# Chapitre 10 : Prise en charge d'un blessé des membres



Combat Casualty Care: Lessons Learned from OEF and OIF (2012) Extremity injury - Ch 9 Kragh et Al.

# Données de base

Lésions des membres : ***Environ 60% des blessés***

**Table 1-2. Anatomical Distribution of Primary Penetrating Wounds**

| Conflict | Head/Neck/Face (%) | Thorax (%) | Abdomen (%) | Extremity (%) | Polytrauma (%) | Other (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| World War I | 17 | 4 | 2 | 70 | NR | 7 |
| World War II | 4 | 8 | 4 | 75 | NR | 9 |
| Korean War | 17 | 7 | 7 | 67 | NR | 2 |
| Vietnam War | 14 | 7 | 5 | 74 | NR | — |
| Northern Ireland | 20 | 15 | 15 | 50 | NR | — |
| Falkland Islands | 16 | 15 | 10 | 59 | NR | — |
| Gulf War (UK) | 6 | 12 | 11 | 71 | NR | — |
| Gulf War (US) | 11 | 8 | 7 | 56 | NR | 18 |
| Chechnya | 24 | 9 | 4 | 63 | NR | — |
| Somalia | 20 | 8 | 5 | 65 | NR | 2 |
| Military operations 2007–2017 | 8.3 | 0.6 | 0.7 | 5.4 | 69.6 | 15.4 |

Data source for recent military operations: Department of Defense Trauma Registry.

**Et actuellement souvent c'est un polytraumatisé**

**Ukraine:** Jusqu'à 90 % des blessés, 1/3 os longs avec taux élevé d'amputations
https://militaryhealth.bmj.com/content/jramc/early/2025/02/04/military-2024-002863.full.pdf

Lésions des membres : Typologie

L'exemple afghan : *5 % de plaies vasculaires*

++++

Nature and severity of upper extremity injuries and lower extremity injuries.

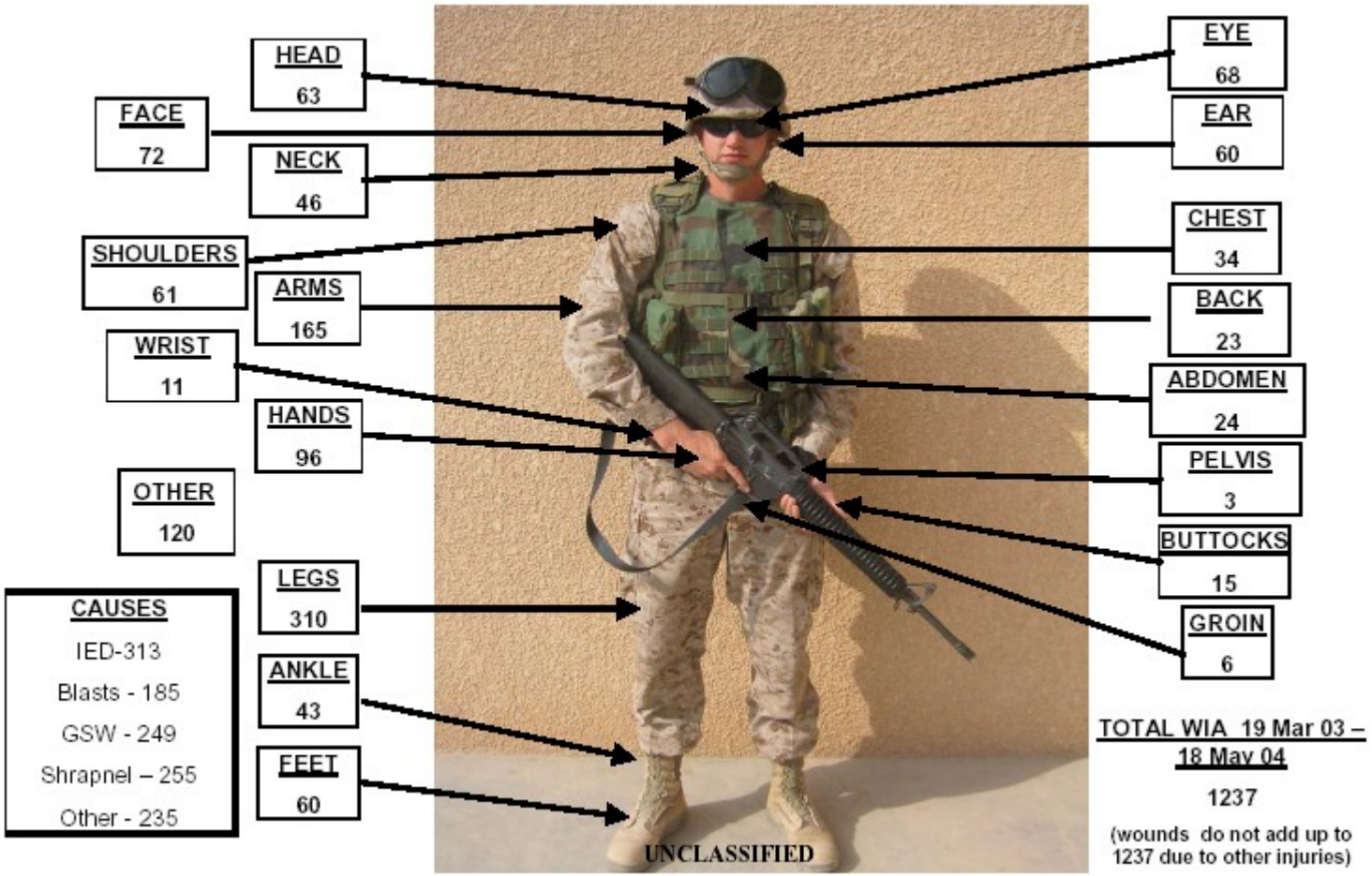
| Characteristics | Total ($n$ = 1654) | UEIs ($n$ = 827) | LEIs ($n$ = 827) | $P$ value |
|---|---|---|---|---|
| Nature of injury | | | | <.001[a] |
| Fracture | 316 (19.1) | 150 (18.1) | 166 (20.1) | |
| Dislocation | 27 (1.6) | 16 (1.9) | 11 (1.3) | |
| Sprains and strains | 31 (1.9) | 6 (0.7)[b] | 25 (3.0)[c] | |
| Open wound | 841 (50.8) | 400 (48.4)[b] | 441 (53.3)[c] | |
| Amputations | 44 (2.7) | 22 (2.7) | 22 (2.7) | |
| Blood vessels | 87 (5.3) | 27 (3.3)[b] | 60 (7.3)[c] | |
| Contusion/superficial | 152 (9.2) | 67 (8.1) | 85 (10.3) | |
| Crush | 2 (0.1) | 0 (0.0) | 2 (0.2) | |
| Burns | 104 (6.3) | 89 (10.8)[c] | 15 (1.8)[b] | |
| Nerves | 50 (3.0) | 50 (6.0)[c] | 0 (0.0)[b] | |
| AIS > 2[d] | 140 (8.5) | 32 (3.9) | 108 (13.1) | <.001[e] |

Abbreviations: AIS, Abbreviated Injury Scale; LEIs, lower extremity injuries; UEIs, upper extremity injuries.

**Essentiellement plaies des parties molles, pas toujours des fractures et pas toujours ouvert**



Battlefield extremity injuries in Operation Iraqi Freedom. Dougherty AL. Et all. Injury, Int. J. Care Injured 40 (2009) 772–777



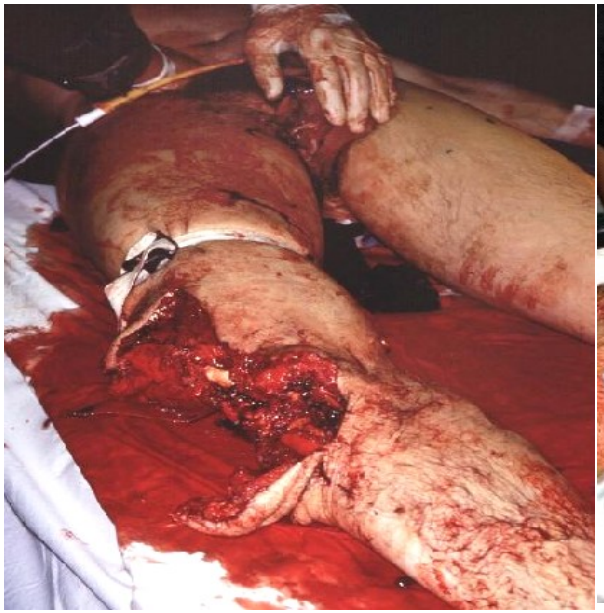

**Un grand danger : La racine des membres, car non garrotable ET difficilement comprimable**



Incidence and Epidemiology of Combat Injuries Sustained During “The Surge” Portion of Operation Iraqi Freedom by a U.S. Army Brigade Combat Team

Lésions des membres : un problème de longue durée

**Gravité immédiate** par hémorragies (délabrements majeurs, plaies vasculaires)





## Des morts évitables par la pose d'un garrot, voire de plusieurs

**Si Risque vital immédiat :** **Hémorragie Pulsatile,**
**Présence de Sang +++ au sol ou dans les pansements**
**Compression inefficace**
**Amputation de fait**

**Une indication qui doit être bien posée ++++**

Is the Use of Tourniquets More Advantageous than Other Bleeding Control Techniques in Patients with Limb Hemorrhage? A Systematic Review and Meta-Analysis

**Et réévaluée régulièrement**



Prehospital Tourniquet Use in Operation Iraqi Freedom: Effect on Hemorrhage Control and Outcomes - Beekley AC et all J Trauma. 2008;64:S28 –S37.

Lésions des membres : un problème de longue durée

**Gravité à court terme** par syndrome des loges et rhabdomyolyse

**Respecter les indications du garrot tactique et le réévaluer dans les 02h00**

**Exemples de situation à risque de Syndrome des loges**



*Brûlures*



*Éclats*



***Garrot non indiqué***

**Les dangers : Ne pas s'en apercevoir – Sous estimer**

***Notamment lors de MEDEVAC/TACEVAC/STRATEVAC de longue durée > 3h***



Acute Extremity Compartment Syndrome and the Role of Fasciotomy in Extremity War Wounds. Gordon WT et Al. Mil Med. 2018 Sep 1;183(suppl_2):108-111

Lésions des membres : un problème de longue durée

**Gravité à moyen terme** par infection, maladie thrombo-embolique



Infections osseuses, cutanées, articulaires, musculaires

## Une très forte contamination polymicrobienne

***Acinetobacter, E. Coli et pseudomonas et le retour de la gangrène gazeuse***



Trauma-related Infections in Battlefield Casualties From Iraq. Petersen K. et AL. Ann Surg. May 2007; 245(5): 803–811.

Lésions des membres : un problème de longue durée

**Gravité à long terme** du fait des séquelles fonctionnelles



Soldier Walking on Short Prostheses (Left) before Progressing to Full-Length Computer-Assisted Prostheses (Right).

