77]

a. Prise en charge [138, 139]

La décision d'amputer et le niveau auquel l'amputation est pratiquée dépendent de plusieurs facteurs. Le service de rééducation n'a peut-être pas un grand choix de prothèses ; le manque de soins intensifs peut obliger à amputer plus tôt afin de sauver la vie du patient ; le manque d'expérience chirurgicale et d'instruments peut empêcher de pratiquer une intervention de chirurgie vasculaire destinée à sauver un membre. Dans certaines sociétés, l'amputation n'est pas du tout acceptée — ou en tout cas pas acceptée au niveau approprié dans un premier temps, même si la vie du patient est en danger.

La décision est parfois très délicate à prendre pour le chirurgien.

Les indications ci-après, fondées sur l'expérience, n'ont qu'une valeur indicative. Le chirurgien doit tenir compte de la situation concrète.

b. Indications générales de l'amputation :

D'une façon générale, l'amputation est indiquée dans les cas suivants :

- a) lésion grave : membre supérieur : aucune chance de récupérer une fonction quelconque de la main, des doigts ou du pouce ; membre inférieur : plaies déchiquetées et fortement contaminées ;

- b) infection difficile à maîtriser ;
- c) gangrène établie ;
- d) infection chronique conjuguée à des lésions nerveuses et osseuses importantes ;
- e) hémorragie secondaire incontrôlable par d'autres moyens que l'amputation ;
- f) lésions multiples où l'amputation est le geste le plus rapide et le plus simple pour éliminer un volume excessif de musculature lésée et sauver la vie.

Il est souhaitable de préserver l'articulation du genou lors d'une amputation car la fonction du membre en sera améliorée, surtout en cas de lésions bilatérales.

Les lésions de l'artère poplitée entraînent un taux élevé d'amputation (jusqu'à 30%) même après suture artérielle. La cellulite anaérobie ou la myosite limitée à un seul groupe musculaire peuvent parfois être traitées par excision, débridement et décompression des loges musculaires.

c. Niveau de l'amputation :

L'amputation doit se faire aussi distalement que possible en tissu viable. Il faut préserver de la peau viable et des tissus mous sains au niveau de la section osseuse pour la fermeture du moignon. Un moignon tibial court peut souvent être sauvé par un lambeau musculo-cutané postérieur.

L'amputation « en guillotine » doit être évitée. De longs lambeaux de peau, d'aponévrose et de muscles avec section biseautée donnent un bien meilleur moignon.

Lorsque le chirurgien décide du niveau de l'amputation, il doit prendre en compte les compétences des prothésistes locaux.

L'amputation doit être effectuée au niveau choisi conjointement avec les prothésistes.

d. Niveaux d'amputation retenus :

- tibia : 12–14 cm de la tubérosité tibiale, avec un minimum de 5 cm ;
- désarticulation du genou pour réduire le plus possible le traumatisme chirurgical chez les patients affaiblis ;
- fémur : 25–28 cm de la pointe du grand trochanter, avec un minimum de 10 cm ;

- bras : 6–8 cm au-dessus du coude, avec un minimum de 2,5 cm sous le plis antérieur de l'aisselle ;
- avant-bras : 6–8 cm au-dessus du poignet, avec un minimum de 2,5 cm de cubitus au-dessous de la proéminence du tendon du biceps lorsque le coude est fléchi.

e. Technique :

Lors d'une amputation primaire, on doit conserver autant d'os et de tissus mous que possible. Il n'est pas toujours possible de réaliser des lambeaux standard et il faut souvent utiliser des lambeaux opportunistes.

Une traction par jersey n'est pas conseillée.

Lors d'une amputation normale, il faut couper des lambeaux cutanés plus longs que le diamètre du membre au niveau de la section osseuse. Les lignes directrices ci-après ont été établies compte tenu de l'expérience acquise :

- l'aponévrose est sectionnée au même niveau que la peau ;
- le muscle est sectionné obliquement jusqu'à la section osseuse ;
- l'os ne doit pas être dépriosté ;
- les vaisseaux principaux sont doublement ligaturés et les artères et les veines ligaturées individuellement ;
- les nerfs sont sectionnés aussi haut que possible sans grande traction et ne doivent pas être ligaturés ;
- l'artère accompagnant un nerf principal (sciatique, médian) doit parfois être ligaturée séparément ;
- le péroné est sectionné 2,5 cm au moins plus court que le tibia et la pointe du tibia doit être biseautée ;
- le radius et le cubitus sont sectionnés au même niveau ;
- il faut enlever les ménisques dans la désarticulation du genou.

5.6. Blast, pied de mine

Depuis 1965, près de 440 millions de sous-munitions ont été déversées dans le monde. Ces explosifs blessent ou tuent encore aujourd'hui des milliers de personnes dans plus de 70 pays.



Figure 88. La répartition des mines antipersonnel dans le monde

Ce sont les lésions conséquences de l'explosion d'une mine. Elles intéressent essentiellement le pied, la cheville et la jambe.

Elles seraient liées à un *blast* aérien. [17]

Elles sont souvent très contaminées, associant des fracas osseux complexes à une perte de substance cutanée étendue.

Il peut exister un polycrissage du membre controlatéral avec une pénétration articulaire et un risque d'arthrite torpide possibles. [23]



Figure 89. Blessure par mine : Victime d'une mine antipersonnel en Angola.

On distingue :

- Le ***pied de mine fermé*** survient quand la mine détone sous une surface dure s'interposant entre l'explosion et la victime (mine anti-véhicule). On observe des fractures comminutives métatarso-tarsiennes ou tibio-tarsiennes. Le pronostic est tributaire d'une éventuelle thrombose des artères du pied et de l'association possible à des fractures situées plus proximale.
- Le ***pied de mine ouvert*** est réalisé par les mines à effet de souffle. On peut observer alors un déshabillage cutané-musculaire, des déchirures des parties molles, des fracas ouverts du pied, une dislocation distale du membre, une amputation du pied, de la jambe ou de la cuisse. On parle de *pétalisation* du membre inférieur. [23]



Figure 90. Jeune cambodgien handicapé par une mine antipersonnel.

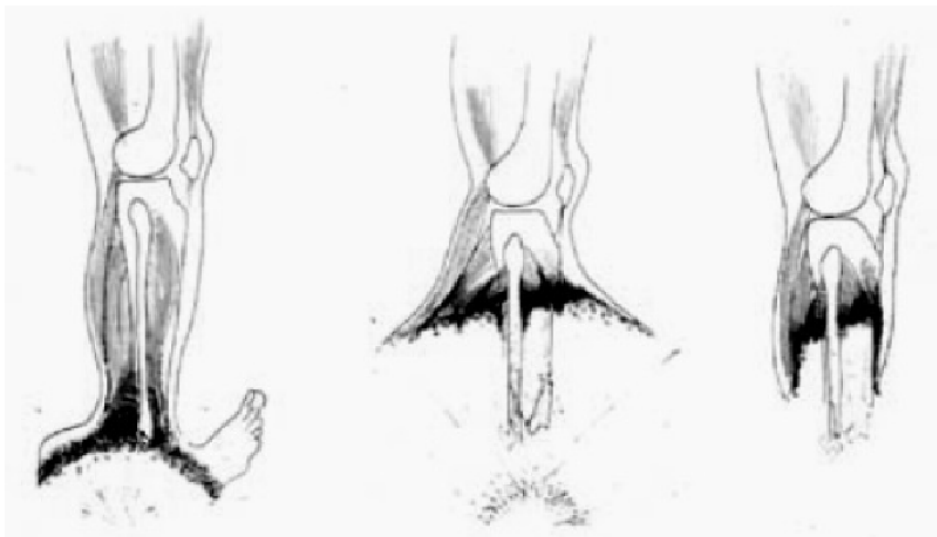


Figure 91. Pétalisation du membre inférieur. [17]

6. BRULURES [141, 144, 145]

Les brûlures sont fréquentes en temps de guerre. Elles peuvent être dues à des lance-flammes, à des explosifs ou à la combustion de certains matériaux.

Il y a trois degrés de brûlures selon la profondeur :

- **Premier degré ou brûlures superficielles épidermiques** : elles n'atteignent qu'une partie superficielle de l'épaisseur du derme ; érythémateuses, elles ne comportent pas de phlyctènes et ne deviennent douloureuses qu'au bout de quelques heures.
- **Deuxième degré** : elles n'atteignent qu'une partie du derme, mais plus en profondeur que les brûlures du premier degré dermo-épidermiques ; généralement rosâtres ou piquetées de points rouges, elles présentent de nombreux phlyctènes et leur surface est humide. Elles sont douloureuses et sensibles à la piqûre.
- **Troisième degré** : brûlure profonde : il y a destruction de tous les éléments épidermiques et dermiques. La plaie, souvent sèche, a un aspect carbonisé. Elle n'est douloureuse ni au toucher ni à la piqûre. Ces brûlures sont généralement causées par des flammes, par l'immersion dans un liquide brûlant, par l'électricité ou par des produits chimiques.

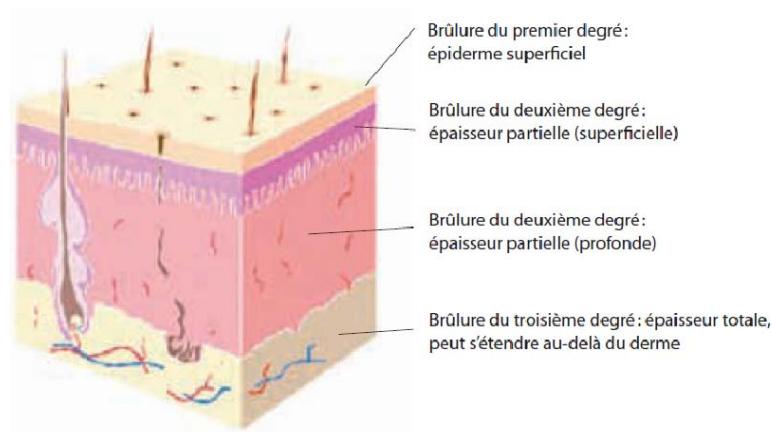


Figure 92. Histologie de la peau et degré de profondeur de la brûlure. [141]

❖ PREMIERS SECOURS

Il faut éloigner le brûlé de la source de chaleur et éteindre les flammes. Après avoir enlevé les vêtements brûlants ou enflammés, on enveloppe si possible tout le corps ou la partie brûlée dans une couverture, un drap ou un linge propre. Il faut ensuite évacuer le patient sur un centre médical après s'être assuré que les voies aériennes ne sont pas obstruées. On administrera si possible des analgésiques.

