



Prise en charge du blasté :

Dr Travers, Lefort, Morin, Jost, Pr Tourtier

Terrorisme civil



Attentat	Date	Nombre de victimes	Effondrement	Létalité (%)
Beyrouth	1983	346	Oui	68
Buenos Aires	1994	200	Oui	43
New York	2001	3600	Oui	80
Karachi	2002	36	Non	33
Madrid	2004	2100	Non	9
Londres	2005	700	Non	8

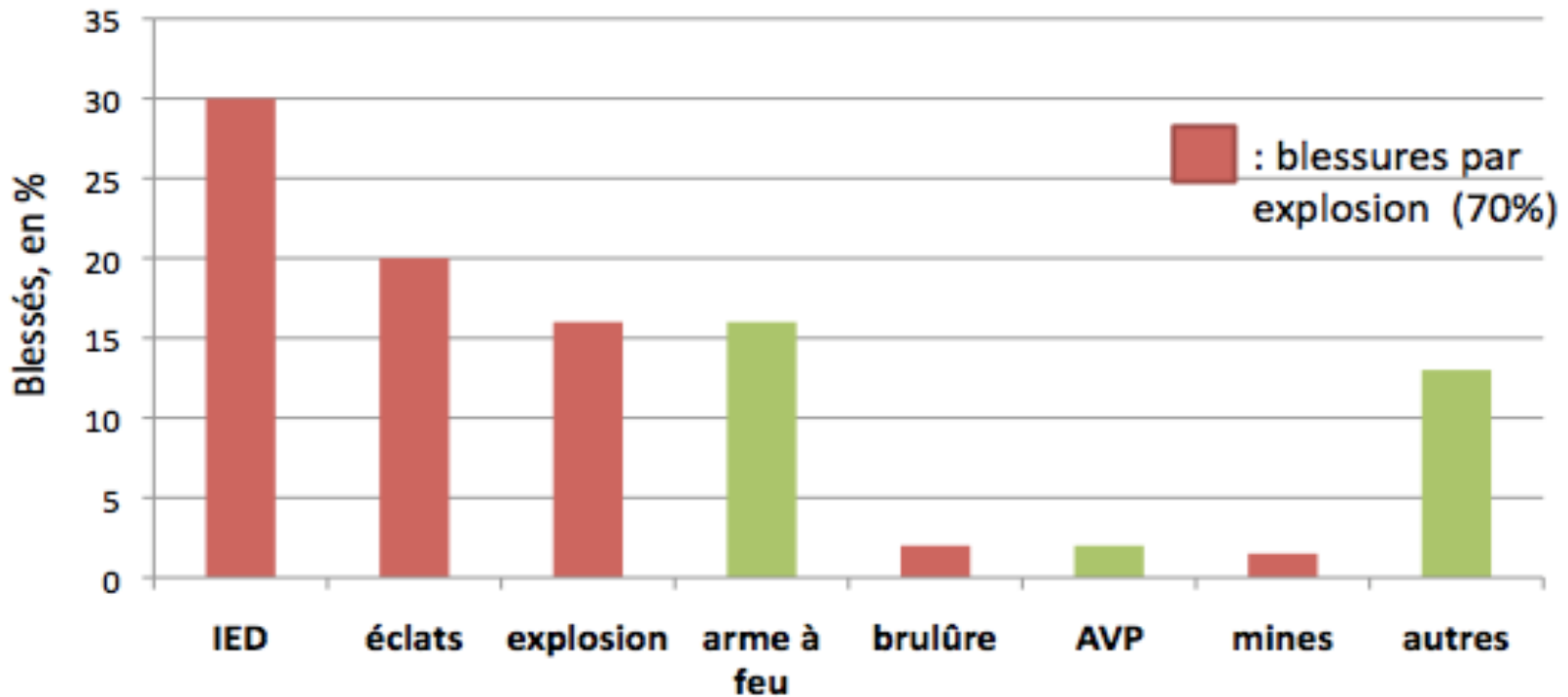
Chaloner E et al. Blast injury in enclosed spaces. BMJ 2005

Gutierrez de Caballos JP et al. Casualties treated at the closest hospital in the Madrid March 11, terrorist bombing. Crit Care Med 2005

Kirschenbaum L et al., The experience at St Vincent's Hospital Manhattan, on September 11. Crit Care Med 2005

Zafar H et al. Suicidal bus bombing of French nationals in Pakistan: physical injuries and management of survivors. Eur J Emerg Med 2005

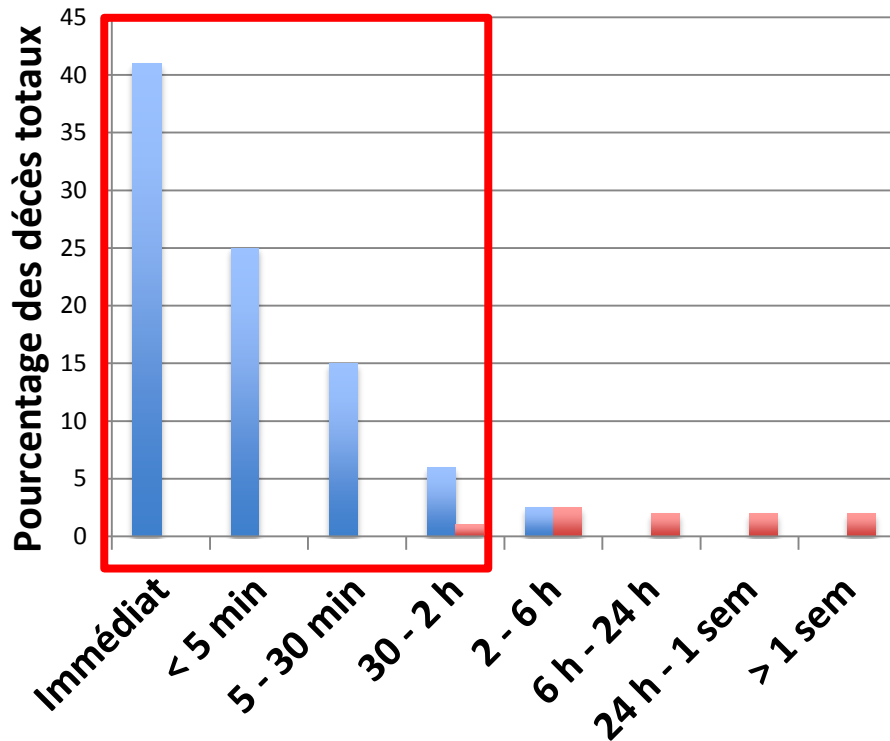
Terrorisme militaire



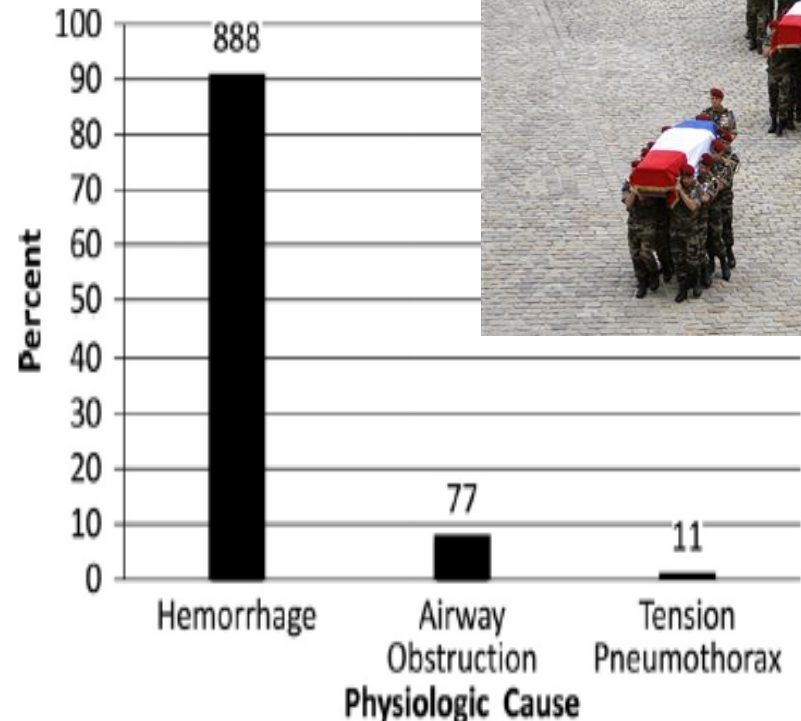
Peake JB, NEJM 2005

Explosions : 70 % des blessures

Enjeu PEC médicale



Bellamy RF. Combat Trauma Overview. Textbook of Military Medicine.