Réinsérer le combattant handicapé : Un enjeu majeur pour la haute intensité

Lésions des membres :

**Les agent vulnérants:** Les balles



Entrée et sortie - Fracas osseux - Pertes de substances - Lésions vasculo-nerveuses

Lésions des membres :

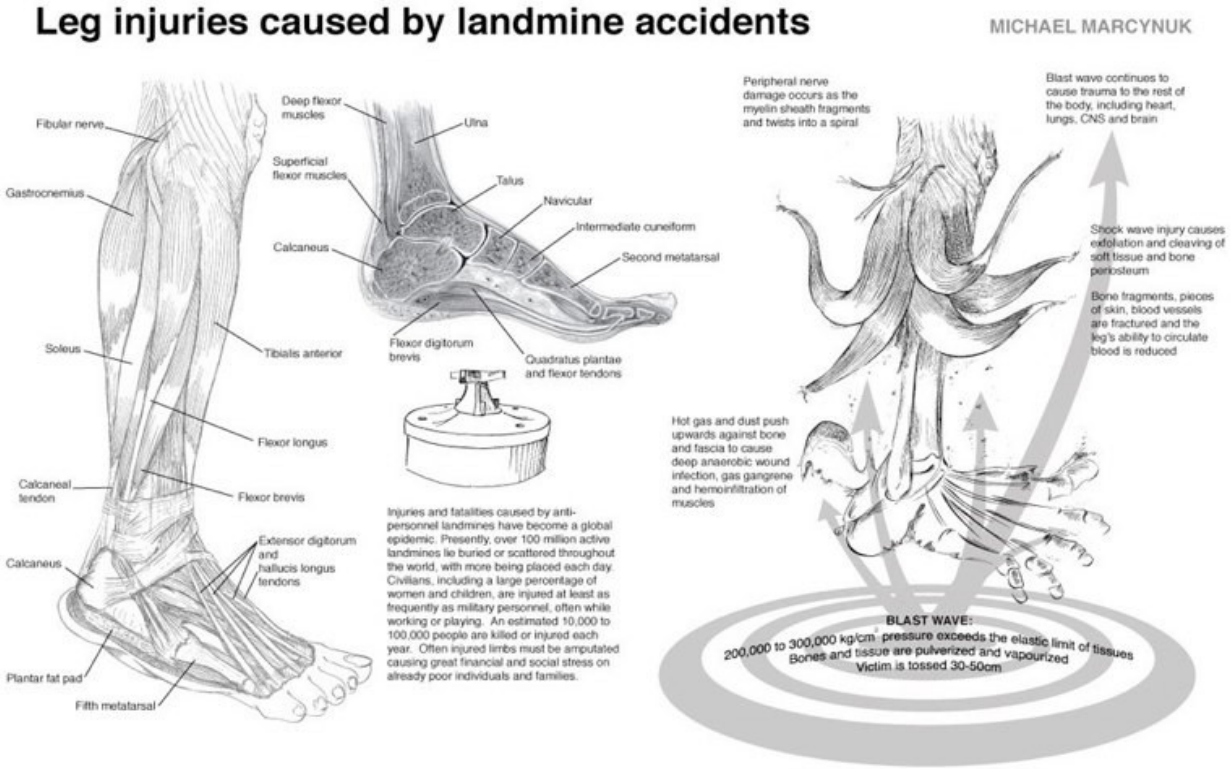
**Les agent vulnérants:** Les Éclats



**Se méfier +++** : Hémorragie, lésions vasculo-nerveuses, syndrome des loges

Lésions des membres :

**Les agent vulnérants:** Les mines conventionnelles, le grand retour !



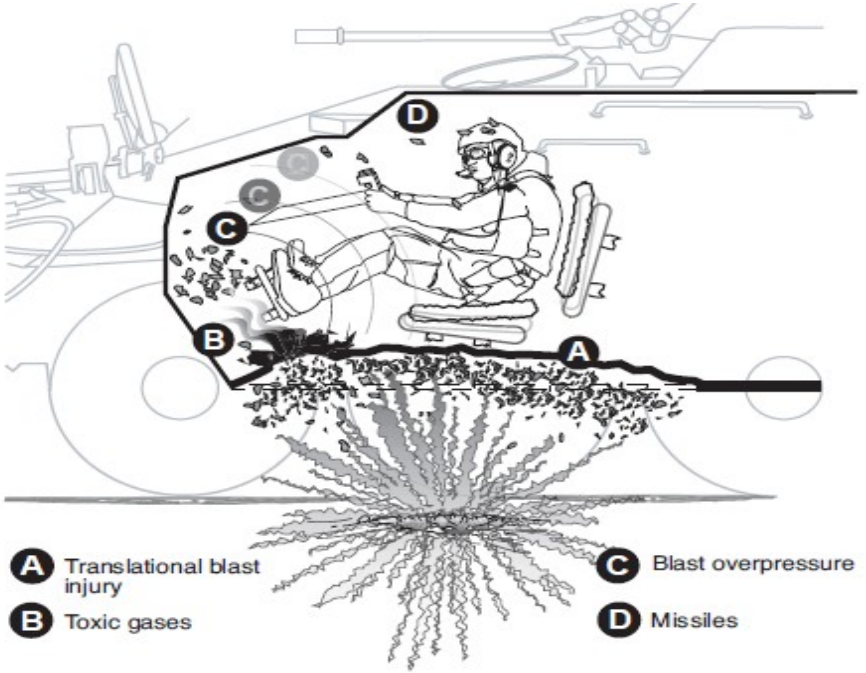

Pied de mine dont les effets dépendent de la charge en explosif

*Et celle ci peut être importante : Association de mines*

Lésions des membres :

**Les agent vulnérants:** Les AP (antipersonnel) et VB (vehicle born) IED




***Une menace devenue quotidienne dans tous les conflits actuels***



In-vehicle extremity injuries from improvised explosive devices: current and future foci.. Ramasamy A et all. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci. 2011;366(1562):160-70.

Lésions des membres :

**Les agent vulnérants:** Les IED

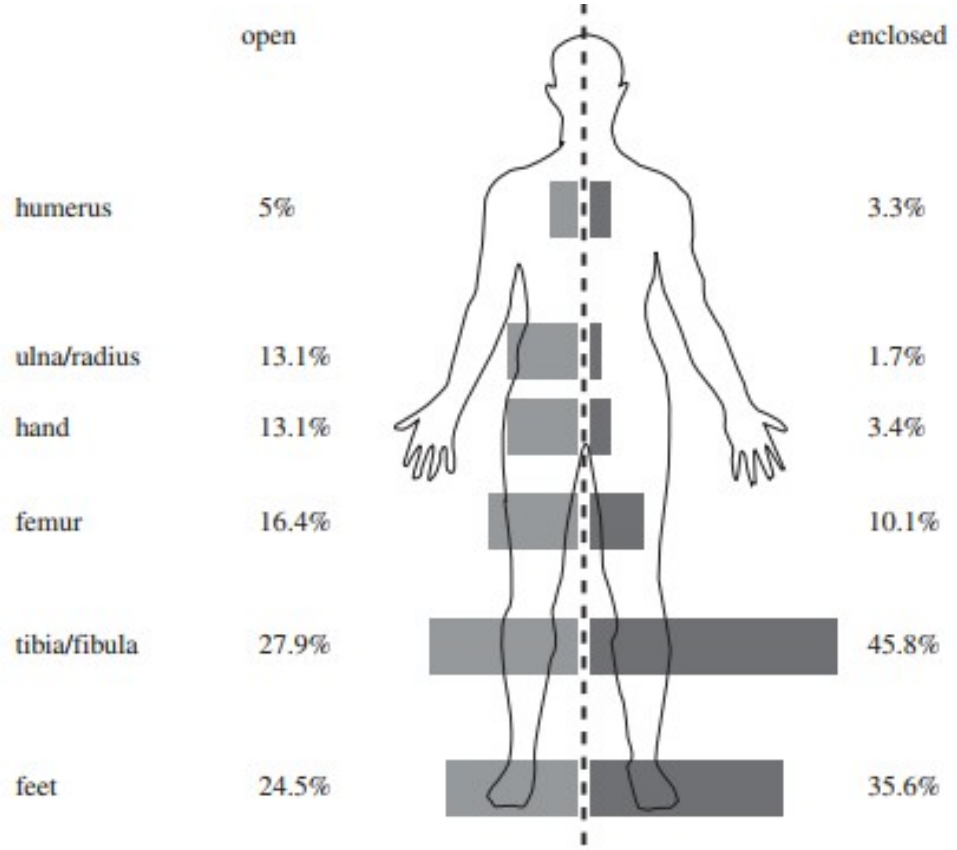



Figure 10. Anatomical pattern of skeletal injury from explosion.

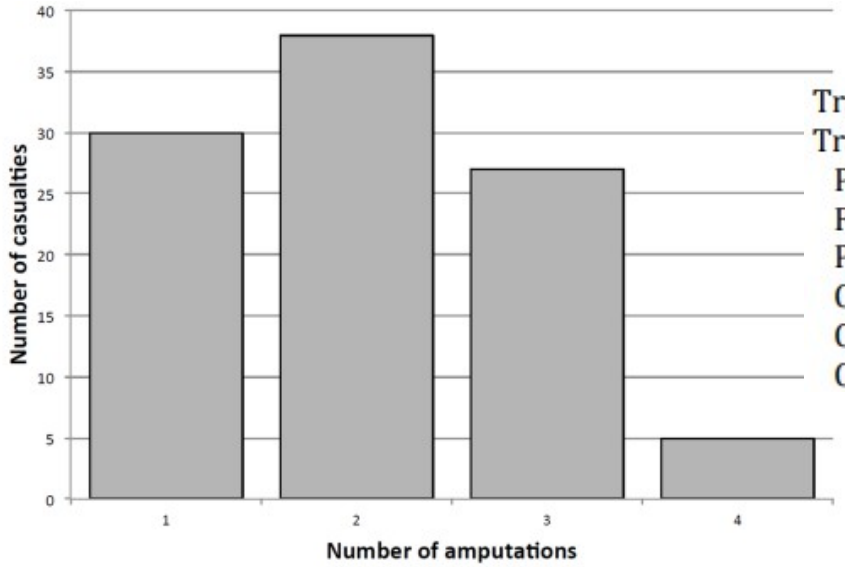
AP IED et VB IED, c'est différent



Blast-related fracture patterns: a forensic biomechanical approach Ramasamy A. et All. J. R. Soc. Interface (2011) 8, 689–698

Lésions des membres :

**Les agent vulnérants:** AP – IED et mines conventionnelles pas la même chose




Numbers of traumatic limb amputations per targeted victim of the antipersonnel improvised explosive device.

| | | |
|---|---|---|
| Tranexamic Acid (TXA) | 164 | 22.8% |
| Transfusion and Resuscitation | | |
| Packed Red Blood Cells (PRBC) (units) | 18.6 | 15 (7-25) |
| Fresh Frozen Plasma (FFP) (units) | 17.3 | 14 (6-24) |
| Platelets (units) | 3.6 | 3 (1-5) |
| Cryoprecipitate (units) | 5.6 | 2 (0-7) |
| Crystalloids (L) | 6.2 | 5.2 (2.8-8.7) |
| Colloids (mL) | 387 | 0 (0-500) |

*Gros besoins transfusionnels des amputés multiples*

Injury. 2017 Jan;48(1):75-79.

***Des lésions beaucoup plus graves que les mines antipersonnel***

**Amputations multiples dans 70 % - 15 % Atteinte du bassin – 44 % d'atteinte périnéale**



Injury profile suffered by targets ofantipersonnel improvised explosivedevices: prospective cohort study. Smith S et Al. BMJ Open. 2017 Aug 7;7(7):e014697.

# Que faire ?

Sauver la vie !

**Que faites vous en premier ?**



# SAFE

# Penser SAFE *et poser un garrot, voire plusieurs*

**Le moyen plus rapide pour arrêter hémorragie massive AVANT la survenue d'un choc**



## A quel Niveau ?

- Sous le feu : A la RACINE du membre, sur le treillis
- Sinon 1 main au dessus de ce qui saigne sur la peau

**Serrage +++ : Arrêt du saignement, Douleur**

**T avec heure de pose**

Si possible apparent

**Réévaluation dans les 02h00 +++** à l'abri pour :

- Repositionner directement sur la peau
- Resserrer / Doubler côte à côte
- Remplacer/Associer à packing/pansement compressif
- Repositionner plus bas
- Desserrer / Avec PST packing/compressif en attente

**Ne pas desserrer si :**

- Vous êtes seuls / Surveillance impossible
- Instabilité tensionnelle
- Inconscient
- Quasi amputation
- Chirurgien à moins d'une heure
- En place depuis + de 4h

***En cas d'EVASAN de longue durée > 3h : se poser la question d'un pansement compressif extensif***

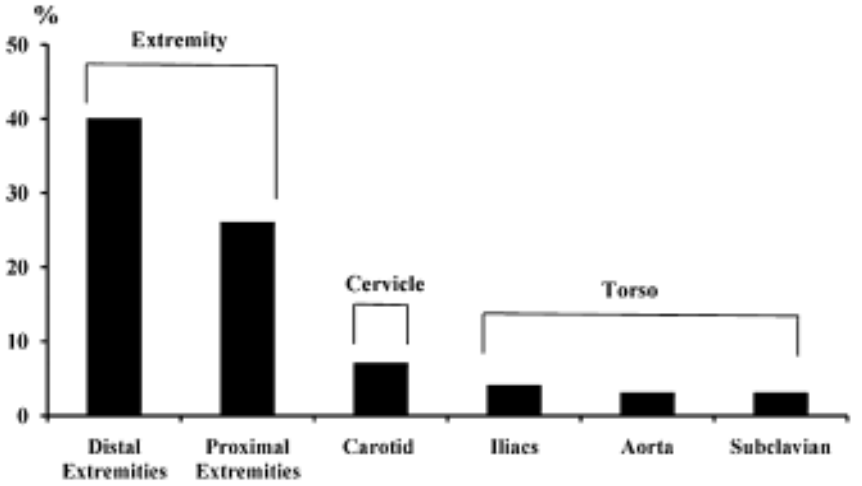


Survival with emergency tourniquet use to stop bleeding in major limb trauma. Kragh JF.Ann Surg 2009;249: 1–7