❖ SOINS HOSPITALIERS ET REANIMATION [141]

Il faut déterminer l'ampleur et la profondeur des brûlures. Les méthodes de réanimation sont fonction du type de brûlure ainsi que du poids du brûlé.

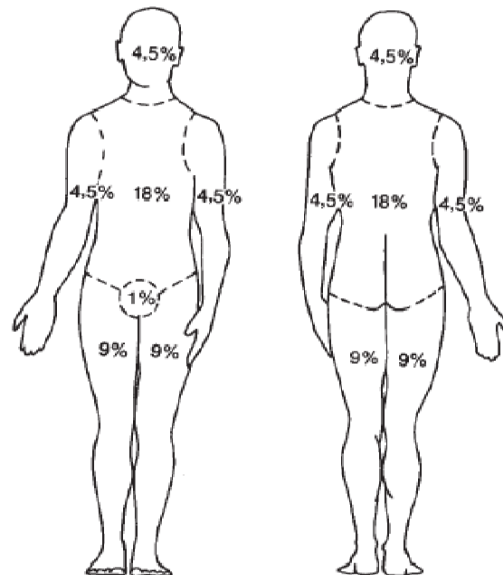


Figure 93. «Règle des 9 » pour évaluer la surface corporelle brûlée chez un adulte.

Le moyen le meilleur et le plus simple est d'utiliser la « règle des 9 » :

- | | |
|-------------------------------|-----|
| - chaque extrémité supérieure | 9% |
| - chaque extrémité inférieure | 18% |
| - partie antérieure du tronc | 18% |
| - partie postérieure du tronc | 18% |
| - tête | 9% |
| - périnée | 1% |

Ces pourcentages changent progressivement avec l'âge.

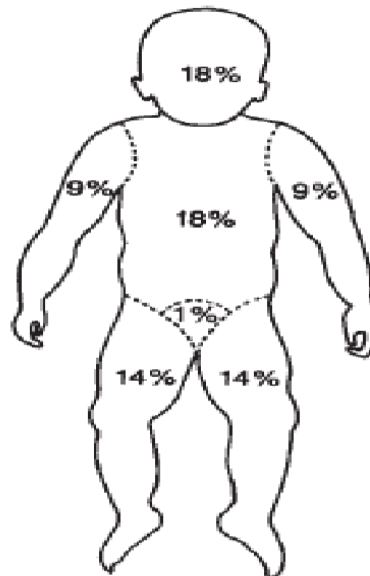


Figure 94. Détermination de la surface corporelle brûlée chez un enfant.

Il faut peser le patient le plus vite possible après l'accident.

❖ Thérapie initiale de remplacement

Le principal changement physiopathologique provoqué par une brûlure est l'augmentation de la perméabilité capillaire. Le plasma et ses protéines jusqu'à un poids moléculaire de 350 000 sont échangés librement entre les compartiments intra- et extravasculaire de l'espace extracellulaire.

Ces pertes sont particulièrement marquées dans la région de la brûlure (œdème local), mais on les retrouve sur toute la surface du corps, d'où un œdème généralisé. On note une augmentation rapide de l'hématocrite qui, conjuguée à la polymérisation de certaines protéines plasmatiques, entraîne une augmentation significative de la viscosité sanguine.

Moyennant une bonne réanimation initiale à l'aide de solutés cristalloïdes, l'intégrité capillaire est en grande partie rétablie 18 à 24 heures après la brûlure. On peut alors administrer des colloïdes, qui resteront dans le compartiment vasculaire et vont accroître le volume plasmatique. Le débit cardiaque va réagir au remplacement liquidien bien avant que le volume sanguin et le volume plasmatique ne reviennent à la normale. La vie des érythrocytes est

diminuée et, s'il n'est pas nécessaire de transfuser les brûlés les premières 48 heures, il faudra sans doute le faire plus tard.

Les liquides utilisés pour la réanimation varient selon les méthodes, mais il s'agit surtout de cristalloïdes ou de colloïdes.

6.1. SOINS DES BRULURES [144,145]

Une fois la réanimation achevée, les complications septiques et les brûlures elles-mêmes sont la principale menace pour la vie du patient.

Le but du traitement est de parvenir à une guérison des brûlures par les moyens suivants:

- empêcher la colonisation bactérienne en enlevant tous les tissus nécrotiques le plus vite possible ;
- éviter l'accumulation de pus et de débris ;
- éviter une contamination bactérienne secondaire ;
- assurer un milieu propice à la guérison des plaies ;
- éviter des techniques ou des traitements qui puissent entraver la guérison.

L'incidence élevée de la morbidité et de la mortalité parmi les grands brûlés est imputable aux infections. Toutes les techniques de nettoyage des plaies, d'excision des tissus nécrotiques et de traitement des brûlures visent à endiguer une infection généralisée résultant de la brûlure.

Les brûlures du 3e degré sont essentiellement ischémiques, avec thrombose confluyente des vaisseaux sanguins locaux. Dans les brûlures du 1er ou du 2e degré, nécrose et thrombose sont partielles et l'on trouve sous les nécroses des plages de derme sain qui conflueront si elles le peuvent. En raison de l'ischémie totale ou partielle associée à ces lésions, une antibiothérapie générale n'est pas forcément efficace et les soins locaux, qui ont pour but d'empêcher la colonisation bactérienne par action mécanique et antimicrobienne locale, sont extrêmement importants.

a. Soins initiaux

Après évaluation du degré de la brûlure et réanimation, les efforts doivent porter sur le nettoyage des plaies.

Le patient est anesthésié et les plaies lavées avec un savon détergent ou une solution iodée. Il ne faut pas toucher aux phlyctènes, mais celles qui sont ouvertes ainsi que les tissus nécrotiques doivent être enlevés. En cas de larges surfaces brûlées, il sera plus facile de soigner le patient dans une baignoire ou un bac à douche.

Les premières 48 heures, l'œdème croissant des tissus et l'effet de rétraction des zones nécrotiques peuvent exercer une action de garrot si les brûlures sont circonférentielles. Les brûlures du thorax risquent de gêner les mouvements respiratoires et les brûlures des extrémités de provoquer des ischémies.

b. Soins locaux

La méthode de soins dépend de la profondeur, de l'étendue et du siège de la brûlure. Il peut s'agir de traitement par exposition, de pansements occlusifs, de pansements humides, de thérapie à l'air libre avec antibactériens locaux, ou encore de la méthode du « sac en plastique ».

c. Traitement par exposition

Il s'agit de maîtriser la colonisation bactérienne sans agents antimicrobiens locaux, dans un milieu chaud et sec. Elle convient particulièrement bien aux brûlures du visage, du périnée ainsi que des membres ou du tronc lorsqu'il y a brûlure unilatérale. Le patient est placé sur une surface propre, sèche et stérile et la partie brûlée est complètement découverte. L'air doit être sec et la température ambiante située entre 35 et 40°C pour que le patient n'ait pas froid.

L'escarre formée au bout de 24 à 36 heures constitue une couche protectrice contre les bactéries. Il faut examiner l'escarre chaque jour pour repérer des signes de craquelure de la surface ou d'infection. S'il s'agit de brûlures du 3^e degré, l'escarre deviendra dure comme du cuir. Elle finira par se craqueler et s'infecter. Il faudra alors soit changer le traitement, soit faire une escarrotomie suivie d'une greffe de peau.

d. Pansements occlusifs

Les pansements se composent de deux parties : le côté interne où un agent antibactérien est appliqué sur la brûlure et le côté externe qui absorbe les exsudats et protège la plaie.

L'agent antibactérien (sulphadiazine argentique—Flamazine), qui peut être utilisé sous un pansement occlusif sans risque de toxicité, doit être copieusement appliqué sur une fine compresse de gaze. Le côté externe est fait de grandes compresses maintenues par un bandage ou du sparadrap. Si le pansement est trempé, il faut changer les couches extérieures, faute de quoi la plaie peut s'infecter. Ces pansements restent normalement en place 3 à 5 jours, si tout se passe bien.

e. Pansements humides

Il s'agit de compresses plongées dans une solution physiologique ou dans une solution de nitrate d'argent à 0,5% et qui sont appliquées sur l'escarre et laissées en place. On les réhumidifie toutes les deux heures et on les change une ou deux fois par jour. Cette méthode est difficile à appliquer dans un hôpital de campagne.

f. Thérapie à l'air libre utilisant un agent antimicrobien local

Cette méthode est conseillée en cas de brûlures étendues.

Avantages : on peut examiner facilement la brûlure, ce qui permet de repérer une infection et de la traiter ; de plus, la physiothérapie peut commencer rapidement, on évite l'hyperthermie et les soins sont plus faciles à dispenser.

Inconvénients : séparation tardive de l'escarre et fortes douleurs causées par l'agent antimicrobien. Il faut éviter l'hypothermie en chauffant la pièce et baigner souvent le patient pour enlever les exsudats et les escarres ramollies.

La sulfadiazine argentique à 1%(Flamazine), pommade soluble dans l'eau, est l'antibactérien de choix. Il faut l'appliquer copieusement sur la plaie avec des gants stériles ou à l'aide d'une compresse de gaze. On répétera l'application deux fois par jour ou plus si nécessaire.

g. Méthode du sac en plastique

Cette méthode est utilisée pour les brûlures des mains et des pieds. N'importe quel sac en plastique préalablement nettoyé est enfilé comme un gant ou une chaussette et attaché autour du poignet ou de la cheville. Il ne faut pas trop serrer pour laisser l'œdème se développer. La surface brûlée doit rester humide, et il faut encourager la mobilisation passive et active des articulations.

6.2. EXCISION DES ESCARRES ET GREFFE DE PEAU [145]

La préparation de la plaie et sa fermeture sont les deux principales étapes du traitement des brûlures. Le type d'intervention dépend des qualifications du chirurgien, du type de brûlure et des moyens disponibles. Comme pour toutes les autres blessures soignées dans des circonstances difficiles, il faut faire preuve de beaucoup de bon sens pour choisir la technique à la fois adéquate et applicable.

a. Ablation des tissus nécrotiques

Les tissus nécrotiques ou les escarres provoqués par une brûlure peuvent être enlevés en une séance ou en plusieurs étapes. Le but est de préparer la plaie pour la fermeture en évitant une contamination bactérienne ou fongique.

b. Greffe de peau

Le visage, les mains, les pieds et les articulations sont les zones prioritaires pour un rétablissement fonctionnel.

Les plaies anciennes et les endroits où une greffe a échoué sont notoirement difficiles à traiter par greffe. La préparation méticuleuse de la surface est déterminante.

