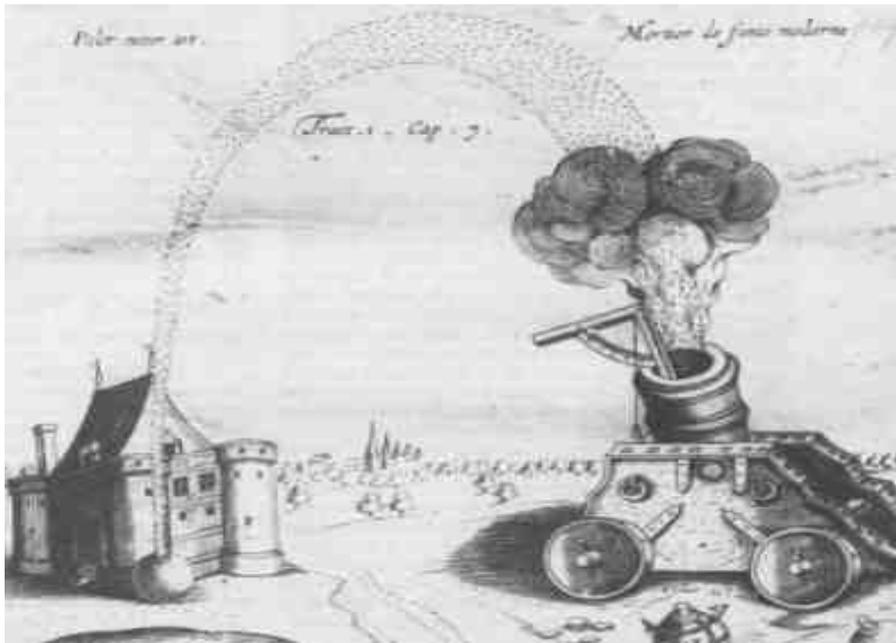


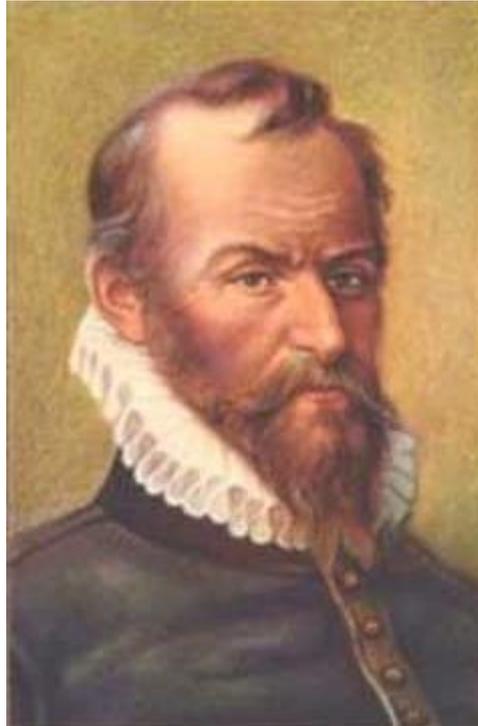
## Les effets des armes



**SOCIÉTÉ EUROPÉENNE**  
de **BALISTIQUE LÉSIONNELLE**



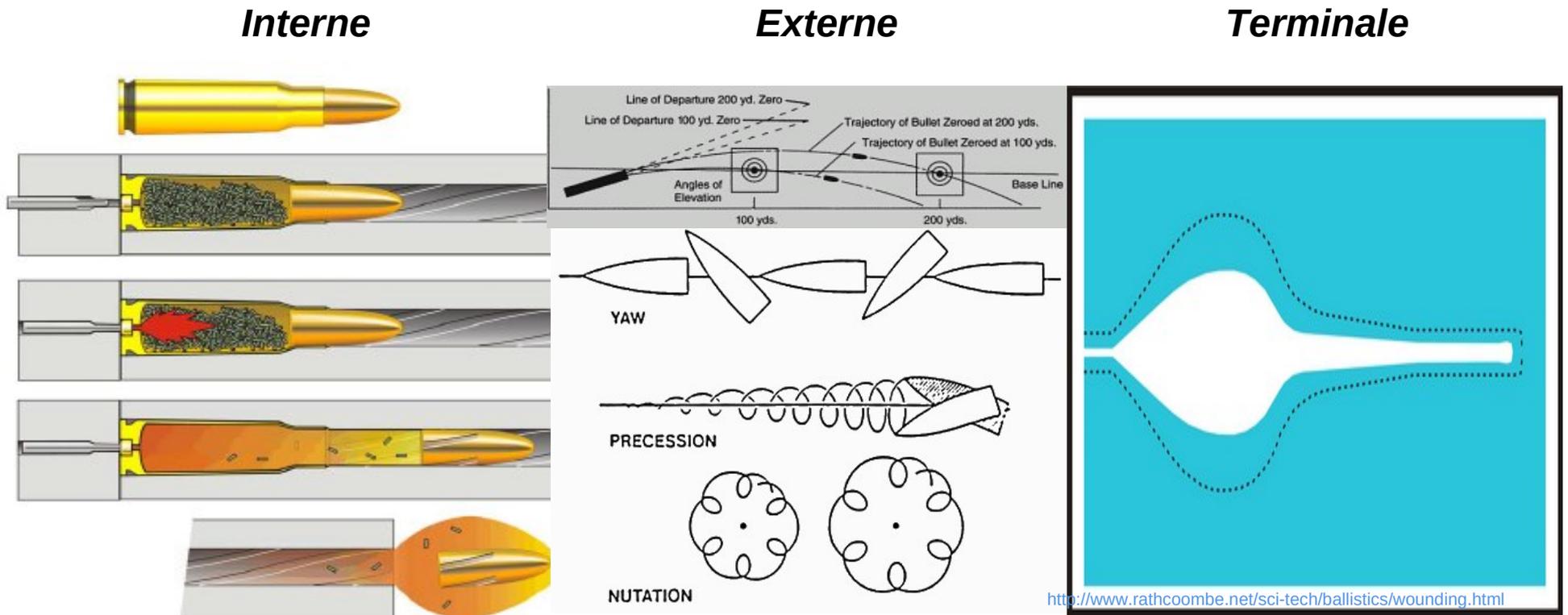
**EUROPEAN SOCIETY**  
for **WOUND BALLISTICS**



Ambroise Paré

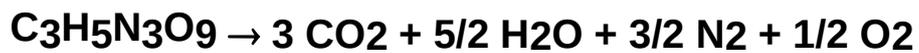
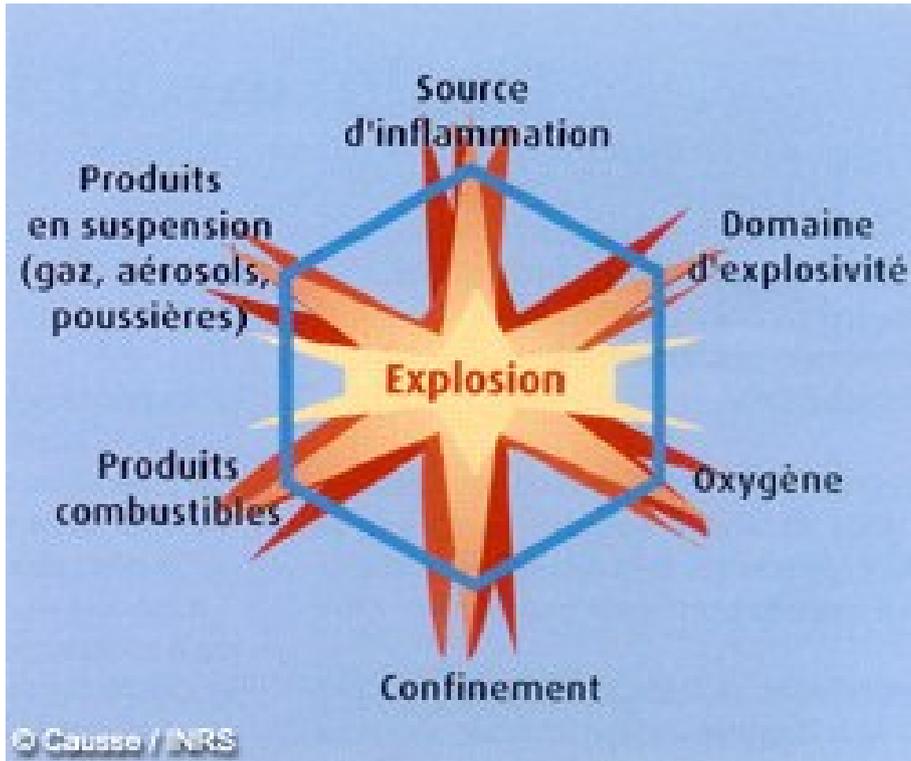
**« Ce n'est rien de feuilleter les livres, de gazouiller, de caqueter en chaire de la chirurgie, si la main ne met en usage ce que la raison ordonne »**

## La balistique



***Nous devons avoir des notions de balistique terminale***

## Tout commence par une explosion



*Un projectile*

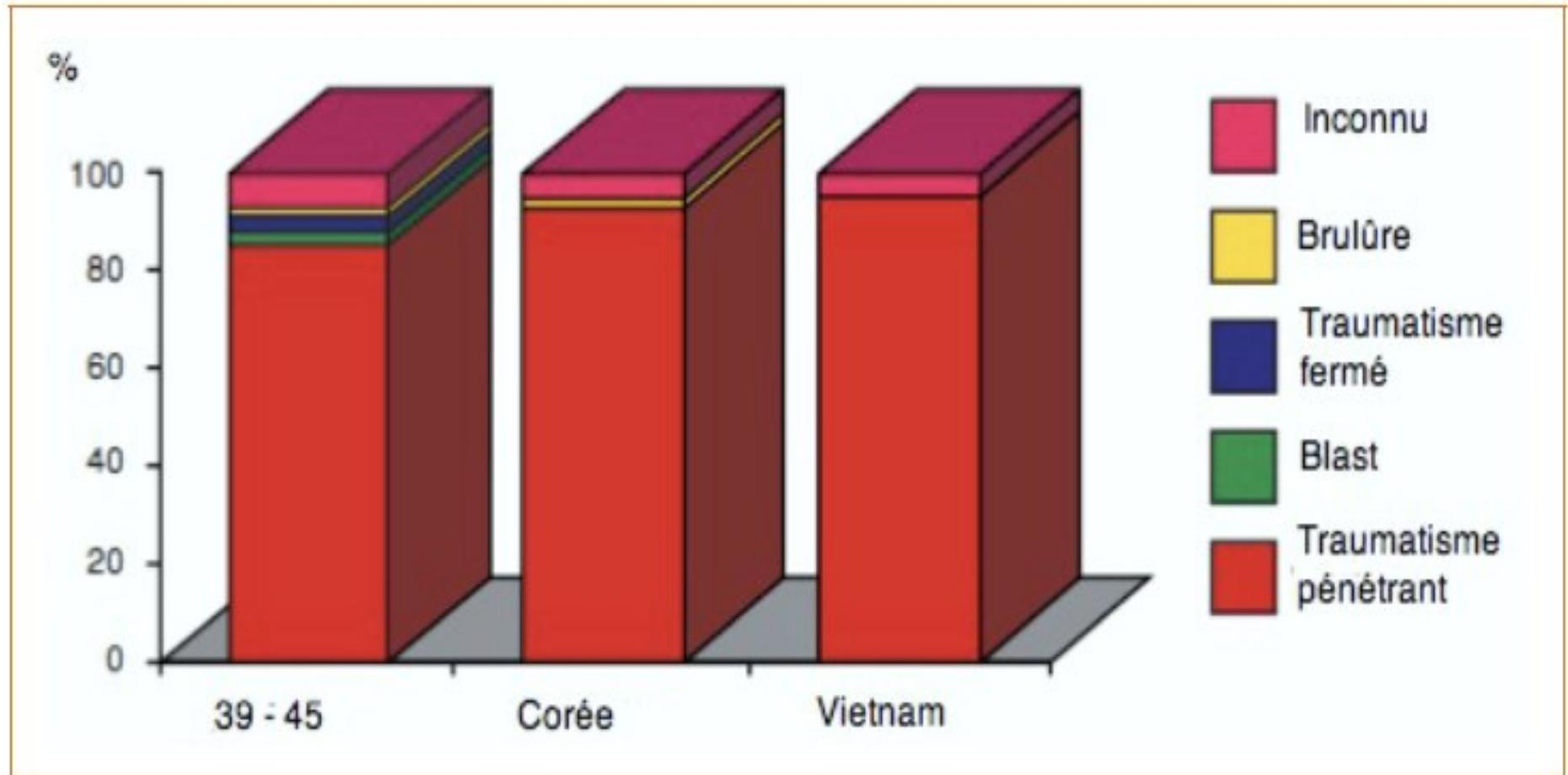
*Du gaz*

*Du feu*

=  
Énergie libérée

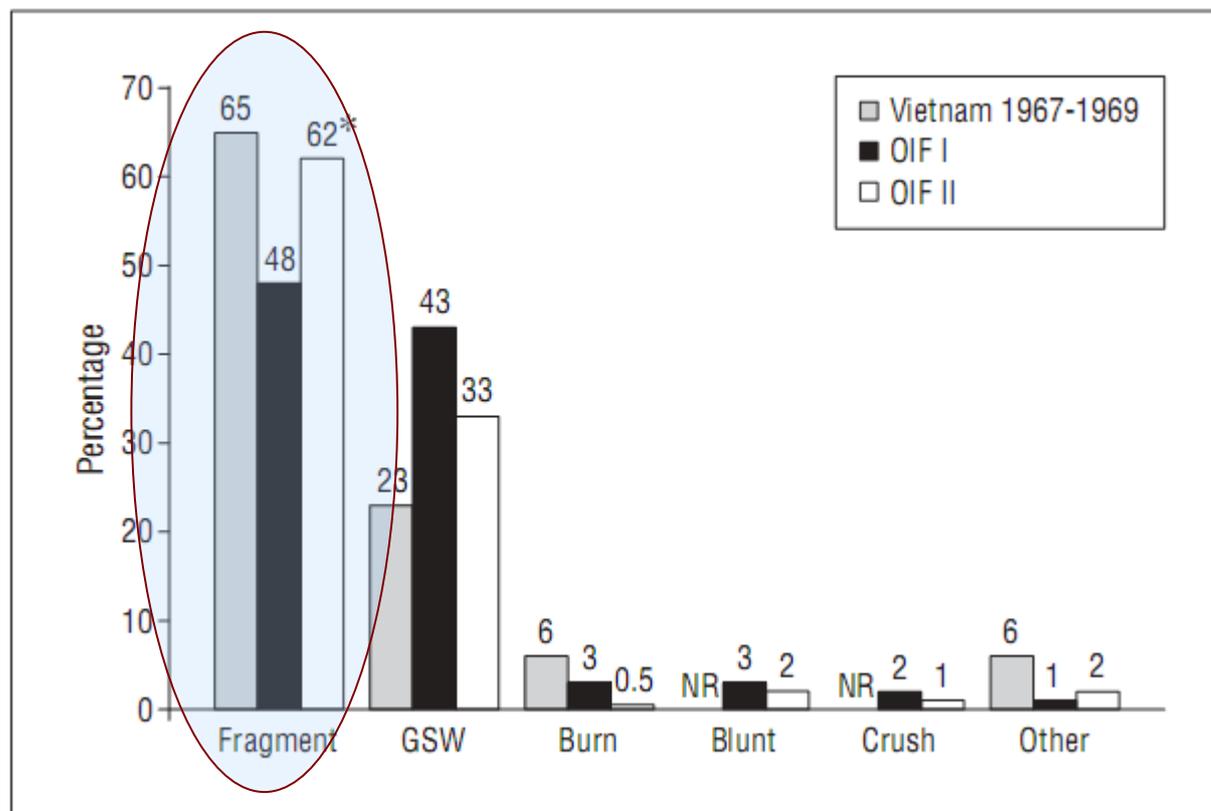
*Dont les effets dépendent de l'arme utilisée*

## A l'arrivée il y a des effets



Ils sont le plus souvent évidents, *mais pas toujours*

## A l'arrivée il y a des effets surtout pénétrants



***Mais fonction du type d'engagement***

**Les effets ne sont pas toujours évidents**



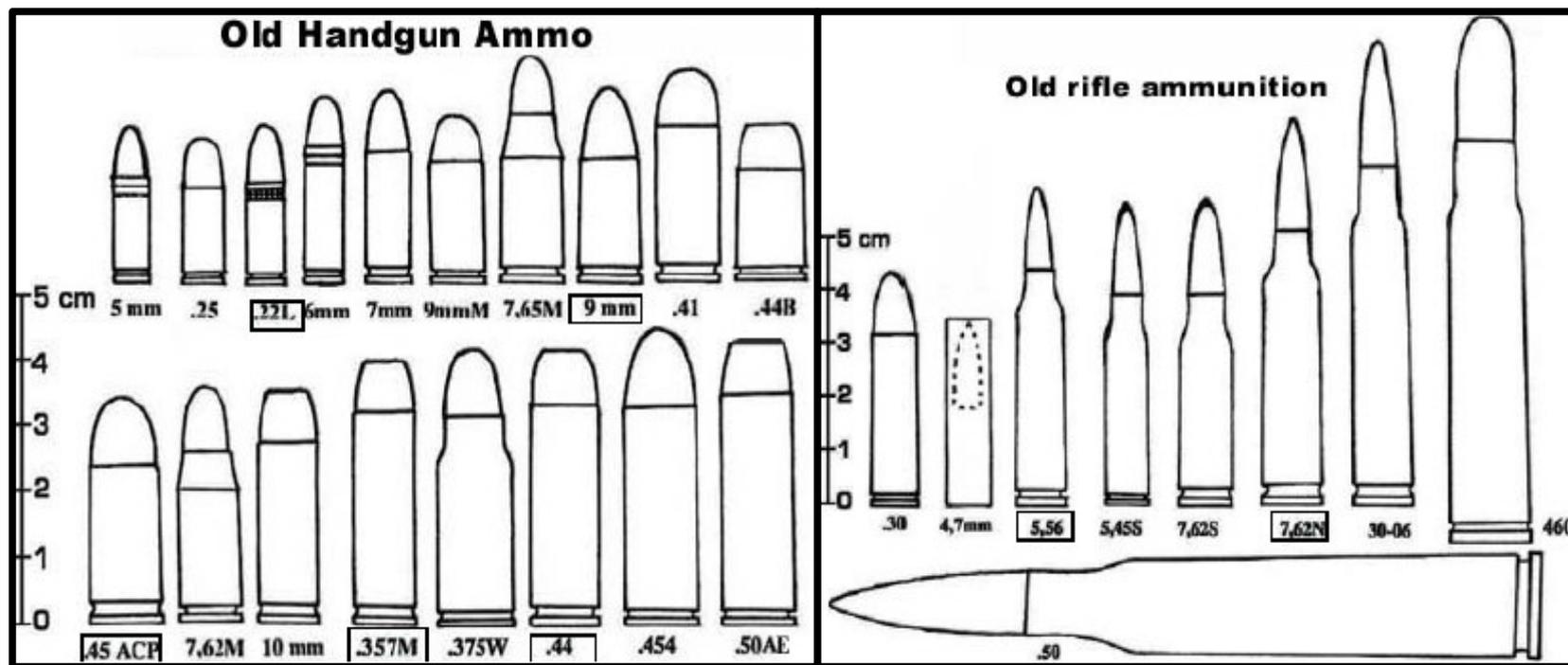
*Ce qui compte :*

***Les répercussions  
physiologiques et  
non ce que vous  
voyez***

## Agents lésionnels et leurs effets

- Les balles
- Les éclats
- Le blast
- Focus sur :
  - ⇒ *Les Engins explosifs improvisés*
  - ⇒ *Les effets arrières des effets de protection*
  - ⇒ *Exemples d'armes*

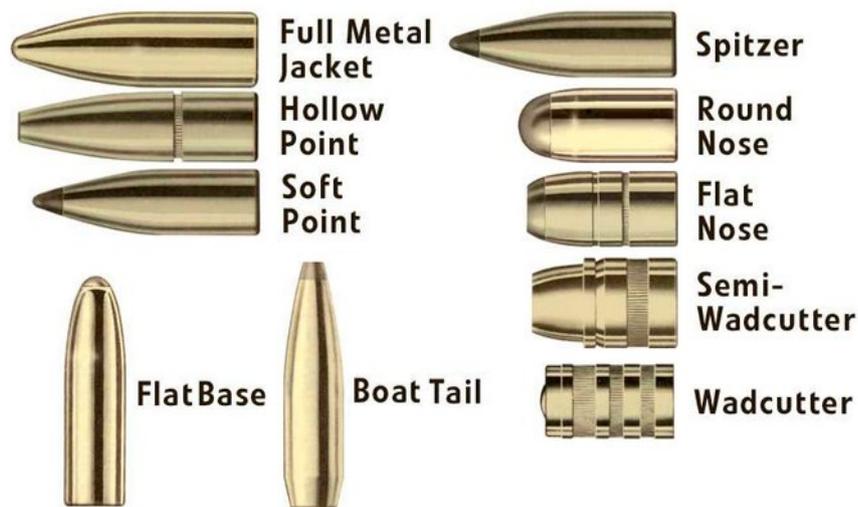
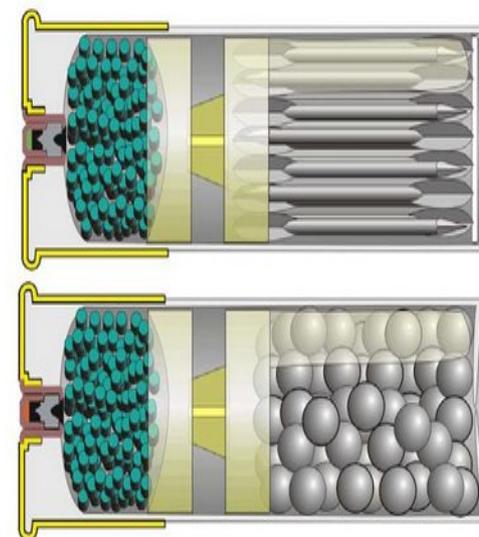
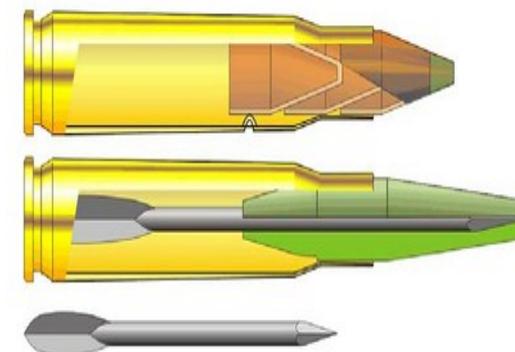
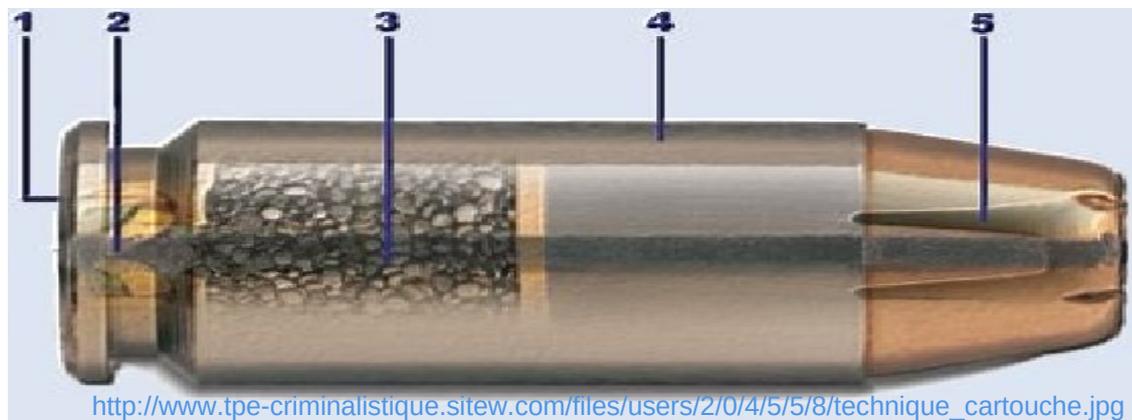
**Les balles :**