Penser SAFE **et poser un garrot en cas d'hémorragie massive, voire plusieurs côte à côte**

Fréquence des lésions vasculaires, pas toujours garrotables ou comprimables facilement

| Anatomic Location | Number | % of Total (1570) |
|---|---|---|
| UPPER EXTREMITY | | |
| Axillary (n = 38) | | |
| Axillary artery | 22 | 1.4 |
| Axillary vein | 4 | 0.25 |
| Artery and vein | 12 | 0.76 |
| Brachial (n = 168) | | |
| Brachial artery | 154 | 9.8 |
| Brachial vein | 3 | 0.19 |
| Artery and vein | 11 | 0.7 |
| Distal Upper Extremity (n = 305) | | |
| Isolated artery | 235 | 15 |
| Isolated vein | 40 | 2.5 |
| Artery and vein | 30 | 1.9 |
| LOWER EXTREMITY | | |
| Femoral (n = 268) | | |
| Femoral artery | 111 | 7.1 |
| Femoral vein | 49 | 3.1 |
| Artery and vein | 108 | 6.9 |
| Popliteal (n = 143) | | |
| Popliteal artery | 70 | 4.5 |
| Popliteal vein | 30 | 1.9 |
| Artery and vein | 43 | 2.7 |
| Distal Lower Extremity (n = 325) | | |
| Artery | 189 | 12 |
| Vein | 66 | 4.2 |
| Artery and vein | 70 | 4.4 |




**Irak/Afghanistan**

*5 fois plus fréquentes que dans les conflits précédents*

**Si Risque vital immédiat :**

**Hémorragie Pulsatile,**
**Présence de Sang +++ au sol ou dans les pansements**
**Compression inefficace**
**Amputation de fait**



The Epidemiology of Vascular Injury in the Wars in Iraq and Afghanistan. WhiteJM et all. Ann Surg 2011;253:1184–1189

# Penser SAFE **et poser un garrot, voire plusieurs**

Le moyen plus rapide pour arrêter hémorragie **AVANT** la survenue d'un choc

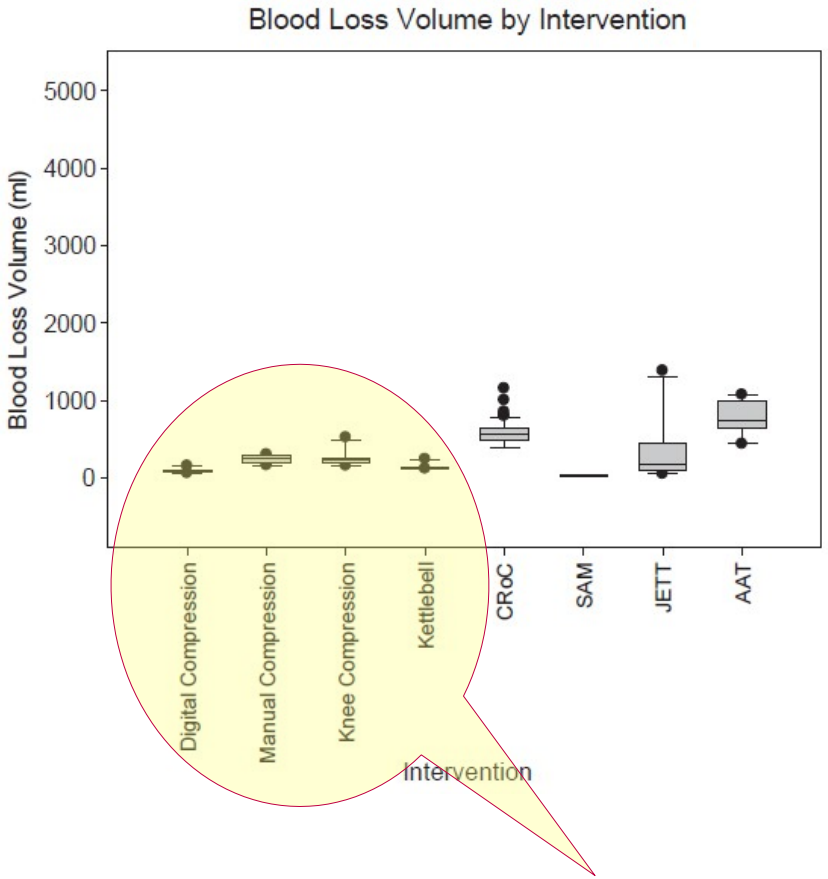



**Table 2**
Time to stop bleeding data by intervention

| Intervention | Iterations (N) | Median time (s) | Average time (s) | Minimum time (s) | Maximum time (s) |
|---|---|---|---|---|---|
| Digital compression | 10 | 8 | 9 | 5 | 17 |
| Manual compression | 10 | 26 | 27 | 17 | 41 |
| Knee compression | 10 | 40 | 40 | 34 | 50 |
| Kettlebell | 10 | 29 | 29 | 26 | 34 |
| CRoC | 54 | 58 | 59 | 40 | 102 |
| SAM | 6 | 26 | 26 | 25 | 29 |
| JETT | 10 | 31 | 41 | 21 | 80 |
| AAT | 10 | 104 | 102 | 87 | 117 |

*Pas exclusif de la* ***compression directe*** *car prend quand même un peu de temps*



Laboratory assessment of out-of-hospital interventions to control junctional bleeding from the groin in a manikin model. Kragh JF. Am J Emerg Med. 2013 Aug;31(8):1276-8

# Penser SAFE **et poser un garrot, voire plusieurs**

Donc une stratégie libérale de pose MAIS avec une **réévaluation précoce dans les 02h00**

« With tourniquets in place upon arrival at the FST, most limbs (83%, 54/65) had palpable distal pulses present; 17% were pulseless (11/65) »

J Spec Oper Med. 2012 Winter;12(4):33-8.



Pas indiqué

Pas toujours bien posé

- Pas assez serré
- Pas au bon niveau
- Pas le bon modèle

Perte d'efficacité rapide par baisse du tonus musculaire

**TABLE II.** Tourniquet Pressure Losses Over 1 Minute

| Tourniquet | Self- and Nonself-Combined Limbs | Pressure Loss (mm Hg) | 1-Minute Values (>300 mm Hg) | 1-Minute Values (>500 mm Hg) |
|---|---|---|---|---|
| CAT | Thighs ($n$ = 32) | *49 ± 39 | 19 | 2 |
| CAT | Arms ($n$ = 32) | *40 ± 27 | 17 | 4 |
| SWAT-T | Thighs ($n$ = 32) | 5 ± 10 | 13 | 0 |
| SWAT-T | Arms ($n$ = 32) | 6 ± 6 | 13 | 0 |
| Pneumatic | Thighs ($n$ = 32) | 14 ± 12 | 0 | 0 |
| Pneumatic | Arms ($n$ = 32) | 14 ± 24 | 0 | 0 |

*$p$ < 0.0001 CAT versus SWAT-T and pneumatic.

Mil Med. 2013 May;178(5):578-87

Pour la moitié ; un pansement compressif sera efficace

**Table 2** Morbidity by Tourniquet Duration

| Total Tourniquet Duration | 0 to 1 h | >1–2 h | >2–3 h | >3–4 h | >4 h |
|---|---|---|---|---|---|
| Limbs with morbidity (%) | 64 | 71 | 94 | 100 | 100 |
| Limbs with morbidity (N) | 98 | 84 | 16 | 3 | 5 |
| Limbs without morbidity (N) | 56 | 34 | 1 | 0 | 0 |

* Tourniquet duration for 12 limbs was unknown. Patients had 0–3 morbidities per limb.

*J Trauma. 2008;64:S38 –S50.*

Idéalement : Pas plus de 02h00

***En Ukraine seuls 1/4 des garrots sont posés de manière appropriée***



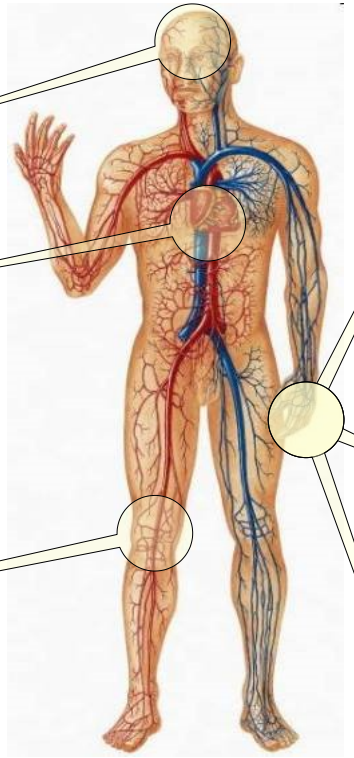
Misuse of Tourniquets in Ukraine may be Costing More Livesand Limbs than they Save Rom AS et Al. /10.1093/milmed/usad503

Penser **MARCHE et *reconnaître le choc***

**Anxieux, agité, inconscient**

AVpu

**Polypnée**





Marbrures cutanées

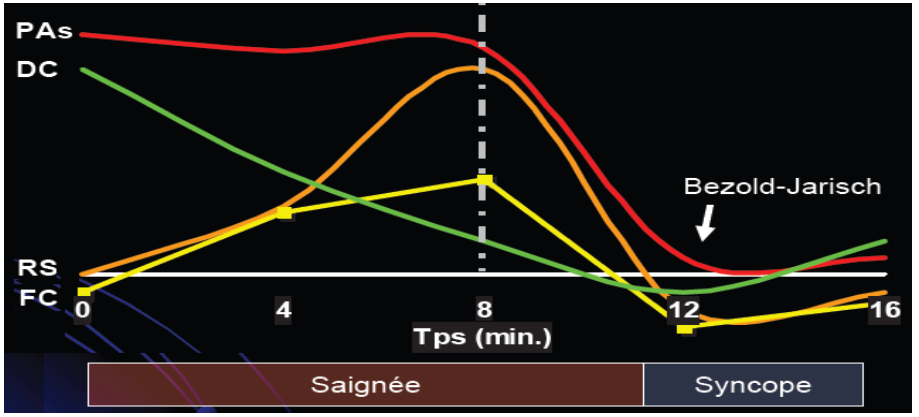
Sang

**Hypotension**



≥ 80mmHg 70-80mmHg 60-70mmHg

**Fréquence cardiaque**




**Pouls capillaire**





**Recommandations sur la réanimation du choc hémorragique. Duranteau J et Al. Anesth Reanim. 2015; 1: 62–74**

Penser **MARCHE et optimiser l'hémostase**

Concept du garrot tactique : Vérifier avant 02h00 et régulièrement son efficacité



Repositionner un garrot



Comprimer



Packing, Combat gauze

*Exacyl (Acide tranexaminique) : 1 g IV (dans l'heure et avant 03H) puis 1g sur 08h*

**IMPORTANT** : le concept du garrot tactique suppose la réévaluation du bien fondé de sa pose

Dès que possible passer au garrot Delfi (Plus efficace, mieux supporté car plus large)

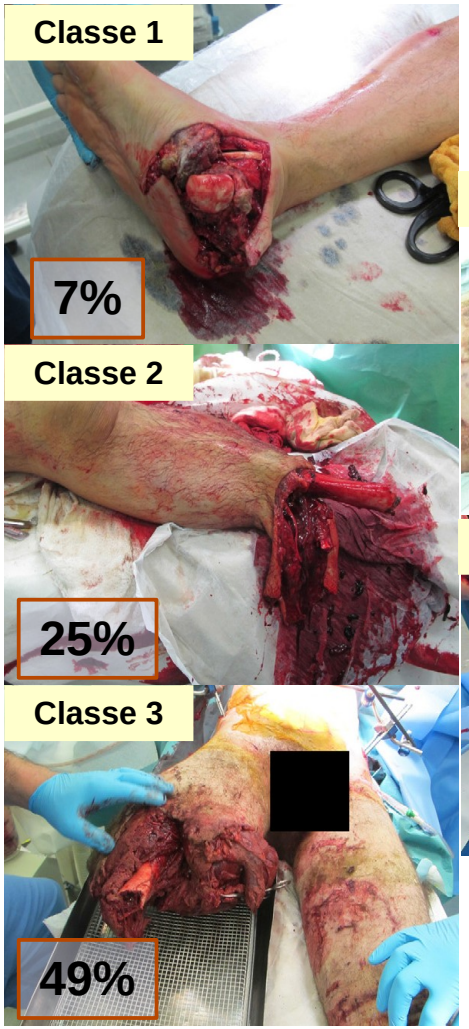
Amputé de membre ⇒ Stabilisation du bassin +++

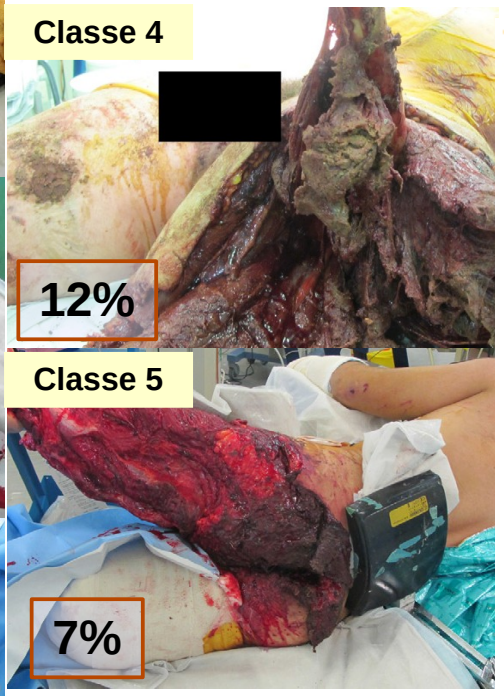


Forward Assessment of 79 Prehospital Battlefield Tourniquet Use in the Current War. King DR et Al. J Spec Oper Med. 2012 Winter;12(4):33-8.