Le pansement occlusif appliqué après la greffe est lui aussi très important. Il doit être posé avec beaucoup de précaution car, les premiers jours, il doit presser le greffon sur la surface greffée pour permettre aux capillaires de coloniser la greffe. Un hématome, exsudat ou corps étranger sous la greffe la fera échouer.

La vie d'un grand brûlé est en danger tant que les tissus nécrotiques ne sont pas enlevés et que la substance manquante n'est pas recouverte de peau saine.

6.3. BRULURES AU PHOSPHORE [145]

De nombreuses mines et armes antipersonnel contiennent du phosphore blanc. Cette substance s'enflamme au contact de l'air et des particules de phosphore s'incrustent dans les plaies. La plupart des lésions sont dues à l'inflammation des vêtements, qui entraîne des brûlures de type classique. Le principal problème du traitement vient de ce que les particules de phosphore s'enflamment dès que les tissus sont secs, ce qui est dangereux pour l'équipe médicale comme pour le patient.

Lorsqu'un traitement chirurgical est possible, on lavera la plaie avec une solution fraîche de sulfate de cuivre à 1%. Il faut vérifier que cette solution très diluée est de couleur bleue très pâle. Elle se combine au phosphore pour former un sulfure de cuivre noir, qui empêche une oxydation violente et permet de repérer les particules de phosphore. On les enlève alors à la pince et on les met dans un récipient rempli d'eau. La solution de sulfate est ensuite éliminée par rinçage et la plaie parée et pansée comme décrit plus haut.

6.4. BRULURES AU NAPALM [145]

Le napalm est un agent liquide extrêmement inflammable qui colle à la peau du patient et provoque des brûlures à la fois étendues et graves.

Il s'agit toujours de brûlures du 3^{ème} degré, avec coagulation des muscles et des autres tissus profonds. La néphro-toxicité est l'une des complications les plus graves et la mortalité est élevée par rapport à la surface corporelle atteinte. Une brûlure de 10% de la surface corporelle totale peut déjà provoquer une insuffisance rénale.

7. LESIONS DUES AU FROID [145]

La prévention et le traitement des lésions dues au froid constituent un problème capital de médecine militaire. Bien que ces lésions se rencontrent surtout dans les climats arctiques et subarctiques, elles peuvent également survenir dans d'autres circonstances où se conjuguent froid, humidité, vent et immobilité.

7.1. LESIONS DUES AU FROID

Il y a deux grands types de lésions dues au froid selon la température à laquelle elles surviennent et, donc, selon qu'il y a gelure ou non.

7.2. Lésions sans gelure

Ce type de lésion, connue sous le nom de « pied gelé » ou de « maladie des tranchées », s'observe lors d'exposition immobile prolongée au froid (température supérieure à 0°C) et à l'humidité.



Figure 95. Patient présentant un « pied des tranchées » affectant les deux pieds. [145]

7.3. Gelures

Egalement connues sous le nom d'« engelures », elles peuvent être :

- superficielles ; seuls la peau et le tissu sous-cutané sont atteints ;
- . profondes ; des structures telles que les muscles sont touchées.

Il n'est pas facile de distinguer au début les lésions superficielles des lésions profondes.

a. Premiers secours et évacuation

Il faut mettre le patient à l'abri le plus vite possible et lui enlever bottes et chaussettes, en évitant d'arracher la peau.

Etant donné que des lésions dues au froid s'accompagnent généralement d'hypothermie, il faut relever la température corporelle du patient en lui donnant des boissons chaudes, par exemple. Il faut éviter toute autre perte de chaleur en l'enroulant dans une couverture ou en le réchauffant par contact corporel. En cas d'hypothermie, l'extrémité gelée doit être emballée avec précaution dans de la glace et il faut éviter toute décongélation avant que la température interne du corps ne se soit normalisée.

S'il n'y a pas hypothermie, on dégèle aussitôt la lésion en utilisant n'importe quelle forme de transfert de chaleur (contact corporel, pied dans le creux axillaire, main sur le nez, etc.). On ne pratiquera de réchauffement rapide dans de l'eau chaude (40 à 42°C ou température supportable pour y mettre le coude) que si tout risque de recongélation est écarté. Il est moins dangereux sur le plan tissulaire de vivre quelques heures avec des gelures ou de marcher les pieds gelés que de subir le cycle de décongélation, recongélation et décongélation.

Une analgésie est indispensable, car la décongélation d'une engelure est douloureuse.

b. Traitement

Si les membres sont encore gelés ou froids et si l'on note une vasoconstriction lorsque le patient arrive à l'hôpital, il faut les réchauffer rapidement dans de l'eau à 40-42°C. Même si un seul membre est atteint, il faut réchauffer les deux. Si le patient n'est pas en hypothermie, on peut lui donner une boisson alcoolique chaude pour atténuer la douleur et provoquer une certaine vasodilatation.

L'aspirine semble encore le meilleur médicament pour soulager la douleur et peut-être exercer un effet protecteur sur les tissus.

L'héparine, les anticoagulants, les corticostéroïdes, les antihistaminiques et le dextran intraveineux se sont avérés peu efficaces. Les effets de la sympathectomie sont encore controversés.

Soins ultérieurs. Une fois le réchauffement opéré, il n'y a pas grand chose d'autre à faire.

Il faut envelopper les extrémités dans des linges stériles sous un cadre et glisser de l'ouate stérile entre les orteils ou les doigts. Des applications d'hibitane tiède deux fois par jour empêcheront les infections superficielles. S'il y a des phlyctènes, il faut éviter de les ouvrir. C'est en assurant des exercices actifs et en surélevant le membre atteint que l'on obtiendra les meilleurs résultats fonctionnels.

Il est difficile, les premières semaines, de prévoir l'ampleur des pertes tissulaires dues à une gelure, mais elles sont généralement moins importantes qu'on ne l'imagine. Il faut donc attendre la nécrotisation et la momification, avec démarcation et amputation spontanée des doigts ou des orteils.

8. L'ANESTHESIE EN CHIRURGIE DE GUERRE [143 ,145]

Il faut appliquer les techniques classiques d'anesthésie utilisées en traumatologie. Les points ci-après sont particulièrement importants en chirurgie de guerre.

8.1. PREPARATIFS DE L'OPERATION

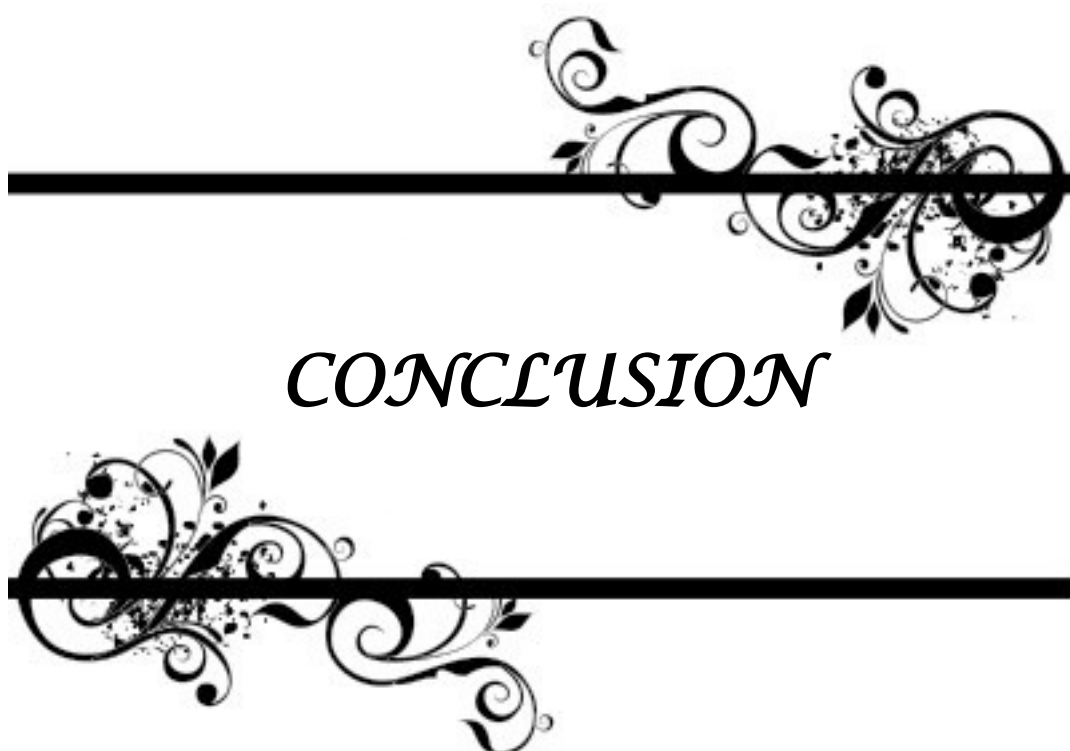
- La présence d'un bon interprète est indispensable.
- Il est difficile de savoir quand le patient a mangé pour la dernière fois, surtout s'il s'agit d'un nourrisson.
- De nombreux blessés, surtout en climat chaud, sont gravement déshydratés. Si on a le temps, il faut corriger l'hypovolémie avant l'opération.
- Le risque de complications augmente si l'équipe chirurgicale ne connaît pas bien le matériel d'anesthésie et les conditions locales. On s'assurera si possible le concours d'un assistant.

- Une médication préalable n'est pas nécessaire. Lorsque l'atropine est indiquée, elle peut être administrée par voie intraveineuse en salle d'opération.
- Il faut organiser sur place une collecte de sang, le cas échéant, et demander suffisamment tôt les unités de sang nécessaires.

8.2. METHODES D'ANESTHESIE

Les réserves d'oxygène, de protoxyde d'azote et de gaz anesthésiants risquent d'être limitées. Il faut donc envisager d'utiliser l'anesthésie locale ou loco-régionale, ainsi que la kétamine. Les concentrateurs d'oxygène sont très utiles.

On trouvera ci-après une liste des anesthésiques recommandés.



CONCLUSION



La connaissance de notions élémentaires de la balistique lésionnelle apporte une aide précieuse au chirurgien et au réanimateur dans l'évaluation de la gravité potentielle d'une lésion.

Les traumatismes balistiques ont quitté actuellement le domaine réservé de la chirurgie de guerre. La disponibilité en temps de paix des moyens de diagnostic moderne a permis de faire évoluer la stratégie de prise en charge de ces lésions.

Enfin, L'équipe médico-chirurgicale prend en charge un blessé, et non pas une arme ou une munition.



RESUMES



Résumé

Notre travail concerne l'étude de la balistique lésionnelle et ses aspects dans la chirurgie de guerre, étude réalisée au service de traumatologie orthopédie à L'hôpital militaire Avicenne de Marrakech .