Eastridge et al. Death on the battlefield (2001-2011): Implications for the future of combat, J Trauma 2012



Gisement de progrès = préhospitalier

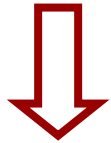
Physiopathologie de l'explosion



« Pas de conflit d'intérêt avec ce sujet »

Explosion haute énergie

- Réaction chimique
- Solide, liquide \Rightarrow gaz
- Temps très court



- Onde de choc
- Souffle
- Chaleur



exemple : dynamite $\text{C}_3\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_9 \rightarrow 3\text{CO}_2 + 5/2 \text{H}_2\text{O} + 3/2 \text{N}_2 + 1/2 \text{O}_2$

Explosion

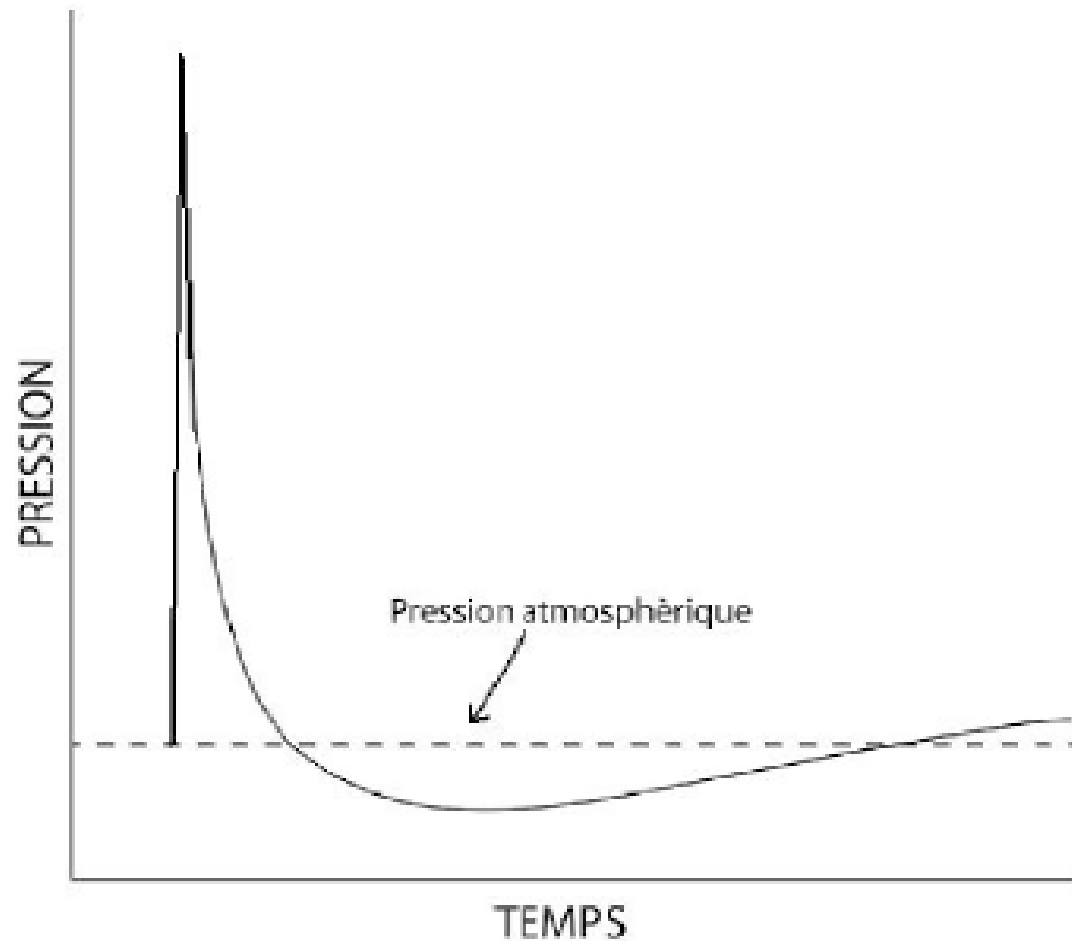
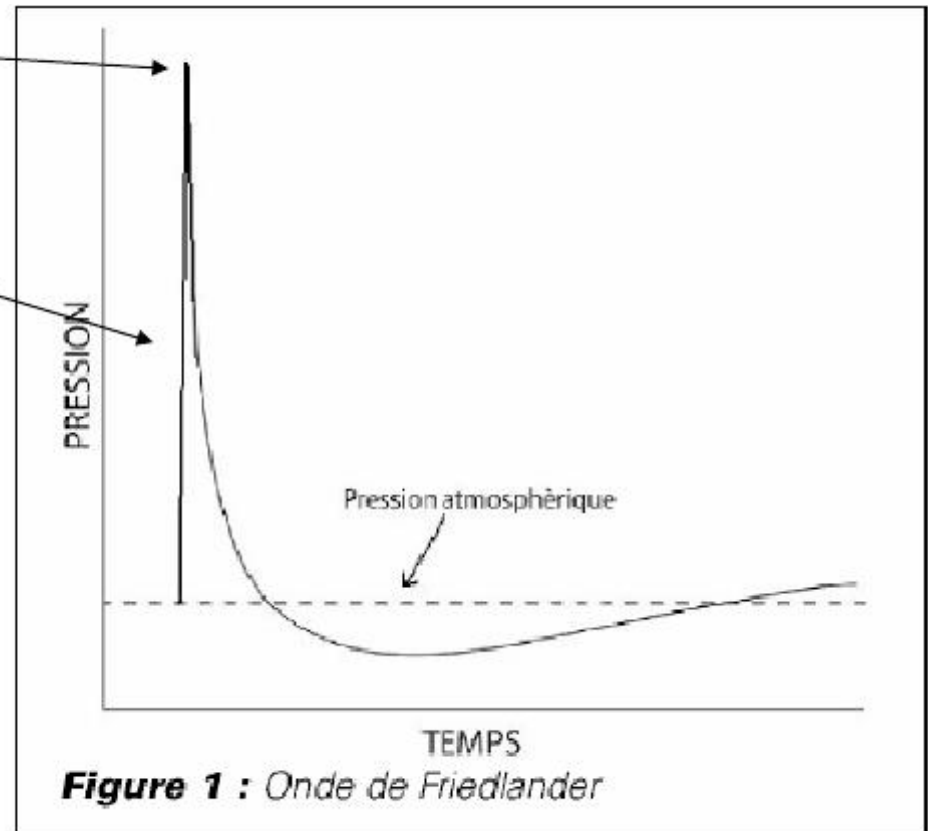
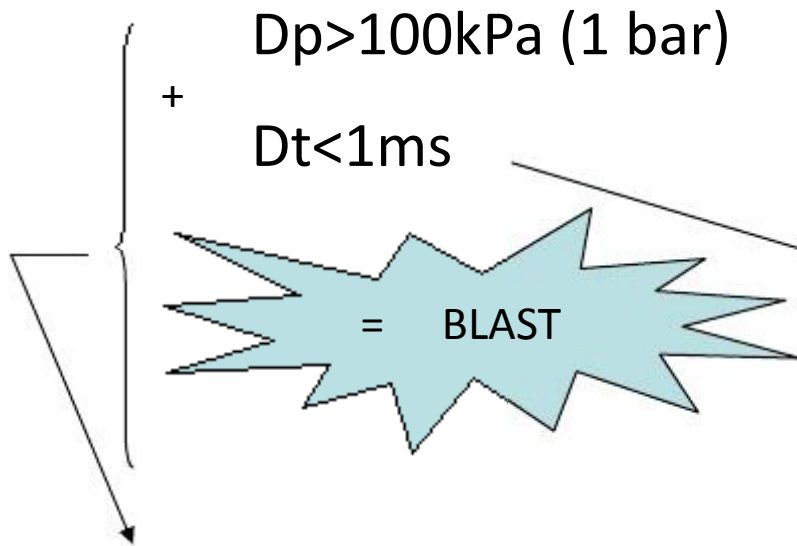