Penser **MARCHE et optimiser l'hémostase**

## Une classification des trauma par IED dépendant du niveau de pose du garrot




### *La classification de Bastion*

**Table 3**
Bastion classification of lower limb injury caused by IED. The most proximal extent.

| Class of limb injury | Description |
|---|---|
| 1 | Injury confined to foot |
| 2 | Injury involving lower leg permitting effective below-knee tourniquet application |
| 3 | Injury involving proximal lower leg or thigh, permitting effective above-knee tourniquet application |
| 4 | Proximal thigh injury, preventing effective tourniquet application |
| 5 | Any injury with buttock involvement |

**Table 4**
Breakdown by class of lower limb injuries caused by IED.

| Injury class | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Isolated traumatic amputations | 2 | 23 | 71 | 16 | 11 |
| 'Segmental' injuries | 11 | 22 | 17 | 5 | 1 |
| Total | 13 | 45 | 88 | 21 | 12 |

*Si ≥ classe 3 fréquence des lésions des vaisseaux iliaques*



Lower limb injuries caused by improvised explosive devices: Proposed 'Bastion classification' and prospective validation. Jacobs N et Al. Injury. 2012 May 19.

Penser **MARCHE et optimiser l'hémostase**

## La problématique des hémorragies jonctionnelles

***Rappel :***

***20% de morts évitables dont 80% par hémorragies dont 70% non garrotables/comprimables***



SAM Tourniquet



CRoC



Abdominal Tourniquet

*Pour une compression INGUINALE (compression fémorale)*

*ou*

*PELVIENNE (au milieu de la ligne EIAS-Pubis, compression Iliaque externe)*



Assessment of Groin Application of Junctional Tourniquets in a Manikin Model. Kragh JF et Al. Prehosp Disaster Med. 2016 May 27:1-6

Examiner le membre !

Puis **RYAN**

Évaluation clinique du membre



***Outre la recherche d'une lésion hémorragique :***

1. Rechercher une ischémie aiguë
2. Préciser les dégâts osseux : Angulation ?
3. Préciser les dégâts cutanés : Fermé ? ouvert ?
4. Préciser les dégâts neurologiques
5. Rechercher un syndrome des loges
6. Préciser la présence de corps étrangers

**ATTENTION :** Pouls présent ≠ Pas d'ischémie

**Confirmer le bien fondé d'un garrot en place**

Puis **RYAN**

Évaluation clinique du membre ***Pour information: La classification de Gustillo***

| Grades | Lésions | |
|---|---|---|
| I | Ouverture cutanée limitée < 1 cm, propre<br>Souvent de dedans en dehors<br>Contusion musculaire limitée<br>Fracture transversale ou oblique courte | |
| II | Ouverture cutanée > 1 cm avec lésions tissus mous<br>Composante d'écrasement faible à modérée<br>Fracture transversale ou oblique courte avec comminution minime | |
| III | Lésions importantes des tissus mous, peau, muscle et/ou structures neurovasculaires<br>Composante d'écrasement importante<br>Traumatisme à haute énergie | |
| | IIIA | Lacération étendue des tissus mous mais couverture osseuse satisfaisante |
| | IIIB | Lacération étendue des tissus mous<br>Atteinte du périoste et exposition osseuse<br>Contamination massive |
| | IIIC | Idem III B + lésions vasculaires nécessitant réparation |

**Risque infectieux: GI** = 0à12 % **GII** = 2 à 12% **GIII** = 9 à 55%

**Telluriques:** Clostridium, Bacillus cereus, Acinetobacter Baumanii

**Cutanés:** Staphylocoque, Streptocoque, entérobactérie, Acinetotobacter B aumanii



Trauma-related Infections in Battlefield Casualties From Iraq. Petersen K et Al. Ann Surg. May 2007; 245(5): 803–811.

Puis **RYAN**

Évaluation clinique du membre

***Pour information: La classification du CICR***

| | | |
|---|---|---|
| E | entry wound in centimetres | |
| | | |
| X | exit wound in centimetres (X = 0 if no exit wound) | |
| | | |
| C | cavity | Can the cavity of the wound take two fingers before surgical excision? |
| | | C 0 = no |
| | | C 1 = yes |
| | | |
| F | fracture | Are any bones fractured? |
| | | F 0 = No fracture |
| | | F 1 = Simple fracture, hole or insignificant comminution |
| | | F 2 = Clinically significant comminution |
| | | |
| V | vital structure | Are dura, pleura, peritoneum, or major peripheral vessels injured? |
| | | V 0 = no vital structure injured |
| | | V N = (neurological) penetration of the dura of the brain or spinal cord |
| | | V T = (thorax or trachea) penetration of the pleura or of the larynx/ trachea in the neck |
| | | V A = (abdomen) penetration of the peritoneum |
| | | V H = (haemorrhage) injury to a major peripheral blood vessel down to brachial or popliteal arteries, or carotid artery in the neck |
| | | |
| M | metallic body | Are bullets or fragments visible on X-ray? |
| | | M 0 = no |
| | | M 1 = yes, one metallic body |
| | | M 2 = yes, multiple metallic bodies |

Une classification basée sur l'analyse des caractéristiques des lésions balistiques



Red Cross Wound Classification. In War surgery. Working with limited ressources and other situations of violence. Giannou G et All. pp83-91

Puis **RYAN**

Évaluation clinique du membre

***Pour information : Le score de gravité MESS***

| | |
|---|---|
| A. Lésions osseuses et tissulaires | |
| - Energie faible (arme blanche, balle à faible vélocité) | 1 |
| - Energie moyenne (fractures ouvertes multiples ou étagées) | 2 |
| - Haute énergie (arme de chasse, haute vélocité, écrasement) | 3 |
| - Très haute énergie (+ contamination massive, avulsions tissulaires) | 4 |
| B. Ischémie | |
| - Pouls diminué ou absent, mais perfusion présente (absence d'ischémie) | 1 |
| - Absence de pouls, paresthésie, perfusion capillaire diminuée (ischémie incomplète) | 2 |
| - Extrémité froide, paralysie, insensible (ischémie complète) | 3 |
| C. Hémodynamique | |
| - PAS toujours > 90 mmHg | 0 |
| - Hypotension transitoire | 1 |
| - Hypotension persistante (défaillance hémodynamique) | 2 |
| D. Age | |
| - < 30 ans | 0 |
| - 30- 50 ans | 1 |
| - > 50 ans | 2 |
| **MESS = A + B + C + D** | |

**Mangled extremity severity score:** Amputation si score > 7



Mangled lower extremity: can we trust the amputation scores ? Int J Burn Trauma 2012;2(1):51-58

Puis **RYAN**

Des lésions très variées : *Une prédominance de lésions de parties molles*

TABLE 3. Mechanism of Injury of Musculoskeletal Combat Injuries by Combat Casualty Classification

| | Number | Percent | DOW (N) | MEDEVAC (N) | RTD (N) |
|---|---|---|---|---|---|
| Explosion | 142 | 80.7 | 1.41% (2) | 31.7% (45) | 66.9% (95) |
| Gunshot wound | 24 | 13.6 | 0% (0) | 58.3% (14) | 41.7% (10) |
| Motor vehicle collision | 1 | 0.6 | 0% (0) | 0% (0) | 100% (1) |
| Other | 9 | 5.1 | 0% (0) | 33.3% (3) | 66.7% (6) |
| Total | 176 | 100 | 1.14% (2) | 35.2% (62) | 63.6% (112) |

TABLE 4. Categorization of Musculoskeletal Combat Casualty Injuries

| | | | Amputation (N) | | Fracture (N) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | N | At-Risk Combat-Years | Major | Minor | Open | Closed | Soft-Tissue Injury (N) | Neurovascular Injury (N) | Total Incidence (N) |
| Total | 4,122 | 5,152.5 | 2.1 (11) | 0.6 (3) | 5.0 (26) | 6.4 (33) | 30.7 (158) | 2.1 (11) | 47.0 (242) |

Rates are reported per 1,000 combat-years (N).

TABLE 6. Musculoskeletal Surgical Procedures

| Rank Group | N | At-Risk Combat-Years | Irrigation and Debridement (N) | Fasciotomy (N) | Vascular Repair (N) | Soft-Tissue Procedure (N) | External Fixation (N) | Internal Fixation (N) | Hardware Removal (N) | Total (N) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Total | 4,122 | 5,152.5 | 4.7 (24) | 0.6 (3) | 0.6 (3) | 5.6 (29) | 0.6 (3) | 5.2 (27) | 0.6 (3) | 17.9 (92) |

Rates are reported per 1,000 combat-years (N).



Combat Musculoskeletal Wounds in a US Army Brigade Combat Team During Operation Iraqi Freedom. Belmont PJ et all.J Trauma. 2010;XX: 000–000

Puis **RYAN**

Parfois traumatismes fermés



Fractures



Luxation

*La vie n'est pas en jeu mais :* Pas forcément simple

Puis **RYAN**

Plaies des parties molles **souvent « simples » à gérer**



1. **Lavage à l'eau pour une décontamination mécanique**
2. **Réévaluation d'un garrot**
3. **Pansement compressif, Packing de plaie, garrot attente**
4. **Réaxer si pas de pouls, lésion neuro ou gêne à l'évacuation**
5. **Immobilisation**
6. **Morphine 10 mg S/C ± Kétamine IV 0,1-0,2 mg/kg**
7. **Antibiothérapie prévention GG : Augmentin 2 g IV**
8. **Réviser pansements, décontaminer plaies si MEDEVAC retardée**

Asepsie, Exploration, parage non hermétique, drainage de la plaie, Augmentin

Puis **RYAN**

Plaie des parties molles **parfois compliquée**



A l'évidence plaie vasculaire

Puis **RYAN**

Fracas osseux ouvert complexe ***souvent plutôt simple malgré les apparences***



1. Lavage à l'eau
2. Décontamination mécanique
3. Réévaluation d'un garrot en place
3. Pansement compressif, garrot en attente
5. Immobilisation, Morphine 10 mg S/C ± Kétamine 0,1-0,2 mg/kg
6. Antibiothérapie prévention GG: Augmentin 2 g IV

**Réviser pansements, décontaminer plaies si MEDEVAC retardée, Transfusion précoce +++**

Puis **RYAN**

Fracas osseux ouvert complexe ***parfois de vrais délabrements***



***La racine des membres !***

***Hémorragie comprimable ?***

***Le parage de plaie est un problème: Infection !***

***Pouvoir poser un garrot jonctionnel***

***Combattre la triade léthale***

1. Lavage à l'eau pour une décontamination mécanique
2. **Packing, hémostatique, compressif** ?
3. Pansement de **GRANDE TAILLE**
4. Immobilisation ? Amputation ?
5. Morphine 10 mg S/C ± Kétamine  0,1-0,2 mg/kg
6. Antibiothérapie prévention GG : Augmentin 2 g IV

**IED, Explosion Artillerie**

**Réviser pansements, décontaminer plaies si MEDEVAC retardée, Transfusion précoce +++**

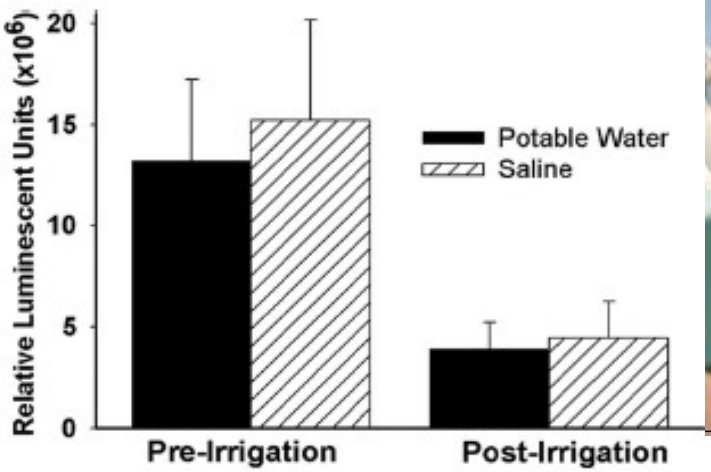


Management of Extremity injuries. Rush RM et Al. Surg Clin N Am 92 (2012) 987 1007

Conditionner le membre !