La balistique est définie comme étant la science du mouvement des projectiles. Cette discipline est divisée en balistique interne, balistique de la trajectoire et balistique d'impact , à savoir :

- La balistique interne est l'étude du projectile à l'intérieur de l'arme ;
- La balistique de la trajectoire correspond à l'étude du projectile tout au long de son parcours aérien ;
- La balistique d'impact « terminale » qui correspond à l'étude de la pénétration des solides par le projectile.

La balistique lésionnelle n'est autre que la balistique terminale appliquée aux tissus vivants.

La chirurgie de guerre diffère de la chirurgie pratiquée en traumatologie civile. Les blessures de guerre sont toujours très, contaminées, et les projectiles peuvent causer une destruction massive des tissus mous, des os ou d'autres structures.

La chirurgie de guerre a pour but :

- de sauver la vie
- de sauver les membres atteints
- d'éviter les complications infectieuses
- de minimiser les séquelles invalidantes

La prise en charge des blessés de guerre, dès l'instant de la blessure jusqu'à la sortie de l'hôpital, met à contribution un grand nombre de personnes travaillant au sein d'un système. Le système est plus important que les individus concernés.

En chirurgie de guerre, l'issue d'une intervention est conditionnée par :

- le type de la blessure.
- l'état général du blessé.
- les premiers secours
- le temps requis pour atteindre l'hôpital
- la qualité du traitement (chirurgie, soins postopératoires, rééducation)
- la possibilité d'évacuation vers un hôpital mieux équipé et doté de personnel plus expérimenté .

Enfin, La chirurgie près des combats est une pratique difficile, les chirurgiens des armées doivent y être préparés par leur formation, être capable d'adaptation et ne pas oublier l'expérience de leurs aînés.

ABSTRACT

Our work concerns the study of **Lesional Ballistics** and its aspects in war surgery, study done at the service of orthopedic traumatology at the Avicenna military hospital in Marrakech.

Ballistics: defined as the science of projectile motion. This discipline is divided into internal ballistics, ballistics of the trajectory and impact ballistics, namely:

- Internal ballistics is the study of the projectile inside the weapon;
- The ballistics of the trajectory corresponds to the study of the projectile throughout its aerial course;
- The "terminal" impact ballistics which corresponds to the study of the penetration of solids by the projectile.

Lesional ballistics is none other than the terminal ballistics applied to living tissues.

The war surgery recording of the surgery practised in civil traumatology. War wounds are always very, contaminated, and missiles can cause a massive destruction of soft fabrics, bones or other structures.

The war surgery aims:

- To save the life
- To save the reached members
- To avoid the infectious complications
- To minimize the invalidating after-effects

The coverage of the wounded soldiers, from the very moment the wound until the exit (release) of the hospital, puts in contribution a large number of people working within a system. The system is more important than the concerned individuals.

In war surgery, the outcome of an intervention is conditioned(packaged) by:

- The type of the wound.
- The general state of the wounded person.
- The first aids
- The time required to reach the hospital
- The quality of the treatment (surgery, post-operative care, re-education)
- The possibility of evacuation towards a hospital better equipped and endowed with more experimented staff.

Finally, The surgery near the fights is a difficult practice, the surgeons of the armies must be prepared by their training there, be capable of adaptation and not forget the experience of their elder sons.

ملخص

عملنا يتضمن دراسة المقذوفات الجرح وجوانبه في جراحة الحرب، تحت رعاية قسم جراحة العظام بالمستشفى العسكري
بأبن سينا. بمراكش.

المقذوفات : يعرف بأنه علم حركة المقذوفات. وينقسم هذا الانضباط في المقذوفات الداخلية، مسار القذيفة وتأثير القذيفة، وهي:

- المقذوفات الداخلية هي دراسة قذيفة داخل السلاح؛
 - إن مسار القذيفة يتوافق مع دراسة القذيفة خلال مسارها الجوي.
 - القذيفة المؤثرة " الطرفية" وهو دراسة لاختراق قذيفة للمواد الصلبة .
 - المقذوفات الجرح ليست سوى تطبيق المقذوفات الطرفية على الأنسجة الحية .
- تختلف جراحة الحرب عن جراحة العظام المدنية. كون جروح الحرب ملوثة، والمقذوفات يمكن أن تسبب دمار هائل في
الأنسجة الرخوة، والعظام أو غيرها من الهياكل.

من أهداف جراحة الحرب :

- لإنقاذ حياة
 - لحفظ الأطراف المتضررة
 - اجتناب المضاعفات المعدية
 - التقليل من العواقب المسببة للإعاقة
- رعاية جرحى الحرب، لحظة وقوع الضرر حتى الخروج من المستشفى، يحتاج لعدد كبير من الأشخاص الذين يعملون داخل
نظام. هذا النظام هو أكثر أهمية من الأفراد.

في جراحة الحرب أخذ المبادرة يحتاج إلى شروط:

- نوع الإصابة.
- الحالة العامة للمصاب.
- الإسعافات الأولية
- الوقت اللازم للوصول إلى المستشفى
- نوعية العلاج (جراحة والرعاية ما بعد الجراحة والتأهيل)
- إمكانية نقل المصاب إلى مستشفى أكثر تجهيزا و يتوقّر على موظفين ذوي الخبرة.

وأخيرا، جراحة بالقرب من القتال هي عملية صعبة والجراحين يحتاجون للخبرة في تدريبهم، و قادرين على التكيف ولا ننسى

تجربة عند قدمائهم .



LISTE DES FIGURES



- Figure 1** : Petite machette de randonnée en forêt (lame _ 40 cm).
- Figure 2** : Le Smith and Wesson, modèle 629 calibre 44 magnum,
- Figure 3** : L'AK-47, conçu par le Soviétique Mikhaïl Kalachnikov
- Figure 4** : FN FAL : un fusil semi-automatique belge, de calibre 7,62 OTAN
- Figure 5** : De haut en bas : fusils M16A1, M16A2, M4A1 et M16A4.
- Figure 6** : Balle à pointe creuse avec sa douille.
- Figure 7** : Mise en mouvement d'une balle.
- Figure 8** : Différents types de munitions.
- Figure 9** : Munition de chasse.
- Figure 10** : Munition à fléchettes.
- Figure 11** : les différents types des mines antipersonnel.
- Figure 12** : les différentes types de grenades à main
- Figure 13** : une bombe larguée par avion ,remontant à la 2ème guerre mondiale .
- Figure 14** : Estimation des seuils lésionnels du *blast* chez l'homme en fonction du gradient de pression et de la durée de l'onde de pression.
- Figure 15** : Les 3 phases d'une explosion et leurs lésions.
- Figure 16** : Radiographie thoracique avec aspect faussement rassurant d'une plaie par couteau avec effet recul. Le patient présente en fait un hémopéricarde.
- Figure 17** : Plaie par machette au niveau du poignet gauche en forme de demi-lune.
- Figure 18** : Rotation d'une balle.
- Figure 19** : Oscillation d'une balle.
- Figure 20** : Basculement d'une balle.

- Figure 21** : Entrée.
- Figure 22** : Canal vulnérant d'une balle.
- Figure 23** : Canal vulnérant en poulpe après fragmentation de la balle.
- Figure 24** : Sortie.
- Figure 25** : Trajet rectiligne d'une balle très lourde à travers les muscles donnant un tunnel d'attrition assez régulier.
- Figure 26** : Trajet rectiligne d'une balle très lourde à travers le poumon donnant un tunnel d'attrition moins régulier qu'à travers les muscles.
- Figure 27** : Effet de *champignonage* d'une balle en plomb non blindée : chambre de cavitation, absence d'orifice de sortie.
- Figure 28** : Balle blindée, de vitesse supersonique, déstabilisée sur sa trajectoire. Pas d'orifice de sortie, mais les chambres de cavitation définitive et temporaire ont détruit un pédicule vasculo-nerveux.
- Figure 29** : Balle blindée, de vitesse supersonique, énorme orifice de sortie correspondant aux chambres de cavitation.
- Figure 30** : Effet d'une balle à fragmentation avec fragments osseux multiples.
- Figure 31** : Comportement aléatoire de plombs de chasse qui sont moins vulnérants que les éclats.
- Figure 32** : Classification des plaies par arme de chasse.
- Figure 33** : L'hôpital médico chirurgical des Forces Armées Royales déployé en Tunis (2010-2011)
- Figure 34** : Les évacuations Médicales.

- Figure 35** : Evacuations médicales Aériennes réalisée par l'équipe Marocaine à la République Démocratique du Congo (MONUC) (2006)
- Figure 36** : Triage station, Suippes, France, World War I .
- Figure 37** : Doctrine du soutien médical aux engagements opérationnels.
- Figure 38** : Soute d'un McDonnell Douglas C-17 Globemaster III de l'USAF utilisé pour l'évacuation sanitaire durant la guerre d'Irak.
- Figure 39** : Triage avant évacuation au moment de la relève sur le terrain.
- Figure 40** : Catégorisation et modalités de prise en charge des blessés selon la SAN 101
- Figure 41** : Plaie par balle, orifice d'entrée : flanc gauche, orifice de sortie : La fosse iliaque droite . République démocratique du Congo 2006 (*IMMEDIATE*)
- Figure 42** : Fracture ouverte par Balle de la cuisse droite , Traité par Fixateur externe. République démocratique du Congo 2006 (*DELAYED*)
- Figure 43** : Plaie superficielle par arme à feu ,extraction ultérieure de la balle. République démocratique du Congo 2006 (*MINIMAL*)
- Figure 44** : éviscération secondaire a une plaie abdominale par arme à feu . République démocratique du Congo 2006 (*EXPECTANT*)
- Figure 45** :Fiche de triage de l'avant. Exercice de l'Armée US (Kaiserslautern, 9 août 2008
- Figure 46** : SALT Triage.
- Figure 47** :Critères de gravité pré hospitaliers d'envoi du traumatisé grave adulte vers un centre spécialisé.
- Figure 48** : Exemples de plaies classées selon l'EXCFVM *scoring system*..
- Figure 49** .Mise en condition, en milieu isolé, d'un patient présentant une plaie par arme à feu grave au niveau du bras gauche. On note le garrot installé par les militaires, non retiré par l'équipe SMUH, et la transfusion débutée en milieu préhospitalier,

du fait des délais longs (coup- prise en charge extrahospitalière : 4 heures, transport : une heure).

Figure 50 : Facteurs favorisant la survenue d'une infection.

Figure 51 : Antibiothérapie probabiliste des plaies.

Figure 52 : Soldat de 36 ans victime d'une plaie crânio-encéphalique : a : TDM cérébral reconstruction *volume rendering*. Orifice d'entrée de la balle frontal antérieur ; b, c : TDM cérébral coupes axiale en fenêtre parenchymateuse (b) et sagittale en fenêtre osseuse (c) montrent de multiples débris de plomb en intracérébral.