Figure 1 : *Onde de Friedlander*

Caractéristiques de l'onde de surpression statique



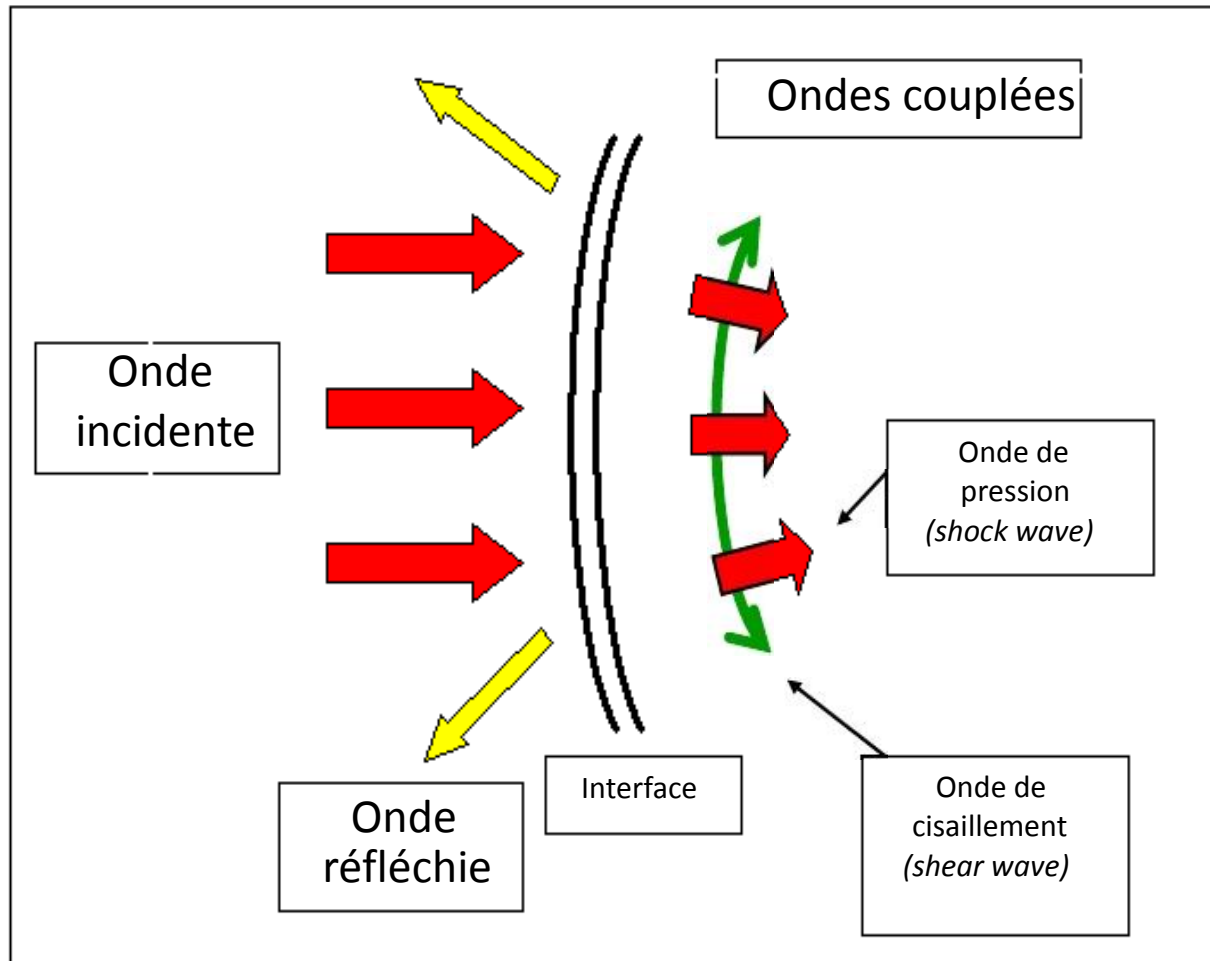
- « Détonations » : surpression intense à propagation supersonique (bombes, dynamite, Semtex...) = onde de choc

Blast primaire

- « Déflagrations » : surpression modérée, subsonique (Poudre noir, Napalm, k. Molotov...) = onde de surpression, **pas de blast primaire**)

(+ rôle de la masse d'explosif)

Une Onde, puis des ondes



Maynard RL. Blast injury of the lung. In Cooper GJ eds. Scientific foundations of trauma. Oxford : Butterworth Heinemann, 1997:247-57.

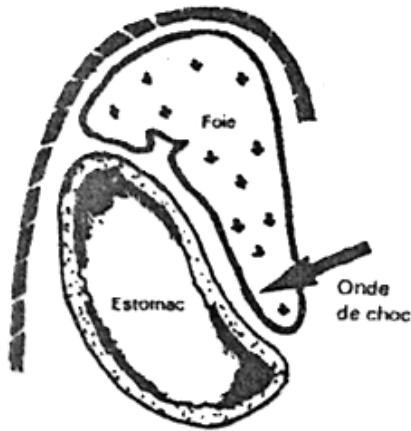
kPa

Effets

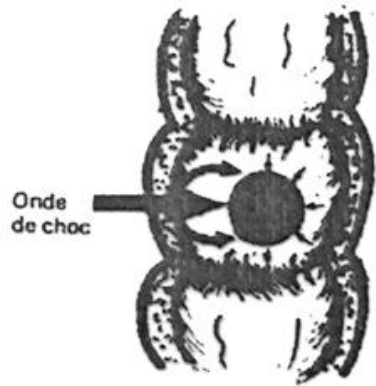
7	Bris de vitres
15	Fissuration des plâtres
35	Bris de murs de briques
35	Seuil tympanique
175	Seuil pulmonaire
300	Destruction des murs en béton
500	50 % de lésions pulmonaires
800	Seuil de mortalité

Owen-Smith MS. High velocity missile wounds.
London, Edward Arnold Ltd, 1981

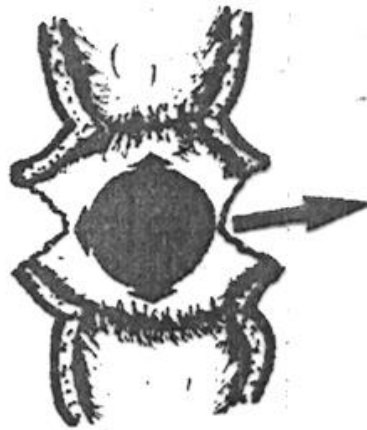
Lésions par onde de blast



- **Pulvérisation:** Fragmentation, lésion liée au changement de densité, force de compression et d'arrachement, voisin de la lésion de décélération



Compression gazeuse



Distension gazeuse secondaire

- **Implosion:** Variations brutales de pression à l'intérieur d'un milieu clos, compression décompression

Lésions primaires de blast

Organes creux



- poumons
- intestin
- oreille

Organes pleins



- cerveau
- foie, rate
- cœur, œil
- os

Pats B. EMC Anesthésie-réanimation ,36-725-D-10, 2000

Facteurs influençant la gravité des lésions de blast primaire lors d'une explosion

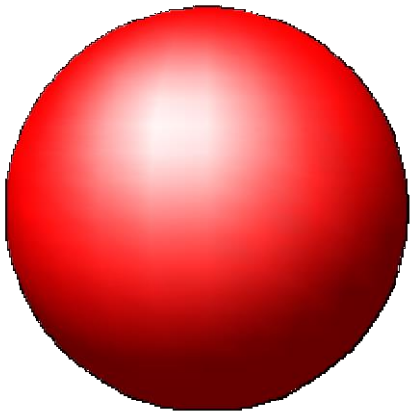
1. Type d'explosion – caractéristiques de l'onde de surpression
2. Facteurs physiques locaux
 1. Distance
 2. Géométrie de l'environnement
 3. Type de milieu de propagation
3. Victime