***Leurs effets vulnérants dépendent de nombreux facteurs***

**Les balles :** *Des effets vulnérants dépendant de leur conception*

1, Culot 2. Lumière 3, Poudre 4, Douille 5. Balle

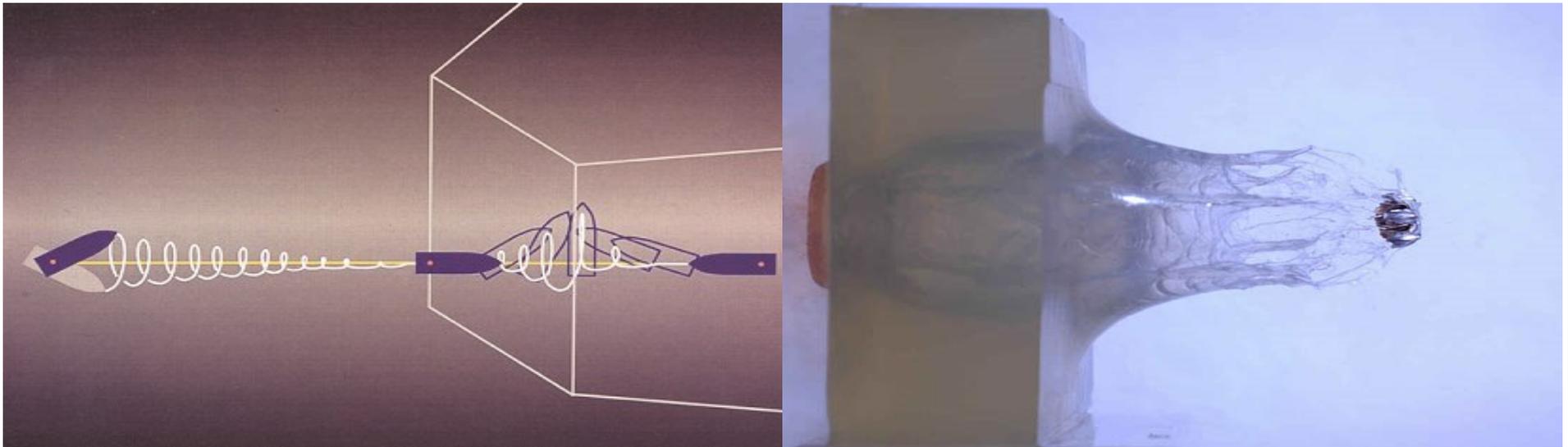


**La forme**

**L'énergie dissipée à l'impact :  $E = \frac{1}{2} mv^2$**

**La structure**

**Les balles :**      ***Des effets vulnérants dépendant de l'interaction avec la cible***



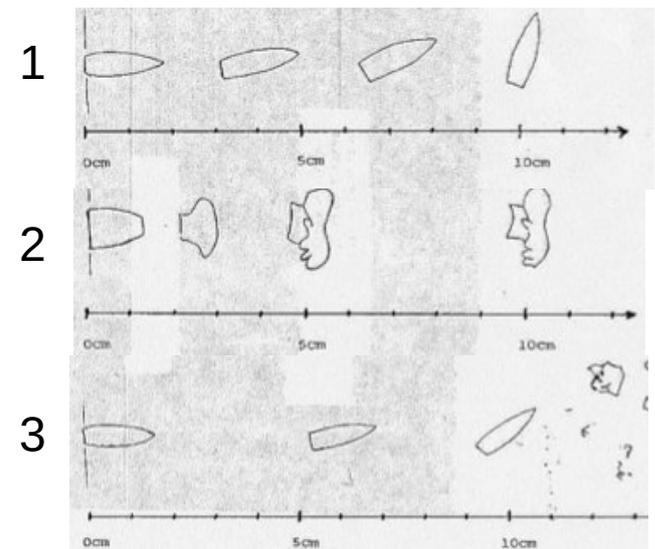
**Ce qui est constant :**

**Les effets sur la paroi :** *Souvent orifice d'entrée*

**Les effets internes :** *Une cavité temporaire puis définitive*

- 1 Par bascule ou retournement
- 2 Par expansion ou champignonnage
- 3 Par fragmentation

**Un orifice de sortie :** *Pas toujours présent*



**Les balles :** *Des effets vulnérants dépendant de l'interaction avec la cible*

**Ce qui est constant :** *Les orifices d'entrée*

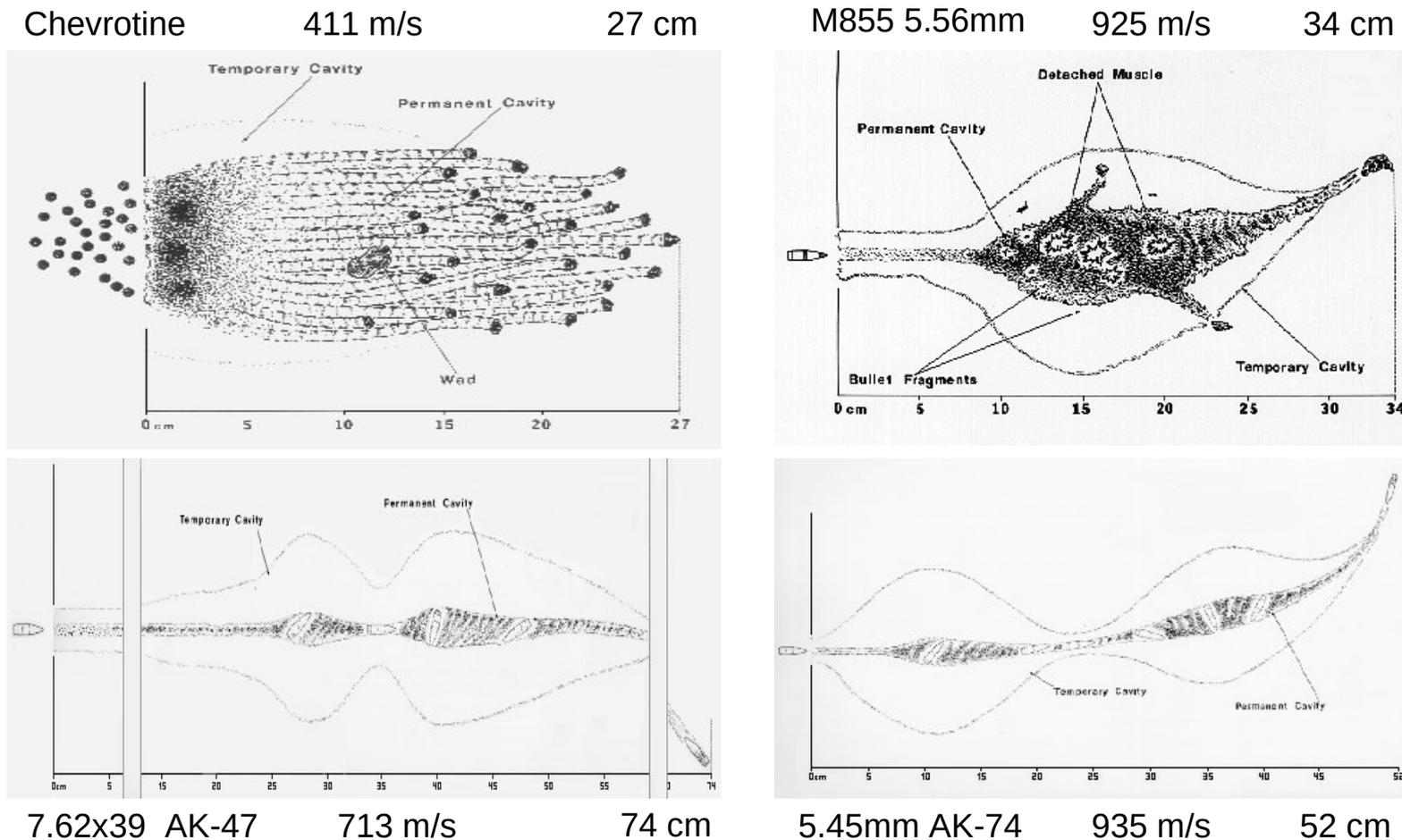


L'analyse de l'orifice est un élément de diagnostic en criminalistique

***L'orifice, la collerette érosive, l'ecchymose, le tatouage***

**Les balles :** Des effets vulnérants dépendant de l'interaction avec la cible

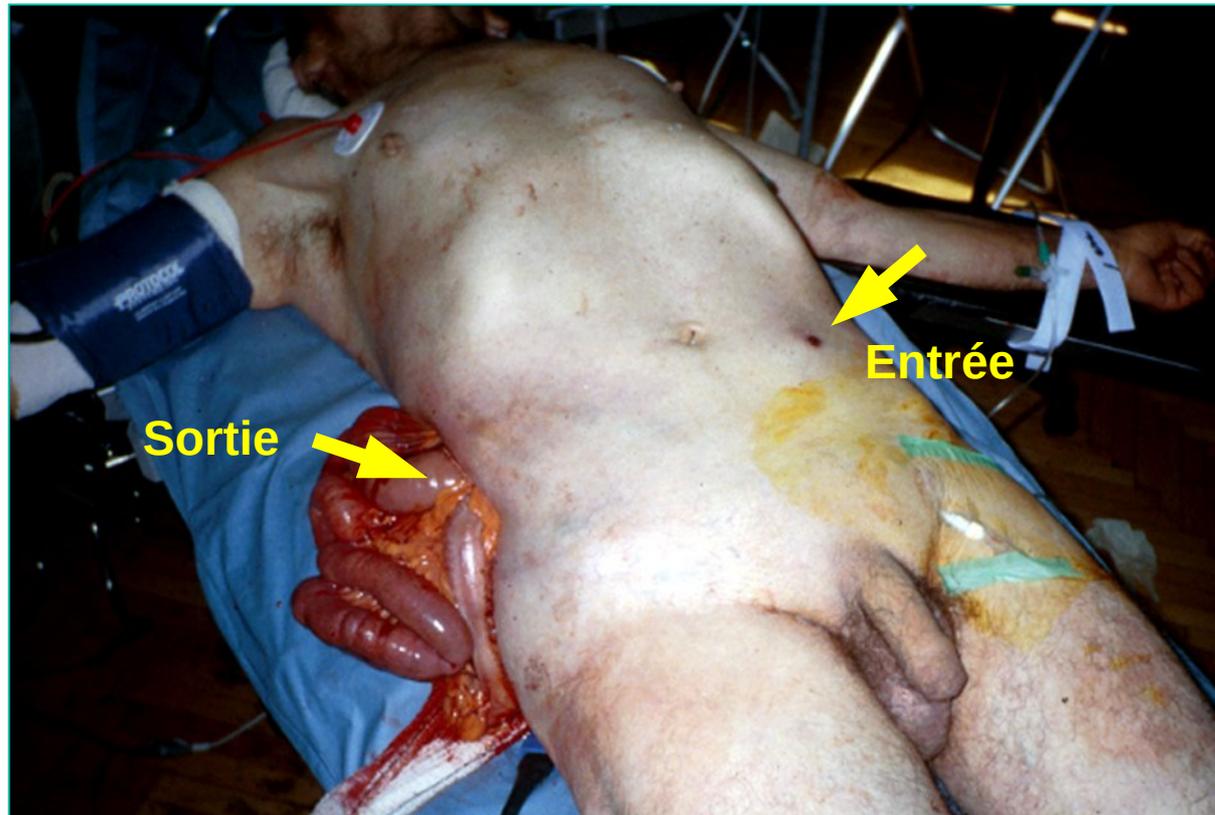
**Ce qui est constant :** Les cavités lésionnelles ou « neck »



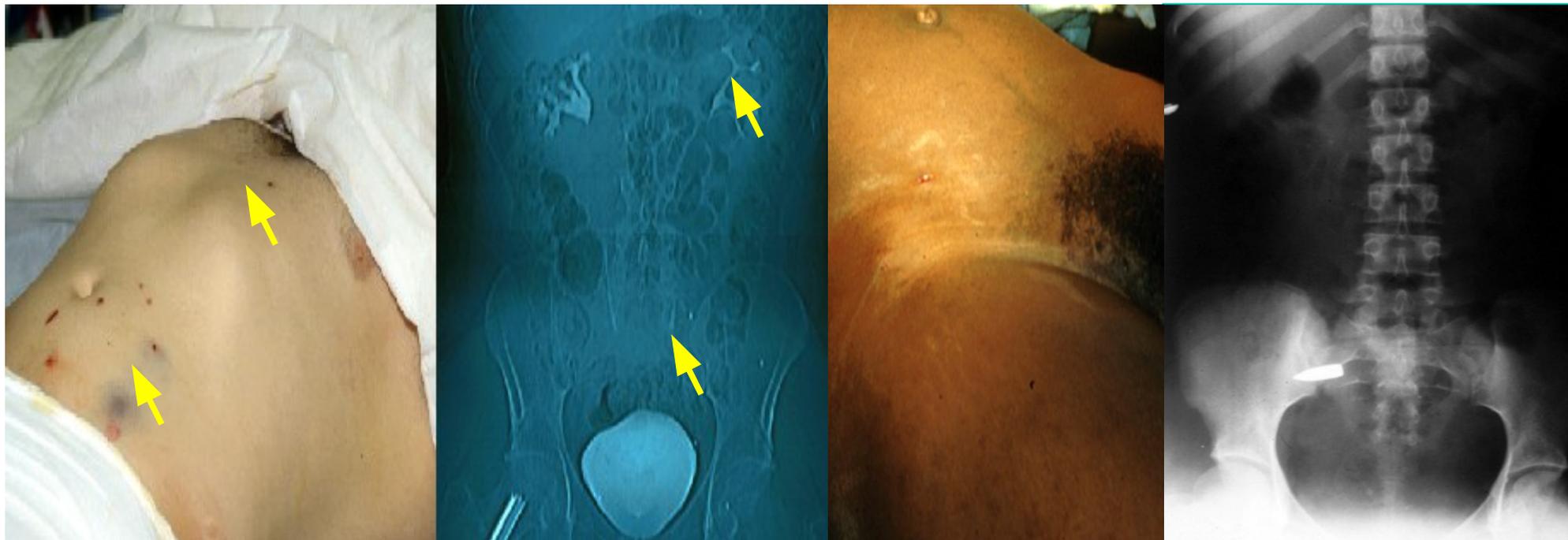
**A prendre en compte: la fragmentation et la cavitation**

**Les balles :**      ***Des effets vulnérants dépendant de l'interaction avec la cible***

**Ce qui est inconstant :** ***Les orifices de sortie***



**Les balles :**      *Des lésions anatomiques difficiles à prévoir*



*Le traumatisme est-il vraiment pénétrant ? Quelles sont les lésions sous-jacentes ?*

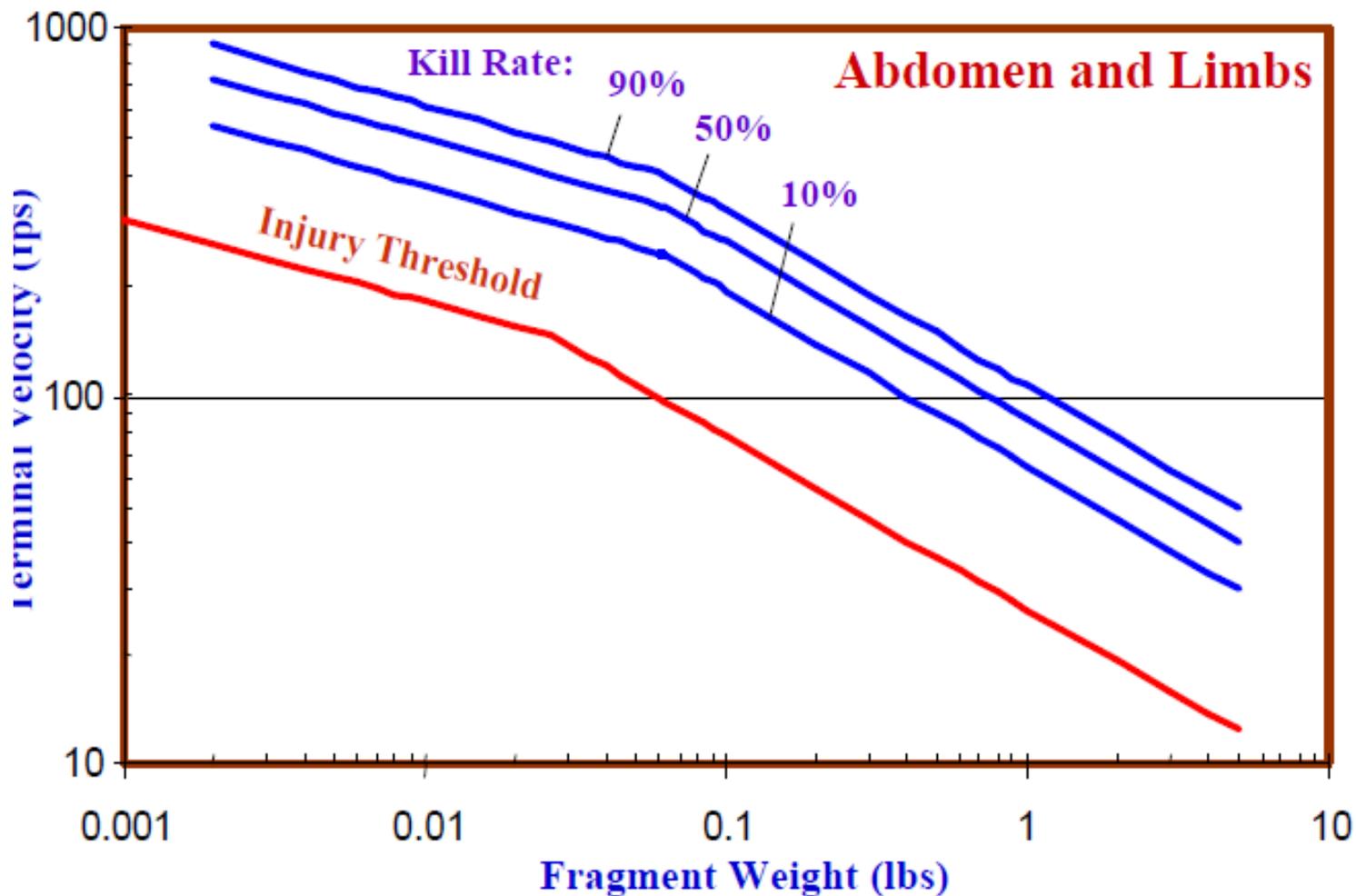
**Des questions qui se poseront à l'hôpital !**

***Pour vous : Y-a-t-il une cause de décès évitable ?***

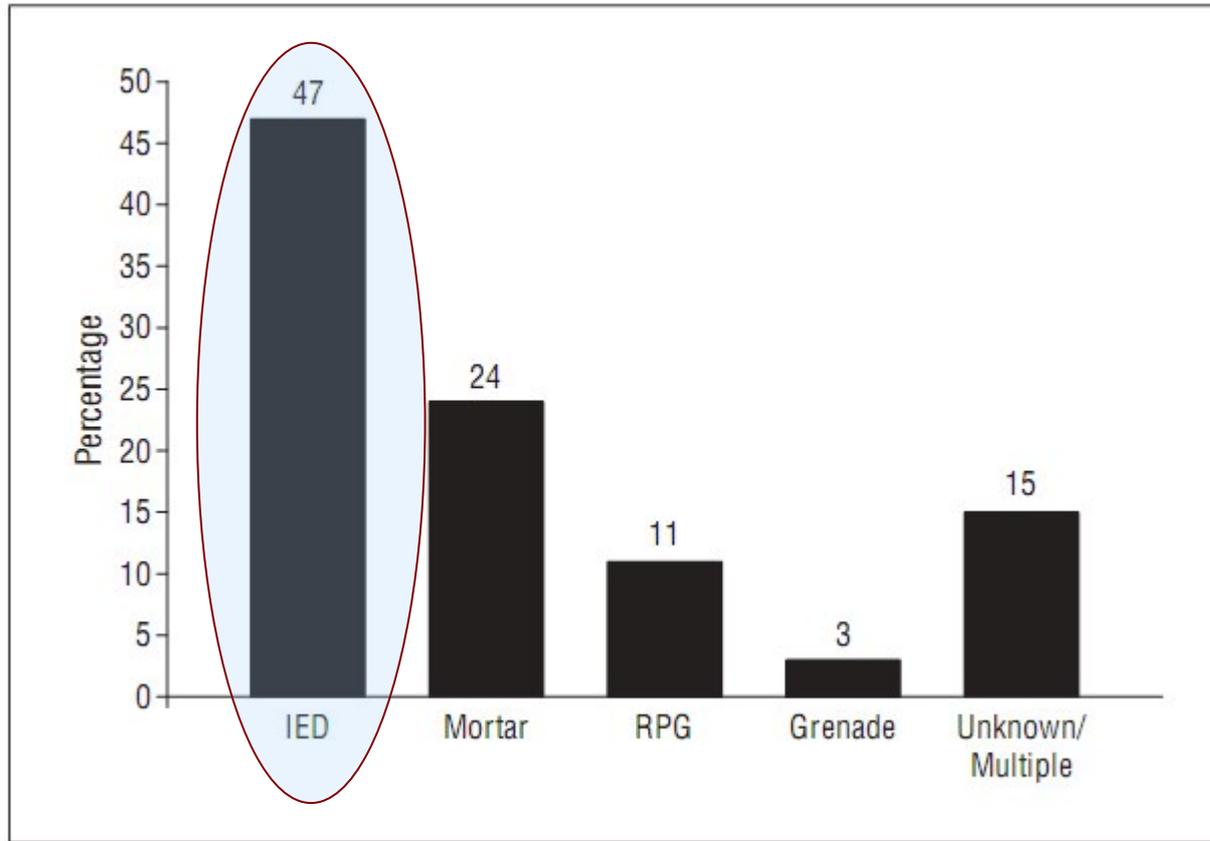
## Les éclats



Les Éclats : *Comme pour les balles, tout est histoire d'énergie cinétique*



## Les éclats : Surtout les IED



***Attention :***      ***Action de contre-terrorisme et FS ≠***

**Les Éclats : *Une situation complexe***



***Comme pour les balles, tout est histoire d'énergie cinétique***

**Avec quelques particularités : Embols de projectiles, intoxication aux métaux constitutifs des projectiles**

Les Éclats : *De diverses origines*

**Table 1** Mechanism of Injury of All Wounded and Killed Combatants

Mechanism of Injury	Killed	Wounded	Percent
GSW	3	19	22
Explosion	18	60	78
IED	12	41	53
Mortar	1	17	18
RPG	0	2	2
Missile	5	0	5
Total	21	79	100