Figure 53 : Position des trous de trépan.

Figure 54 : Sonde de Foley pour arrêter une épistaxis.

Figure 55 : Fixation d'une fracture de la mandibule par un fil de cerclage passé à travers deux trous de forage

Figure 56 : Traumatisme balistique de la face par éclat de mine anti-personnelle : Lambeau labio-jugal gauche avec fracture de la branche horizontale gauche de la mandibule, traité par Ostéosynthèse

Figure 57 : Fixateur externe. Stabilisation d'une fracture de la mandibule.

Figure 58 : Plaie par balle du massif facial : a : radiographie du crâne de profil montre une balle au niveau du sinus sphénoïdal ; b, c : TDM du massif facial en coupes axiale (b) et coronale (c) en fenêtre osseuse montre la trajectoire de la balle et confirme son arrêt au niveau du sinus sphénoïdal.

Figure 59 : Prévention des escarres.

Figure 60 : Plaie par balle au niveau thoracique : a : Radiographie de face. Pneumothorax droit avec un emphysème sous-cutané ; b : coupe axiale thoracique en fenêtre parenchymateuse montre le pneumothorax droit et une hyperdensité en verre dépoli de la base pulmonaire homolatérale contenant des débris de plomb en rapport avec une plaie parenchymateuse.

Figure 61 : Projection des zones lésionnelles anatomiques.

- Figure 62** : Radiographie de thorax de face. Balle en projection de la base pulmonaire gauche avec un épanchement pleural liquidien homolatéral.
- Figure 63** : Emphysème sous-cutané sur une perforation de l'œsophage cervical par Balle.
- Figure 64** : Balle dans le canal au niveau de la vertèbre T11.
- Figure 65** : Plaie de la paroi thoracique par arme à feu, orifice d'entrée à droite.
- Figure 66** : Organes abdominaux lésés lors des plaies par projectile.
- Figure 67** : Soldat de 23 ans victime d'une plaie par balle de l'abdomen avec un orifice d'entrée postérieur paravertébral droit : a : Radiographie de face: Débris de balle au niveau de l'hémi-abdomen droit en regard du disque L3-L4 ; b, c : TDM abdominal. Coupes axiales avec injection de produit de contraste montrent une plaie de la veine cave inférieure avec un hématome rétropéritonéal contenant des débris de balle(b) et associée à un pneumopéritoine (c).
- Figure 68** : Plaie lombaire droite par fusil de chasse à bout portant. Pièce opératoire d'hémi-colectomie droite (4 impacts). Bourre de la cartouche retrouvée dans la plaie.
- Figure 69** : La présence de sang et de bile entre le côlon et le duodénum laisse soupçonner une lésion pancréatique et/ou duodénale retro-péritonéale. Un emphysème laisse soupçonner une lésion du côlon.
- Figure 70** : Plaie du rein gauche. TDM abdominal : coupe axiale avec injection de produit de contraste montrant un orifice d'entrée de la balle postérieur para vertébral gauche et une plaie du rein homolatéral.
- Figure 71** : Néphrectomie partielle.
- Figure 72** : Après résection du segment urétéral lésé, anastomose termino-terminale par points séparés des extrémités taillées en spatule.
- Figure 73** : Drainages : 1) Néphrostomie en anneau.
2) Drainage par cathéter urétéral que l'on sort à travers la paroi vésicale. Drainage déclive externe de l'anastomose.
3) Drain en T.
- Figure 74** : Radiographie de la jambe gauche de face. Fracture comminutive médio-diaphysaire des os de la jambe avec débris de plomb au niveau des parties molles.

- Figure 75** : Radiographie du bassin de face. Fracture per-trochantérienne droite secondaire à une plaie par balle.
- Figure 76** : Voies d'abord d'une fasciotomie de la jambe.
- Figure 77** : Attelle plâtrée rembourrée.
- Figure 78** : Plâtre circulaire.
- Figure 79** : La gangrène gazeuse due à *Clostridium perfringens*.
- Figure 80** : Soldat de 26 ans victime d'une plaie par balle de la jambe gauche. Membre inférieur gauche froid et absence de pouls pédieux : a, b : angio-TDM des membres inférieurs avec reconstructions MIP (a) et volume rendering (b). Lésion vasculaire du trépied jambier.
- Figure 81** : Soldat de 20 ans victime d'une plaie par balle au niveau de la fesse droite. Ischémie du membre inférieur gauche. Coupe axiale TDM au temps artériel (a) et reconstruction MIP (b) montrent une extravasation de produit de contraste au niveau de l'artère fémorale commune gauche et opacification précoce de la veine fémorale homolatérale en rapport avec une fistule artério-veineuse.
- Figure 82** : Suture d'une lacération artérielle longitudinale à l'aide d'un patch veineux.
- Figure 83** : Excision d'un segment artériel avec anastomose termino-terminale directe.
- Figure 84** : Anastomose termino-terminale d'un greffon veineux après résection du segment lésé d'une artère : a = artère ; v = veine.
- Figure 85** : Parage du nerf (A) et suture terminotermine directe précoce (B).
- Figure 86** : Calcul du M.E.S.S. Supérieur à 7, l'amputation est très probable.
- Figure 87** : Amputation de la main.
- Figure 88** : La répartition des mines antipersonnel dans le monde
- Figure 89** : Blessure par mine : Victime d'une mine antipersonnel en Angola.

Figure 90 : Jeune cambodgien handicapé par une mine antipersonnel.

Figure 91 : Pétalisation du membre inférieur.

Figure 92 : Histologie de la peau et degré de profondeur de la brûlure.

Figure 93 : « Règle des 9 » pour évaluer la surface corporelle brûlée chez un adulte.

Figure 94 : Détermination de la surface corporelle brûlée chez un enfant.

Figure 95 : Patient présentant un « pied des tranchées » affectant les deux pieds.



BIBLIOGRAPHIE



1. **d'Alain Glausser, Monica Bonfanti, Frederic Schütz (2012)**
Expertise des armes à feu et des éléments de munitions dans l'investigation criminelle,
2. **Versier, G., & Ollat, D. (2005).**
Blessures des membres et du rachis par projectiles.
EMC–Rhumatologie–Orthopedie, 2(3), 262–275.
3. **Debien B, Lenoir B.**
Traumatismes balistiques du thorax. In: Sfar, editor.
Conférences d'actualisation. Congrès national d'anesthésie et de réanimation.
Paris: Elsevier; 2004. p.515–32.
4. **Meyran D, Laforge V, Bar C, le Dreff P.**
Prise en charge préhospitalière des traumatismes pénétrants par agression.
Reanoxyo 2006;18:4–5.
5. **GUERRE, D. (2010).**
LA CHIRURGIE.
6. **Rzin A, ElGbouri H, Nassih M, Boulaadas M, Benhalima H, Jidal B.**
Les blessés maxillo–faciaux du traumatisme au traitement dans le Service de santé des
Forces armées royales marocaines.
Revue internationale des Services de santé des Forces armées; 1995;vol LXVIII:310–7.
7. **Rouquette I, Borne M.**
Module optionnel de médecine militaire – Année 2006–2007.
Prise en charge du blessé de guerre – 8mars 2007.
8. **Benateau H, Compère JF, Labbé D, Cantaloube D.**
Traumatismes de la face par arme à feu en pratique civil.
EMC Stomatologie 2000, 22075–B–10:7p.
9. **Williams CN, Cohen M, Schultz RC.**
Immediate and long term management of gun shot wounds of the lower face.
Plast Reconstr Surg 1988;82:433–51.
10. **Le Petit Larousse Illustré, Paris :**
Larousse, 2008 1812 p.
11. **Code pénal/Code de la défense,**
<http://www.legifrance.gouv.fr>, 2007.

12. **MAC SWAIN N.E., FRAME S.B., SALOMONE J.P.,**
« Pre Hospital Trauma Life Support, Secours et soins pré-hospitaliers aux traumatisés », édition révisée. Paris : Elsevier SAS, 2005, 399 p.
13. **FORISSIER M.,**
« L'histoire de l'arme au fil des siècles », Anglet, Éd. du Pécari, 2004, 354 p.
14. **DI MAIO V.J.M. ,**
« Blessures par armes à feu », Paris, Masson, 1997, 335 p.
15. **LAMOUR O., TILLANT D., TEBOUL A., LABORIE J.M.,**
« Biomécanique des traumatismes balistiques », Conférences d'actualisation 2004, Paris : Elsevier SAS, 2004, p. 489-503.
16. **(25). TINTILIER E., SENAMAUD K., LASSIE P., THICOÏPE M., DABADIE P.,**
« Biomécanique : critères prédictifs de gravités », Médecine d'urgence 2002. Paris : Elsevier SAS, et SFAR, 2002, p.7-20.
17. **RIOU B., CHEHIDA A., « Blast »,**
Conférences d'actualisation 1997, Paris : Elsevier SAS, et SFAR, 1997, p. 693-701.
18. **Daghfous, A., Bouzaïdi, K., Abdelkefi, M., Rebai, S., Zoghlemi, A., Mbarek, M., & Marhoul, L. R. (2015).**
Apport de l'imagerie dans la prise en charge initiale des traumatismes balistiques. Journal de Radiologie Diagnostique et Interventionnelle, 96, S113-S123.
19. **CUDENNEC Y.F., « Blast ». In: CARLI P., RIOU B., eds.**
Urgences médicochirurgicales de l'adulte. Paris: Arnette, 1991, p. 688-698
20. **PHILLIPS YY., « Primary blast injury »,**
Ann Emerg Med., 1986, 15, p.1446-1450.
21. **(30). LEIBOVICI D., GOFRIT ON., STEIN M. SHAPIRA S.C., NOGA Y., HERUTI R.J.,SHEMER J.,**
« Blast injuries: Bus versus open-air bombings. A comparative study of injuries in survivors of open-air versus confined-space explosions. », J Trauma., 1996, 41, p. 1030-1035.
22. **HULL J.B. , BOWYER G.W. , COOPER G.J., CRANE J.,**
« Pattern of injury in those dying from traumatic amputation caused by bomb blast. », Br J Surg., 1994, 81, p.1132-1135.