Propagation

Atténuation avec la distance



$$1/d^3$$



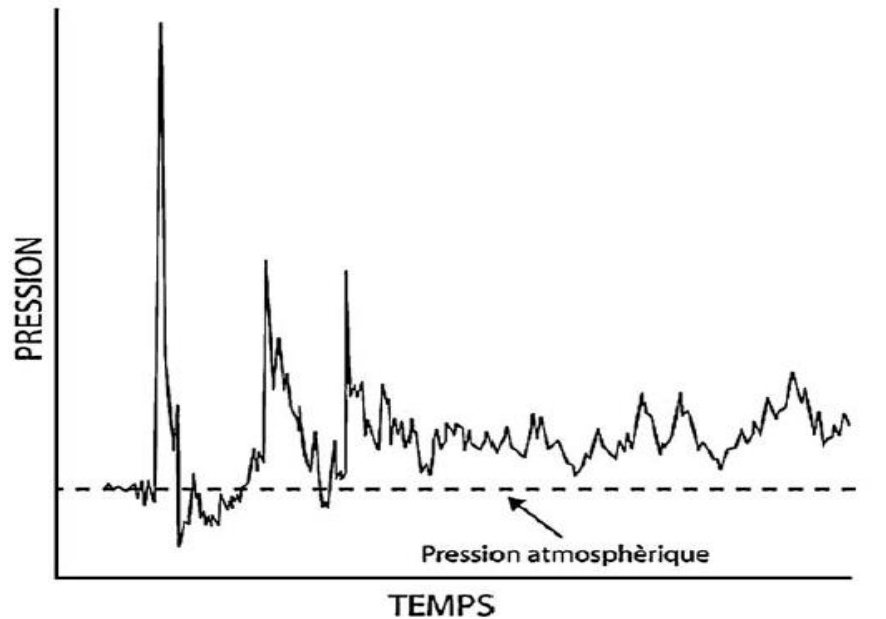
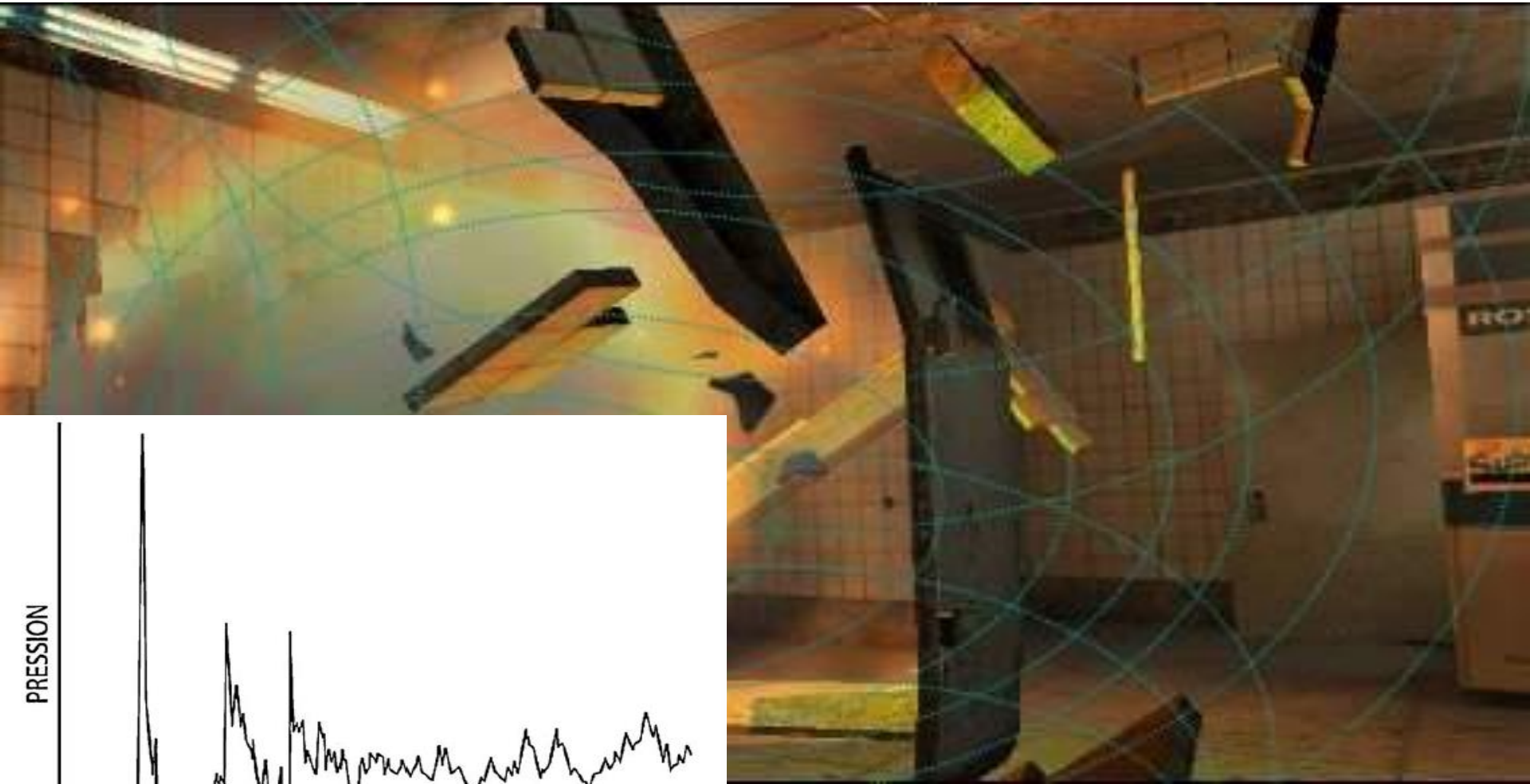
$$1/d^2$$



$$1/d$$



Géométrie



Milieu liquide



800 x plus dense, 10.000 x moins compressible

➔ ↓ amortissement et ↑ vitesse

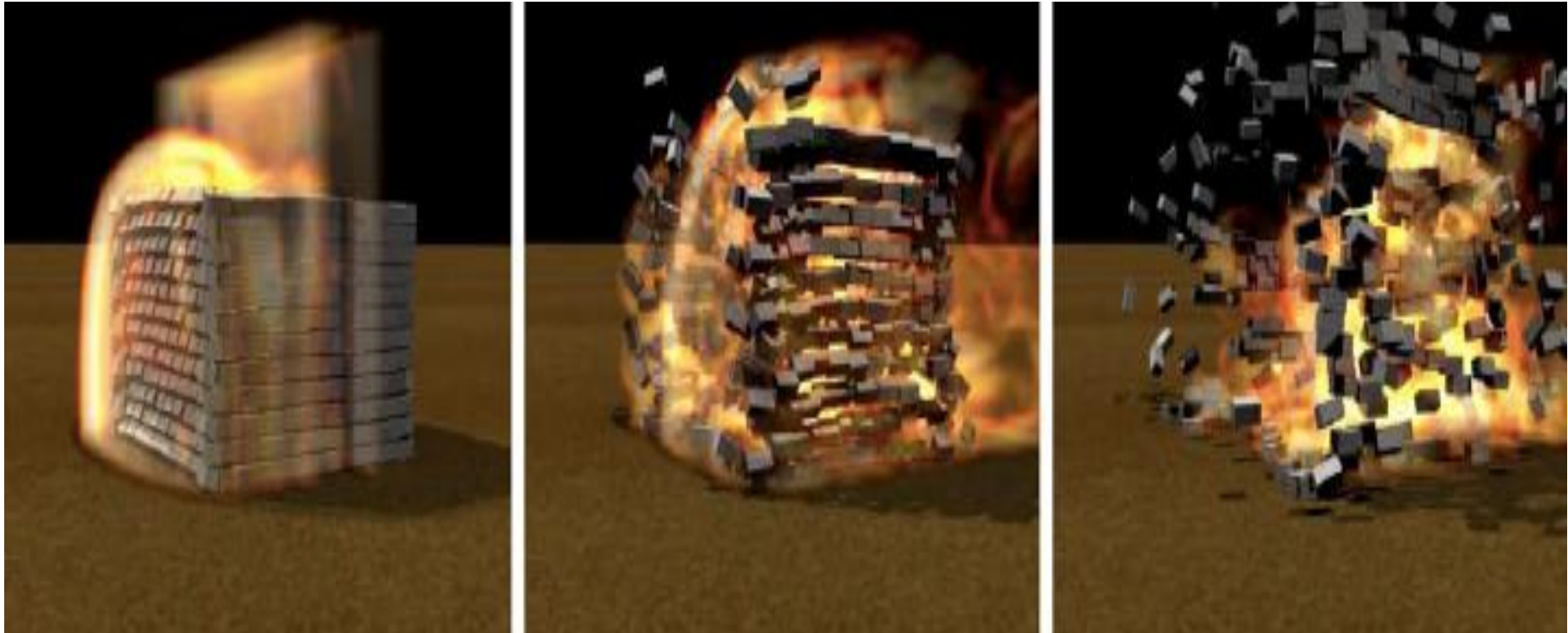
Milieu solide



↑↑↑ vitesse, ↓↓↓ amortissement,
Ex : véhicule, bateau

Blast primaire

« les effets directs de l'onde de choc »



Lésions orthopédiques

« Pied de mine »



Hull JB. J Trauma 1996

Pasquier P, Malgras B, Tourtier JP. J Orthop Trauma 2012

« Claque de pont »



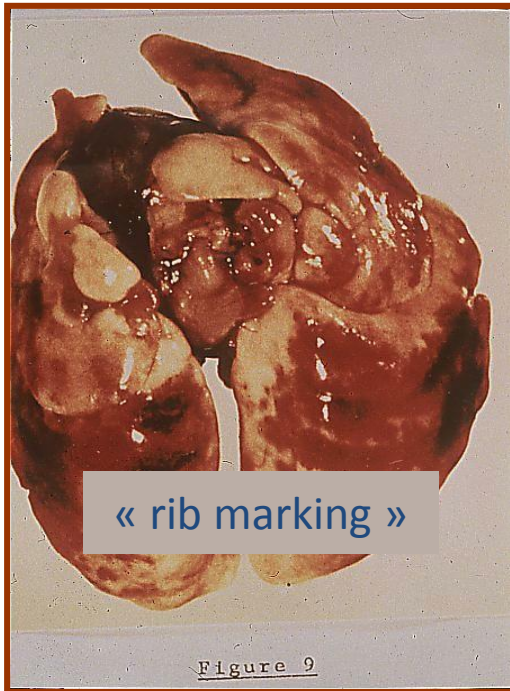
Blast pulmonaire

≈ Contusion pulmonaire : 4 %

- inondation alvéolaire (sang)
- pneumothorax, pneumomédiastin
- fistules alvéolo-veineuses
(+/- embolies gazeuses) :

Ventilation ? si indiquée ...