Puis **RYAN**

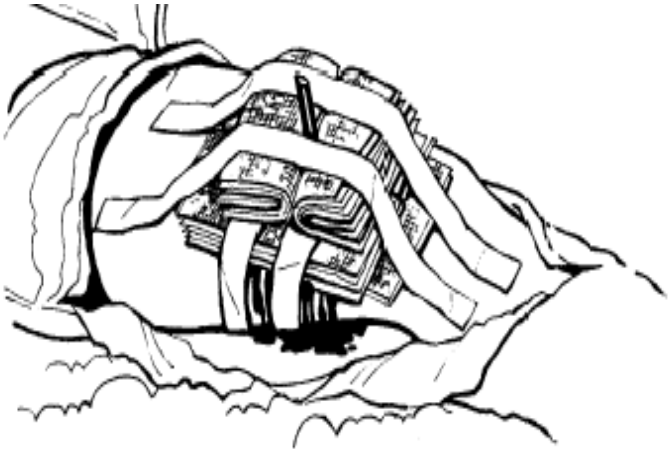
Nettoyer le membre




Rinçage à l'eau simple



Brossage DOUX (au PS)



Stabiliser les corps étrangers

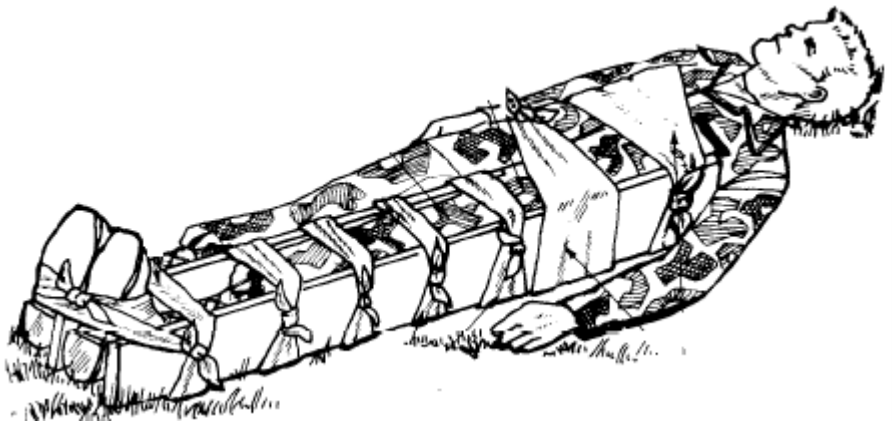


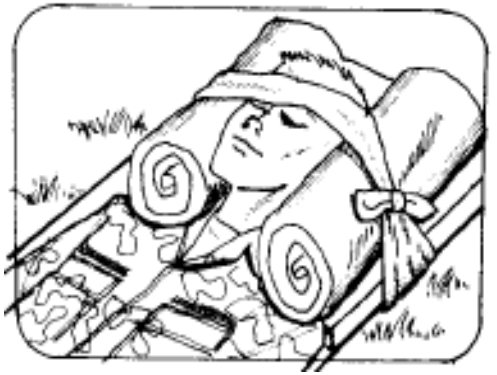
Irrigation with potable water versus normal saline in a contaminated musculoskeletal wound J Trauma. 2008 May;64(5):1357-9. Svoboda SJ et all.

Puis **RYAN**

L'immobilisation sur le terrain : Les moyens simples





**Les écharpes triangulaires simples ++++**

(immobilisation des membres et du pelvis, garrot, packing)

Puis **RYAN**

L'immobilisation sur le terrain: Les attelles « Velcro »



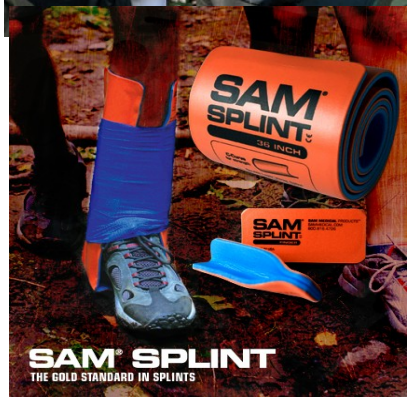
Un excellent moyen

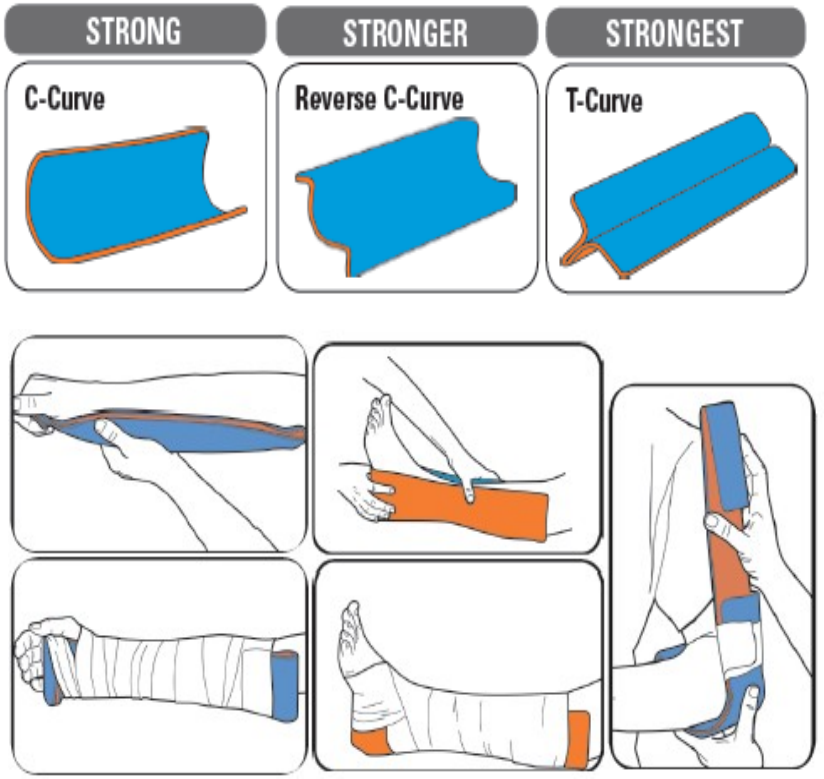
**Rappel :** les *fractures de jambe ne se mettent pas en traction (car ⇒ Syndrome des loges)*

Puis **RYAN**

L'immobilisation sur le terrain : Le « couteau suisse »: **la Sam Splint II ++++**








Légère, efficace, en avoir 2 dans le sac pour pouvoir faire face à tout ou à peu près

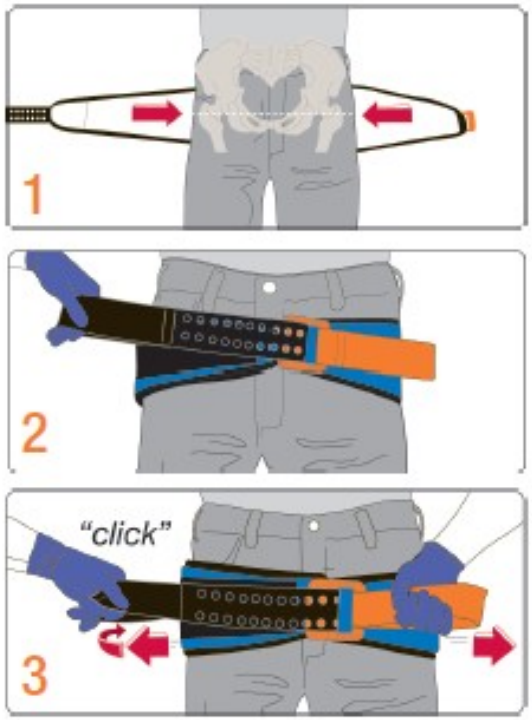
**MAIS : Un savoir utiliser qui n'est pas inné**



http://www.sammedical.com/products/sam-splint/

Puis **RYAN**

L'immobilisation sur le terrain




**SAM Pelvic Sling**



**FARETEC CT6**



**DONWAY**



**KED**

**Rappel :** les *fractures de jambe ne se mettent pas en traction (car ⇒ Syndrome des loges)*

Puis **RYAN**

L'immobilisation pour l'EVASAN



Coquille



Pantalon antichoc
=
Pas d'intérêt



Barquette

**Rappel :**

Contrairement aux fractures de fémur l*es fractures de jambe ne se mettent pas en traction (car ⇒ Syndrome des loges)*

Débuter une analgésie !

Puis **RY**A**N**

L'analgésie : Administration de morphine pour une EVN ≥ 4

**SAUF si inconscient ou en état de choc**






Dans la TIC du combattant : 1 syrette de 10 mg renouvelée au bout de 30 min

- *Tenir compte d'une injection préalable*
- *Titration : Savoir attendre +++. Prend du temps.*

. 5 mg IVD puis 3 mg / 5 min qsp EVN à 3
. Si pouls radial non perceptible 3 mg IVD puis 1 mg IVD qsp EVN < 4

[ Alternative kétamine intranasale ou oxycodone per os ]

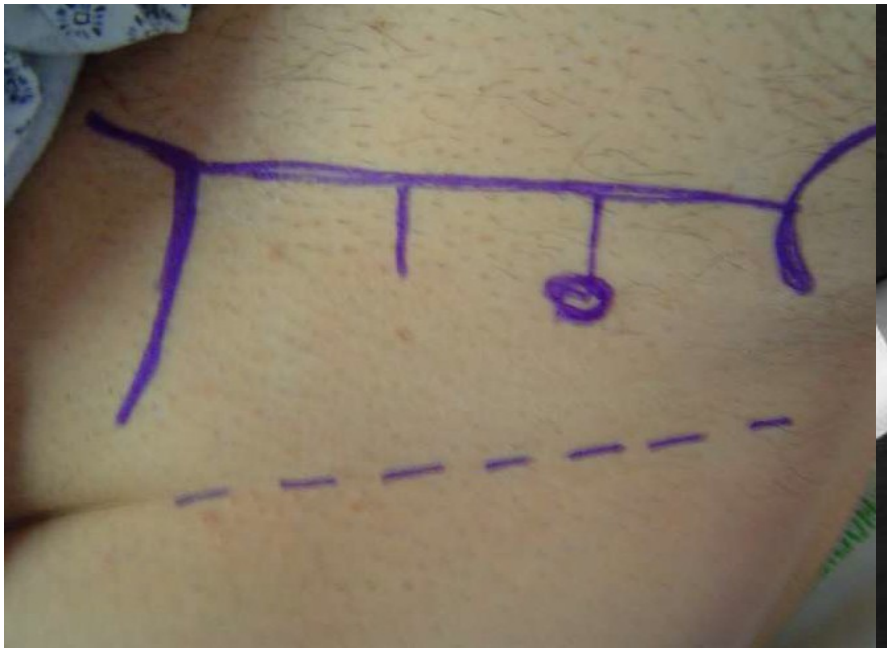


Modalités de l'analgésie et de la sédation lors d'un afflux de blessés en contexte de guerre. Puidupin et Al. Urgences 2011