23. **DUVERGER V., SINGLAND D.,**
« Aspects particuliers de la chirurgie de guerre », Site éditeur Université du Droit et de la Santé de Lille 2, Faculté de Médecine Henri-Warembourg, 2006, 29 p.
24. **HARVEY E.N., KORR I.M., OSTER G., MAC MILLAN J.H.,**
« Secondary damage in wounding due to pressure changes accompanying the passage of high velocity missiles. » *Surgery.*, 1947, 21, p. 218–239.
25. **FACKLER M.L.,**
« What’s wrong with the wound ballistics literature and why»; Letterman Army Institute of Research, Presidio of San Francisco, Institute report, 1987, 239.
26. **FACKLER M.L.,**
« Gunshot wound review. », *Ann Emerg Med.*, 1996, 28, p. 194–203.
27. **ROUVIER B., LENOIR B., RIGAL S.,**
« Les traumatismes balistiques », Conférences d'actualisation 1997, Paris, Elsevier SAS, et SFAR , 1997, p. 703–716.
28. **HOUDELETTE P.,**
« Balistique lésionnelle des munitions à projectiles multiples. » *Méd Armées.*, 1997, 25, p.257–260.
29. **BELLAMY R.F.,**
« The medical effects of conventional weapons. », *World JSurgery.*, 1992, (16) p.888–892.
30. **STEBBING W.S., CHALSTREY L.J., GIMORE O.J., SHAND W.S., STAUNTON M.D., THOMSON J.P.,**
« Stab injury—the experience of an East London Hospital 1978–1983., *Postgrad Med J.*, 1987, 63 (736), p. 81–84.
31. **DOSOGLU M., ORAKDOGEN M., SOMAY H., ATES O., ZIYAL L.,**
« Civilian gunshot wounds to the head. » *Neurochirurgie.*, 1999, 45 (3), p. 201–207.
32. **BELL R.B., OSBORN T., DIERKS E.J., POTTER B.E., LONG W.B.,**
« Management of penetrating neck injuries: a new paradigm for civilian trauma. » *J Oral Maxillofac Surg.*, 2007, 65 (4), p. 691–705.
33. **IRISH J.C., HEKKENBERG R., GULLANE P.J., BROWN D.H., ROTSTEIN L.E., NELIGAN P., ALI J.,**
« Penetrating and blunt neck trauma : 10–year review of a Canadian experience. », *Can J Surg.*, 1997, 40 (1), p. 33–38.

34. **TAHER AA. ,**
« Management of weapon injuries to the craniofacial skeleton », J Craniofac Surg., 1998 , 9 (4), p. 371–382.
35. **MOTAMEDI MH. ,**
« Primary management of maxillofacial hard and soft tissue gunshot and shrapnel injuries. », J Oral Maxillofac Surg., 2003, 61 (12), p. 1390–1398.
36. **LEVI L., LINN S., FEINSOD M.,**
« Penetrating craniocerebral injuries in civilian », Br J Neurosurg., 1991, 5 (3), p.241–247.
37. **Société Francophone de Médecine d’Urgence,**
« Prise en charge des plaies aux Urgences », 12ème Conférence de Consensus, Clermont–Ferrand, 2005.
38. **KIM K.A., WANG M.Y. , MACNATT S.A., PINSKY G., LIU C.Y., GIANNOTTAS.L., APUZZO M.L.,**
« Vector analysis correlating bullet trajectory to outcome after civilian through–and–through gunshot wound to the head: using imaging cues to predict fatal outcome. », Neurosurgery. 2005, 57 (4), p. 737–747.
39. **NATHOO N., BOODHOO H., NADVI S.S., NAIDOO S.R., GOUWS E.,**
« Transcranial brainstem stab injuries: a retrospective analysis of 17 patients », Neurosurgery., 2000, 47 (5), p. 1117–1123.
40. **LEVY M.L., MASRI L.S., LAVINE S., APUZZO M.L.,**
« Outcome prediction after penetrating craniocerebral injury in a civilian population: aggressive surgical management in patients with admission Glasgow Coma Scale scores of 3, 4, or 5. », Neurosurgery. 1994, 35 (1), p. 77–85.
41. **STONE J., LICORNE T., FITZGERALD L., GANDHI Y.N.,**
« Civilian cases of tangential gunshot wounds to the head. » J Trauma., 1996, 40, p. 57–60.
42. **KIECK C.F., DE VILLIERS J.C.,**
« Vascular lesions due to transcranial stab wounds. » J Neurosurg., 1984, 60, p.42–46.
43. **IWAKURA M., KAWAGUCHI T., HOSODA K., SHIBATA Y., KOMATSU H.,YANAGISAWA A., KOHMURA E.,**
« Knife blade penetrating stab wound to the brain. » Neurol Med Chir. (Tokyo), 2005, 45 (3), p.172–175.

44. **MAC DONALD E.J., WINESTOCK D.P., HOFF J.T.,**
« The value of repeated cerebral arteriography in the evaluation of trauma. » *AJR Am J Roentgenol.*, 1976, 126, p. 792–797.
45. **DE TREVOU M.D., VAN DELLEN J.R.,**
« Penetrating stab wounds to the brain: the timing of angiography in patients presenting with the weapon already removed. », *Neurosurgery*, 1992, 31 (5), p.911–912.
46. **COHEN M.A., SHAKENOVSKY B.N., SMITH I.,**
« Low velocity hand–gun injuries of the maxillofacial region. », *J Maxillofac Surg.*, 1986, 14 (1), p.26–33.
47. **ALPER M., TOTAN S., CANKAYALI R., SONGUR E.,**
« Gunshot wounds of the face in attempted suicide patients. », *J Oral Maxillofac Surg.*, 1998, 56 (8), p.930– 934.
48. **PAYEN J.F., BETTEGA G.,**
« Traumatismes maxillofaciaux. », *Conférences d’actualisation 1999, Paris : Elsevier et SFAR*, 1999, p. 705–719.
49. **DEMETRIADES D., THEODOROU D., CORNWELL E., WEAVER F., YELLIN A., VELMAHOS G.,**
« Evaluation of penetrating injuries of the neck: prospective study of 223 patients. » *World Surg.*, 1997; 21, p. 41–48.
50. **LE DANTEC P., GAILLARD P.E. , N’DIAYE M. , NIANG B. ,**
« Plaies par arme blanche, Expérience au sein d’un hôpital d’une capitale africaine. », *Réanoxyo, la revue du Club des Anesthésistes Réanimateurs et Urgentistes Militaires n° 18, Ganges, Edition Urgence Pratique Publications, avril 2006, p. 6–7.*
51. **QUINOT J.F., KAISER E.,**
« Urgence devant une plaie cervicale d’origine balistique. », *Conférences d’actualisation 2004, Paris, Elsevier SAS, 2004, p.505– 514.*
52. **NASON R.W., ASSURAS G.N., GRAY P.R., LIPSICHTZ J., BURNS C.M.,**
« Penetrating neck injuries: analysis of experience from a Canadian trauma center. », *Journal canadien de chirurgie* 2001, 44 (2), p. 122–126.
53. **PAKARINEN TK., LEPPANIEMI A., SIHVO E., HILTUNEN K., SALO J.,**
« Management of cervical stab wounds in low volume trauma centres: systematic physical examination and low threshold for adjunctive studies, or surgical exploration. », *Injury*. 2006 , 37 (5), p. 440–447.

54. **MANDAL A.K., SANUSI M.,**
« Penetrating chest wounds: 24 years of experience. », World J Surg., 2001, 25 (9), p.1145–1149.
55. **DEBIEN B. , LENOIR B.,**
« Les traumatismes balistiques du thorax », Conférences d'actualisation 2004, Paris, Elsevier SAS, 2004, p. 515–532.
56. **CARLI P., INCAGNOLI P.,**
« Traumatismes ouverts thoraco–abdominaux : l'avis du médecin du Samu et du Smur », Médecine d'urgence 2000, Paris : Elsevier SAS et SFAR, 2000, p. 77–86.
57. **PEITZMAN A.B., RHODES M., SCHWALS C.W., YEALY D.M.,**
The trauma manual., Philadelphia : Lippincott Raven, 1998, p. 200.
58. **DESJARDINS G.,**
« Les traumatismes pénétrants du thorax. », Conférences d'actualisation 1998, Paris : Elsevier et SFAR, 1998, p. 615–624.
59. **RIOU B., VIVIEN B.,**
« Traumatismes ouverts thoraco–abdominaux : l'avis de l'anesthésiste–réanimateur aux urgences. », Médecine d'urgence 2000, Paris : Elsevier SAS et SFAR, 2000, p. 87–93
60. **ADKINS R.B. , WHITENECK J.M. , WOLTERING E.A.,**
« Penetrating chest wall and thoracic injuries. », Am Surg., 1985, 51, p. 140–148.
61. **IVATURY RR. ,**
« Penetrating cardiac injuries: twenty year experience. », Am Surg., 1987, 53, p. 3.
62. **KARMY–JONES R., NATHENS A., JURKOVICH G.J., SHATZ D.V., BRUNDAGES., WALL M.J., ENGELHARDT S., HOYT D.B., HOLCROFT J., KNUDSON M.M., MICHAELS A., LONG W.,**
« Urgent and emergent thoracotomy for penetrating chest trauma. », J Trauma., 2004, 56 (3), p. 664–669.
63. **BRINQUIN L., BORNE M., DEBIEN B., CLAPSON P., JAULT P.,**
« Traumatismes balistiques : les lésions abdomino–pelviennes. », Conférences d'actualisation 2004, Paris : Elsevier SAS, 2004, p. 533–541.
64. **MONNEUSE O.J., BARTH X., GRUNER L., PILLEUL F., VALETTE P.J. , OULIE O., TISSOT E.,**
« Paies abdominales traumatiques : diagnostique et traitement. A propos de 79 cas. » Ann Chir., 2004, 129 (3), p.156–163.