*Les projectiles primaires*

**Les Éclats :**     ***Les projectiles primaires***



**Mines à fragmentation**



**Artillerie**

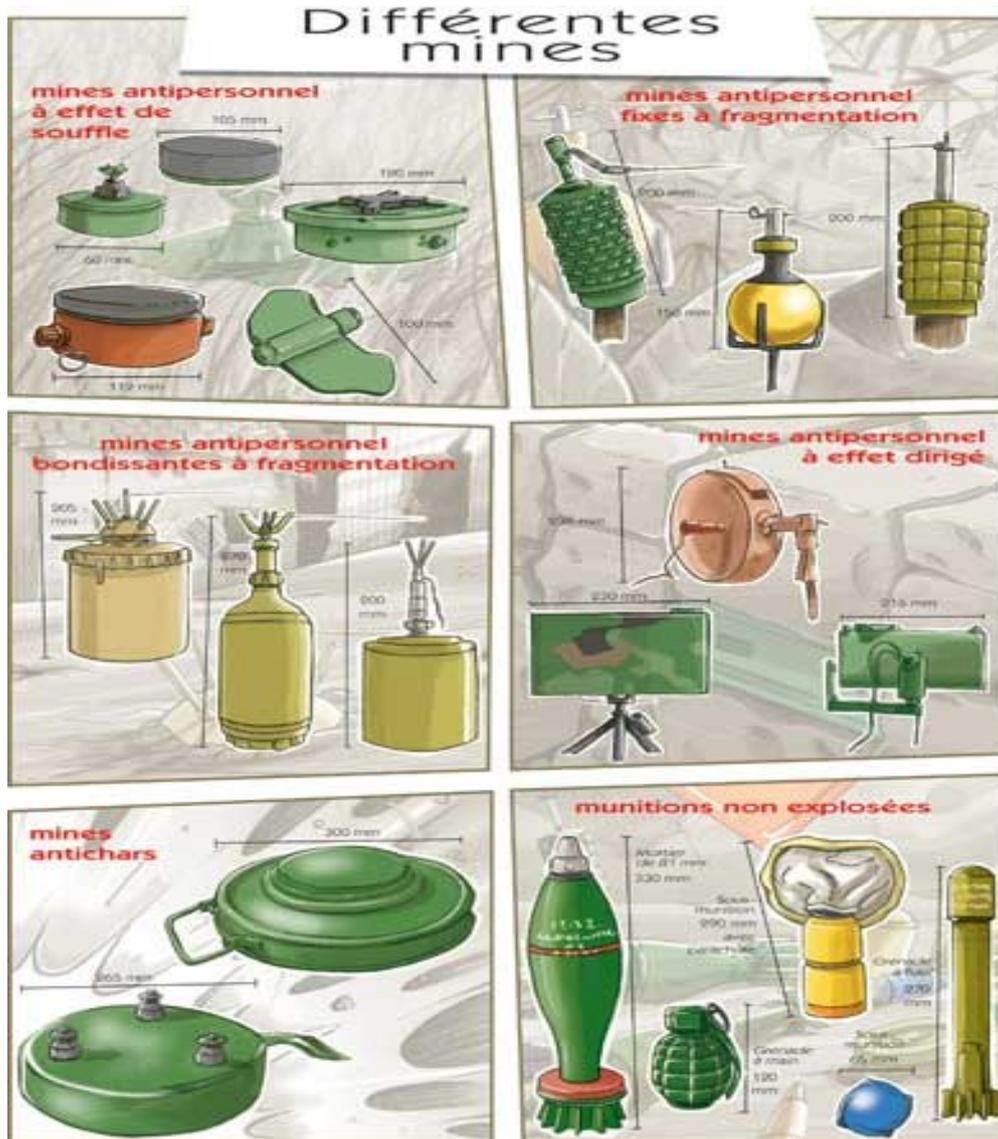


**RPG 7**



**Munitions non explosées**

## Les Éclats : Les projectiles primaires



POM 3 russe tirée par LRM

POM 2 russe

MON 50 russe

PNM-4 russe



## Le blast



Bataille de Crécy - 26 Août 1346



Beyrouth - 4 Août 2020

**« Si grand bruit et tremblement qu'il semblait que Dieu tonnât avec grand massacre de gens et renversement de chevaux ... »**

**« On a vu une petite quantité de poudre causer une grande tempête, trembler toute la ville (...) tomba par terre toutes les maisons, rejeta quelques hommes semi- morts, aux uns ôta la vue, aux autres l'ouïe, en laissa d'autres non moins déchirés que si quatre chevaux les eussent écartelés et ce par la seule agitation de l'air en la substance duquel la poudre était convertie »**

A. Paré - 1575

## Le blast

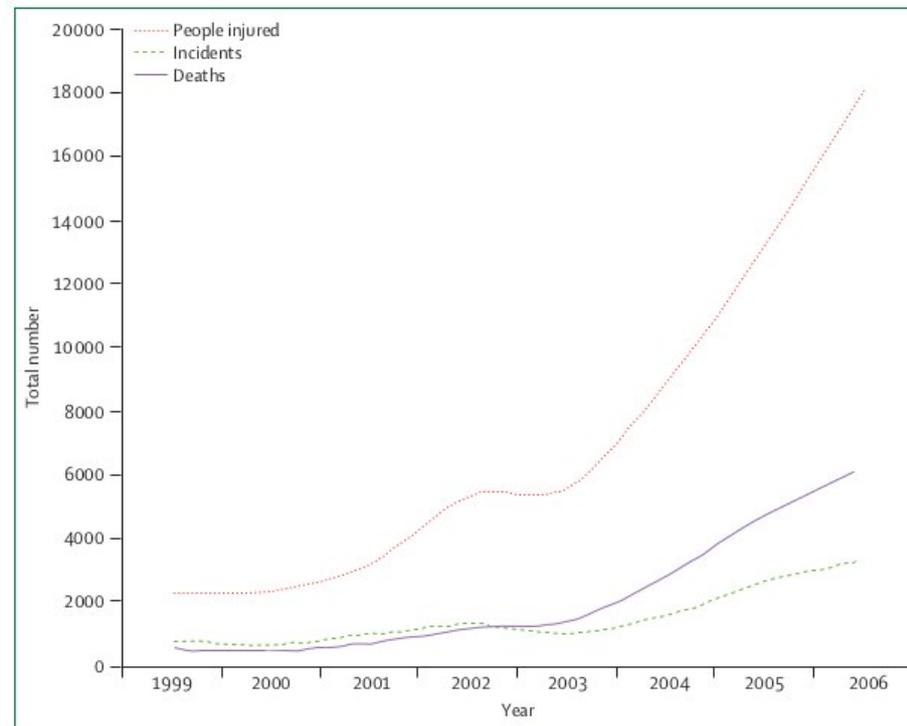
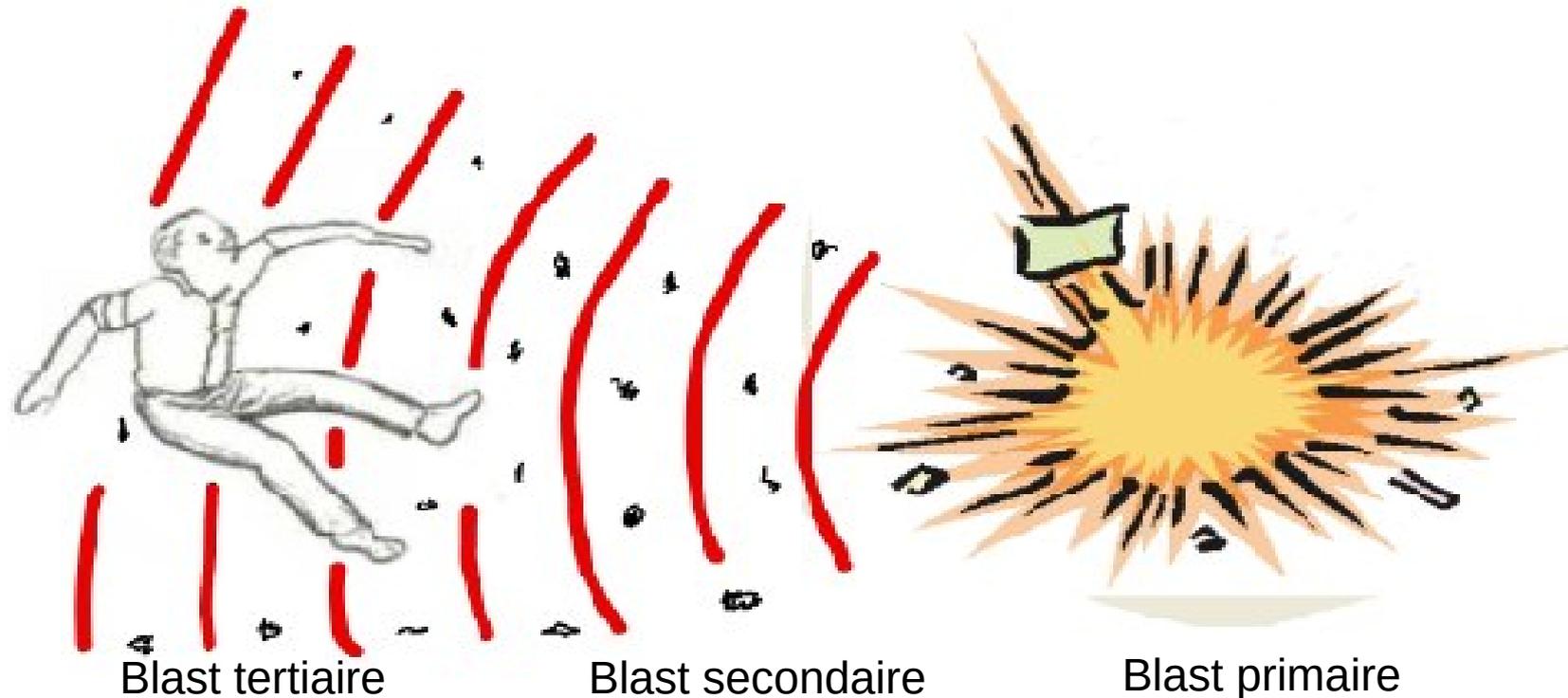


Figure 1: Worldwide trends in terrorist explosive events from 1999 to 2006

Data obtained from RAND®-MIPT Terrorism Incident Database.<sup>1</sup>

Un sujet de + en + d'actualité

***Une augmentation brutale et rapide de la pression du milieu***

*« On a vu une petite quantité de poudre causer une grande tempête trembler toute la ville, tomba par terre toutes les maisons, rejeta quelques hommes semi-morts, aux uns ôta la vue, aux autres l'ouïe en laissa d'autres non moins déchirés que si quatre chevaux les eussent écartelés...et ce par la seule agitation de l'air en la substance duquel la poudre était convertie.. » Ambroise Paré 1575*

**Seul est spécifique le blast primaire**

**Le blast : *Une augmentation brutale et rapide de la pression du milieu***

***Une explosion qui libère***

**Energie**

**Gaz**

**Chaleur**

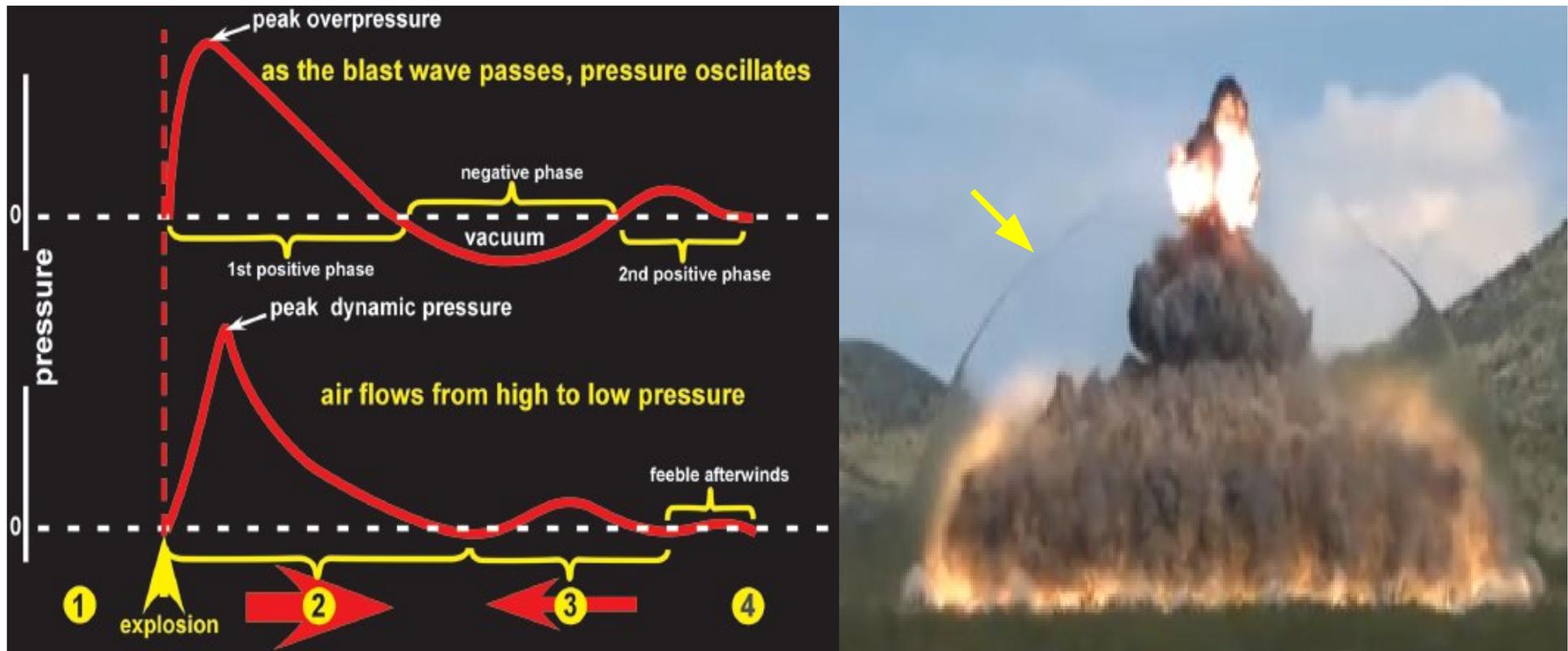
**Pression**



*Explosion Port de Beyrouth, 4 Août 2020*



***Une augmentation brutale et rapide de la pression du milieu***



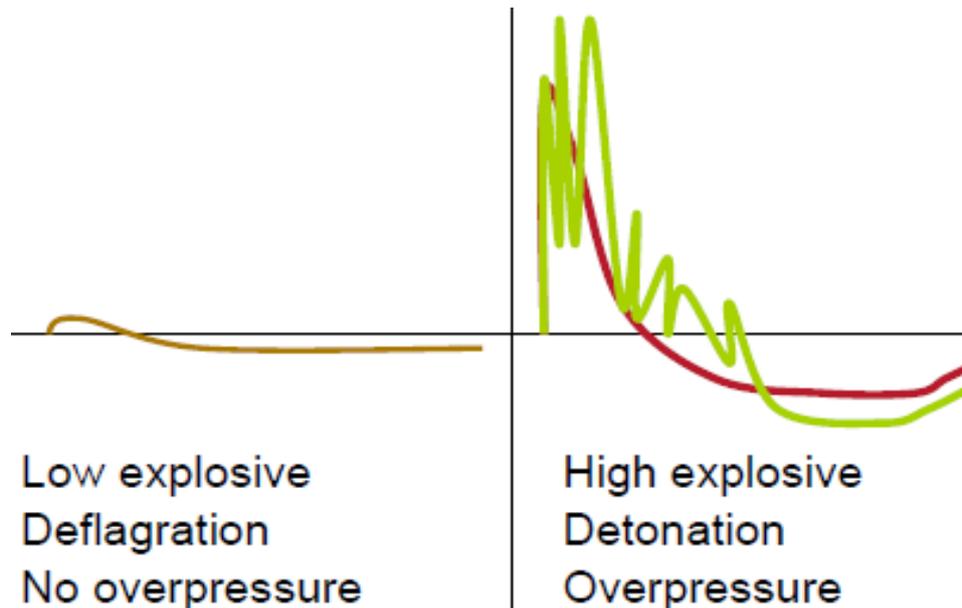
**Une onde de surpression va se propager selon le milieu à une vitesse supersonique**

Milieu aérien : 340 m/s

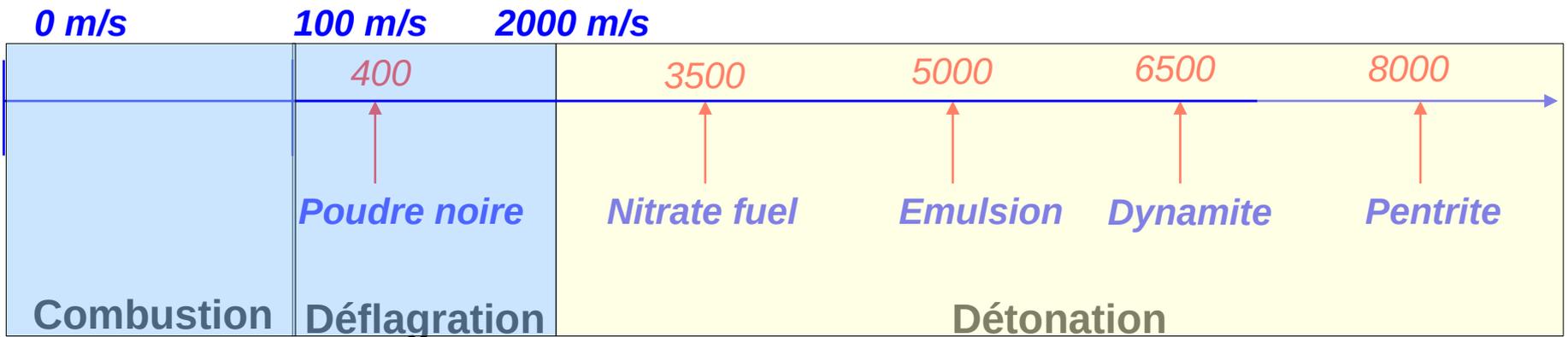
Milieu liquidien : 1500m/s

Milieu solide : 5000m/s

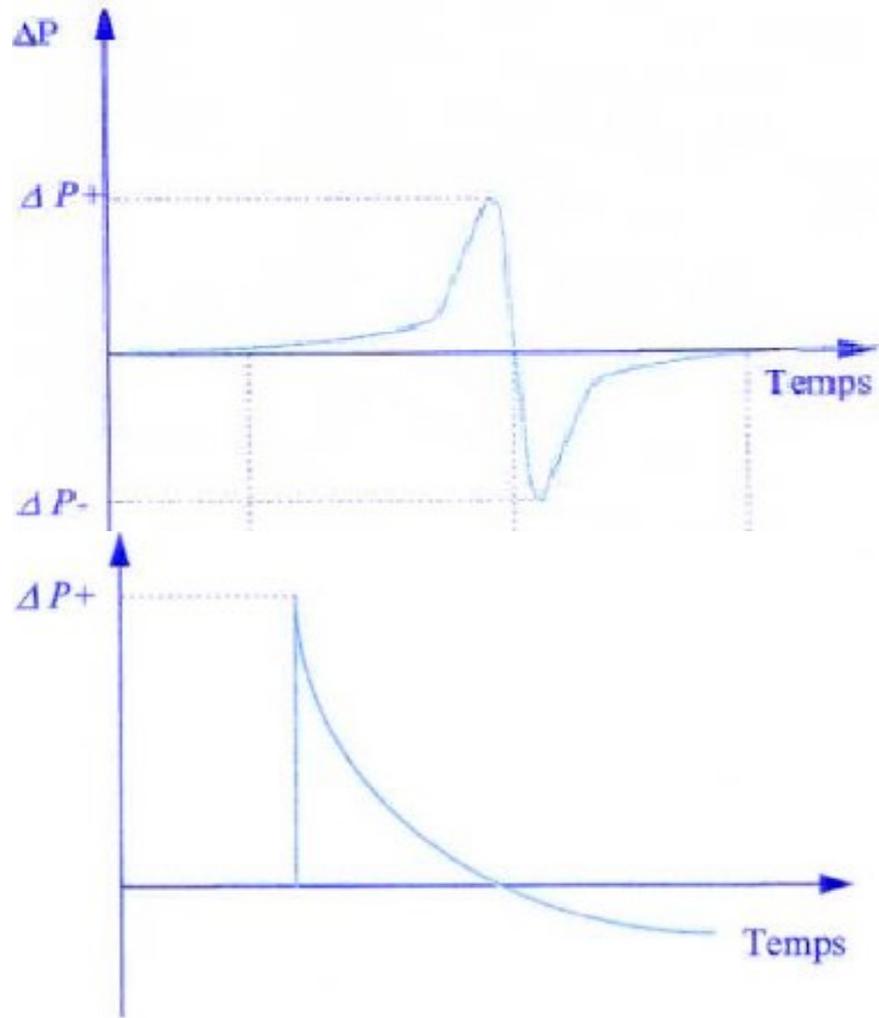
***Une augmentation brutale et rapide de la pression du milieu***



*Qui résulte de la vitesse de réaction chimique au sein de l'explosif*



***Une augmentation brutale et rapide de la pression du milieu***



**Déflagration**



**Détonation**

***Pour qu'il y ait blast, il faut une détonation***

***Une augmentation brutale et rapide de la pression du milieu***

**Qui dépend de nombreux facteurs**

*La nature et la quantité d'explosifs utilisés*

Threat Description	Explosives Capacity <sup>1</sup> (TNT Equivalent)	Building Evacuation Distance <sup>2</sup>	Outdoor Evacuation Distance <sup>3</sup>
 Pipe Bomb	5 LBS/ 2.3 KG	70 FT/ 21 M	850 FT/ 259 M
 Briefcase/ Suitcase Bomb	50 LBS/ 23 KG	150 FT/ 46 M	1,850 FT/ 564 M
 Compact Sedan	500 LBS/ 227 KG	320 FT/ 98 M	1,500 FT/ 457 M
 Sedan	1,000 LBS/ 454 KG	400 FT/ 122 M	1,750 FT/ 533 M
 Passenger/ Cargo Van	4,000 LBS/ 1,814 KG	600 FT/ 183 M	2,750 FT/ 838 M
 Small Moving Van/ Delivery Truck	10,000 LBS/ 4,536 KG	860 FT/ 262 M	3,750 FT/ 1,143 M
 Moving Van/ Water Truck	30,000 LBS/ 13,608 KG	1,240 FT/ 378 M	6,500 FT/ 1,981 M
 Semi-Trailer	60,000 LBS/ 27,216 KG	1,500 FT/ 457 M	7,000 FT/ 2,134 M