Puis **RYAN**

Sans oublier les techniques d'ALR à utiliser dès que possible

Bloc ilio-fascial : Fracture fémorale



Lidocaïne diluée qsp 30 ml
Lido : MAX 200 mg

Luxation épaule

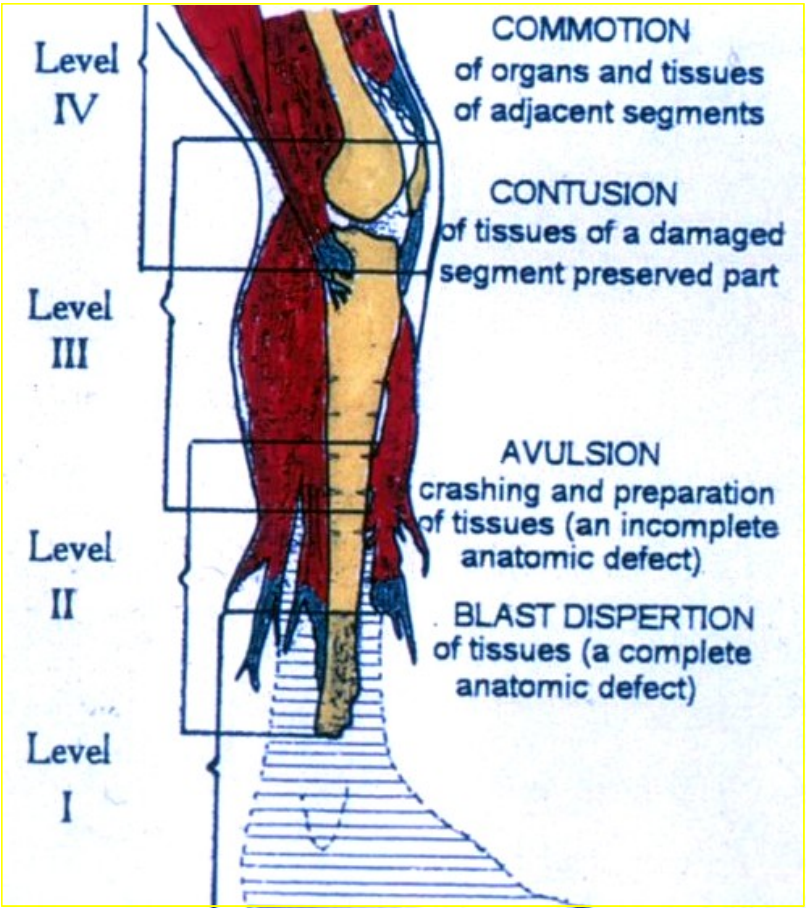


Lidocaïne diluée qsp 30 ml
Lido : MAX 200 mg

# Spécificités

## Le pied de mine








Blast-related fracture patterns: a forensic biomechanical approach. Ramassamy A. et Al. J R Soc Interface. 2011 May 6;8(58):689-98

## Spécificités

## Le pied de mine

## Ouvert



*Pied fracassé*



*Fracas jambe*



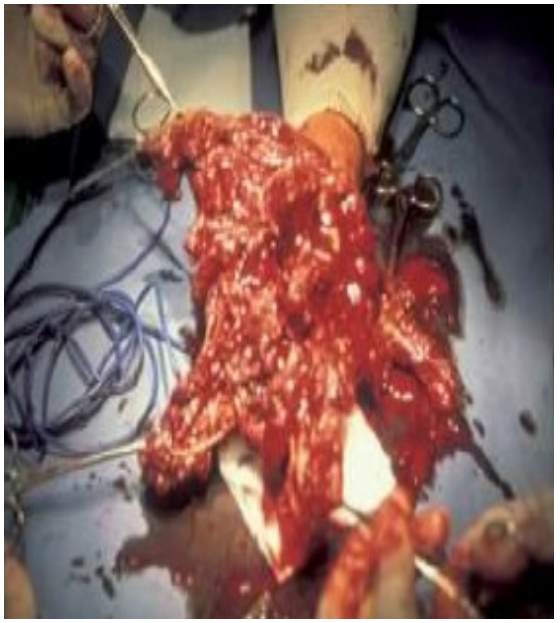
*Amputation*

***3 lésions de base du pied de mine +/- associées***

## Spécificités

### Le pied de mine

Ouvert





***Pétalisation***

## Spécificités

Le pied de mine

Fermé





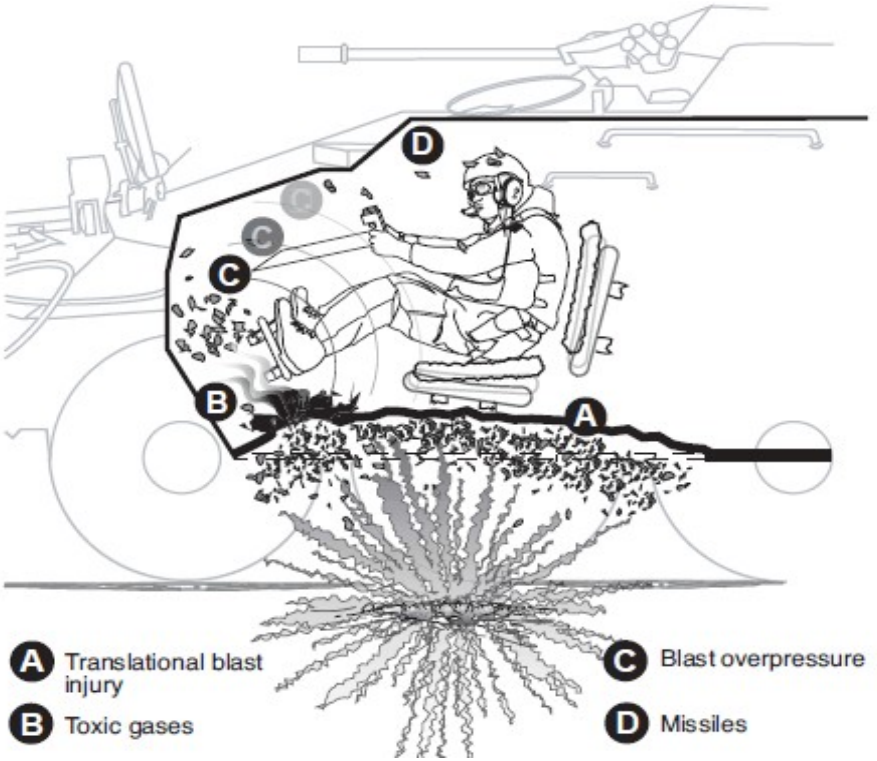


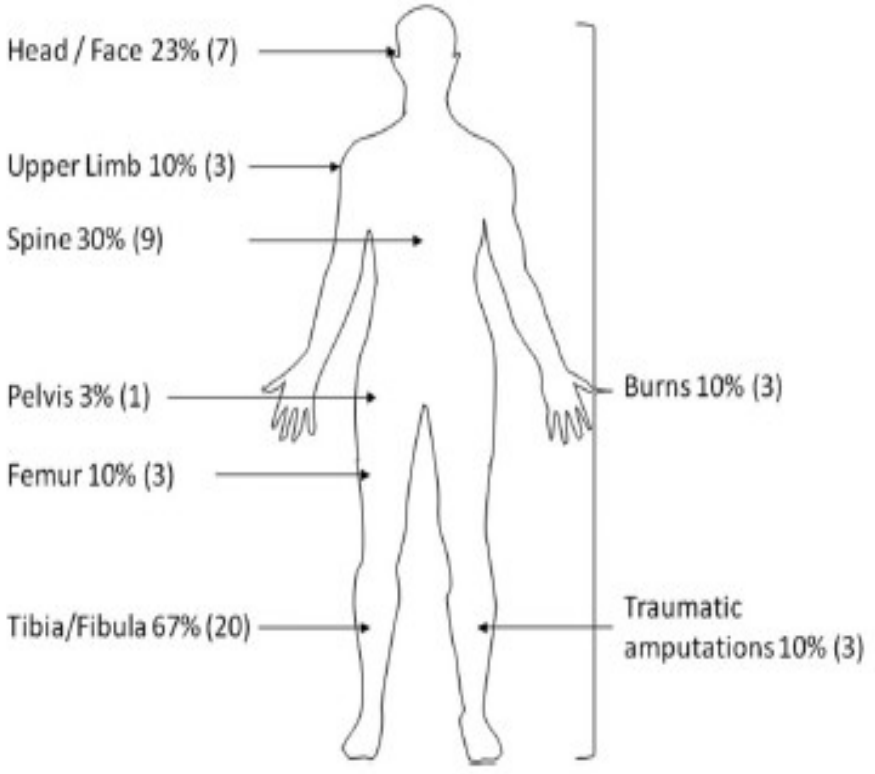


***« Claque de pont »***

## Spécificités

## Les blessés par VB IED




1/3 des trauma du calcanéum ont des lésions du rachis dorso-lombaire



The modern "deck-slap" injury--calcaneal blast fractures from vehicle explosions. Ramassamy A. et all. J Trauma. 2011 Dec;71(6):1694-8

## Spécificités

Les blessés par VB IED :

**Table 2** Injury patterns and environment at the time of injury (value in bold indicate stastistical significance)

| Pelvic injury | Mounted (n=126) | Dismounted (n=199) | P values |
|---|---|---|---|
| Pubic symphysis disruption | 42 (33%) | 137 (69%) | **0.0001** |
| Sacroiliac joint disruption | 42 (33%) | 143 (72%) | **0.0001** |
| Pubic ramus fracture | 66 (52%) | 72 (36%) | **0.0056** |
| Sacral fracture | 40 (32%) | 68 (43%) | 0.7173 |
| Spinal fracture | 58 (46%) | 40 (20%) | **0.0001** |
| Acetabular fracture | 40 (32%) | 58 (29%) | 0.6221 |
| Traumatic amputation | 33 (26%) | 152 (76%) | **0.0001** |

**Table 1** Main body regions injured, fatality and environment at the time of injury

| | Dismounted (n=199) | | Mounted (n=126) | |
|---|---|---|---|---|
| | Incidence (%) | Fatality rate, % | Incidence (%) | Fatality rate, % |
| Lower extremity | 164 (82) | 44 | 39 (31) | 25 |
| Head (including face, neck) | 19 (10) | 79 | 47 (37) | 81 |
| Thorax | 10 (5) | 100 | 26 (21) | 22 |
| Abdomen | 6 (3) | 75 | 12 (9.5) | 30 |
| Upper extremity | 0 (0) | 0 | 2 (1.5) | 0 |

« *..mounted casualties more often died of their associated injuries (72%), rather than pelvic injury, and dismounted casualties died predominantly of their lower extremity injury (80%*).. »

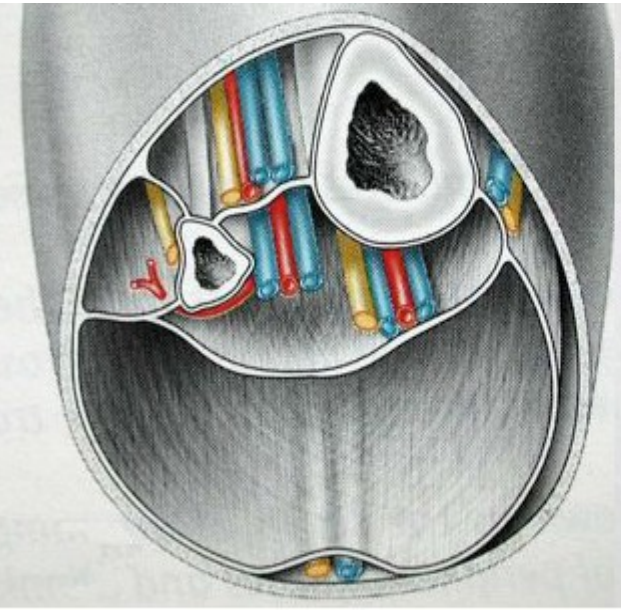


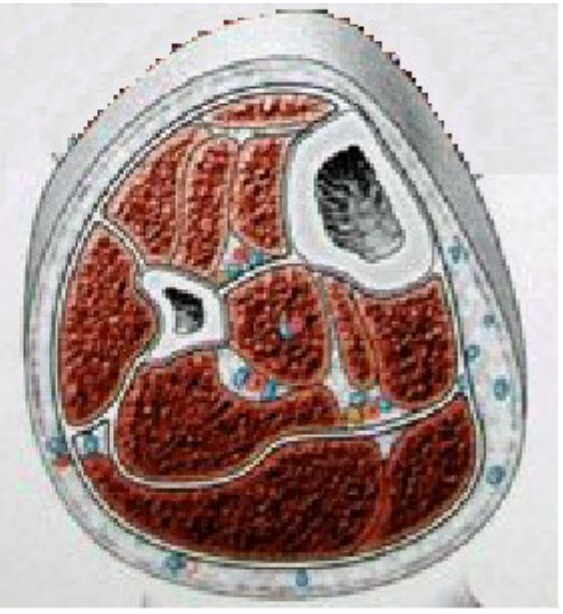
Environment at the time of injury determines injury patterns in pelvic blast. Webster CE, et al. J R Army Med Corps 2018;0:1–3. doi:10.1136/jramc-2018-000977