65. **FELICIANO D.V., BURCH J.M., SPJUT-PATRINELY V., MATTOX K.L., JORDAN G.L.,**
« Abdominal gunshot wounds. An urban trauma center's experience with 300 consecutive patients. » *Ann Surg.*, 1988, 208, p. 362-367.
66. **RIGNAULT D.P.,**
« Abdominal trauma in war. », *World J Surg.*, 1992, 16, p. 940- 946.
67. **LENFANT D., YEGUIAYAN JM. , BENSALEM D., MESSANT I., HONNART D.,FREYSZ M.,**
« Orientation initiale aux urgences des traumatisés graves. »,
68. **DAVID J.S., FLOCCARD B., MONNEUSE O., PILLEUL F., GUEUGNIAUD, P.Y.,PETIT P.,**
« Plaies abdominales », *Médecine d'urgence 2005*, Paris : Elsevier SAS, 2005, p. 9-16.
69. **MEYRAN D. , LAFORGE V. , BAR C. , LE DREFF P.**
« Prise en charge préhospitalière des traumatismes pénétrants par agression. », *Réanoxyo*, la revue du Club des Anesthésistes Réanimateurs et Urgentistes Militaires n° 18, Ganges, Edition Urgence Pratique Publications, avril 2006, p. 4-5.
70. **DORLAC W.C., DEBAKEY M.E., HOLCOMB J.B., FAGAN S.P., KWONG K.L., DORLAC G.R., SCHREIBER M.A., PERSSE D.E., MOORE F.A., MATTOX K.L.,**
« Mortality from isolated civilian penetrating extremity injury. », *J Trauma.*, 2005, 59 (1), p. 217-222.
71. **COUDANE H., GROSDIDIER G., SOMMELET J., BORRELY J., DE REN G., FERY A.,**
« Therapeutic aspects of limb lesions due to hunting weapons : a study of twenty cases. », *Acta Chir Scand Suppl.*, 1982, 508, p. 357-369.
72. **YINUSA W., OGIRIMA O.,**
« Extremety gunshot injuries in civilian practice : the National Orthopaedic Hospital Igbobi esperience. », *West Afr J Med.*, 2000 Octobre- Décembre, 19 (4), p. 312-316.
73. **HAMOUDA H.M., WITSO E., MOGHANI N.K., SHAHWAN A., NYGAARD O.P.,**
« Soft tissue infection after missile injuries to the extremities - a non-randomized, prospective study in Gaza City. », *Prehosp Disaster Med.*, 2007 I, 22(2), p.109-110.
74. **DELAFOSSÉ B., MOTIN J.,**
« Oxygène hyperbare. », *Conférences d'actualisation 2006*, Paris : Elsevier et SFAR, 2006, p.669-687.
75. **LEININGER B.E., RASMUSSEN T.E., SMITH D.L., JENKINS D.H., COPPOLAC.,**
« Experience with wound VAC and delayed primary closure of contaminated soft tissues injuries in Iraq. », *J Trauma.*, 2006, 61(5), p. 1207-1211.

76. **ROBBS J.V., CARRIM A.A., KADWA A.M., MARS M.,**
« Traumatic arteriovenous fistula: experience with 202 patients. » Br J Surg., 1994, 81(9), p. 1296–1299.
77. **FARQUHARSON–ROBERTS M.A., SOMERVILLE D.W., ROSSITER N.D.,**
« Limb injury », in Cooper G.J, Dudley H.A.F., Gann D.S., Little R.A., Maynard R.L. éd., Scientific foundations of trauma, Oxford : Butterworth heinemann, 1997, p. 123– 131.
78. **RAKOTONDRIAMIHARY S., DE CONINCK L., MAURETTE P.,**
« Réimplantation de membres. », Conférences d'actualisation 1999, Paris : Elsevier et SFAR, 1999, p.625–630.
79. **LODA D., « Replantation de la main. », In : Merle M, Dautel G. éd.,**
La main traumatique 1 : l'urgence (chapitre 14), Paris : Masson, 1992, p. 285–292.
80. **AMMIRATI C.H.,**
« Stratégie de prise en charge extrahospitalière d'un polytraumatisé. », Conférences d'actualisation 2000, Paris : Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et SFAR, 2000, p. 389–408.
81. **Actualités en réanimation préhospitalière**
« Le traumatisé grave », Journées Scientifiques de SAMU de France, Vittel, 2002, Paris : SFEM éditions, 2003.
82. **RIOU B., VIVIEN B., LANGERON O.,**
« Quelles priorités dans la prise en charge initiale du polytraumatisé ? », Conférences d'actualisation 2006, Paris : Elsevier Masson SAS, 2006, p.217–227.
83. **TISHERMAN S.A., PLEITZMAN A.B.,**
« Restriction of fluid resuscitation in posttraumatic hypotension. », Cur Opin Crit Care., 1997, 3, p.448–454.
84. **KRAUSZ M.M., BAR–ZIV M., RABINOVICI R., GROSS D.,**
« Scoop and run or stabilize hemorrhagic shock with normal saline or small volume hypertonic saline ? », J Trauma., 1992, 33 (1), p. 6–10.
85. **BICKELL W., WALL M., PEPE P., MARTIN R., GINGER V., ALLEN M., MATTOX K.,**
« Immediate versus delayed fluid resuscitation for hypotensive patients with penetrating torso injuries. », N Engl J Med., 1994, 331, p. 1105–1109.

86. **CARLI P., DE LA COUSSAYE J.E., RIOU B.,**
« Immediate versus late fluid resuscitation in patients with trauma in response. » *N Engl J Med.*, 1995, 332, p.682.
87. **CARLI P.,**
« Prehospital intervention for trauma: helpful or harmful? The European point of view. » *Cur Opin Crit Care.*, 1998 ; 4, p. 407-411.
88. **MACLEOD J.B., COHN S.M., JOHNSON E.W., MACKENNEY M.G.,**
« Trauma deaths in the first hour : are they all unsalvageable injuries. », *Am J Surg.*, 2007, 193 (2), p.195-199.
89. **POLOUJADOFF M.P., LAPOSTOLLE F., LOCKEY D., AMATHIEU R., MEROUANI M., GALINSKY M., ADNET F.,**
« Survival of severely shocked patients who present with absent radial pulse and unrecordable blood pressure in the pre-hospital phase. », *Resuscitation*, 2006, 69, p. 185-189.
90. **KREIMEIER U., MESSMER K.,**
« Small-volume resuscitation: from experimental evidence to clinical routine. Advantages and disadvantages of hypertonic solutions. » *Acta Anaesthesiol Scand.*, 2002, 46, p. 625-638.
91. **REVELL M., GREAVES I., PORTER K.,**
« Endpoints for fluid resuscitation in hemorrhagic shock. », *J Trauma.*, 2003, 54, p. 63-67.
92. **KRAUSZ M.**
« Initial resuscitation of hemorrhagic shock. », *World J Emerg Surg.* 2006, 1:14
doi:10.1186/1749-7922-1-14.
93. **FELICIANO D.V., MOORE E.E., MATTOX K.L.,**
« Trauma damage control. » In: MOORE EE., FELICIANO DV., MATTOX KL., eds. *Trauma*. 5° ed., New York : Mc Graw Hill, 2004, p. 877-900.
94. **SMITH J.P., BODAI B.I., HILL A.S., FREY C.F.,**
« Prehospital stabilization of critically injured patients : a failed concept. », *J Trauma.*, 1985, p. 25-65.
95. **ALI J., ADAM R.U., GANA T.J., PEDAYSIE H., WILLIAMS J.I.,**
« Effect of the prehospital trauma life support program (PHTLS) on prehospital trauma care. », *J Trauma.*, 1997, 42, p. 786.

96. **ALI J., ADAM R.U., GANA T.J., WILLIAMS J.I.,**
« Trauma patient outcome after the prehospital trauma life support program. J Trauma., 1997, 42, p. 1118.
97. **LIBERMAN M., MULDER D., LAVOLE A., DENIS R., SAMPALIS J.,**
« Multicenter canadian study of prehospital trauma care. » Ann Surg., 2003, 237 (2), p. 153-160.
98. **DEMETRIADES D., CHAN L., CORNWELL E.E., BELZBERG H., BERNE T.,ASENSIO J., CHAN D., ECKSTEIN M., ALO K.,**
« Paramedic vs private transportation of trauma patients. Effect on outcome. », Arch Surg., 1996, 131 (2), p. 133-138.
99. **CORNWELL E., BELZBERG H., HENNIGAN K., MAXSON C., MONTOYA G., ROSENBLUTH A., VELMAHOS G., BERNE T., DEMETRIADES D.,**
« Emergency Medical Service (EMS) vs Non-EMS transport of critically injured Patients : a prospective evaluation. », Arch Surg., 2000, 135, p. 315-319.
100. **MCSWAIN N.E., KERSTEIN M. (eds),**
« Evaluation and Management of Trauma. », Norwalk, Conn, Appleton-Century-Crofts, 1987.
101. **COLLIER B.R., RIORDAN W.P., NAGY R.J., MORRIS J.A.,**
« Wilderness Trauma Surgical Emergencies, and Wound Management.. » in : AUERBACH PS. Eds. Wilderness medicine, Fifth edition, Philadelphia : Mosby, 2007, p. 475-504.
102. **BAKER M.S.,**
« Advanced Trauma Life Support : is it adequate stand-alone for military medicine ? », Mil Med., 1994, 159, p.587-590.
103. **BUTLER F.K., HAGMANN J., BUTLER E.G.,**
« Tactical Combat Casualty Care in special operations. », Mil Med., 1996, 161 (supp.1), p. 3-16.
104. **HEISKELL L.E., OLESNICKY B.T., WELLING L.E.,**
« Tactical medicine and combat casualty care. », in : AUERBACH PS. Eds. Wilderness medicine, Fifth edition, Philadelphia : Mosby, 2007, p. 552-573.
105. **DEAKIN C.D.,**
« Strategies in the prehospital management of major trauma. », JEUR., 1995, 8, p. 140-146.

106. **RINGBURG A.N., SPANJERSBERG W.R., FRANKEMA S.P., STEYERBERG E.W., PATKA P., SCHIPPER I.B.,**
« Helicopter emergency medical services (HEMS): impact on on-scene times. », J Trauma., 2007, 63 (2), p. 258-262.
107. **MOYLAN J.A., FITZPATRICK K.T., BEYER A.J., GEORGIADIS G.S.,**
« Factors improving survival in multisystem trauma patients. », Ann Surg. 1988, 207, p. 679- 685.
108. **ADNET F., MINADEO J., LAPANDRY C.,**
« Comparaison entre les systèmes de médecine d'urgence français et américain : l'exemple de Cleveland (Ohio, USA). », JEUR., 1998, 3, p. 115-123.
109. **ADNET F., GALINSKI M., LAPOSTOLLE F.,**
« Intubation difficile en urgence. », Conférences d'actualisation 2003, Paris, Elsevier SAS, 2003, p. 443-456.
110. **PEYTEL E., RIOU B., CARLI P., CORIAT P.,**
« Évaluation de la mortalité des polytraumatisés à l'aide du TRISS [résumé]. » Ann Fr Anesth Réanim., 1998, p. 925 (R226).
111. **COOPER J., CULLEN B.,**
« Priorities in assessment and intervention in trauma victim medical care. », Eur J Emerg Med., 1996, 3, p. 225-232.
112. **SFAR, SAMU De France,**
« Recommandation concernant les modalités de la prise en charge médicalisée préhospitalière des patients en état grave. », mai 2002.
113. **GUEUGNIAUD P.Y., MOLS P., FEYSZ M., GOLDSTEIN P., PETIT P., CARLI P., et**
le Groupe d'étude francophone sur l'adrénaline dans l'arrêt cardiaque
252 (GEFAAC), « Quel pronostic pour les arrêts cardiaques extrahospitaliers d'origine traumatique [résumé]. », Ann Fr Anesth Réanim., 1998, 17, p. 1058 (R491).
114. **CHEN S., MARKMANN J., KAUDER D., SCHWAB M.,**
« Hemopneumothorax missed by auscultation in penetrating chest injury. », J Trauma., 1997; 42, p. 86-89.
115. **TELION C., INCAGNOLI P., CARLI P.,**
« Prise en charge de la détresse respiratoire traumatique en préhospitalier : quand et comment drainer ? », Médecine d'urgence 2002, Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et Sfar, p. 21-28.