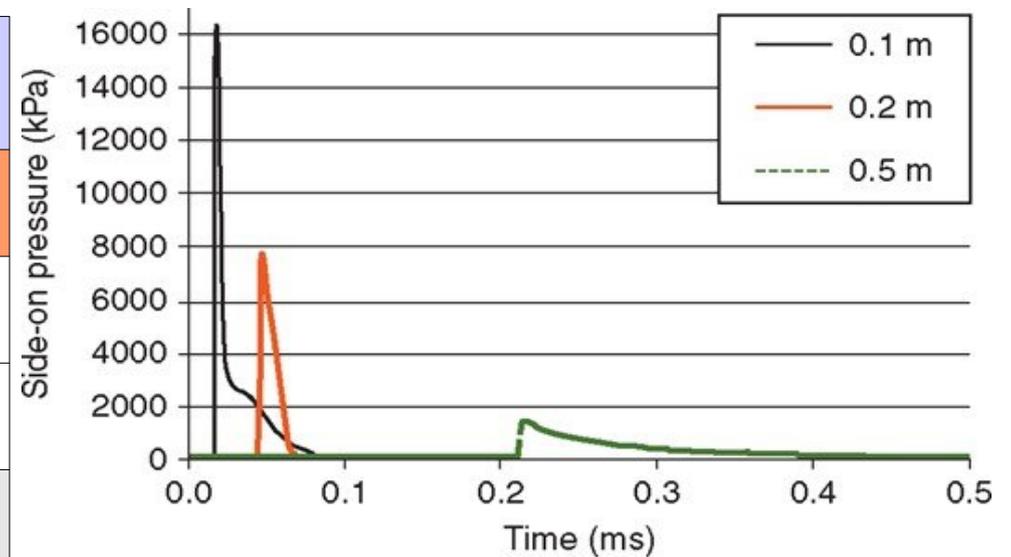
Explosif	Puissance	Détonation
TNT	1	5,1-6,9
Dynamite	0,9	4-6
C4	1,4	6,8-8
Amonium/FO	0,8	NA
PETN	1,3	7,9
Tétryl	1,2	7

***Une augmentation brutale et rapide de la pression du milieu***

**Qui dépend de nombreux facteurs**

*L'onde de pression s'atténue plus ou moins en fonction du milieu*

Air	Distance	Eau
0 kPa	3000 m	52 kPa
52 kPa	15 m	11 730 kPa
1380 kPa	5 m	34 500 kPa
<b>50 kg TNT = 172 500 kPa</b>		



<https://academic.oup.com/bja/article/118/3/311/2999622>

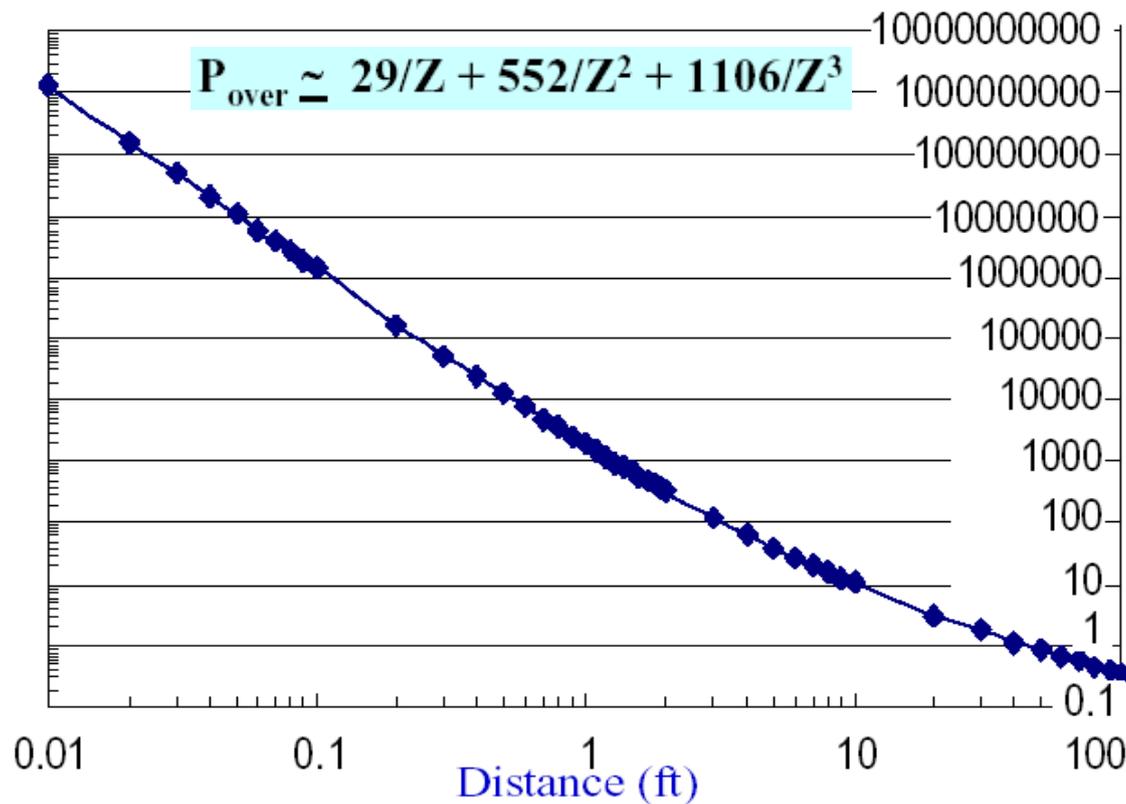
***Plus on est loin, et moins on est soumis aux effets :***

***Surtout dans l'air***

***Une augmentation brutale et rapide de la pression du milieu***

**Qui dépend de nombreux facteurs**

*La distance de l'explosion*



**1/X<sup>3</sup>**



**1/X<sup>2</sup>**



**1/X**



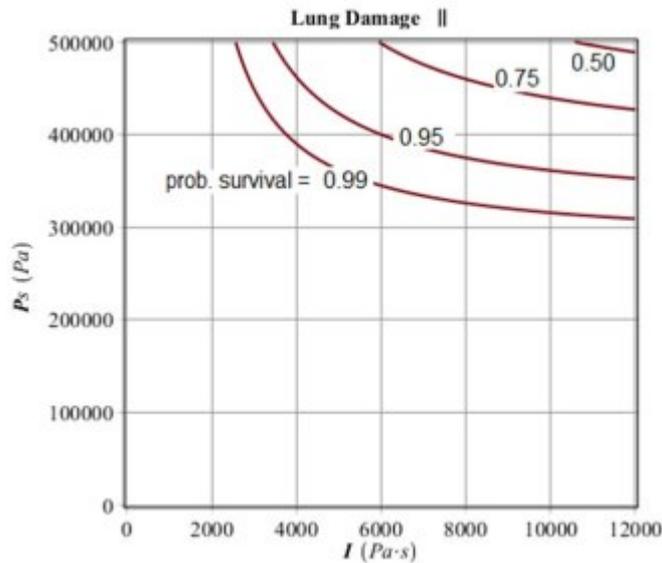
***La présence de parois de réflexion renforce les effets de la surpression***

***Une augmentation brutale et rapide de la pression du milieu***

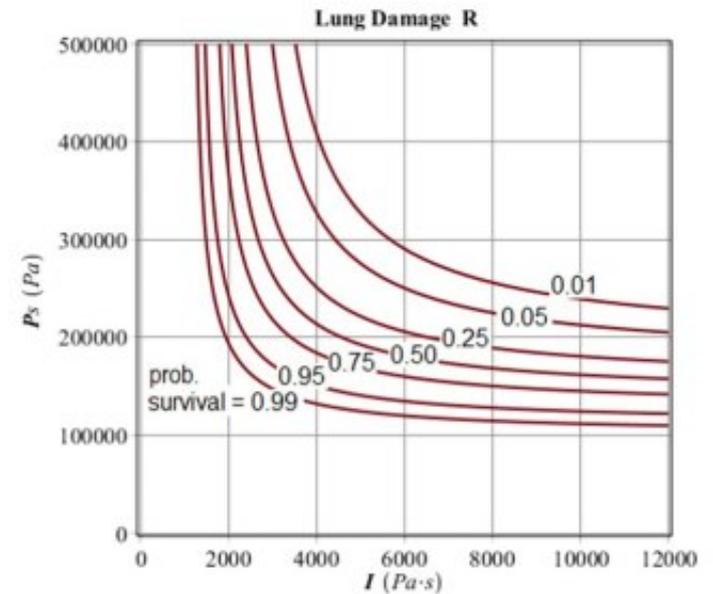
**Qui dépend de nombreux facteurs**

*La position de l'organisme par rapport au front de l'onde de pression*

**Courbes de survie**



Perpendiculaire à l'onde

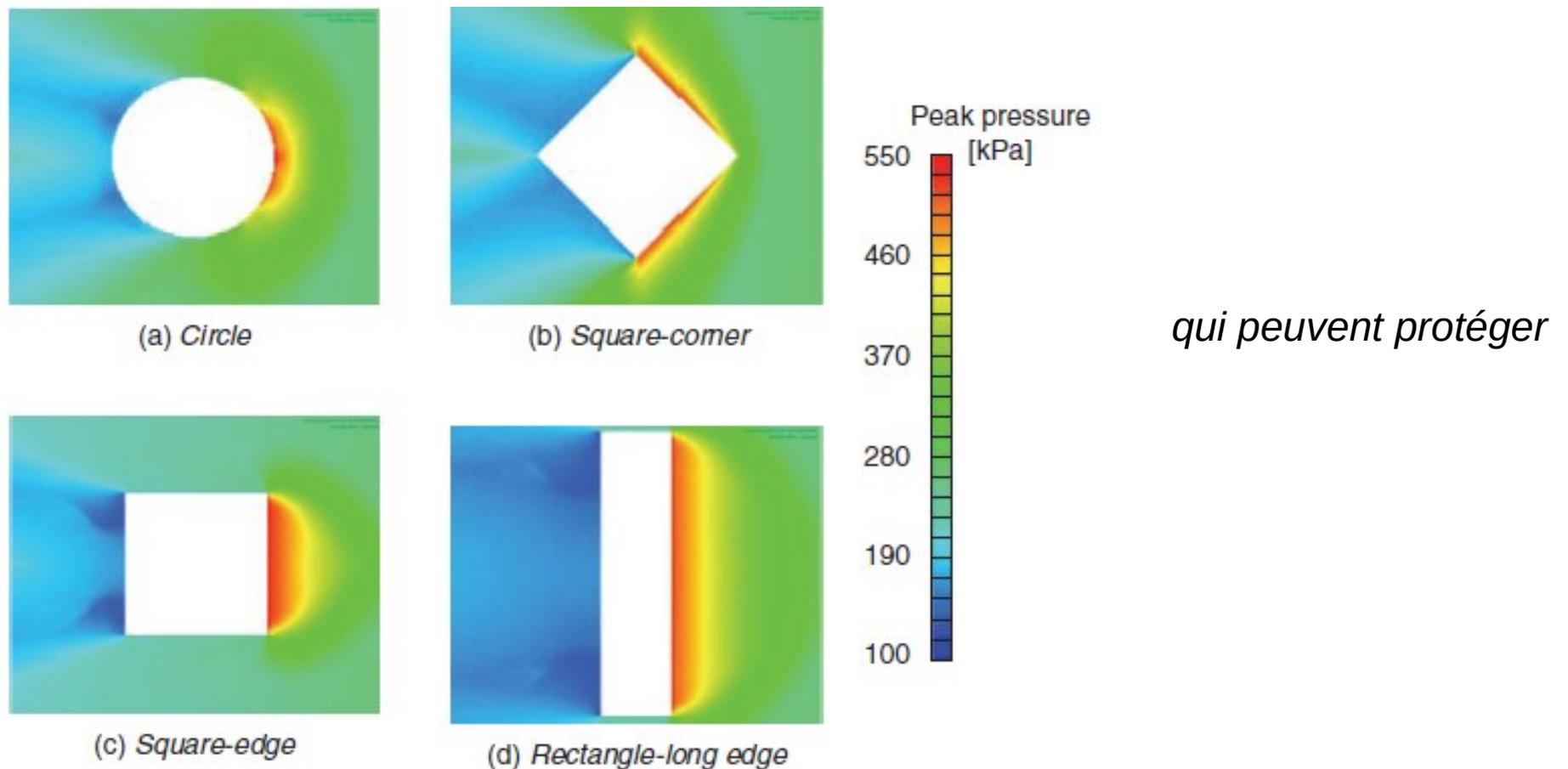


Face à l'onde

***Une augmentation brutale et rapide de la pression du milieu***

**Qui dépend de nombreux facteurs**

*L'existence parois de réflexion de l'onde de pression*

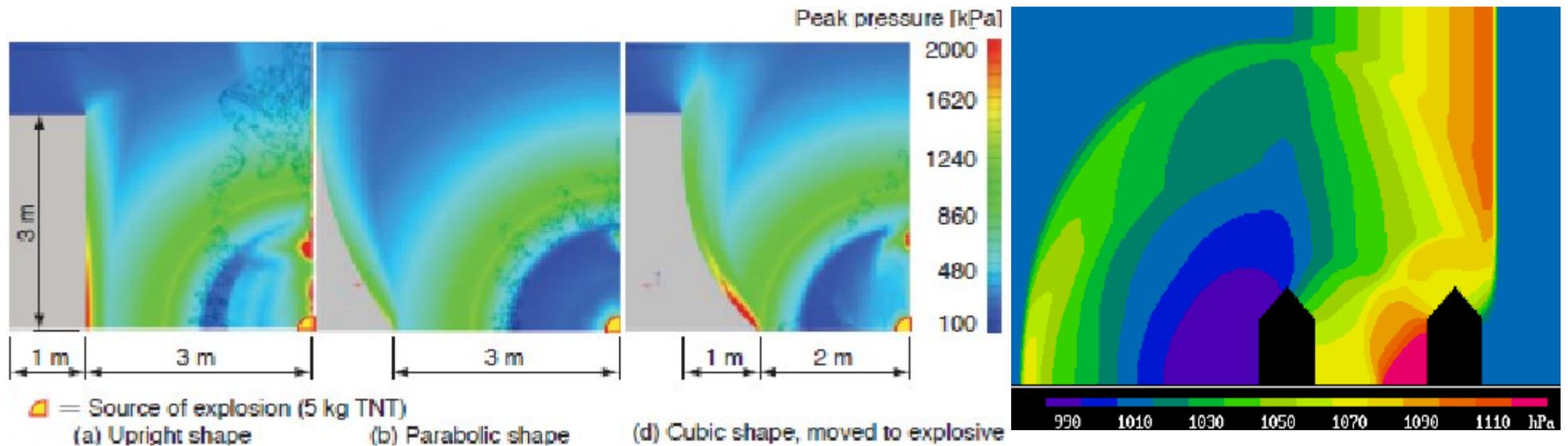


***Une augmentation brutale et rapide de la pression du milieu***

**Qui dépend de nombreux facteurs**

*L'existence parois de réflexion de l'onde de pression*

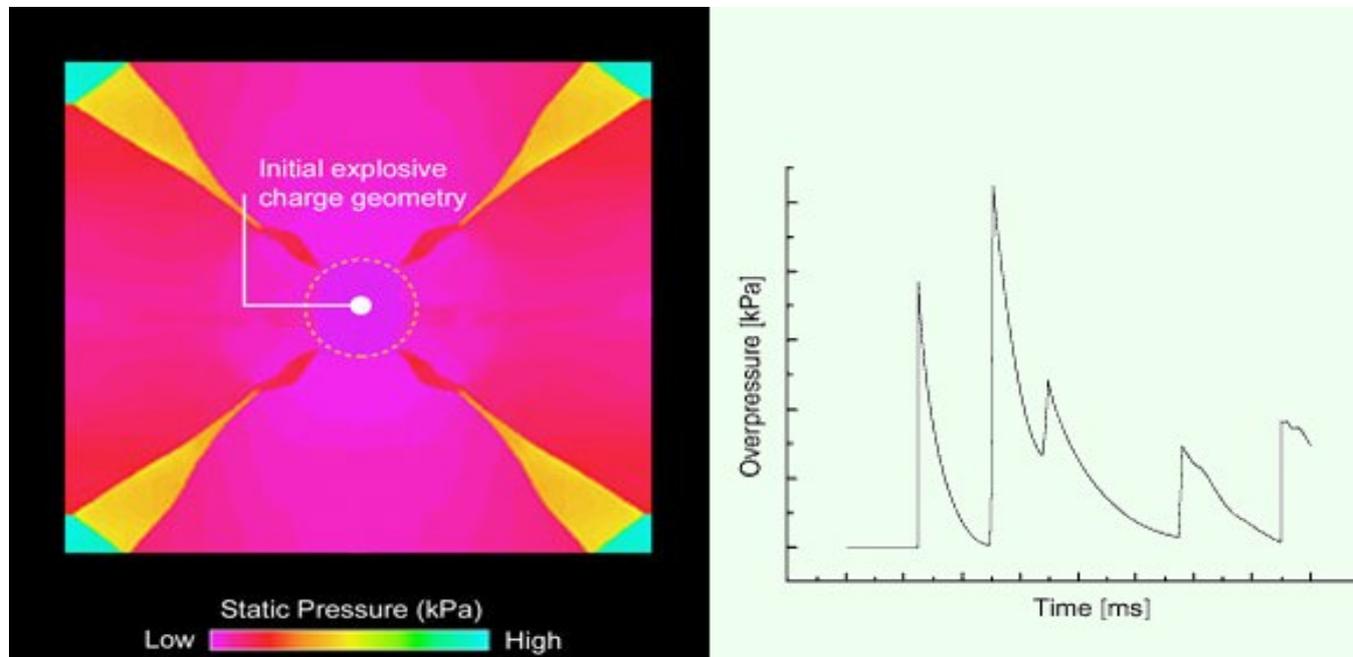
*Mais aussi aggraver*



## ***Une augmentation brutale et rapide de la pression du milieu***

**Qui dépend de nombreux facteurs**

*L'existence parois de réflexion de l'onde de pression*



***Les pics de pression sont beaucoup plus élevés en cas de milieu clos***

**1 mort pour 25 victimes à l'air libre, 1 pour 12 en espace clos et 1 pour 4 en cas de dégâts structureaux importants**

Arnold JL et Al. Mass casualty terrorist bombings: A comparison of outcomes by bombing type. *Ann Emerg Med.* 2004;43(2):263–73.

***Une augmentation brutale et rapide de la pression du milieu***

Qui dépend de nombreux facteurs

**Table 2.** Place of explosion and mortality and injury severity (%)

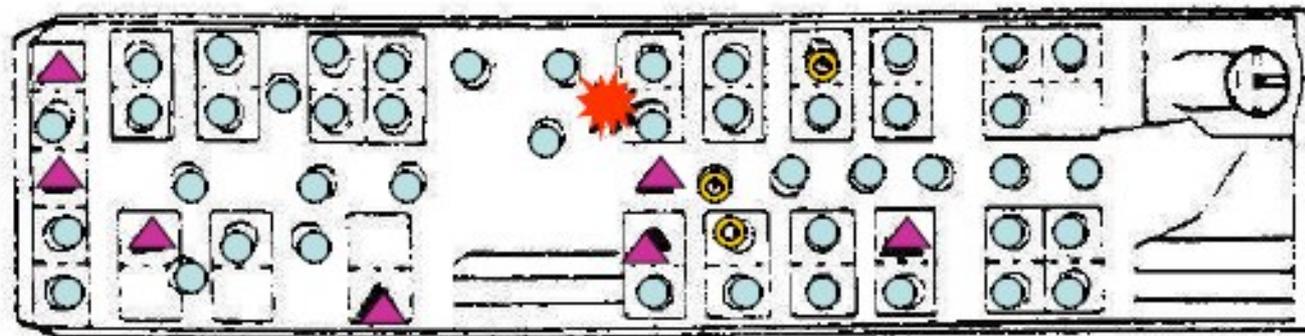
	<b>Open space</b>	<b>Enclosed space</b>	<b>Bus</b>
Mortality	2.8	15.8	20.8
ISS > 15	6.8	11.0	11.0
Multiple injury	4.7	11.1	7.8
Surgery required	13.5	17.6	14.9
ICU required	5.3	13.0	11.3