PEP zéro (6 h)



Zuckerman. Lancet, 1940

Ramasamy. J Trauma 2008

Blast digestif

- **Seuil lésionnel digestif = poumon**
(Mayorga MA. Toxicology 1997)
- **Rarement isolé**
(Mellor SG. Br J Hosp Med. 1988)
- **Perforations immédiates ou retardées**
(Jaffin JH. J.Trauma 1987)
- **Lésions hépatiques ou spléniques**
(Hill JF, Ann Roy Coll Surg Engl. 1979)

Blast tympanique

- Hyperhémie
- Hémotympan
- Perforation

1/3 faux négatif/positif

Leibovici D. Ann Emerg Med 1999
Gutierrez JP. Crit Care Med 2005

Lésions secondaires et tertiaires

« les effets du souffle » : onde de surpression dynamique



Lésions secondaires : projectilaires

- **Les plus fréquentes**
- Traumatismes pénétrants multiples
- **Pronostic vital :**
 - **hémorragie**
 - **pneumothorax suffoquant**
 - **plaie crânio-cérébrale**

Hirshberg A. J. Trauma 1999
Peleg K. NEJM 2005

Lésion quaternaire

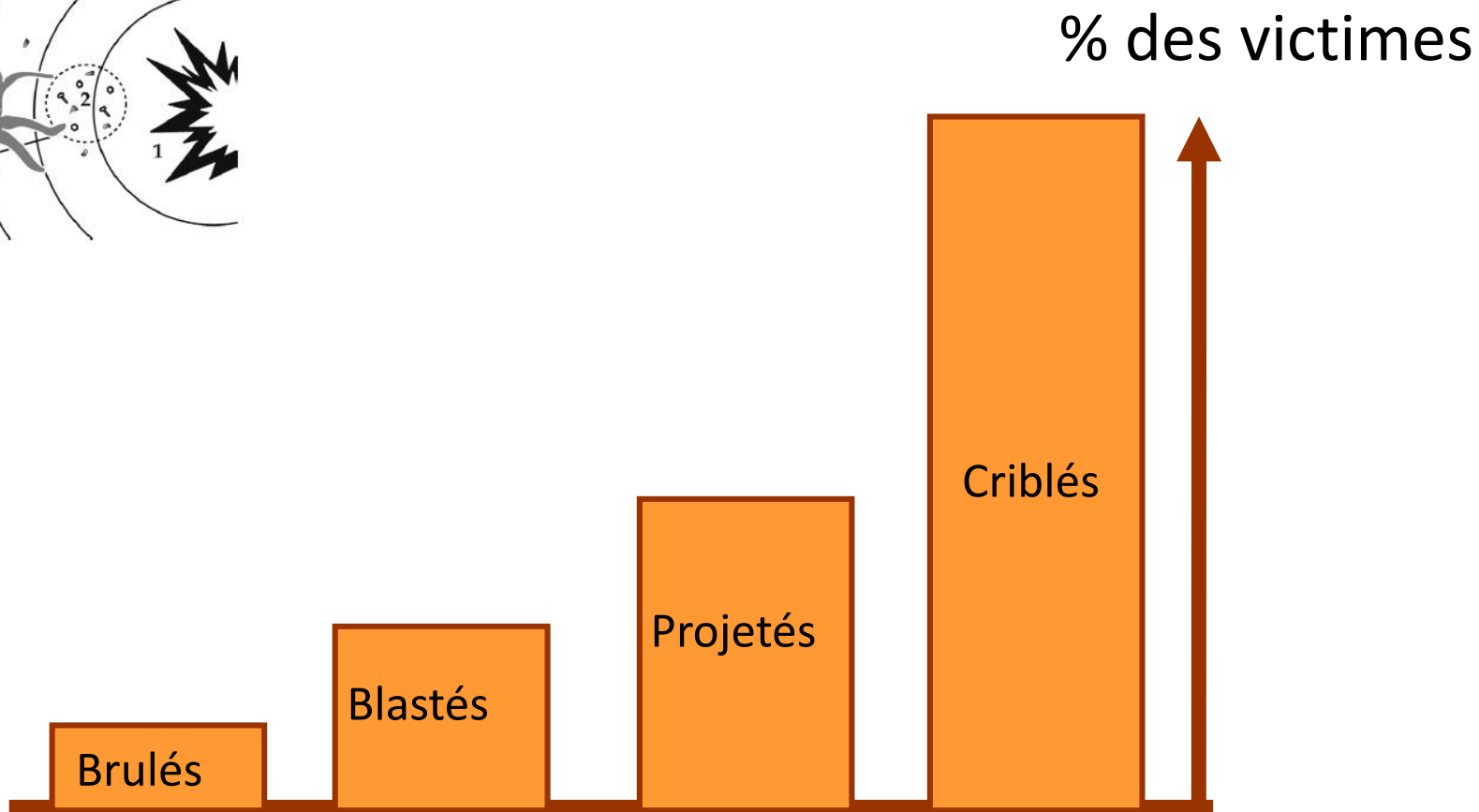
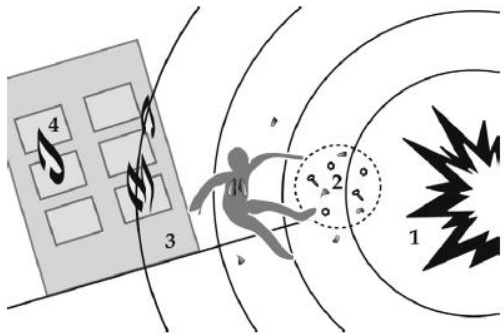


WTC 2001

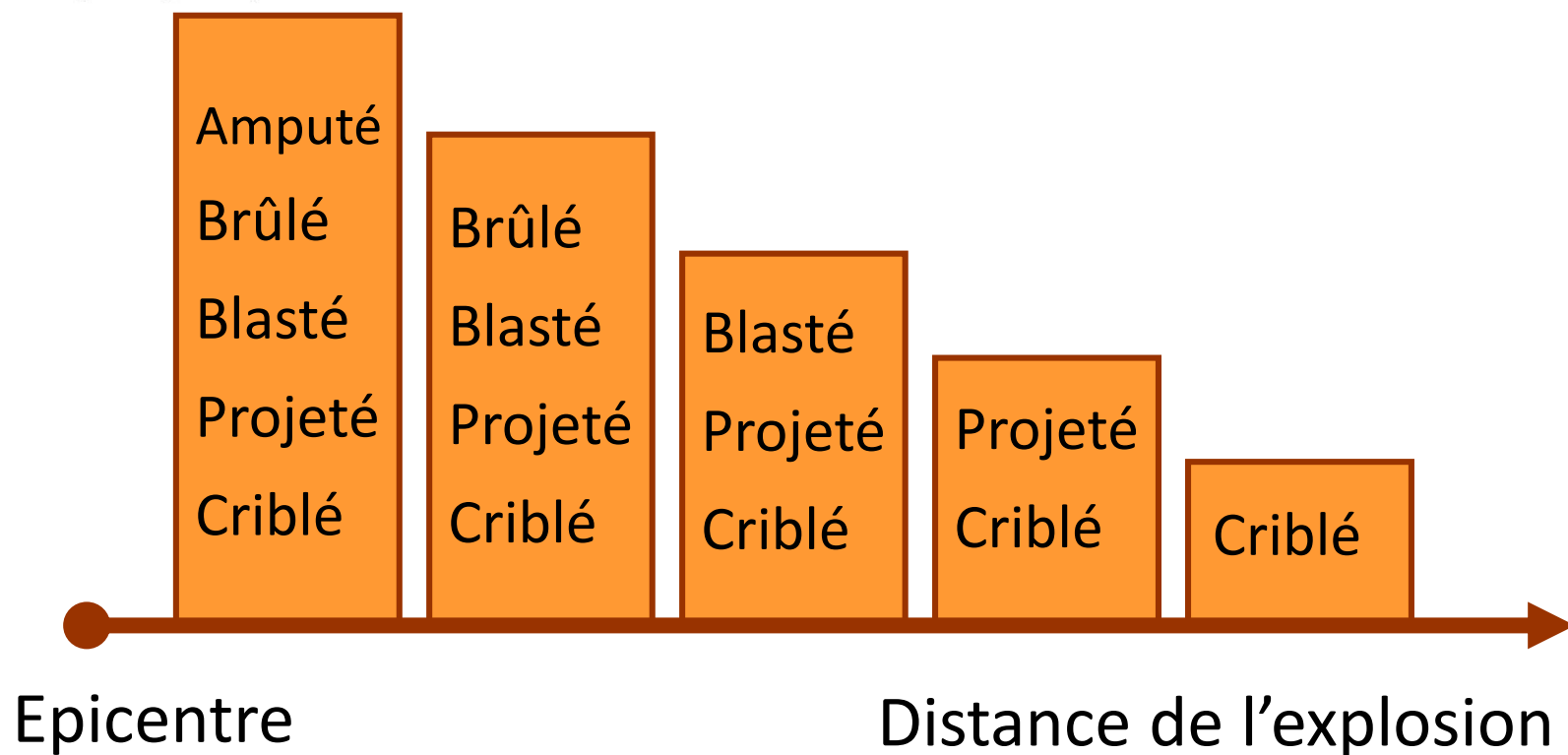
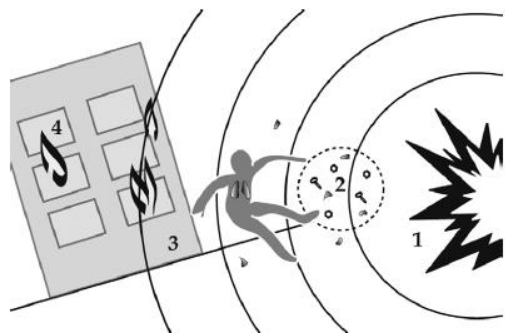
Synthèse