116. **PLAISANCE P.,**
« Traumatisme grave du thorax : comment ventiler en urgence ? », Médecine d'urgence 2002, Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et Sfar, p. 125–130.
117. **QUINOT J.F., CANTAIS E., KAISER E.,**
« Le « pantalon antichoc » : a-t-il réellement une place dans le traitement du choc ? », Médecine d'urgence 2001, Paris : Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et Sfar, 2001, p. 119–126.
118. **MULLER L., LEFRANT J.Y., DE LA COUSSAYE J.E.,**
« Traumatismes pelviens graves. », Conférences d'actualisation 2004, Elsevier SAS, 2004, p. 581–593.
119. **TELION C., CARLI P.,**
« Etats de choc et remplissage. », Médecine d'urgence 2001, Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et Sfar, 2001, p. 39–48.
120. **EDOUARD A., MIMOZ O.,**
« Aspects hémodynamiques des polytraumatisés. », Conférences d'actualisation 1997, Paris : Elsevier, et SFAR, 1997, p. 445–463.
121. **ALBANESE J., ARNAUD S.,**
« Traumatisme crânien chez le polytraumatisé. », Conférences d'actualisation 1999, Paris : Elsevier, et SFAR, 1999, p.737–763.
122. **DEGOS V., LESCOT T., ABDENOUR L., PUYBASSET L.,**
« Controverses thérapeutiques concernant la prise en charge du patient traumatisé crânien sévère. », Paris : Les Essentiels 2005, Elsevier SAS, 2005, p. 419–432.
123. **VIGGIANO M., ALAZIA M.,**
« Les solutés hypertoniques en médecine d'urgence », Médecine d'urgence 2001, Paris : Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et Sfar, 2001, p. 103–109.
124. **FORESTIER F., JANVIER G.,**
« Actualités sur les solutés de remplissage en anesthésie. », Conférences d'actualisation 2000, Paris : Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et SFAR, 2000, p. 151–163.
125. **RIOU B., VIVIEN B., CARLI P.,**
« Transporteurs d'oxygène : solutions d'hémoglobine et fluorocarbonés. », Médecine d'urgence 2001, Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et Sfar, 2001, p. 111–118.

126. **REYNOLDS P.S., BARBEE R.W., SKAFLEN M.D., WARD K.R.,**
« Low-volume resuscitation cocktail extends survival after severe hemorrhagic shock. », *Shock.*, 2007, 28 (1), p.45-52.
127. **RIOU B., VIVIEN B., LANGERON O.,**
« Choc hémorragique traumatique. », *Les Essentiels 2005*, Paris : Elsevier SAS, 2005, p. 457-474.
128. **ADNET F., LAPANDRY F., LAPOSTOLLE F.,**
« Intubation des patients traumatisés thoraciques. », *Médecine d'urgence 2002*, Paris : Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et Sfar, 2002, p. 37-50.
129. **HELLING T.S., MACNABNEY W.K., WHITTAKER C.K., SCHULTZ C.C., WATKINS M.,**
« The role of early surgical intervention in civilian gunshot wounds to the head. », *J Trauma.*, 1992 mars, 32 (3), p. 398-400.
130. **GIRARDET P., ANGLADE D., DURAND M., DURET J.,**
« Scores de gravité en réanimation. », *Conférences d'actualisation 1999*, Paris, Elsevier, et SFAR, 1999, p. 659-678.
131. **COUPLAND M.R., F.R.C.S.,**
« The Red Cross Classification of War Wounds: The E.X.C.F.V.M. Scoring System », *World J Surg.*, 1992, 16, p. 910-917.
132. **RICARD-HIBON A., MARTY J.,**
« Prise en charge de la douleur en milieu préhospitalier. » *Conférences d'actualisation 2001*, Paris, Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et Sfar., 2001, p. 709-722.
133. **ALBANESE J., BOURGOIN A., MARTIN C.,**
« Prophylaxie et traitement des infections chez le sujet polytraumatisé », *Conférences d'actualisation 2002*, Paris : Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS, et Sfar., 2002, p. 621-640.
134. **DUFOUR D., KROMANN JENSEN S., OWEN-SMITH M., SALMELA J., STENING G.F., ZETTERSTRO B., MOLDE M.A.,**
« La chirurgie des blessés de guerres », Genève : Comité International de la Croix Rouge, 2000, 199 p.
135. **ZIRPHILE X., DEBIEN B., PEREZ JP., LENOIR B.,**
« Utilisation du facteur VII recombinant activé dans le choc hémorragique traumatique : proposition d'utilisation en OPEX. », *Réanoxyo*, la revue du Club des Anesthésistes Réanimateurs et Urgentistes Militaires n° 18, Ganges : Edition Urgence Pratique Publications, avril 2006, p. 21.

136. **BONNET F., FULGENCIO JP., GUERRINI P.,**
« Apport de l'imagerie en pathologie traumatique abdominale. », Conférences d'actualisation 1996, Paris, Elsevier et SFAR, 1996, p. 421–435.
137. **Versier, G., & Ollat, D. (2005).**
Blessures des membres et du rachis par projectiles. EMC–Rhumatologie–Orthopédie, 2(3), 262–275.
138. **Coupland, R.M. (1991)**
Classification Croix–Rouge des plaies perforantes. Comité international de la Croix–Rouge, Genève.
139. **Coupland, R.M. (1992)**
L'amputation en chirurgie de guerre. Comité international de la Croix–Rouge, Genève.
140. **Coupland, R.M. (1993)**
War wounds of limbs: surgical management, Butterworth Heinemann, Oxford.
141. **Gray, R. (1994)**
Blessures de guerre : principes de prise en charge chirurgicale, Comité international de la Croix–Rouge, Genève.
142. **Hayward–Karlsson, J., Jefferey, S., Kerr, A., Schmidt, H.**
Les hôpitaux pour blessés de guerre, Comité international de la Croix–Rouge, Genève (en préparation).
143. **King, M., E**
léments d'anesthésie pratique, Arnette, Traduction française par Médecins du Monde.
144. **King, M. et Bewes, P. (eds) (1993)**
Primary surgery — Volume 2: Trauma, Oxford University Press, Oxford.
145. **Rowley, D.I. (1996)**
Les blessures de guerre avec fractures : guide de prise en charge chirurgicale, Comité international de la Croix–Rouge, Genève.
146. **Sellier, K.G. et Kneubuehl, B.P. (1994)**
Wound ballistics and the scientific background. Elsevier, Amsterdam.
147. **Sprague, O. (2006). L'AK-47:**
le tueur le plus populaire au monde. campagne d'Oxfam International et de Control Arms.

148. **Cone, D. C., Serra, J., Burns, K., MacMillan, D. S., Kurland, L., & Van Gelder, C. (2009).** Pilot test of the SALT mass casualty triage system. *Prehospital Emergency Care*, 13(4), 536–540.
149. **Lerner, E. B., Schwartz, R. B., Coule, P. L., & Pirrallo, R. G. (2010).** Use of SALT triage in a simulated mass-casualty incident. *Prehospital emergency care*, 14(1), 21–25.
150. **David R. Hughes,**
The History and Development of the M16 Rifle and its Cartridge, Oceanside (Californie), Armory Publications, 1990 (ISBN 0–9626096–0–9)
151. **« Registre des armes classiques »**
[archive], sur le site de l'ONU, <http://www.un.org> [archive] (consulté le 21 août 2015).
152. **Mouminea, M., Abouchadia, A., Hamamaa, J., Thieryb, G., Nassiha, M., & Rzina, A. (2011).** Prise en charge des traumatismes balistiques de la face en zone opérationnelle par le Service de santé marocain des Forces armées royales. *médecine et armées*, 39(5), 427–432.

قسم الطبيب

أقسِم بالله العَظِيم

أن أراقبَ الله في مهنتي.

وأن أصونَ حياة الإنسان في كافة أطوارها في كل الظروف
والأحوال باذلاً وسعي في استنقاذها من الهلاكِ والمرَضِ
والألمِ والقَلْقِ.

وأن أحفظَ للناسِ كرامَتَهُم، وأسترَ عَوْرَتَهُم، وأكتمَ سِرَّهُم.
وأن أكونَ على الدوام من وسائلِ رحمة الله، باذلاً رِعايتي الطبية للقريب والبعيد،
للصالح والطالح، والصديق والعدو.

وأن أثارِبَ على طلب العلم، أسخِّره لنفعِ الإنسان .. لا لأذاه.
وأن أوقِّرَ مَنْ عَلَّمَنِي، وأُعَلِّمَ مَنْ يَصْغُرَنِي، وأكونَ أخاً لكلِّ زميلٍ في المهنةِ الطِّبِّيَّةِ
مُتَعَاوِنِينَ على البرِّ والتقوى.

وأن تكونَ حياتي مِصْداقَ إيماني في سِرِّي وَعَلَانِيَتِي، نَقِيَّةً مِمَّا يُشِينُهَا تَجَاهَ
اللهِ وَرَسُولِهِ وَالْمُؤْمِنِينَ.

والله على ما أقول شهيدا

أطروحة رقم 87

سنة 2017

أهمية المقذوفات الجرح في جراحة الحرب

الأطروحة

قدمت ونوقشت علانية يوم 25/ 05 /2017

من طرف

السيد : حيزار خير

المزاد في 26 فبراير 1989 بكلميم

لنيل شهادة الدكتوراه في الطب

الكلمات الأساسية:

أسلحة - المقذوفات الطرفية - الفرز - الحرب - العسكري - الناتو - الصليب الأحمر - النووية -
الألغام

اللجنة

الرئيس

خ. الساير

السيد

المشرف

أستاذ في الجراحة العامة

خ. الادريسي الكولالي

السيد

أستاذ في جراحة العظام

ح. عمار

السيد

أستاذ في جراحة الأذن و الأنف و الحنجرة

أ. اتويتي

السيد

أستاذ في جراحة المسالك البولية

ي. قاموس

السيد

أستاذ في التحذير و الإنعاش

الحكام