*En milieu clos, des pics de pression **ET** une mortalité plus élevés*

***Une augmentation brutale et rapide de la pression du milieu***

**Qui dépend de nombreux facteurs**

*L'existence de parois de réflexion de l'onde de pression*



-  EXPLOSIVE CHARGE
-  SEVERELY INJURED
-  SLIGHTLY INJURED
-  PASSENGER

**6 kg de TNT 5 ATA pdt 2-3 ms**

**6 DC, 55 survivants,**

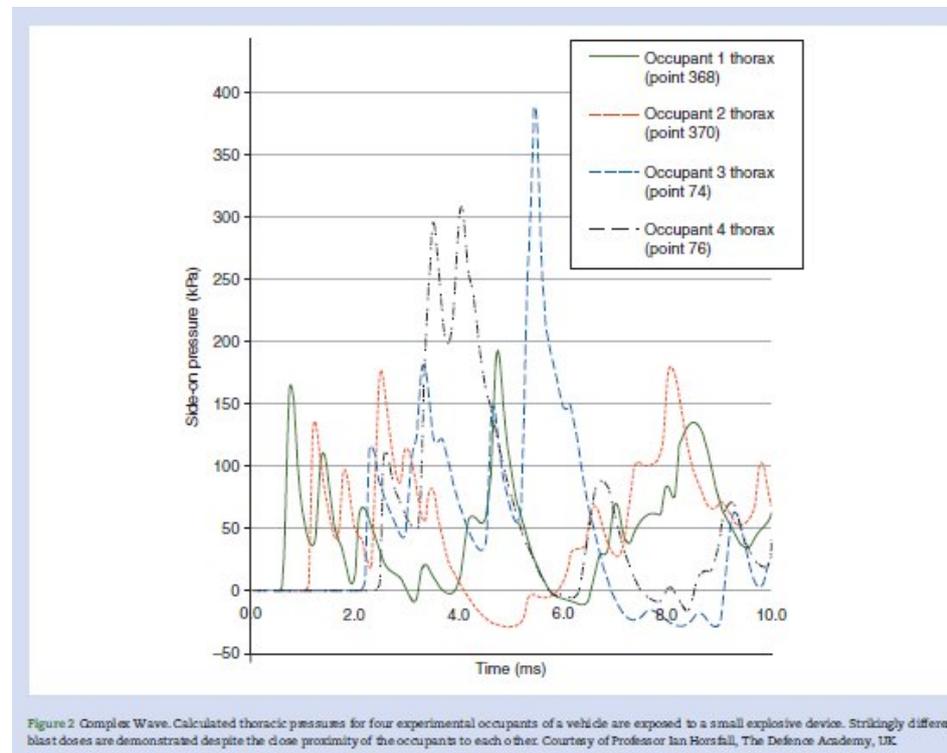
**29 hospitalisés**

***En milieu clos, ceux qui meurent ne sont pas toujours les + proches de l'explosif***

## ***Une augmentation brutale et rapide de la pression du milieu***

### **Qui dépend de nombreux facteurs**

*L'existence de parois de réflexion de l'onde de pression*

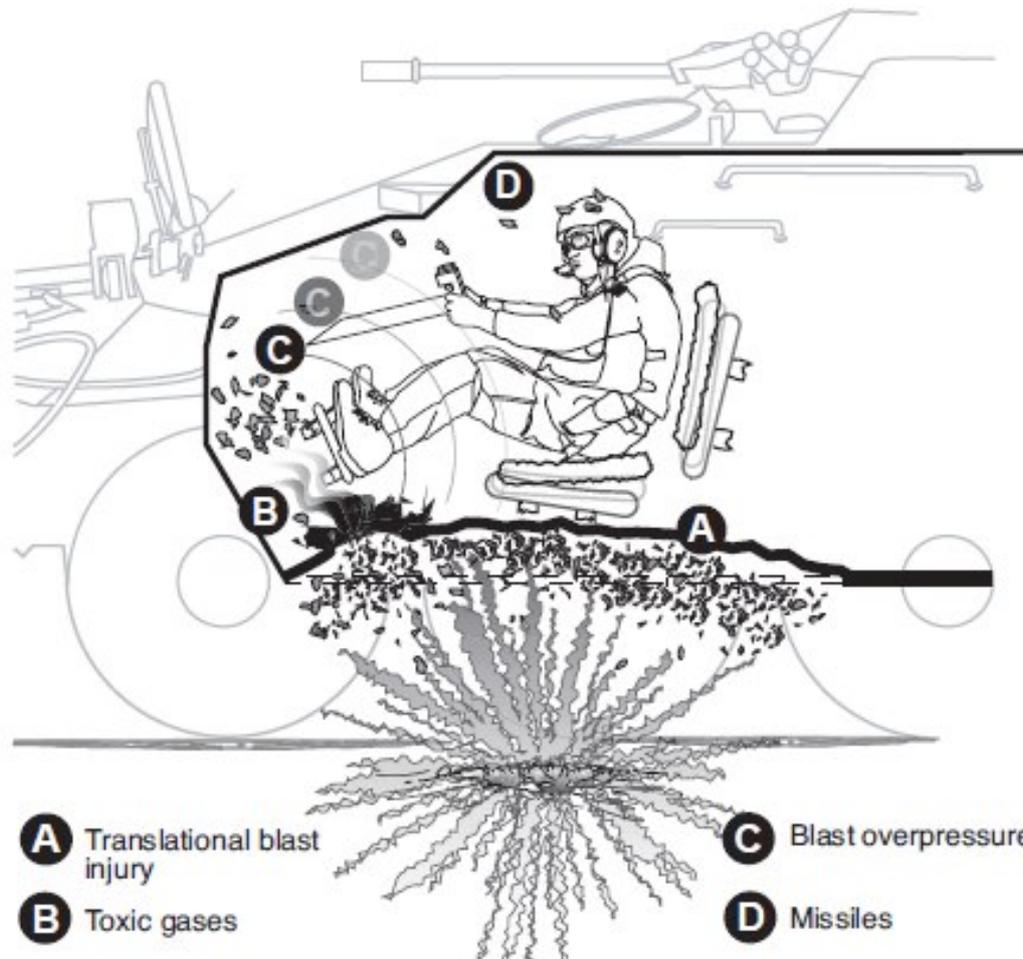


***En milieu clos, ceux qui meurent ne sont pas toujours les + proches de l'explosion***

## ***Une augmentation brutale et rapide de la pression du milieu***

**Qui dépend de nombreux facteurs**

*L'existence de parois de réflexion de l'onde de pression*



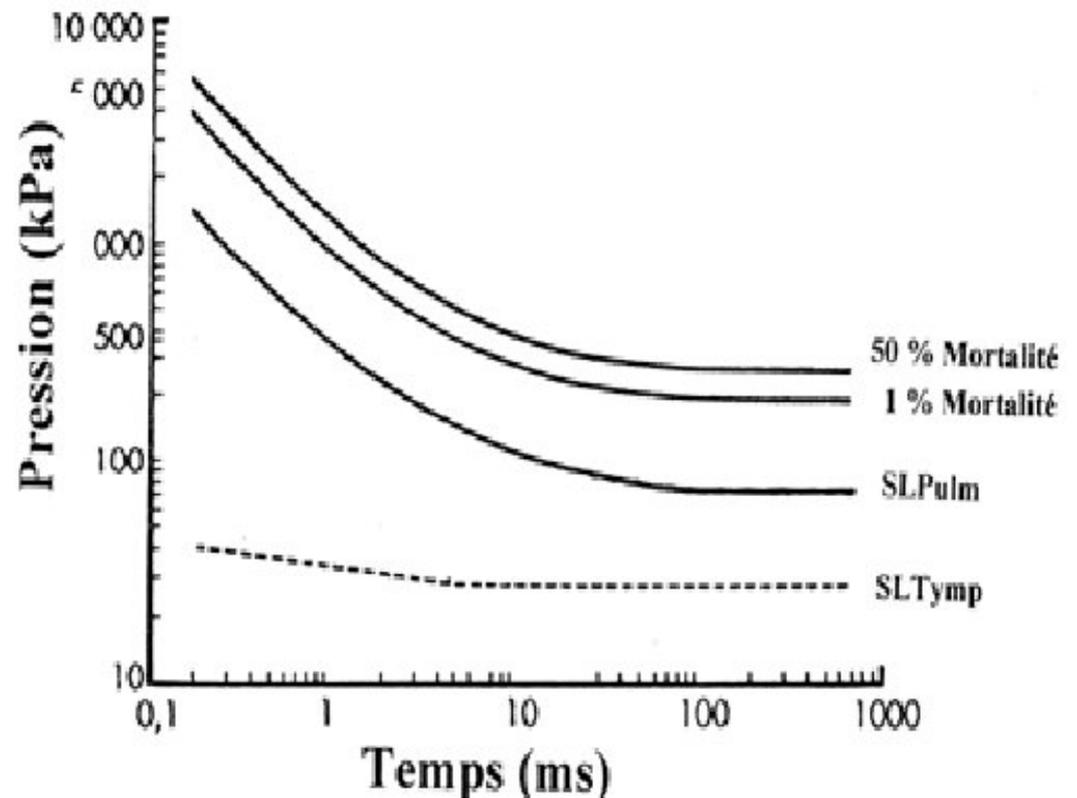
***Cela est aussi le cas à l'intérieur des véhicules blindés***

***Seules les lésions de blast primaire sont spécifiques***

**Cette onde de pression entraîne des dégâts**

*Sur l'environnement et l'homme*

kPa	Effets
7	Bris de vitres
15	Fissuration de plâtre
35	Bris de murs de brique
35	Seuil tympanique
100	50% Perforation tympan
175	Seuil pulmonaire
300	Destruction murs en béton
500	<b>50% lésions pulmonaires</b>
800	Seuil de mortalité

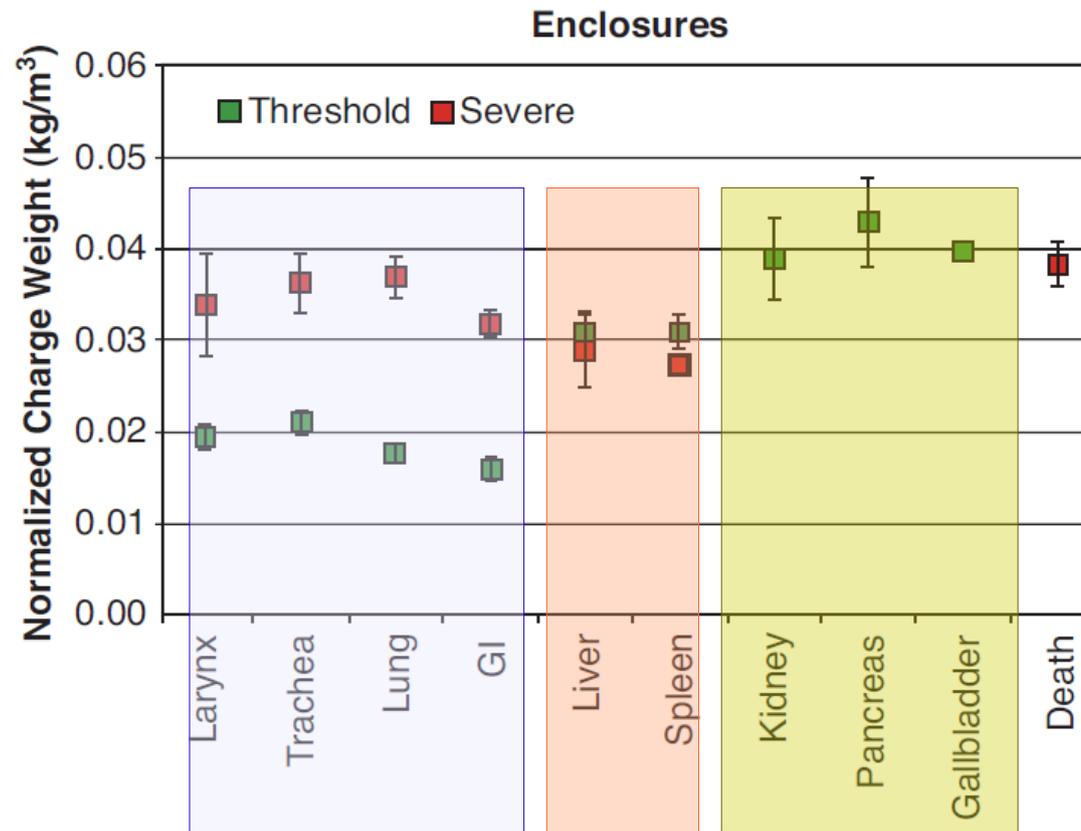


**Le corps humain se défend assez bien contre les effets de la pression**

***Seules les lésions de blast primaire sont spécifiques***

**Cette onde de pression entraîne des dégâts**

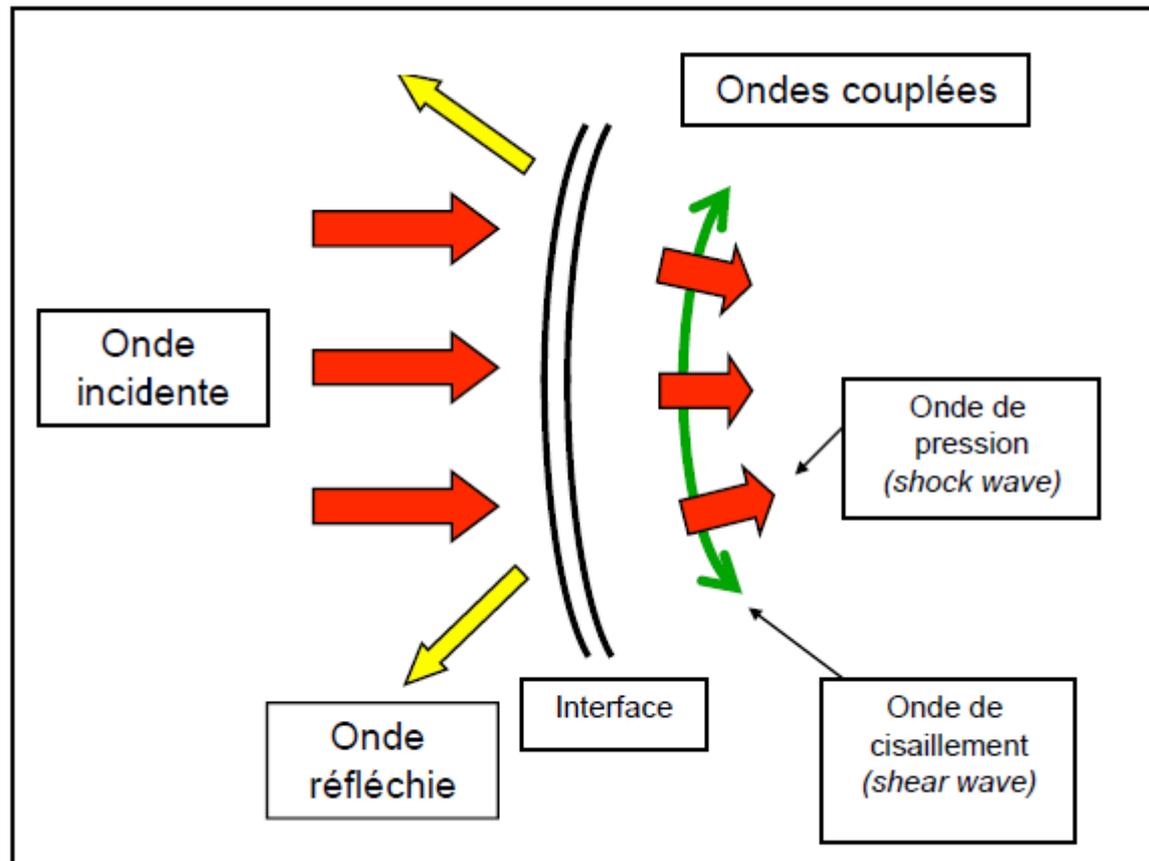
*3 groupes d'organes*



**Le corps humain se défend assez bien contre les effets de la pression**

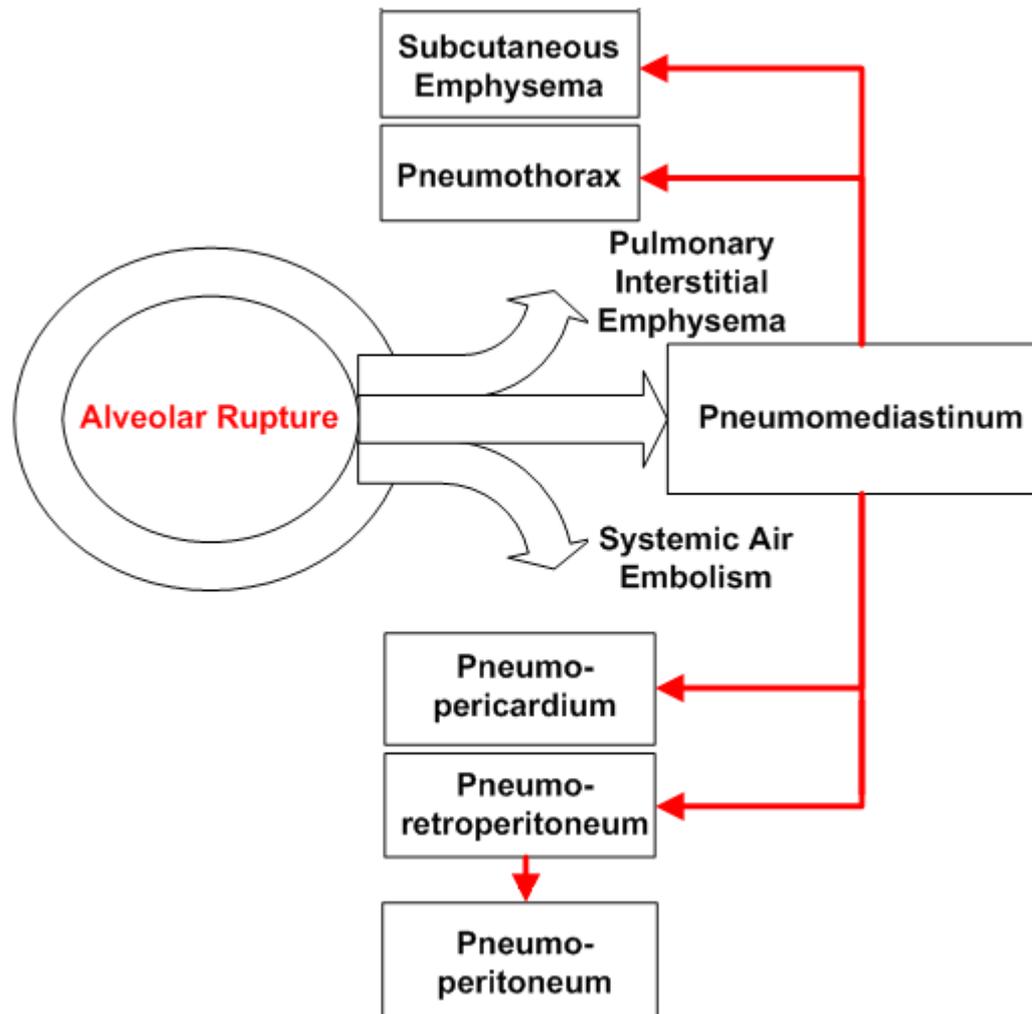
## *Seules les lésions de blast primaire sont spécifiques*

Les lésions concernent surtout des organes contenant de l'air



***Seules les lésions de blast primaire sont spécifiques***

**Les lésions concernent surtout des organes contenant de l'air**



***Seules les lésions de blast primaire sont spécifiques***

**Les lésions concernent surtout des organes contenant de l'air**



Le tympan

16% des blessés blastés

J Trauma. 2008;64:S174 -S178.

Le poumon

Le tube digestif

Rare en milieu aérien

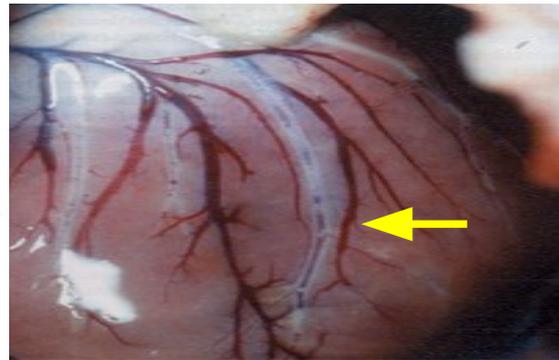
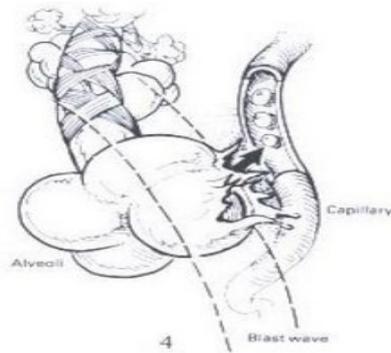
Surtout colique

***Mais pas uniquement***

***Seules les lésions de blast primaire sont spécifiques***

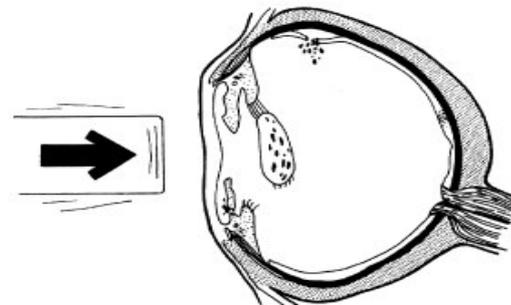
**D'autres organes qu'aériens sont concernés**

**Le coeur par dysautonomie et possibles embols coronaires**



Blast Injuries: Biophysics, Pathophysiology and Management Principles - Horrock CL

**Les yeux**

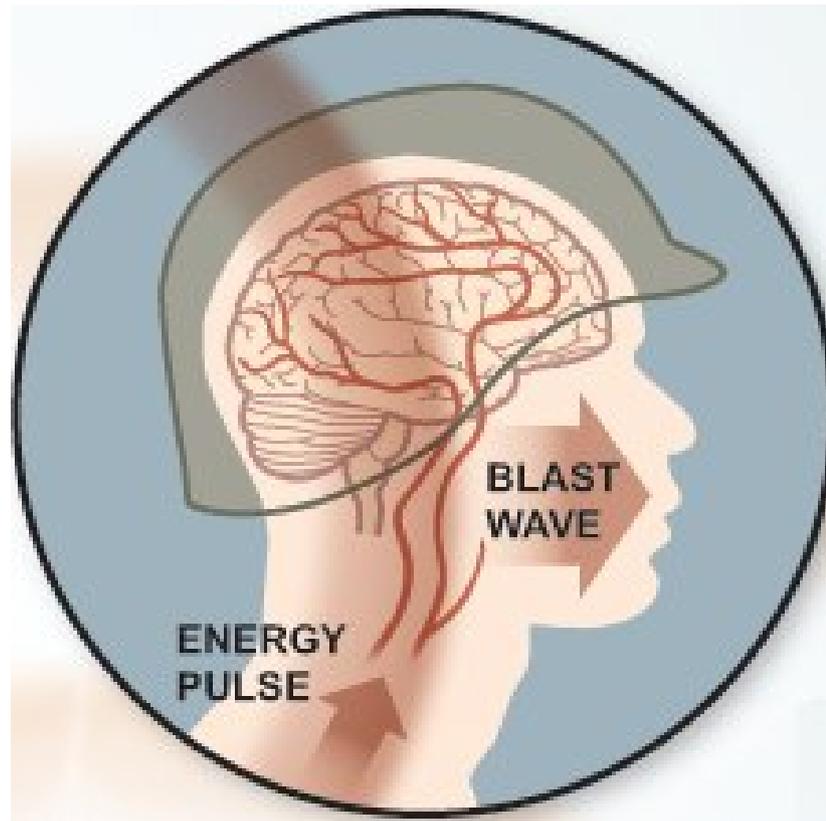


**Syndrome compartimental**

***Seules les lésions de blast primaire sont spécifiques***

D'autres organes qu'aériens sont concernés

Le cerveau



**Syndrome compartimental**

**Blast  
arrive**



**+ 0.23 ms**



**+ 0.38 ms**



**+ 0.55 ms**



**+ 0.65 ms**



## ***Seules les lésions de blast primaire sont spécifiques***

**D'autres organes qu'aériens sont concernés**

### **Le cerveau**



## **Walter Reed OIF/OEF TBI Experience**

Initial 433 patients with TBI seen at WRAMC  
from 1/03 to 4/05

- **68% of injuries were due to explosion/blast**
- **88.5% were closed TBI**
- 95.4% were male, with a modal age of 21 years
- **Post Traumatic Amnesia (PTA)  $\leq$  24 hours: 43%**
- Mortality after reaching Walter Reed was 0.9%