Catégorie	Définition
Primaire	Effets de l'onde choc sur l'organisme (ondes de pression et ondes de déchirement, réflexion des ondes aux interfaces tissulaires, sensibilité des organes à contenu gazeux)
Secondaire	Lésions projectilaires
Tertiaire	Projection du corps sur les structures environnantes Lésions par écrasement
Quaternaire	Autres lésions en rapport avec l'explosion
Quinquénaire	État hyper-inflammatoire

Epidémiologie lésionnelle



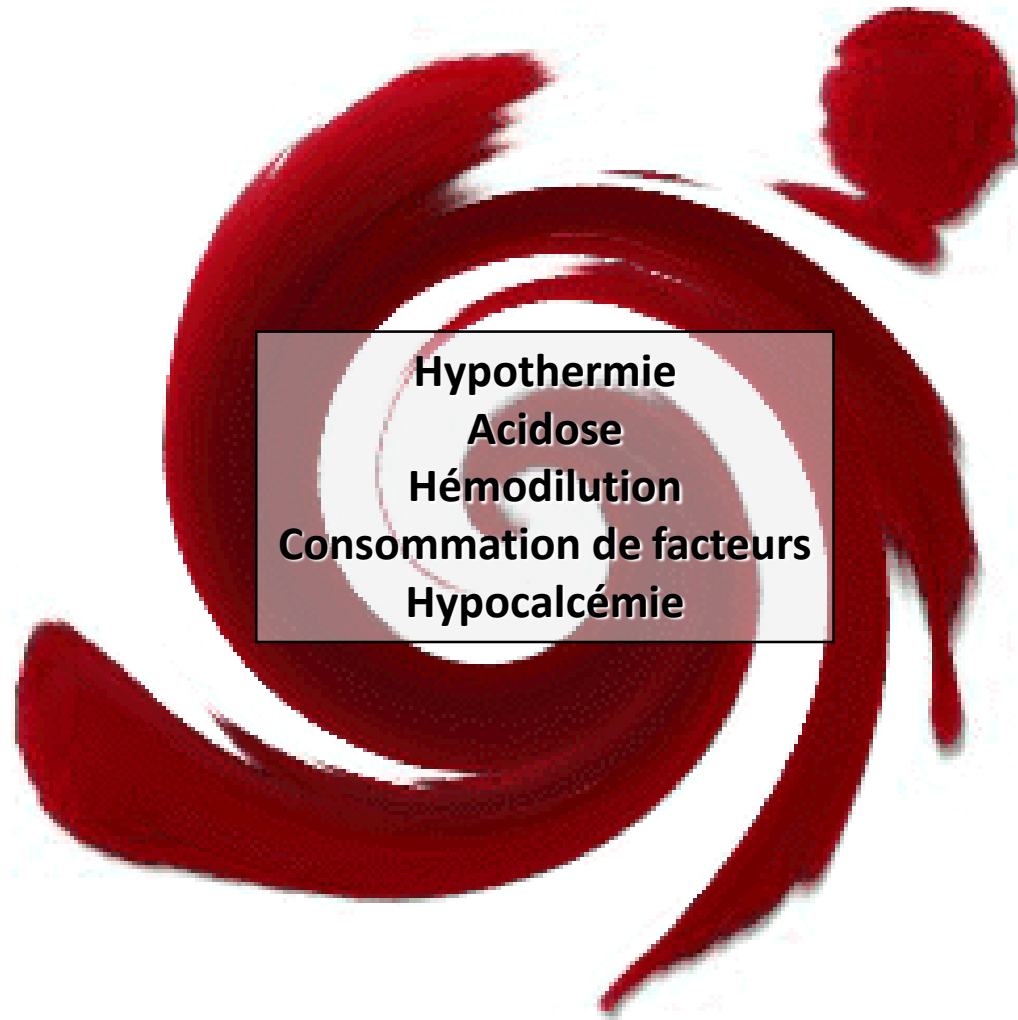
Epidémiologie lésionnelle



II. Principes de prise en charge préhospitalière



Lutter contre la spirale des défaillances