## Spécificités

Le crush syndrome *Trauma* *Garrot longue durée > 3h*







En plus des dégâts cutanés et osseux : **Un syndrome compartimental**

**Respect des indications du garrot tactique et de sa réévaluation**

# Spécificités

## Le crush syndrome



- Pas que les tremblements de terre: Combats urbains, ***Drakkar***

- Plusieurs étapes :

. Accéder au(x) blessé(s) en sécurité
. Pouvoir évaluer le blessé
. Préparer la désincarcération: Garrot ?
. Assurer la survie pendant la désincarcération
. Gérer la décompression : Choc ?
. Mettre en condition d'évacuation

- Un temps fort : La levée de compression



*Arrêt cardiaque, Collapsus, Saignement !*

**La poussière, le risque explosif résiduel**

Une prise en charge souvent complexe



Consensus Statement On The Early Management Of Crush Injury And Prevention Of Crush Syndrome. Greaves I J R Army Med Corps

## Spécificités

### Le crush syndrome

| Lésion | Nb patients | Nb décès | Létalité (%) |
|---|---|---|---|
| Membre inf. | 239 | 23 | 9,6 |
| Membre sup. | 26 | 4 | 15,4 |
| Tronc et mb.inf | 25 | 13 | 52 |
| Tronc | 7 | 2 | 28,6 |
| Mb inf et Mb sup | 10 | 1 | 10 |
| Tête et cou | 1 | 0 | 0 |
| Inconnu | 64 | 7 | 10,9 |
| Total | 372 | 50 | 13,4 |

Fréquence des membres, gravité du tronc

**Savoir poser un garrot au bon moment :** Avant désincarcération, si choc, si HK+ sur scope



Analysis of 372 patients with Crush syndrome caused by the Hanshin-Awaji earthquake. Oda J, et all. J Trauma. 1997 Mar;42(3):470-5

# Spécificités

## Le crush syndrome

**Rhabdomyolyse traumatique = *Catastrophe rénale***

Rhabdomyolyse = Charge rénale en H+, K+, Myoglobine, peptides vaso-actifs



- Hypoperfusion par hypovolémie
- Altération perfusion glomérulaire
- Altération perfusion tubulaire
- Toxicité directe de la myoglobine
- Précipitation myoglobine dans des urines acides

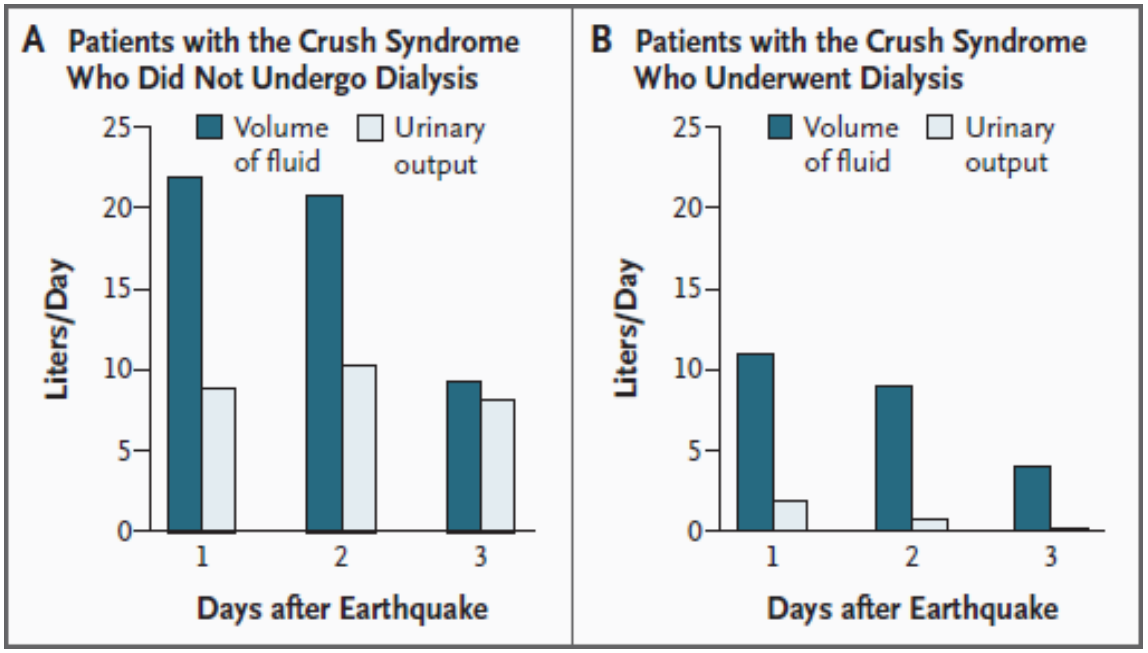
**Insuffisance rénale aiguë**



Rhabdomyolysis and myoglobinuric renal failure in trauma and surgical patients: a review. Slater MS et all. J Am Coll Surg. 1998 Jun;186(6):693-716.

## Spécificités

Le crush syndrome **Rhabdomyolyse traumatique = *Catastrophe rénale***




Une gageure si EVASAN pas possible

***Remplissage par NaCl 0,9% 2 l puis 1 à 1,5 l/h jusqu'à l'obtention d'une diurèse puis ↓***

**RL** : NON car contient K+ **Glucosé** : Hypoglycémie **Salé 7,5%, Voluven** : Avant décompression



Sever MS et all. . Management of Crush-Related Injuries after Disasters. N Engl J Med 2006;354:1052-63

# Spécificités

## Le crush syndrome **Rhabdomyolyse traumatique = *Catastrophe rénale***

Une éventualité à anticiper du fait des temps de garrots allongés dans les conflits actuels : Ukraine

Apply dust mask whenever dust load is high

↓

Monitor $SaO_2$ with pulse oximeter

↓

Consider tight-fitting oxygen reservoir facemask supplying oxygen (10-12 liters/minute) as long as there are no safety constraints

↓

If victim hypoxemic, in shock, and/or in altered consciousness, consider intubation only if victim potentially is salvageable

Start intravenous rehydration as early as possible (whenever possible, avoid injured limbs)

↓

Infuse 0.9% NaCl (20 ml/kg/hr in children and adults; 10 ml/kg/hr in elderly victims) + 50 ml $NaHCO_3$ (44 mEq) to each liter of saline infused. (Limit infusion of $NaHCO_3$ to 300 ml as long as the patient is anuric.)

↓

Once urinating, lower infusion rate. + 50 ml $NaHCO_3$ (44 mEq) to each liter of saline infused. + If patient is hemodynamically stable, but urine volume <200 ml/hr in the last two hours, consider 20% Mannitol IV

Une stratégie de remplissage centrée sur l'obtention d'une diurèse et un pHu > 6,5



Prehospital Management of Earthquake Casualties Buried Under Rubble Ashkenazi I et all.

# Spécificités

## Le crush syndrome

Rhabdomyolyse traumatique = Catastrophe rénale

Une éventualité à anticiper du fait des temps de garrots allongés dans les conflits actuels : Ukraine

| Outcome | Standard Treatment, *n* (%) | Early Infusion Therapy, *n* (%) |
|---|---|---|
| Dialysis | 29 (47.5%) | 22 (36.1%) |
| Amputation | 16 (26.2%) | 12 (19.7%) |
| Death | 13 (21.3%) | 7 (11.5%) |

**Conventional treatment group**,

1000 mL of saline solution before tourniquet removal. After reperfusion, 500 mL of 4% gelatin solution, 100 mL of 4% sodium bicarbonate solution, and 100 mL of 15% mannitol solution.

**Eearly anti-rhabdomyolysis treatment group**,

Before tourniquet 500 mL of 4% gelatin solution, 100 mL of 4% sodium bicarbonate solution, and 100 mL of 15% mannitol solution. After tourniquet removal, 1000 mL of saline solution

**Optimiser l'hémodynamique rénale AVANT la levée du garrot**

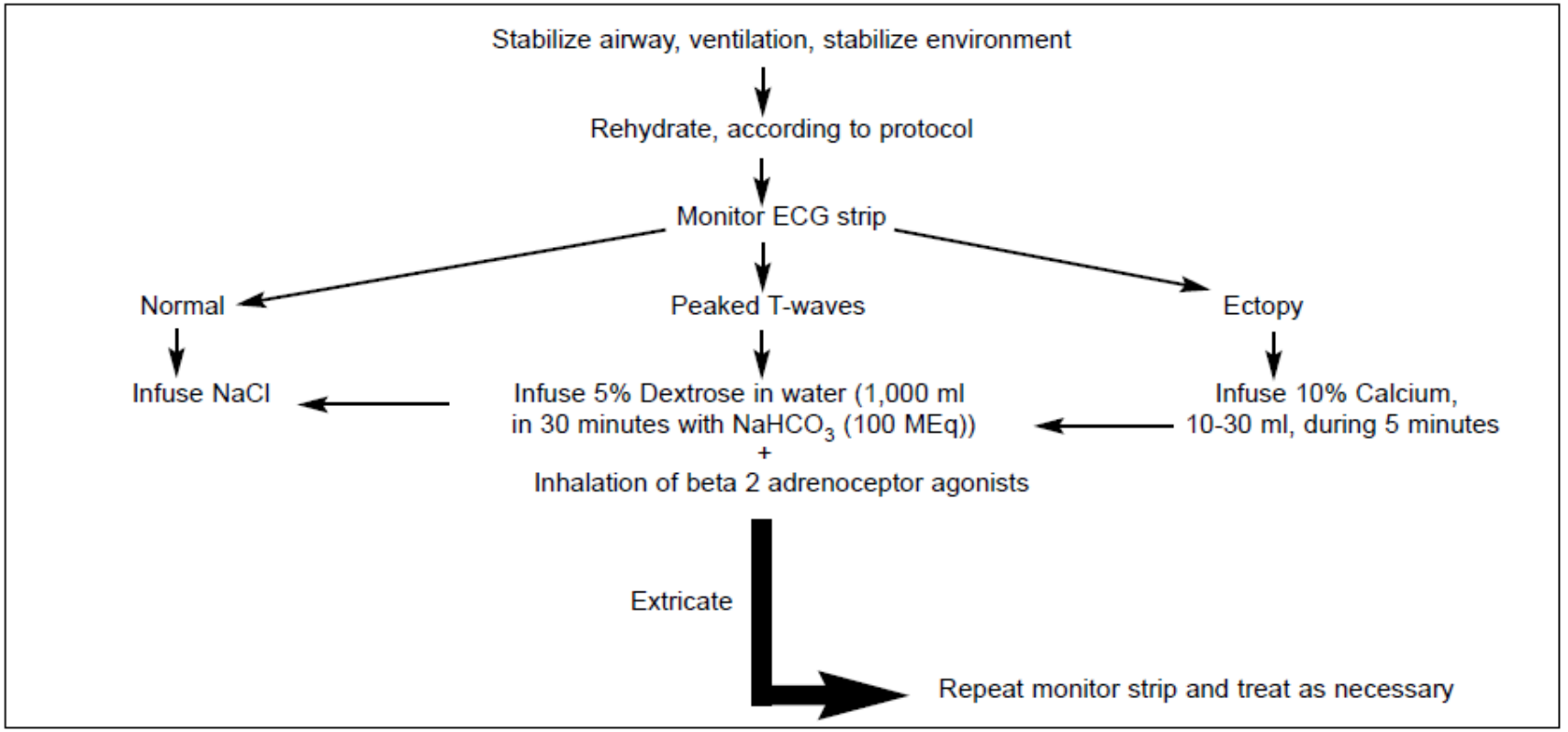


J Clin Med 2026 Mar 11;15(6):2123. doi: 10.3390/jcm15062123.

## Spécificités

### Le crush syndrome

Rhabdomyolyse traumatique = Catastrophe rénale




Gérer une hyperkaliémie :





Prehospital Management of Earthquake Casualties Buried Under Rubble Ashkenazi I et all.