Warden et al., Journal of Neurotrauma 2005; 22:1178

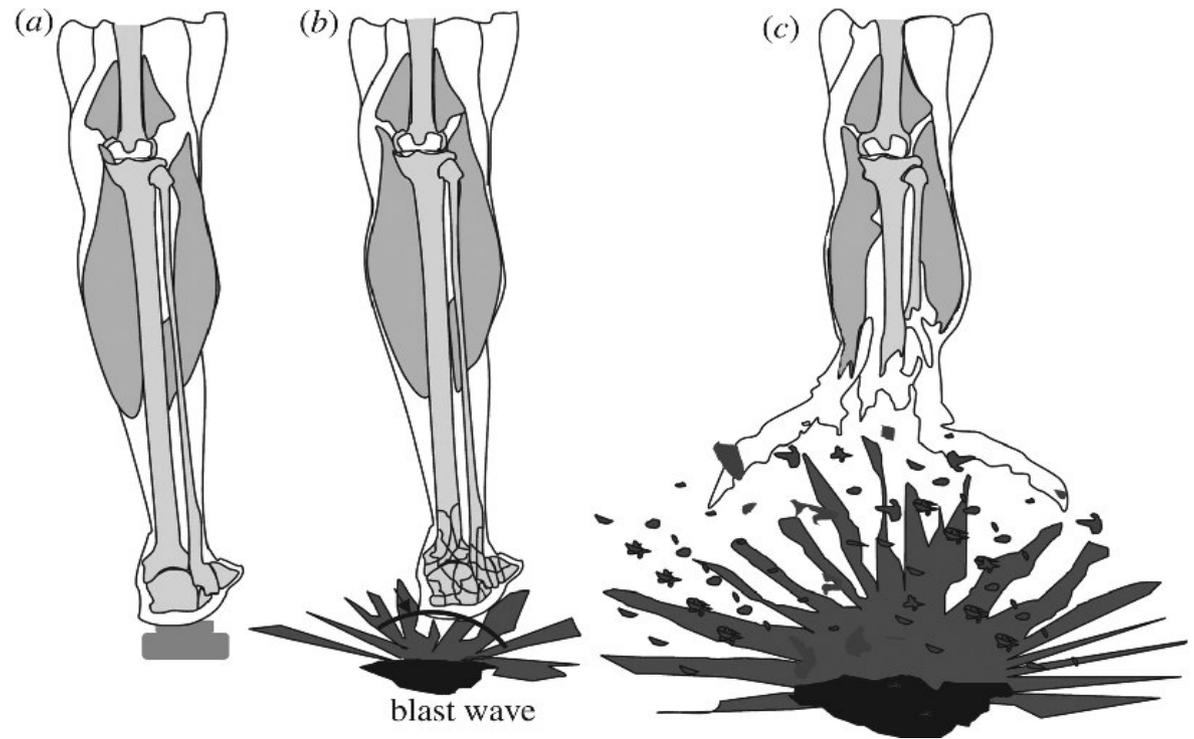
***Seules les lésions de blast primaire sont spécifiques***

**D'autres organes qu'aériens sont concernés**

**Les membres**



*Amputation, par blast aérien*



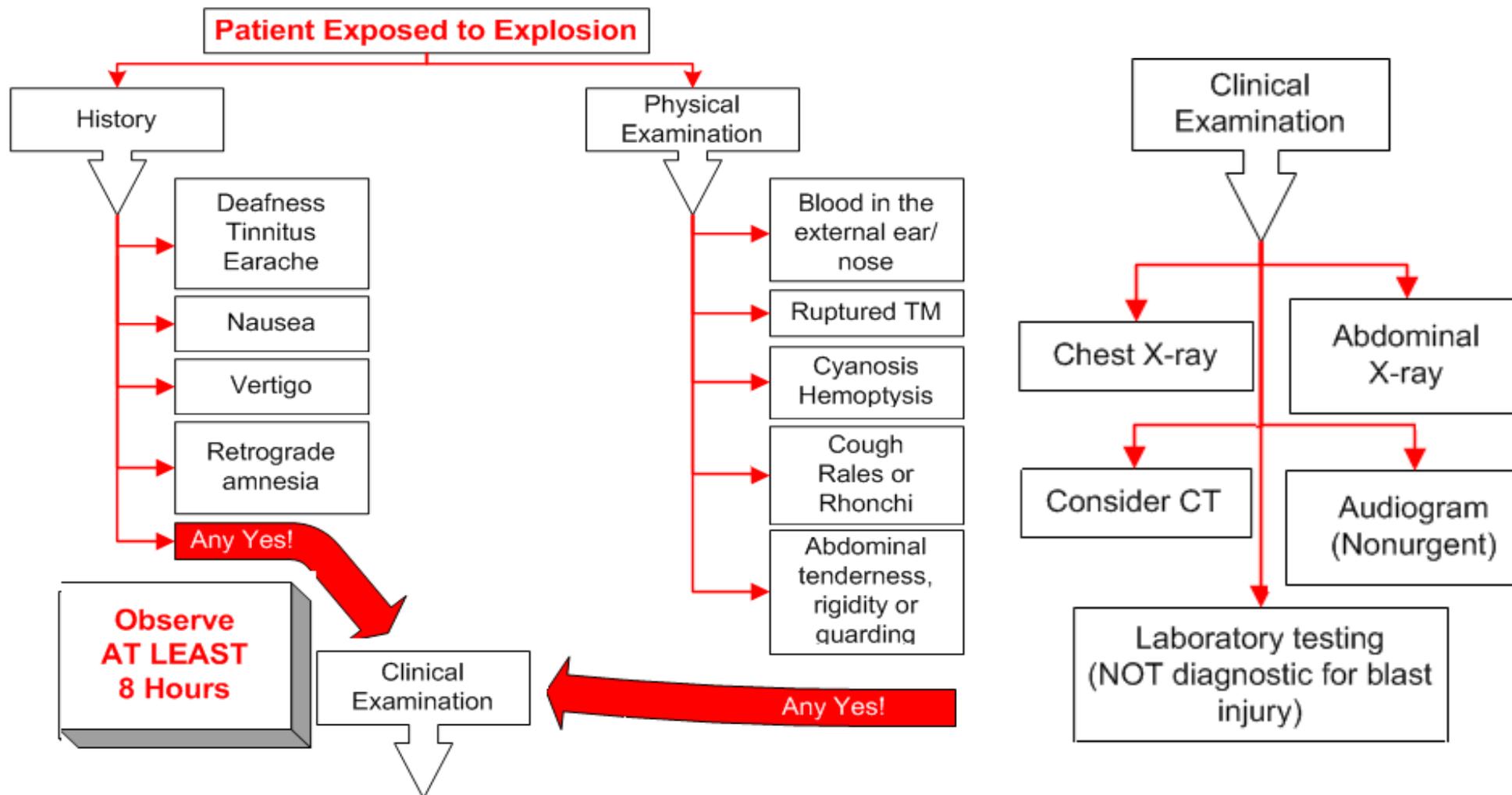
*Le pied de mine, par blast solidien*



**Syndrome compartimental**

**Seules les lésions de blast primaire sont spécifiques**

**Principes de triage**

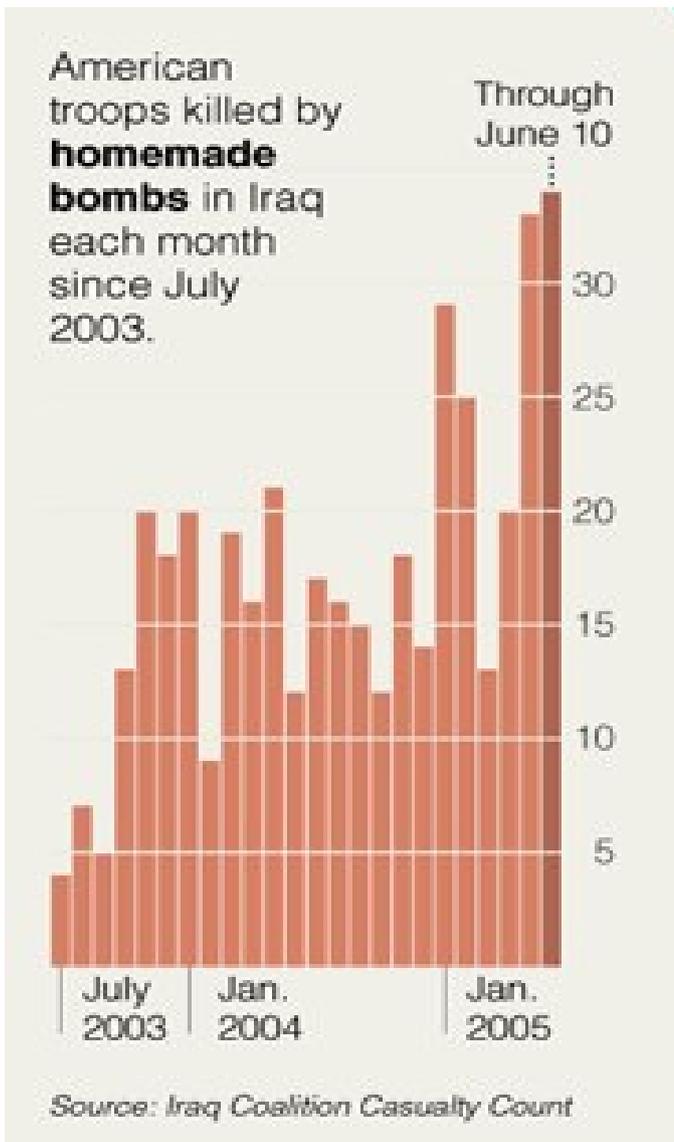


# **IED**

*Improvised explosive device*

*Engins explosifs improvisés*

*Engins explosifs de circonstance*



**Table 1 Mechanism of Injury of All Wounded and Killed Combatants**

Mechanism of Injury	Killed	Wounded	Percent
GSW	3	19	22
Explosion	18	60	78
IED	12	41	53
Mortar	1	17	18
RPG	0	2	2
Missile	5	0	5
Total	21	79	100

**Les IED sont la cause principale des lésions observées en afghanistan**

## IED : Trois grands modes de délivrance



ATF	Vehicle Description	Maximum Explosives Capacity	Lethal Air Blast Range	Minimum Evacuation Distance	Falling Glass Hazard
	Compact Sedan	500 pounds 227 Kilos (In Trunk)	100 Feet 30 Meters	1,500 Feet 457 Meters	1,250 Feet 381 Meters
	Full Size Sedan	1,000 Pounds 455 Kilos (In Trunk)	125 Feet 38 Meters	1,750 Feet 534 Meters	1,750 Feet 534 Meters
	Passenger Van or Cargo Van	4,000 Pounds 1,818 Kilos	200 Feet 61 Meters	2,750 Feet 838 Meters	2,750 Feet 838 Meters
	Small Box Van (14 Ft. box)	10,000 Pounds 4,545 Kilos	300 Feet 91 Meters	3,750 Feet 1,143 Meters	3,750 Feet 1,143 Meters
	Box Van or Water/Fuel Truck	30,000 Pounds 13,636 Kilos	450 Feet 137 Meters	6,500 Feet 1,982 Meters	6,500 Feet 1,982 Meters
	Semi-Trailer	60,000 Pounds 27,273 Kilos	600 Feet 183 Meters	7,000 Feet 2,134 Meters	7,000 Feet 2,134 Meters

*Suicide Bomb IED*

*Package type IED*

*Vehicle borne IED (VB IED)*

*Homme ou animal*

*4 roues, 2 roues, bateau*

**Une imagination sans limites : Téléphone, radio, vélo .....**

## IED : Plusieurs modes de déclenchement

Mécanique (pressure plate)

Commande filaire (« command wire IED », CWIED)

Radio contrôlé (« radio controlled IED, RCIED)

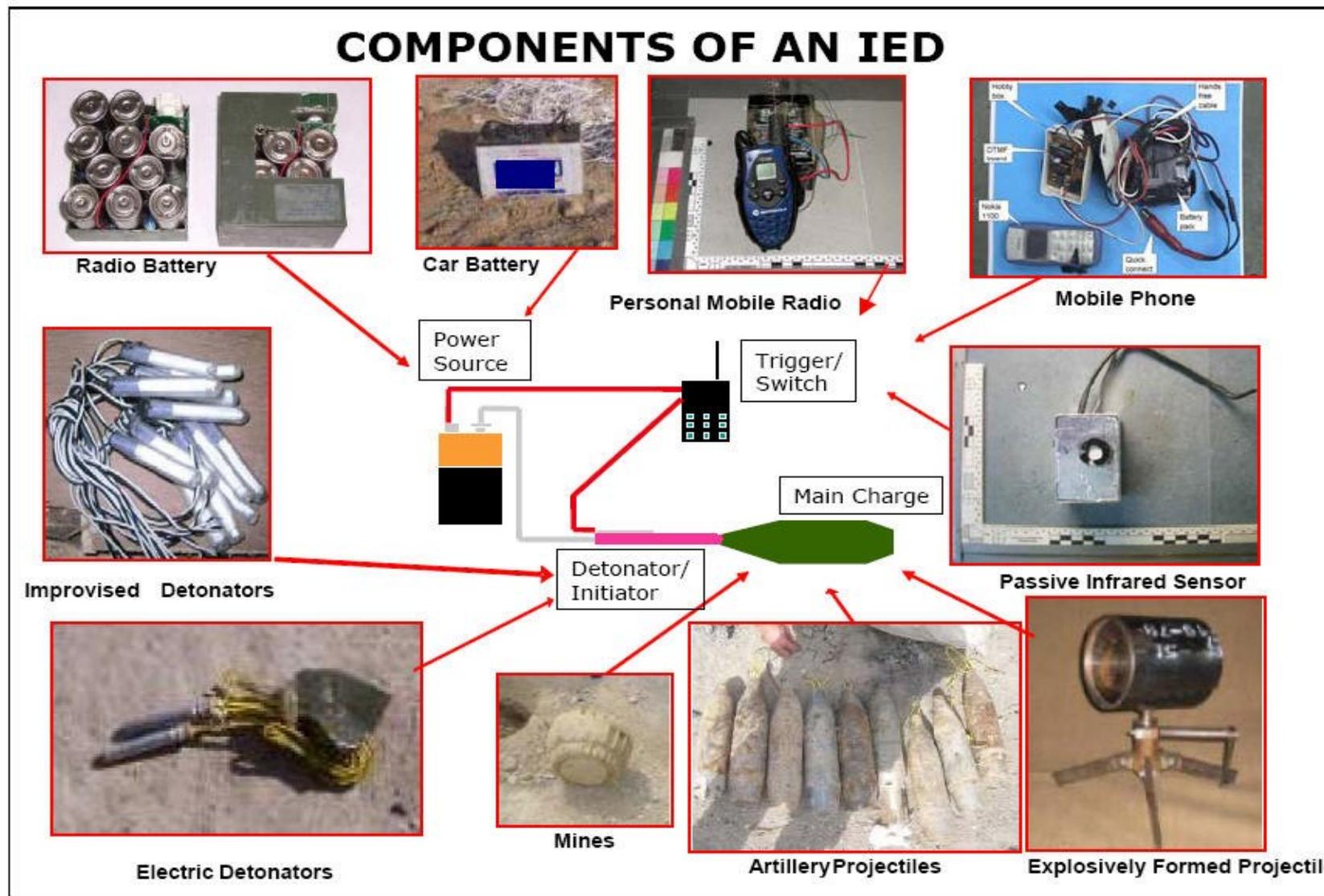
Déclenché par téléphone (« cell phone IED, RCEID)

Déclenché par la victime (« victime-operated IED, VOIED)

Déclenché par infrarouge



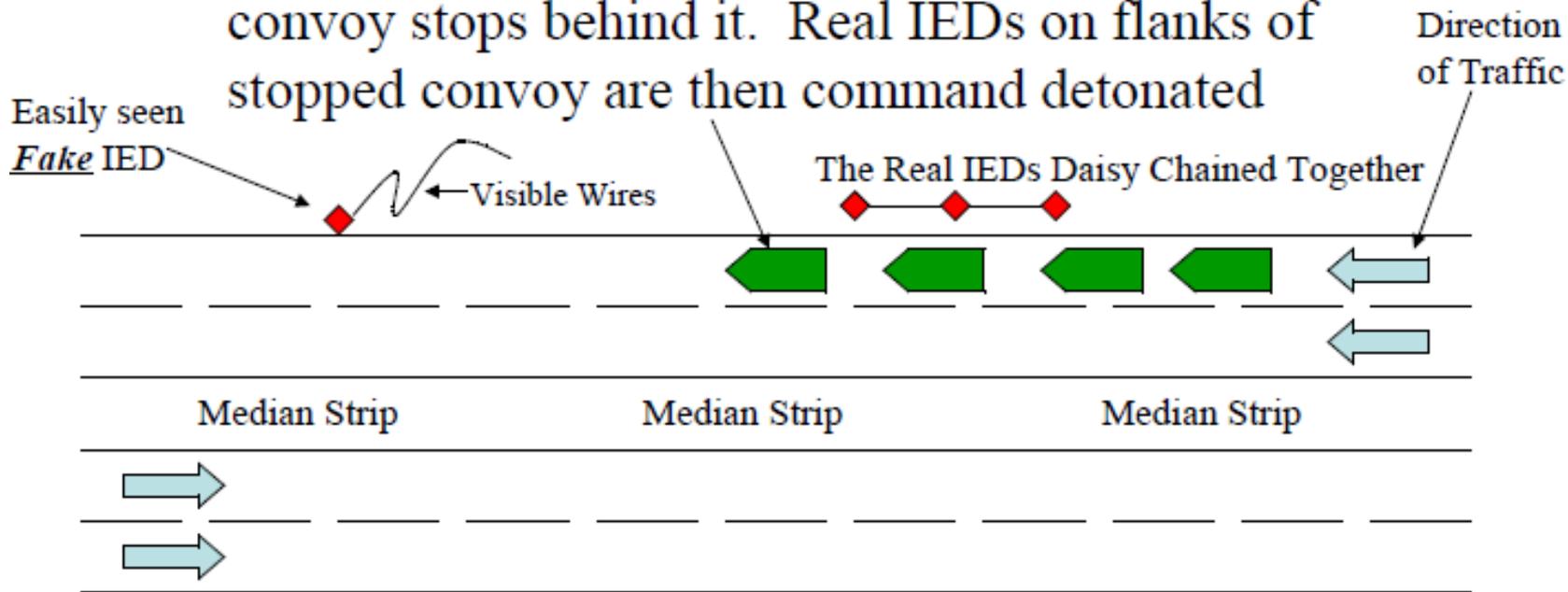
# IED : Une grande variété



## IED : Des mises en oeuvre variées

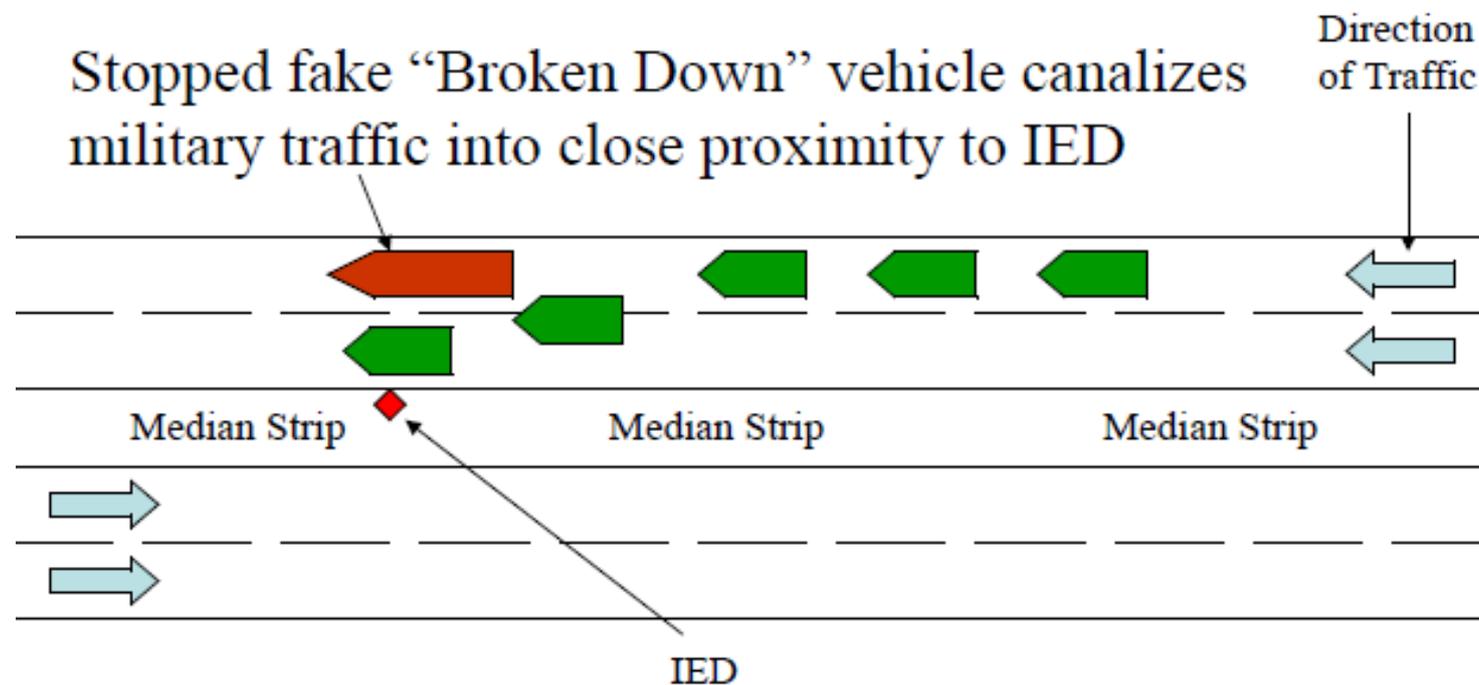
### The “Fiendishly Clever” IED Attack

Lead vehicle sees fake IED and stops. The convoy stops behind it. Real IEDs on flanks of stopped convoy are then command detonated