Hypothermie
Acidose
Hémodilution
Consommation de facteurs
Hypocalcémie

Hémostase la plus précoce possible

Secourisme

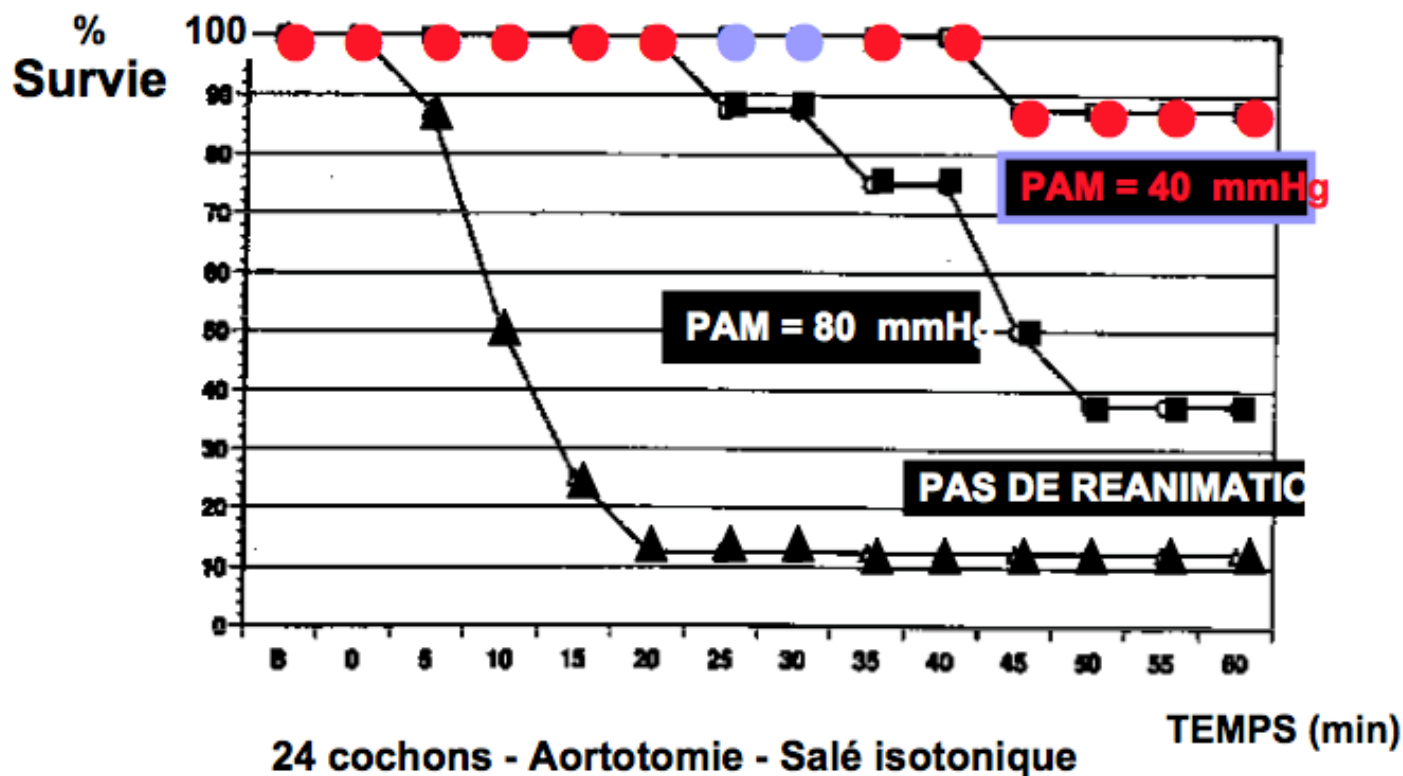


Garrot tactique



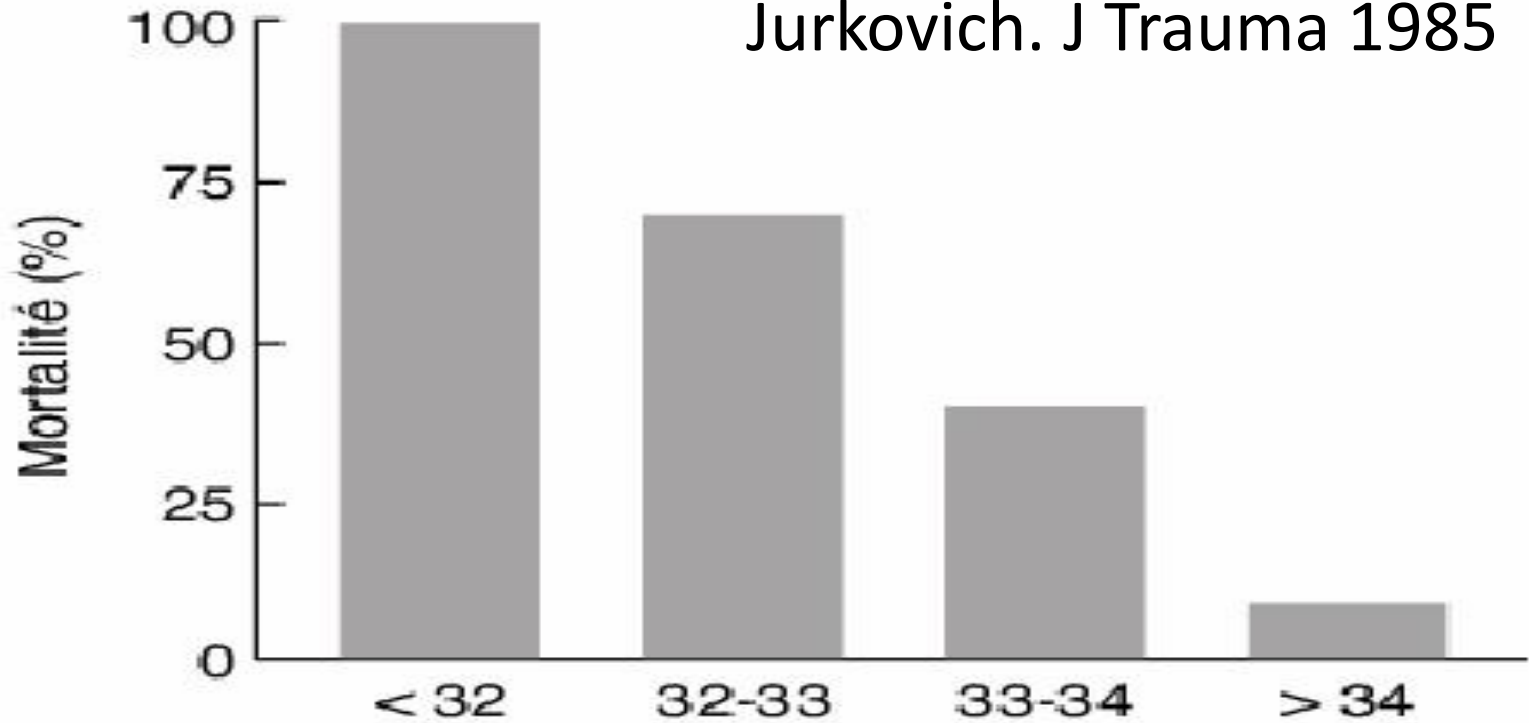
Objectifs hémodynamiques

Kowalenko et al., J Trauma 1992



Hypothermie

Jurkovich. J Trauma 1985



Temperature & Mortality Rate

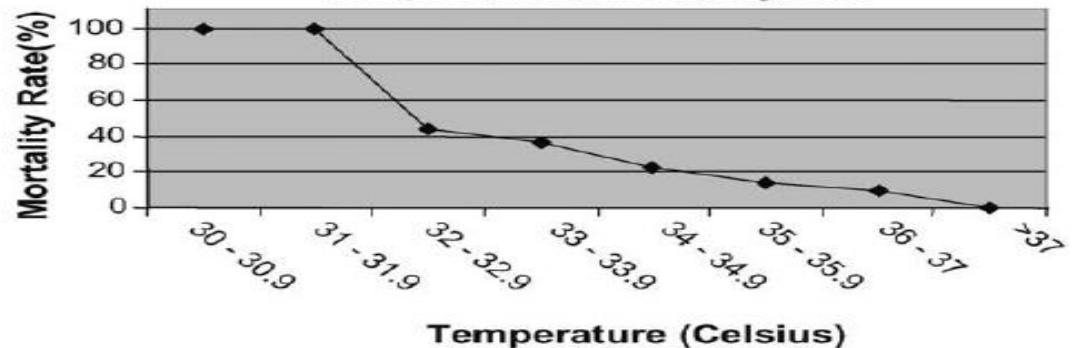
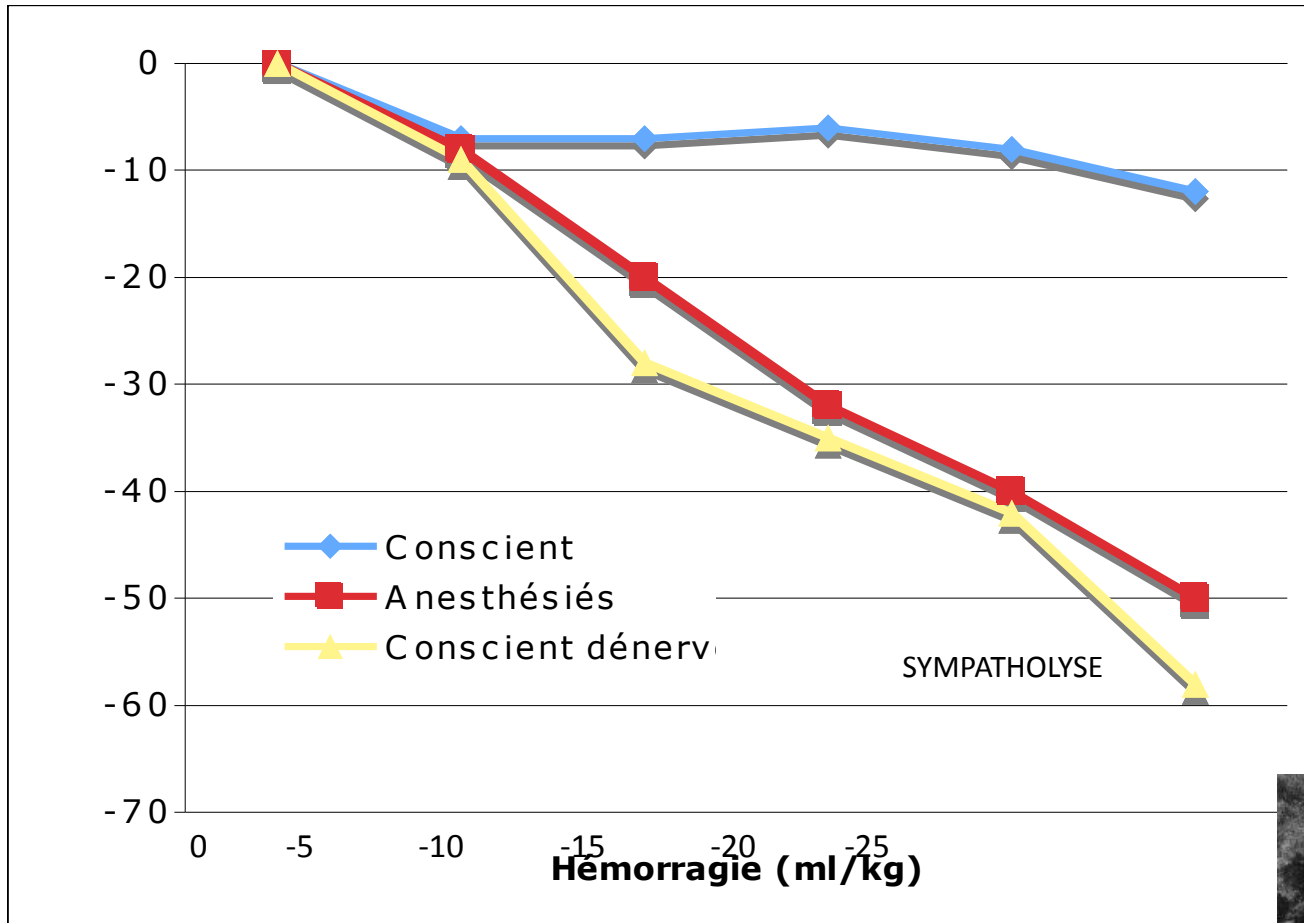


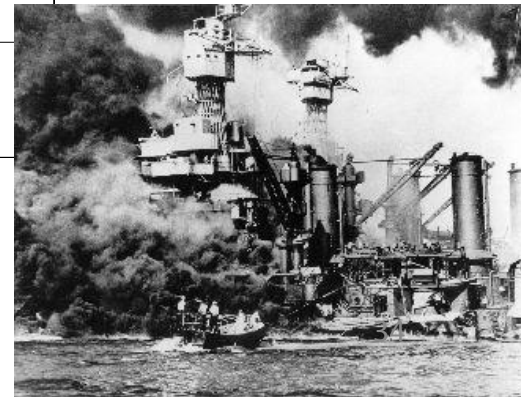
Fig. 5. Relationship of temperature (°C) and mortality in patients undergoing damage control surgery (n = 145).