# Spécificités

## Le crush syndrome

## Un consensus pour des décisions difficiles à prendre



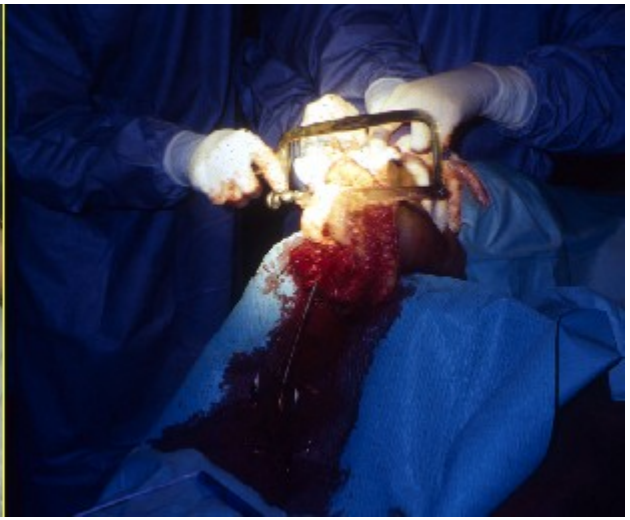
Garrot ?

***Uniquement en cas d'hémorragie massive et d'instabilité tensionnelle***



Aponévrotomie ?

***Si paralysie, aide par mesure de pression***



Amputation ?

***Pas justifié par la prévention du crush. Récupération possible***

**Respect des principes de pose d'un garrot tactique et de sa réévaluation dans les 02h00**



Consensus Statement On The Early Management Of Crush Injury And Prevention Of Crush Syndrome - Greaves I et all. J R Army Med Corps. 2003 Dec;149(4):255-9.

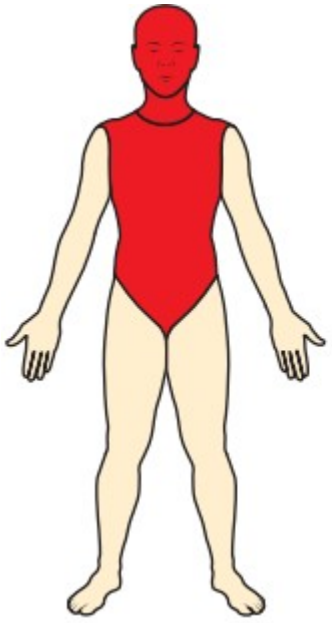
Spécificités

Le trauma jonctionnel

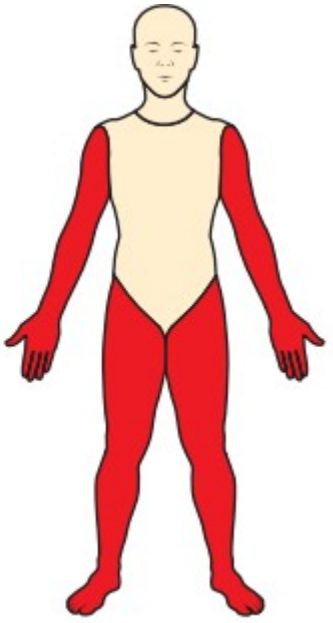
Un véritable enjeu pour sauver la vie

***31 % NON COMPRESSIBLES***

***69% COMPRESSIBLES***



**Catastrophic haemorrhage**



**Les racines des membres posent un problème**



Injury Severity and Causes of Death From Operation Iraqi Freedom and Operation Enduring Freedom: 2003–2004 Versus 2006 - Kelly JF et all. , J Trauma. 2008;64:S21–S27

## Spécificités

Le trauma jonctionnel Un véritable enjeu pour sauver la vie

**Rappel :**

***20% de morts évitables dont 80% par hémorragies dont 70% non garrotables/comprimables***







Version moderne du garrot de JL Petit

Abdominal Tourniquet SAM Junctional Tourniquet CRoC

*Pour une compression INGUINALE (compression fémorale)*

*ou*

*PELVIENNE (au milieu de la ligne EIAS-Pubis, compression Iliaque externe)*

*ou*

*AXILLAIRE*



Management of Junctional Hemorrhage in Tactical Combat Casualty Care. Kotwal RS et AL J Spec Oper Med. 2013 Winter;13(4):85-93.

# Spécificités

## Pieds de tranchées (Non-freezing cold injuries (NFCI): Le grand retour en Ukraine

**Exposition prolongée des extrémités à un froid + Humide**

**Vasoconstriction cutanée max si Temps Cutanée < 15°c**

**Les 4 phases:**

- Perte de sensibilité initiale, engourdissement, impotence, aspect cutané livide ou rouge
- Apparition d'une couleur bleutée, Oedème, Pas de Phlyctènes sauf si compression, Douleurs +++
- Puis Hyperémie: aspect erythémateux avec oedème important, douleurs +++
- Puis reprise  aspect normal MAIS sensibilié au froid, troubles de sudation, nécrose






**Que faire ?** Wilderness Medical Society Clinical Practice Guidelines

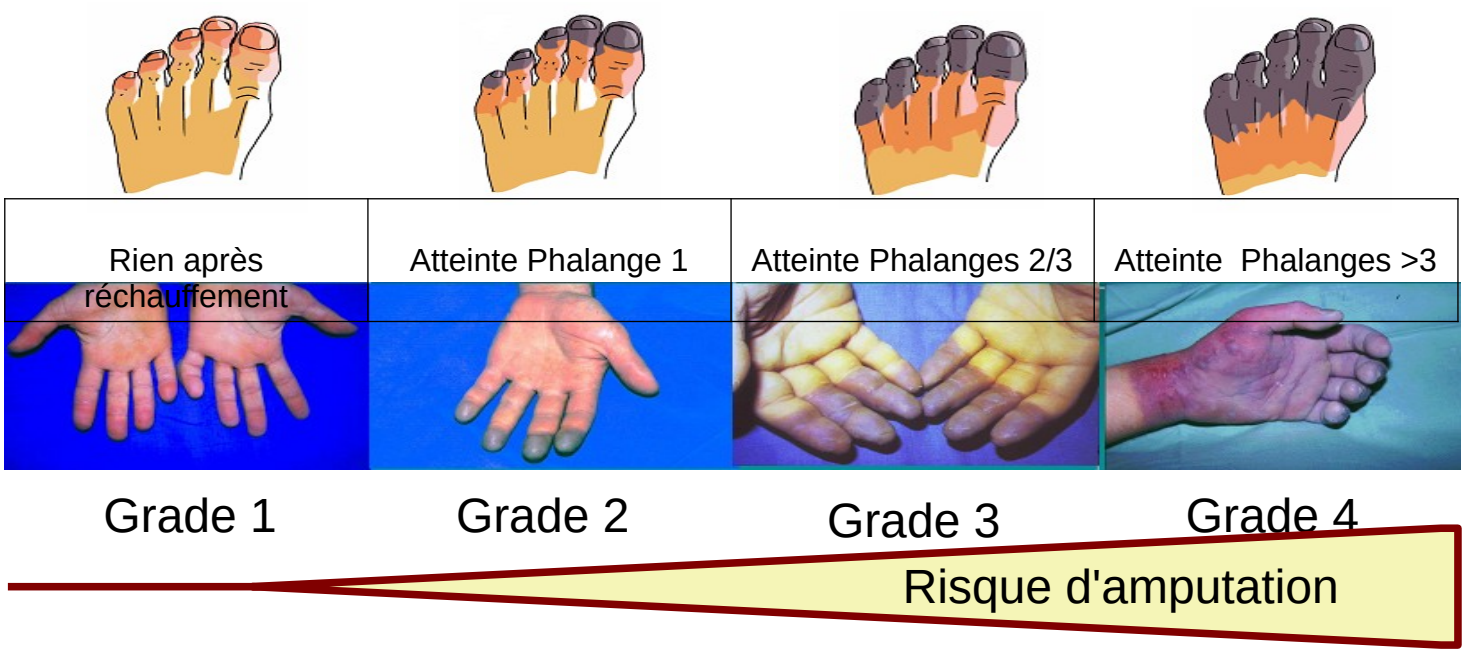
- Protection thermique pour prévenir une hypothermie. Blessé au chaud. Ne marche pas
- **Ne pas réchauffer activement les extrémités car cela peut aggraver l'engelure**
- Réchauffement passif en ambiance chaude et sèche.
- Membre surélevé, parage simple voire pas de couverture du membre affecté
- Réhydratation orale – Prophylaxie antitétanique
- Analgésie +++ AINS, Amitriptyline, voire refroidissement cutané en phase hyperémique

**PREVENTION : Vêtements chauds, extrémités au sec, hygiène**

## Spécificités

## Gelures (Freezing cold injuries (FCI)

- Exposition à un froid NEGATIF [ + de µcirculation cutanée – Cristallisation intracellulaire]
- Soit Air froid négatif, soit contact direct corps à température négative




Phlyctènes présentes au stade 2 et dès J1. D'autant + graves que pas claires

## Spécificités

## Gelures (Freezing cold injuries (FCI)



Le pronostic ne peut être fixé qu'après plusieurs jours. Hospitalisation nécessaire à partir stade 2

Un savoir spécifique pour indiquer RX, scintigraphie technetium, Ilomedine/rTPa, OHB, Chirurgie

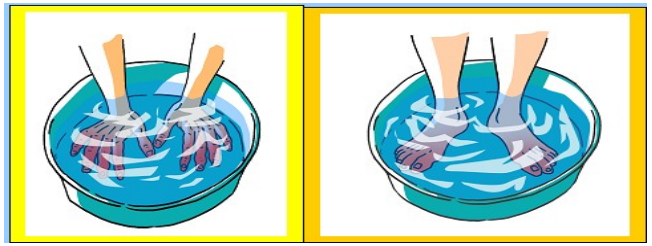
Télémédecine

## Spécificités

## Gelures (Freezing cold injuries (FCI)

- Le traitement comporte:

1. Réchauffement **RAPIDE**



- Immersion pendant 1 h
- Bain d'eau à 38°C
- Avec antiseptique type dakin
- X 2 par jour, ne pas frictionner

N'entreprendre une action de réchauffement local qu'en lieu sûr et si évacuation possible.

2. Si vous en avez: Aspirine: 250 mg / j + Fonzylane ou Adalate ou Torental 1/j
3. Antalgiques +++. La présence de douleur est de meilleur pronostic.
4. Pansement Type Flammazine puis hydrocolloïdes ou gras; mise à plat phlyctènes
5. Antibiotiques si nécroses
6. VAT

- La prévention est fondamentale – Protection ds extrémités (membres et tête)

# *Appliquer tous la même méthode, quelles que soient les circonstances !*

| | | |
|---|---|---|
| S | **Stop the burning/Freezing process** | *Répliquer par les armes et se soustraire au grand froid* |
| A | **Assess the scene** | *Analyser ce qu'il se passe* |
| F | **Free of danger** | *Extraire le(s) blessé(s) pour des soins sans danger* |
| E | **Evaluate for xABC** | *Evaluer le(s) blessé(s) par la méthode START* |

→ **x**: Hémorragie massive, e**X**sanguination | **A**: **A**irway | **B**: **B**reathing | **C**: Conscience/Choc

**Regrouper, établir un périmètre de sécurité 3D, gérer les armes, rendre compte**

| | | |
|---|---|---|
| M | **Massive bleeding control** | ***Garrot, compression, packing, hémostatiques, Stab. pelvienne*** |
| A | **Airway** | ***Position, subluxation, guédel, Crico-thyroïdotomie, Intubation*** |
| R | **Respiration** | ***Position, oxygène, exsufflation, intubation, ventilation*** |
| C | **Choc** | ***Abord vasculaire, remplissage, adrénaline, transfusion*** |
| H | **Head/Hypothermia** | ***Conscience, protection des VAS, oedème cérébral, hypothermie*** |
| E | **Evacuate** | ***9 line CASEVAC/MEDEVAC request*** |

R ***Réévaluer*** Y ***Yeux/ORL*** **A** ***4 As: Analgésie, Antifibrinolyse, Anti Emetique, Antibiotique*** N ***Nettoyage, parage***

***Juste ce qu'il faut pour sauver par la bonne personne sur le bon blessé au bon moment***

# Pour accéder au Website de médecine tactique

Version pdf (actualisé annuellement)



Version sonorisée plus disponible sur GEDISS@

Service de santé des armées

GEDISS@

Gestion d'Enseignements à Distance et d'Informations du Service de Santé des Armées