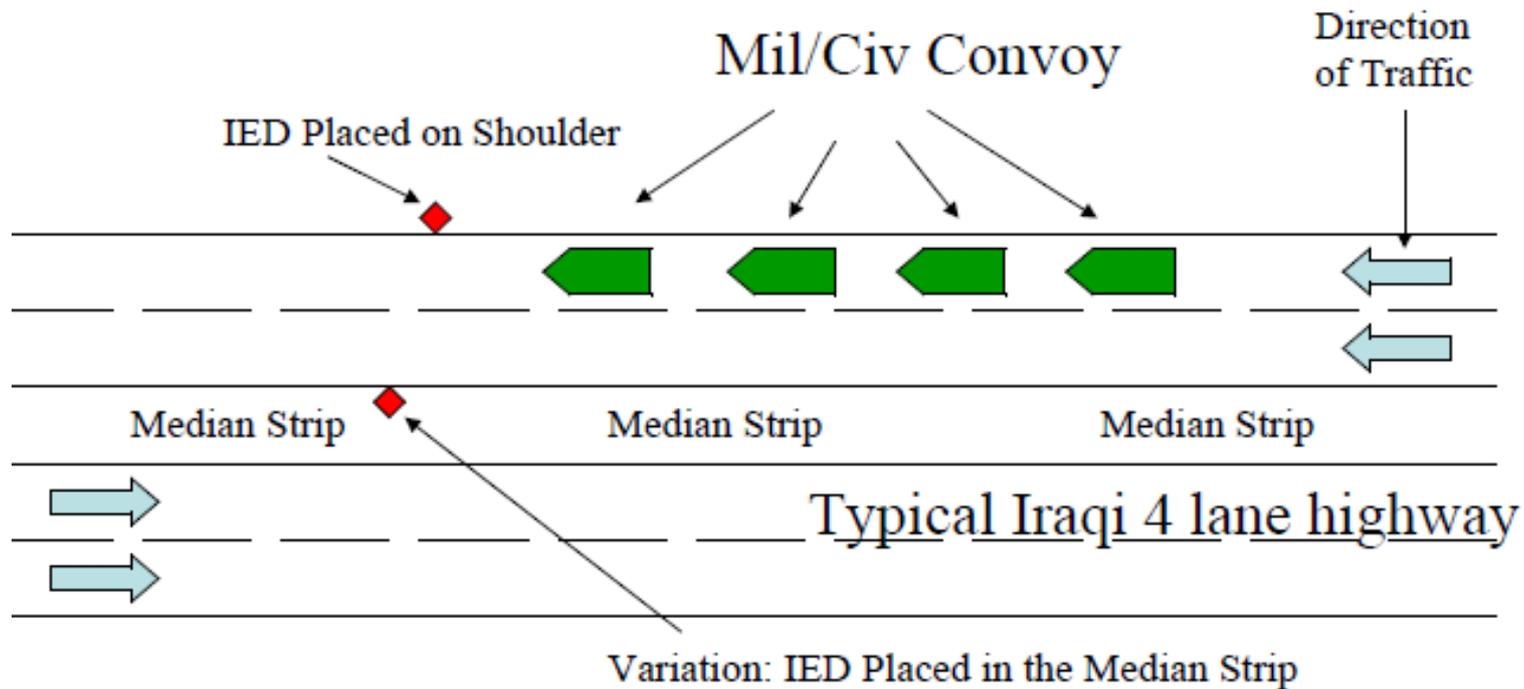
## IED : Des mises en oeuvre variées

### The “Broken Down Vehicle” IED Attack

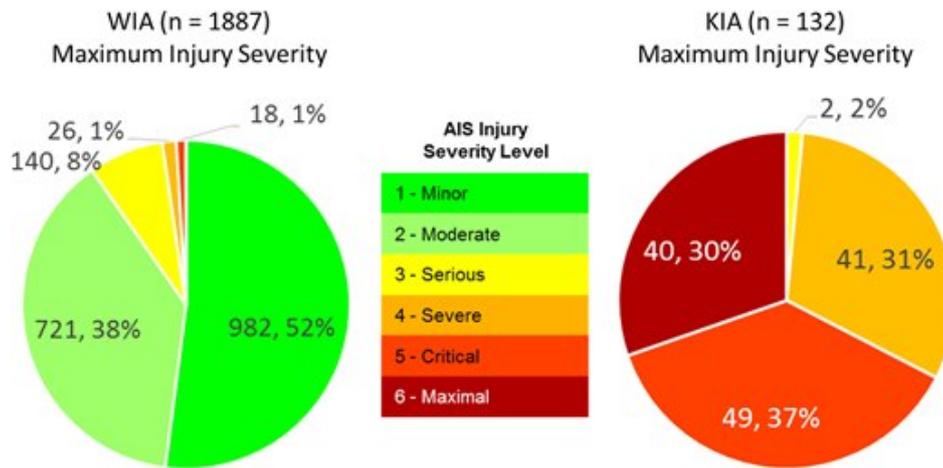


**IED : Des mises en oeuvre variées**

*The Basic “No Frills” IED Attack*



## IED : Relative spécificité des lésions des combattants embarqués



WIA Top 5 Most Frequent AIS 2+ Injuries in UBB Events (Total WIA Injuries = 2,765)

WIA Injury Rank	WIA Injury, Severity Range	WIA Injury Count, Percent of WIA Injuries
1	Concussion (AIS 2)	608 (22%)
2	Foot fractures (AIS 2)	353 (13%)
3	Tibia/fibula fractures (AIS 2-3)	317 (11%)
4	Lumbar spine fractures (AIS 2)	301 (11%)
5	Thoracic spine fractures (AIS 2-3)	233 (8%)

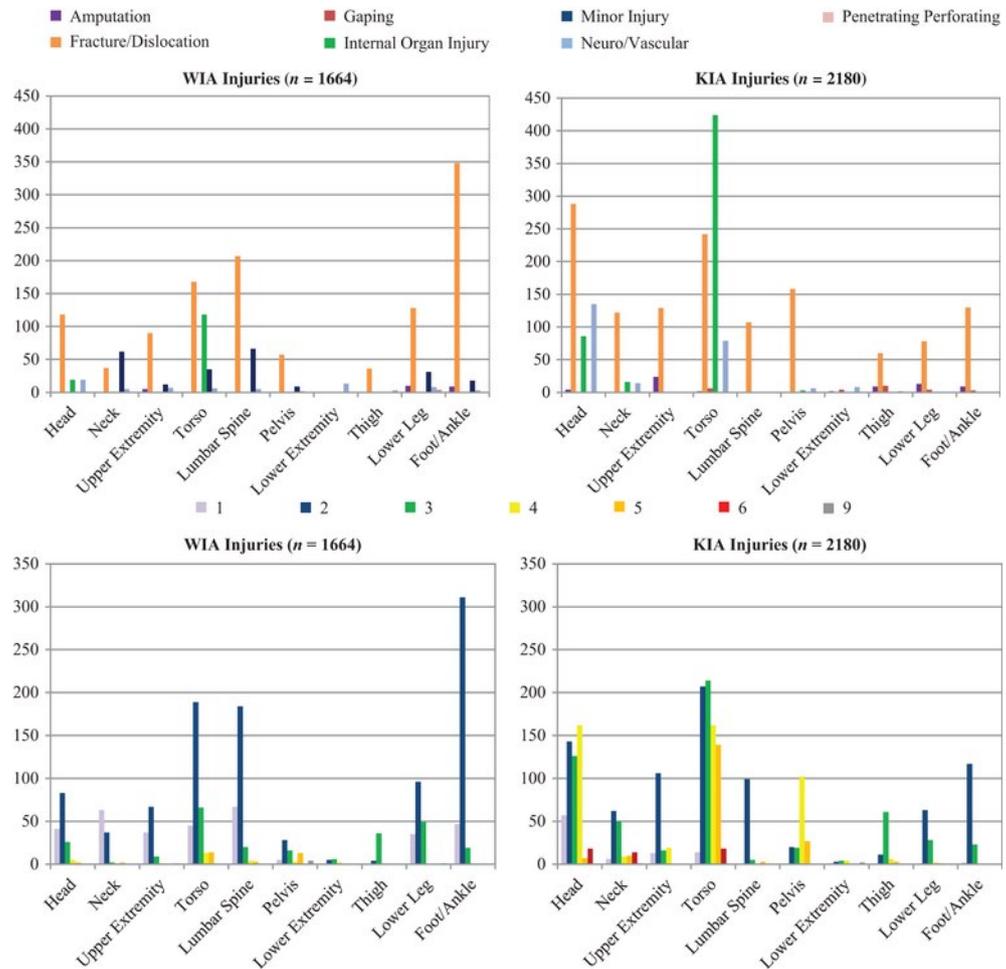
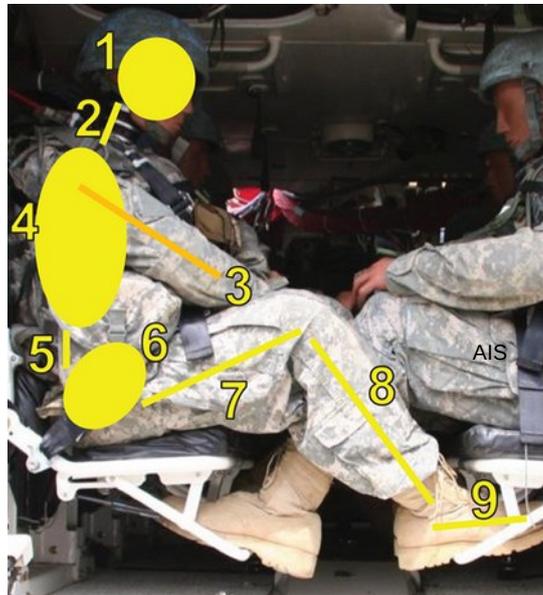
« After excluding WIA casualties with only AIS 1 injuries (n = 982) and those with **concussion as their only significant injury (n = 431)**,

there were 474 WIAs, of which 426 sustained a skeletal fracture (89.8%) »

«The majority, **90%, of WIA had an MAIS of 1 or 2**, while 98% of the KIA Service Members had an MAIS of 4 or greater»

## IED : Relative spécificité des lésions des combattants embarqués

≈ 4 lésions par blessé



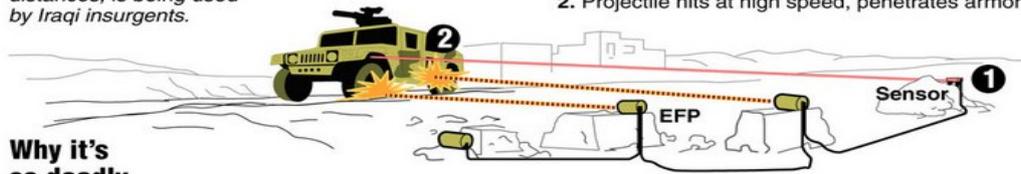
« Wounded in action individuals suffered primarily from foot/ ankle injuries (23%) and torso injuries (20%) with a high incidence of lumbar spine injuries (17%), whereas KIAs suffered primarily from torso injuries (35%) and head injuries (24%) »

# IED : Les « explosively formed penetrator »

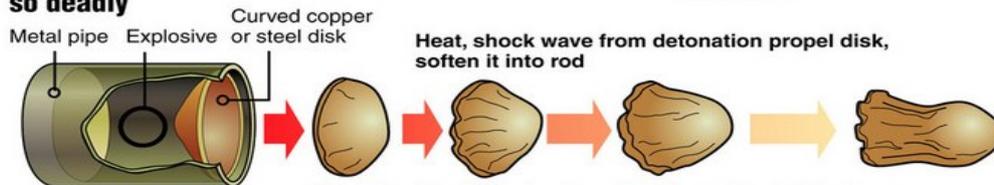
## Powerful roadside bomb

The explosively formed penetrator (EFP), designed to pierce armor at long distances, is being used by Iraqi insurgents.

1. Vehicle trips sensor, detonates EFP
2. Projectile hits at high speed, penetrates armor



### Why it's so deadly



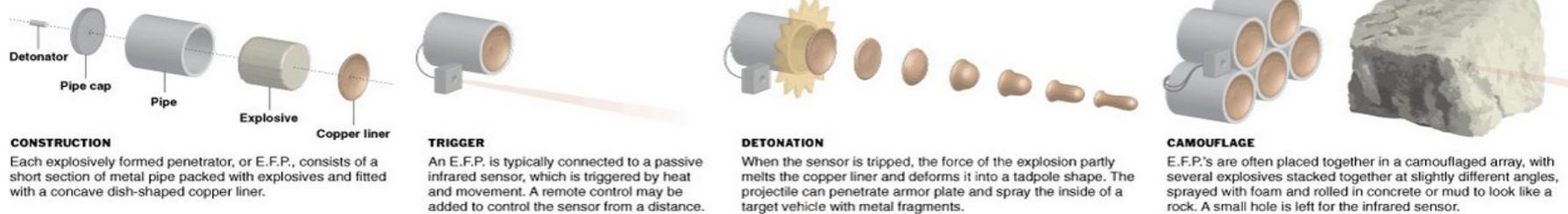
Example: 1 lb. (500 g) rod traveling about 1.2 mi. (2 km) per sec. can pierce more than 4 in. (10 cm) of hardened steel armor

Source: Air Force Research Laboratory, Global Security Graphic: Lee Hulteng, Judy Treible

© 2007 MCT



## Explosively Formed Penetrators A particularly deadly type of roadside bomb favored by Shiite militias in Iraq.



### CONSTRUCTION

Each explosively formed penetrator, or E.F.P., consists of a short section of metal pipe packed with explosives and fitted with a concave dish-shaped copper liner.

### TRIGGER

An E.F.P. is typically connected to a passive infrared sensor, which is triggered by heat and movement. A remote control may be added to control the sensor from a distance.

### DETONATION

When the sensor is tripped, the force of the explosion partly melts the copper liner and deforms it into a tadpole shape. The projectile can penetrate armor plate and spray the inside of a target vehicle with metal fragments.

### CAMOUFLAGE

E.F.P.'s are often placed together in a camouflaged array, with several explosives stacked together at slightly different angles, sprayed with foam and rolled in concrete or mud to look like a rock. A small hole is left for the infrared sensor.

Year	Event
2003	Aug. 2003 First suspected use of an E.F.P. in Iraq.
2003	Dec. 2003 First recovery of radio equipment most likely intended for use with E.F.P.'s.
2004	Dec. 2004 First recovery of a passive infrared sensor modified for use with E.F.P.'s.
2005	July 19, 2005 The United States issues a diplomatic protest to Iran about the E.F.P.'s, following a British protest.
2005	Aug. 2005 Defense Secretary Donald H. Rumsfeld and Stephen J. Hadley, the national security adviser, say they believe sophisticated improvised explosive devices are coming from Iran.
2005	Oct. 2005 First recovery of an intact E.F.P. array. William Patey, the British ambassador to Iraq, and Tony Blair, the British prime minister, link Iran and Hezbollah to the supply of explosive devices.
2006	July and Nov. 2006 American intelligence agencies meet to discuss the Iran-E.F.P. connection.
2006	Dec. 2006 American troops detain four Iranian officials in two raids in Baghdad.
2007	Jan. 10, 2007 President Bush declares that "Iran is providing material support for attacks on American troops" and vows to "seek out and destroy the networks providing advanced weaponry and training to our enemies in Iraq." The next day, American troops detain five Iranian officials during a raid in Erbil.
2007	Feb. 11, 2007 American military officials in Baghdad brief reporters on E.F.P.'s believed to be coming from Iran.

Source: U.S. Army

The New York Times

## **Diverses munitions**

*Les sous-munitions*

*Les munitions DIME*

*Les armes thermo-bariques*

*Les armes laser*

*Le NRBC*

## Les sous-munitions. Pour la plupart interdites par les conventions internationales



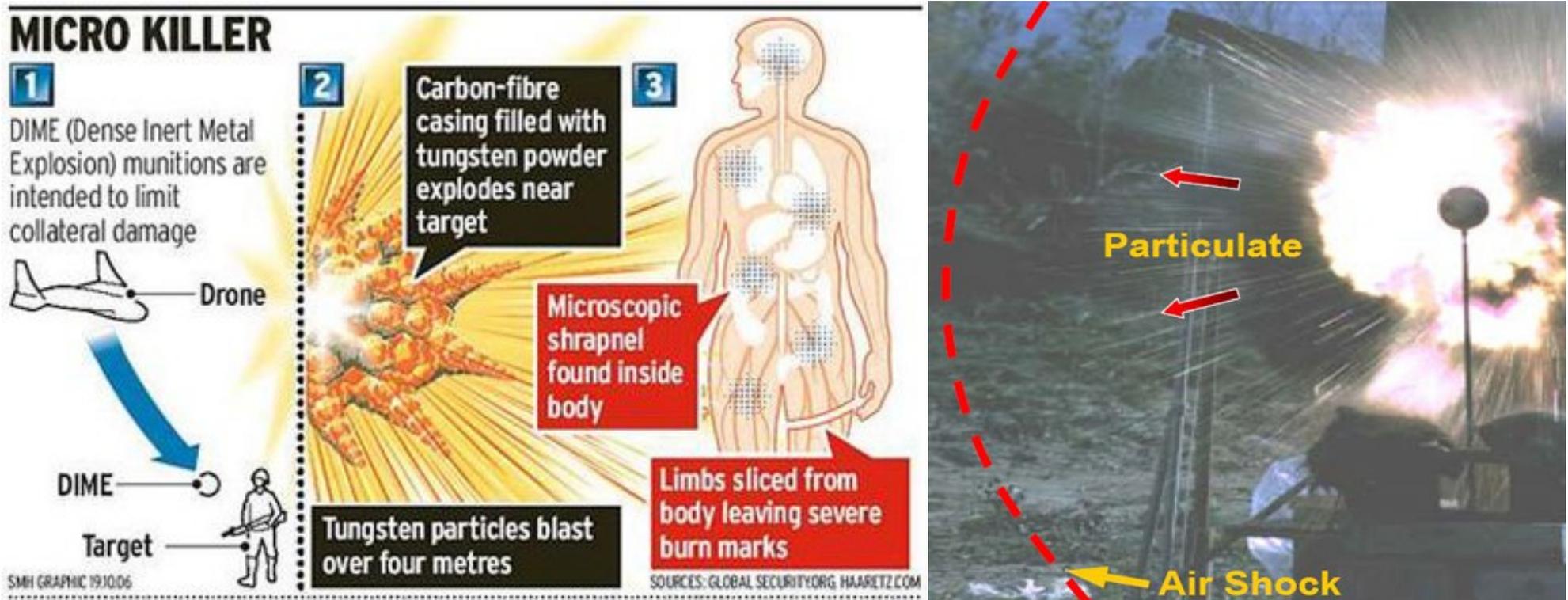
- Classées selon leur objectif
  - Anti infrastructure
  - Anti véhicules
  - Anti personnels
- Souvent non explosées
- Tous les modes de dispersion
- Menace pour les populations

Usage extensif en Ukraine : Bombe RBK-500 /sous munitions PTAB-1M, missile 9M54 / Sous munition 3B3 , ....

### Le cas des obus à fléchettes 3sh1 russes



## Les munitions Dense Inert Metal explosives (DIME)



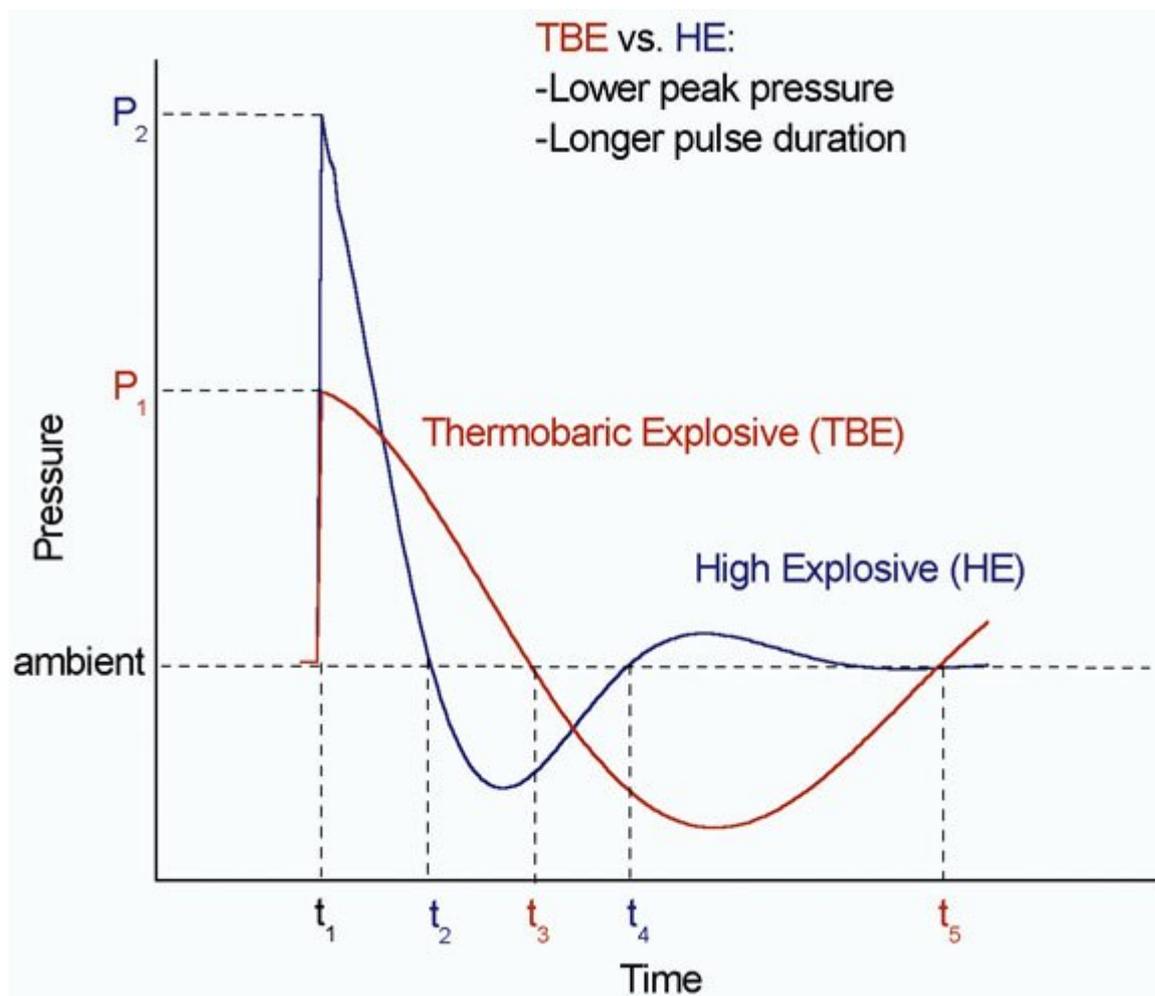
Il s'agit d'armes dites à « létalité atténuée » dont le rayon d'action est limité à quelques mètres

## Les munitions Dense Inert Metal explosives (DIME)

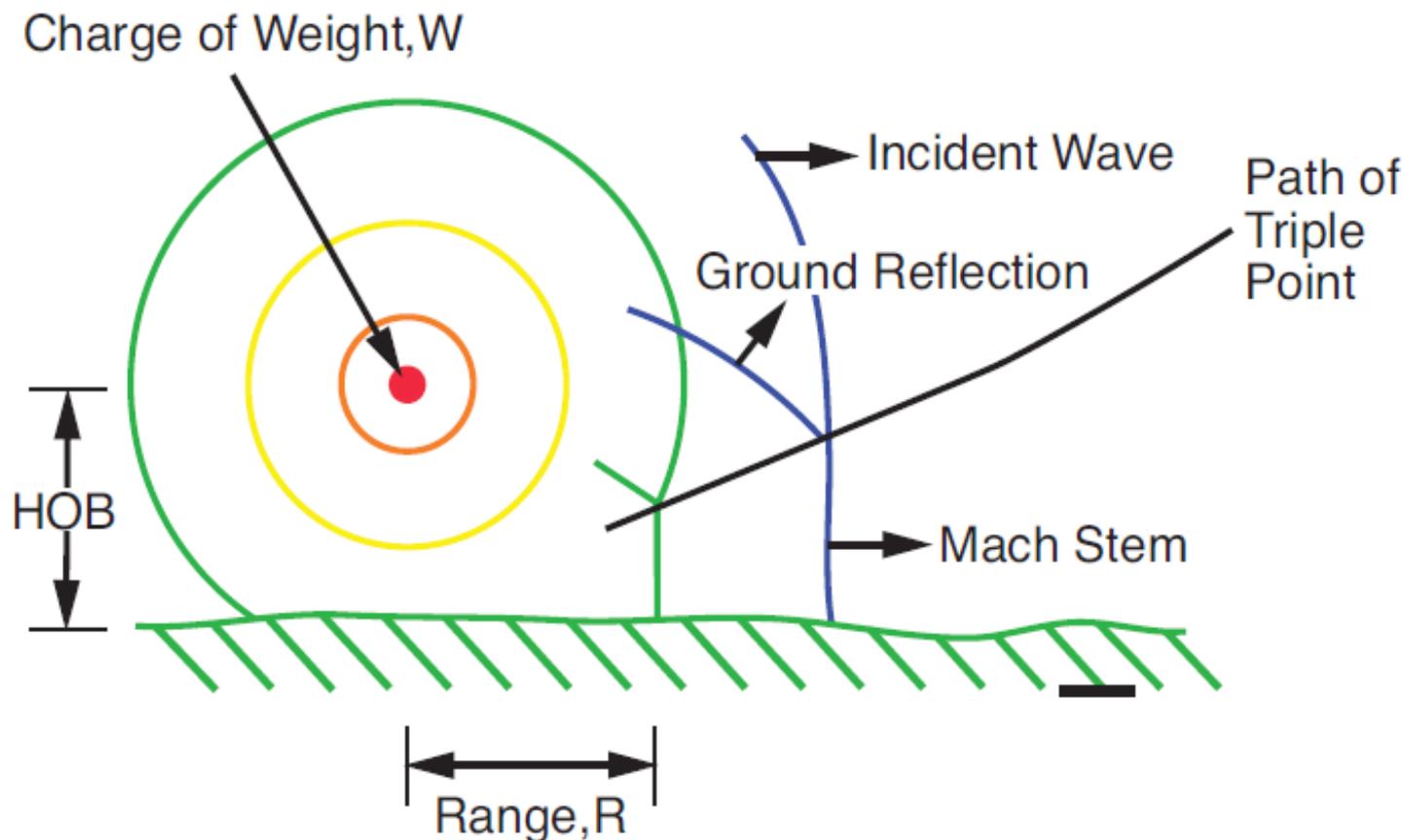


« Léthalité atténuée » toute relative : Multiples micro-éclats, dévitalisation, effets cancérogènes