Kairinos. Injury 2010

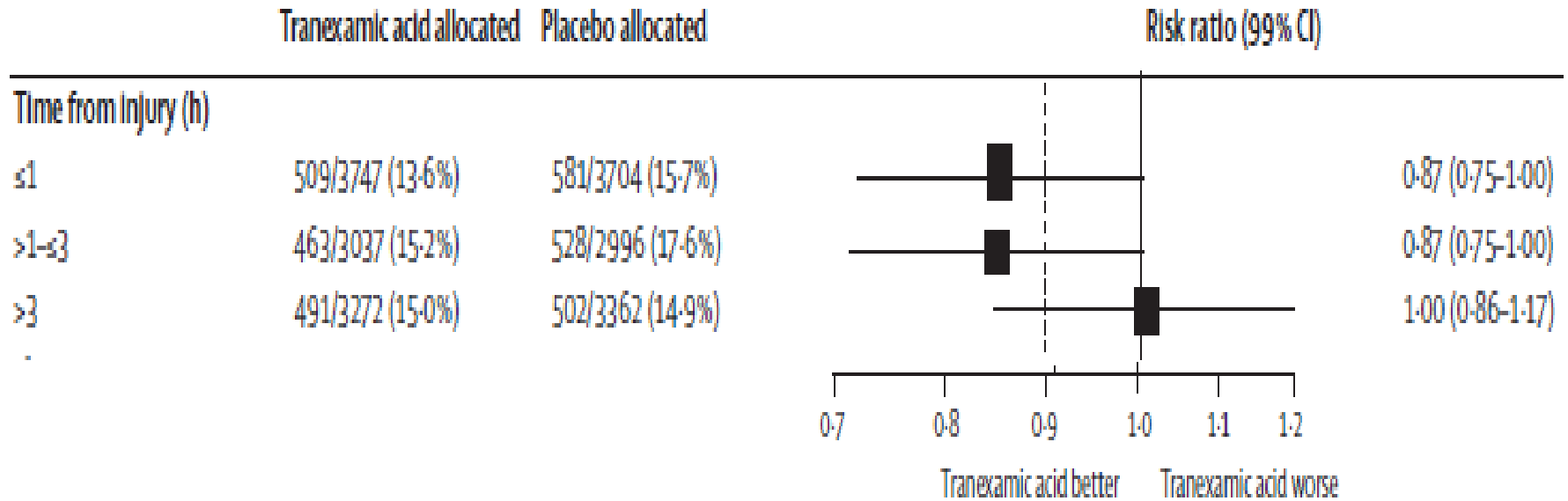
Attention à l'induction



Vatner FS, *NEJM* 1975



Acide tranexamique



Shakur H, Lancet 2010

Hypocalcémie

3/4 des patients

Vivien B, Crit Care Med 2005



Triage préhospitalier



Londres 2005 : 4 bombes = 775 blessés

51 meurent d'emblée; 2 UD : morts sur place

	Aldgate	King's Cross	Edgware Road	Tavistock Square
Dead at scene	7	25	7	14
Priority 1 or 2	11	10	17	17
Critically injured	8	6	2	4
Overtriage, n (%)	3 (27%)	4 (40%)	15 (88%)	13 (77%)

55 UA
64%

Médicalisation de l'avant

Triage préhospitalier

- Sécurisation, coordination, communication :
chaîne de commandement

- **Triage**

Frykberg, Ann Surg 1988 (220 bombes=3357 blessés)

- Morts d'emblée : 13%

- Survivants : 87 %

- 30 % d'hospitalisation

- **Relation linéaire surtriage /décès secondaires**

- **Régulation :**

« Within 45 minutes, the last of the injured patients was transported from the scene”

Boston, Biddinger PD, NEJM 2013

Blessé de guerre : Est-ce que ça marche ?



- Hémorragie de membre
 - Avant garrot tactique: 23,3 morts /an
 - Après garrot tactique: 3,5 morts /an
- Eastridge BJ, J Trauma 2012

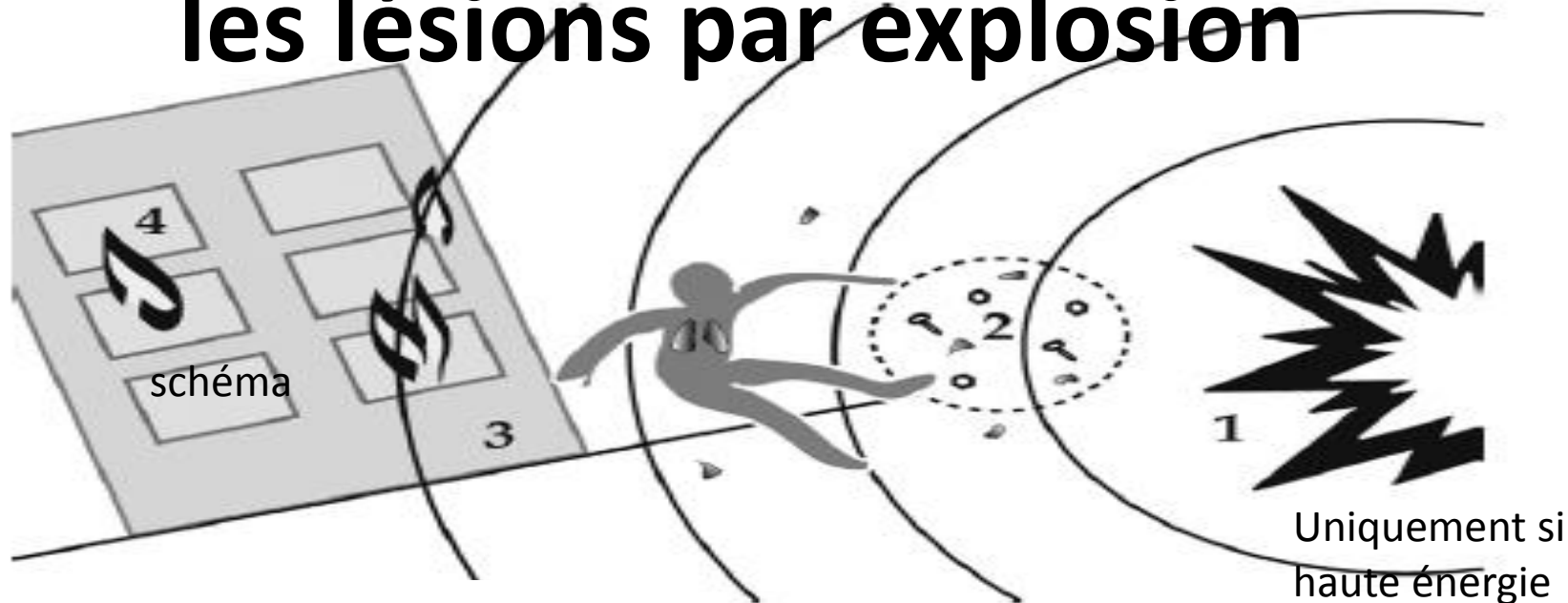
Lethality of War Wounds among U.S. Soldiers.*			
War	No. Wounded or Killed in Action	No. Killed in Action	Lethality of War Wounds
			%
Revolutionary War, 1775–1783	10,623	4,435	42
War of 1812, 1812–1815	6,765	2,260	33
Mexican War, 1846–1848	5,885	1,733	29
Civil War (Union Force), 1861–1865	422,295	140,414	33
Spanish-American War, 1898	2,047	385	19
World War I, 1917–1918	257,404	53,402	21
World War II, 1941–1945	963,403	291,557	30
Korean War, 1950–1953	137,025	33,741	25
Vietnam War, 1961–1973	200,727	47,424	24
Persian Gulf War, 1990–1991	614	147	24
War in Iraq and Afghanistan, 2001–present	10,369	1,004	10

* Data are from the Department of Defense.^{1,3}

Gawande A, NEJM 2004

Conclusion :

les lésions par explosion



We Fight Like We Train

Eric Goralnick, M.D., and Jonathan Gates, M.D.
N Engl J Med 2013; 368:1960-1961 | May 23, 2013

DePalma RG. NEJM 2005

Wolf SJ. Lancet 2009