**Les armes thermobariques:** Optimisée pour produire de la pression et de la chaleur

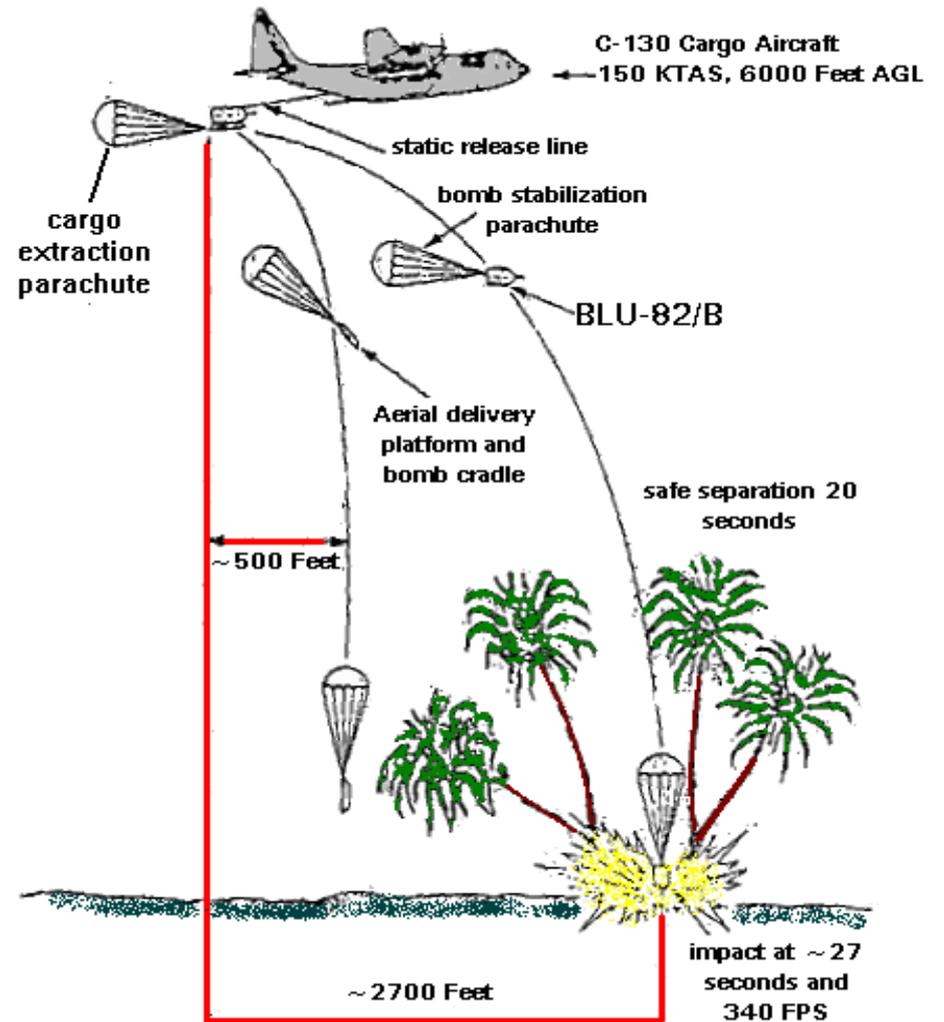
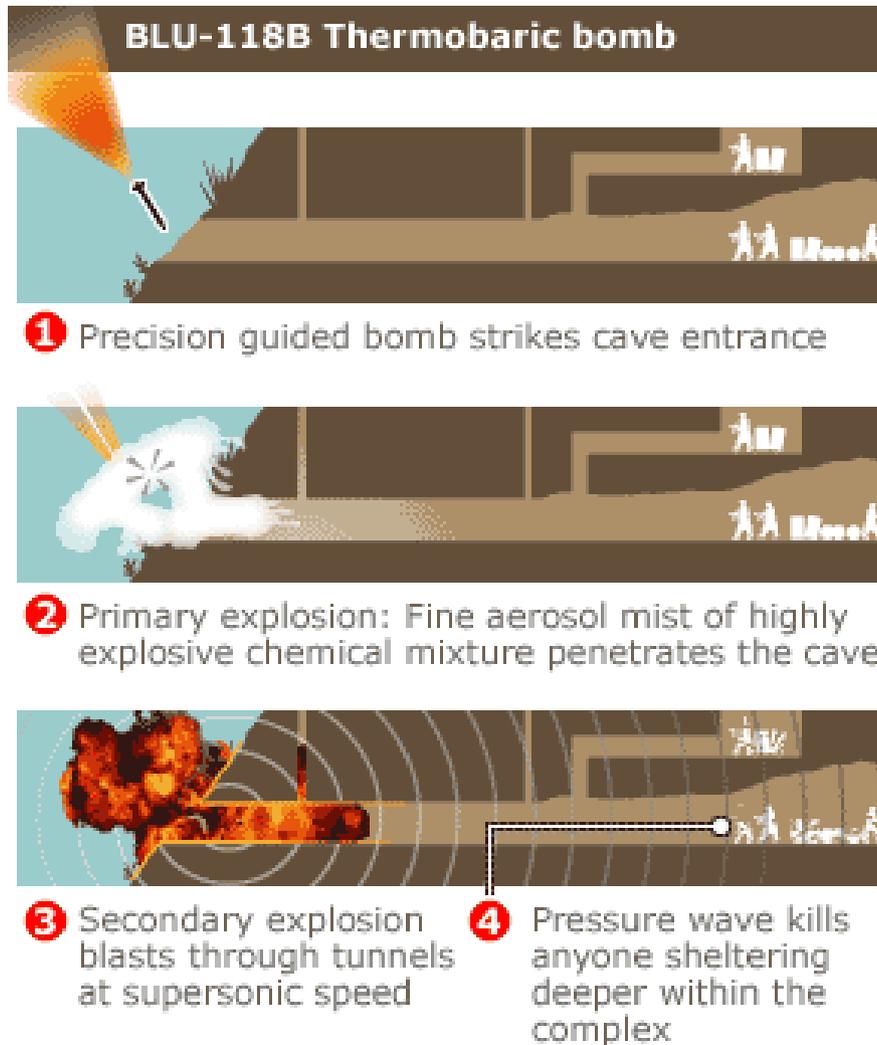


**Les armes thermobariques:** Optimisée pour produire de la pression et de la chaleur



***Explosion en altitude avec des effets majorés par la réflexion de l'onde sur le sol***

**Les armes thermobariques:** Optimisée pour produire de la pression et de la chaleur



**Les armes thermobariques:** Optimisée pour produire de la pression et de la chaleur

Les LRM russes TOS-1 Buratino et TOS-1A Solntsepek, et la munition de 220 mm MO-1.01.04M



Une des menaces du combat urbain et à haute intensité de demain ?

Mais aussi : - Le LRM de 300 mm BM 9A52 (12-round) Smerch



**Les armes thermobariques:** Optimisée pour produire de la pression et de la chaleur



RPO-A Schmel



XM1060 40mm Grenade



Smaw - NE



MDM 19 Grenade

Un usage à grande échelle en [Syrie](#), Haut Karabagh, [Ukraine](#), [Gaza](#), Liban, .....

**Les armes thermobariques:** Optimisée pour produire de la pression et de la chaleur

Table 9. The calculated safety distances for TBG-7V warhead in battle

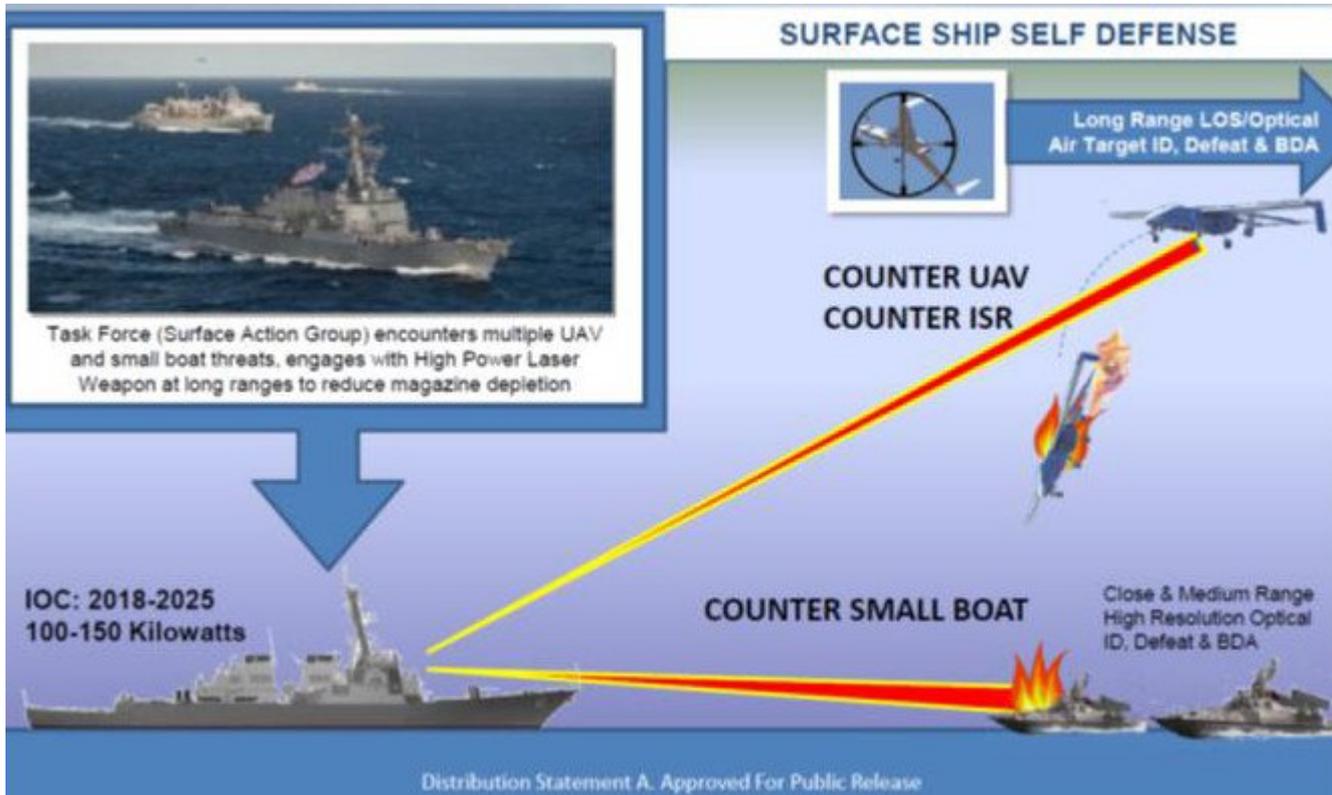
21 meters	Protected in a covered, fragment shielded, sustainable shelter
60 meters	Protected by off-road obstacle, behind timber (respectively)
237,5 meters	Unprotected affected area and shrapnel
27 meters	Safety distance charge (m) from the front pressure wave
2318 m <sup>3</sup>	The minimum interior volume (m <sup>3</sup> ) for survivable chamber pressure
927,2 m <sup>2</sup>	The volume required for surface-affected 2.5-meter high room



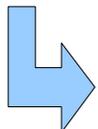
Un usage à grande échelle en Azerbaïdjan, Ukraine et en [Syrie](#)

# Les armes laser

*En cours de développement*



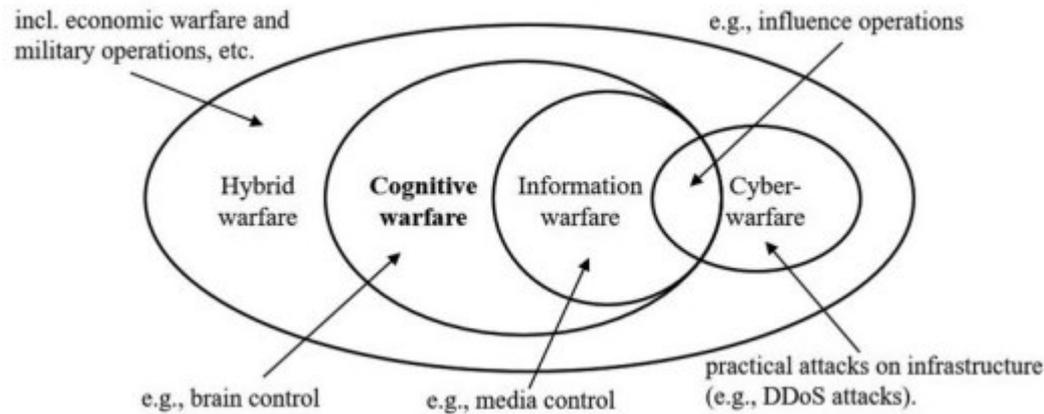
Les armes de type dazzler : **aveugler, faire mal**



Non léthales mais peuvent occasionner des lésions **OPH irréversibles**

## Le Mental

*Non développé*



1. [How China's Cognitive Warfare Works: A Frontline Perspective of Taiwan's Anti-Disinformation Wars](#)
2. [Warfare in the Cognitive Age: NeuroStrike and the PLA's Advanced Psychological Weapons & Tactics](#)

Largement utilisé par les russes et les chinois : *Ukraine, Afrique, Taïwan*

## Les armes NRBC

*Non développées*

### Le risque nucléaire :

- Surtout effet destructeurs liés à l'explosion, pas tant l'irradiation que la contamination.
- Une inconnue les armes tactiques
- Surtout les bombes sales et le ciblage des centrales (Risque Cobalt ; Iode 131, Cesium 137, Americium)

### Le risque chimique : Pour info : **Convention de Paris sur l'interdiction des armes chimiques (CIAC).**

- Lacrymogène et vomitifs
- Suffocants (Chlore, Phosgène), Vésicants (Hypérite)
- Neurotoxiques
- Les produits d'origine industrielles notamment agricole (insecticides)

**Ukraine:** Recours massif de CS/ Chloropicrine/phosphore blanc (grenades K51, Obus) par les russes

Source: 



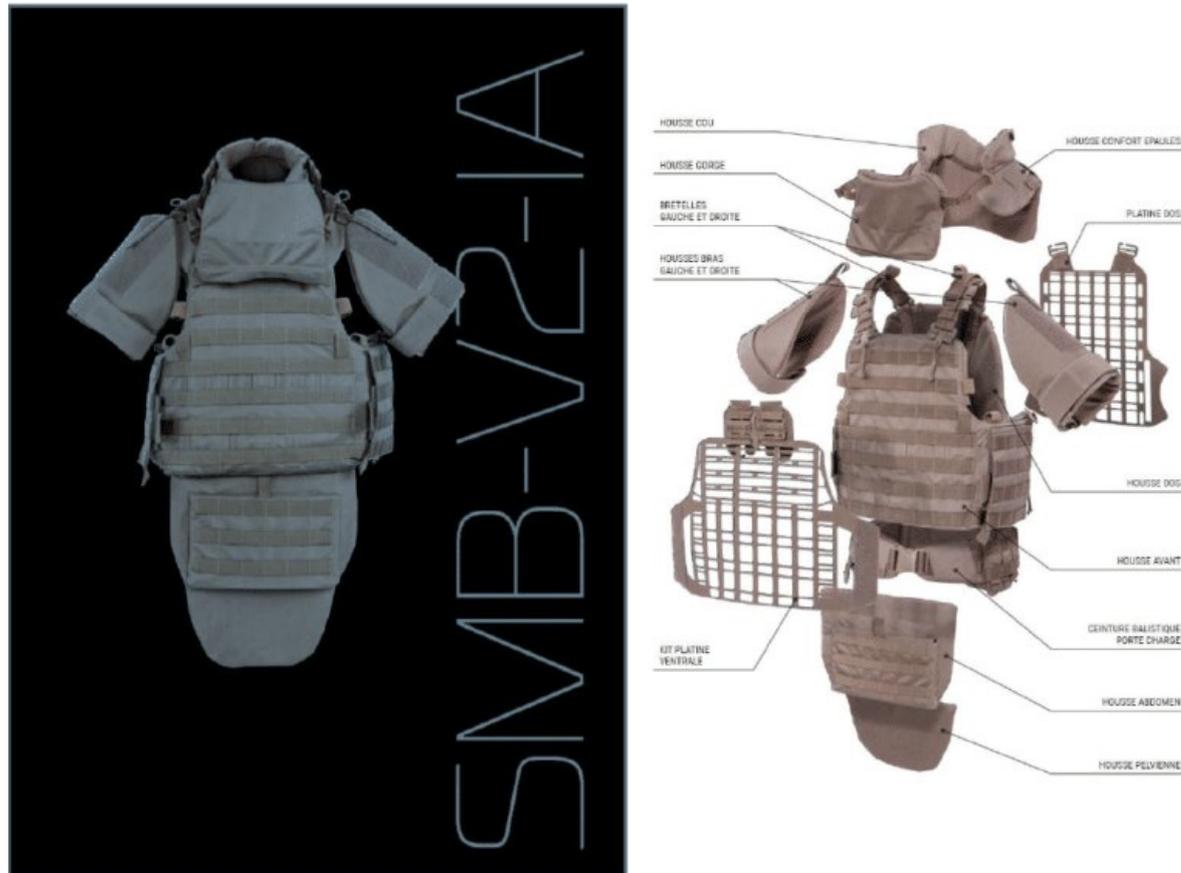
### Le risque biologique : Le problème de la détection

- Peste, Variole, Anthrax Tularémie, Virus Marburg et Lassa, Toxine botulique
- Ricine

## Protection du combattant



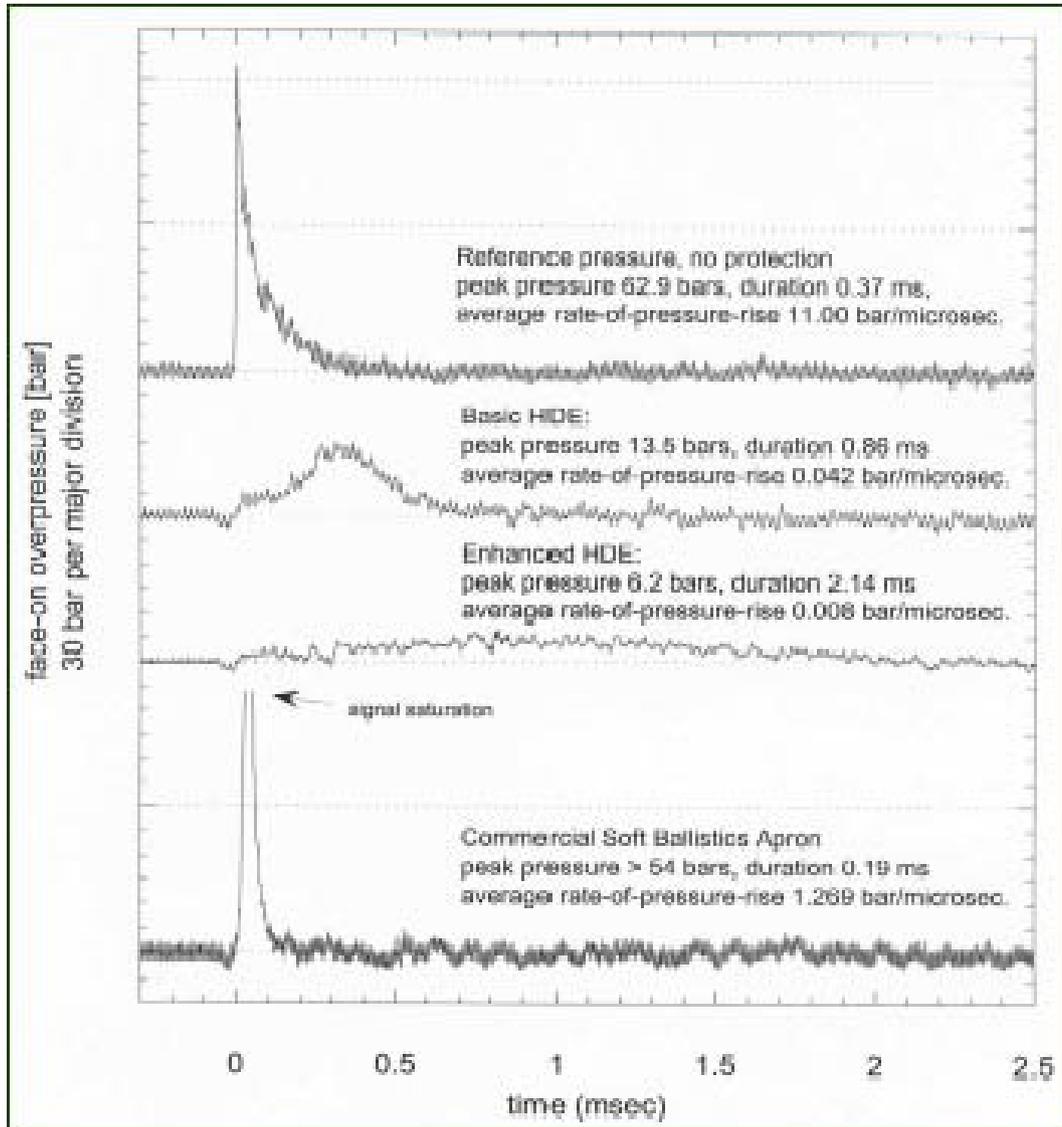
## Une protection contre les effets pénétrants des balles et éclats



*Un compromis protection / ergonomie en constante évolution*

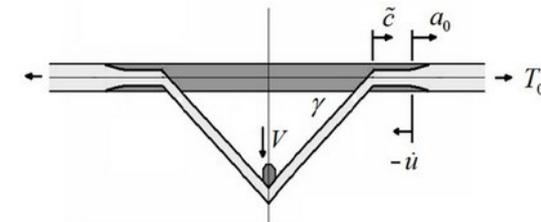
Expliquant la prédominance de lésions des membres

## Mais une protection qui n'est pas totale



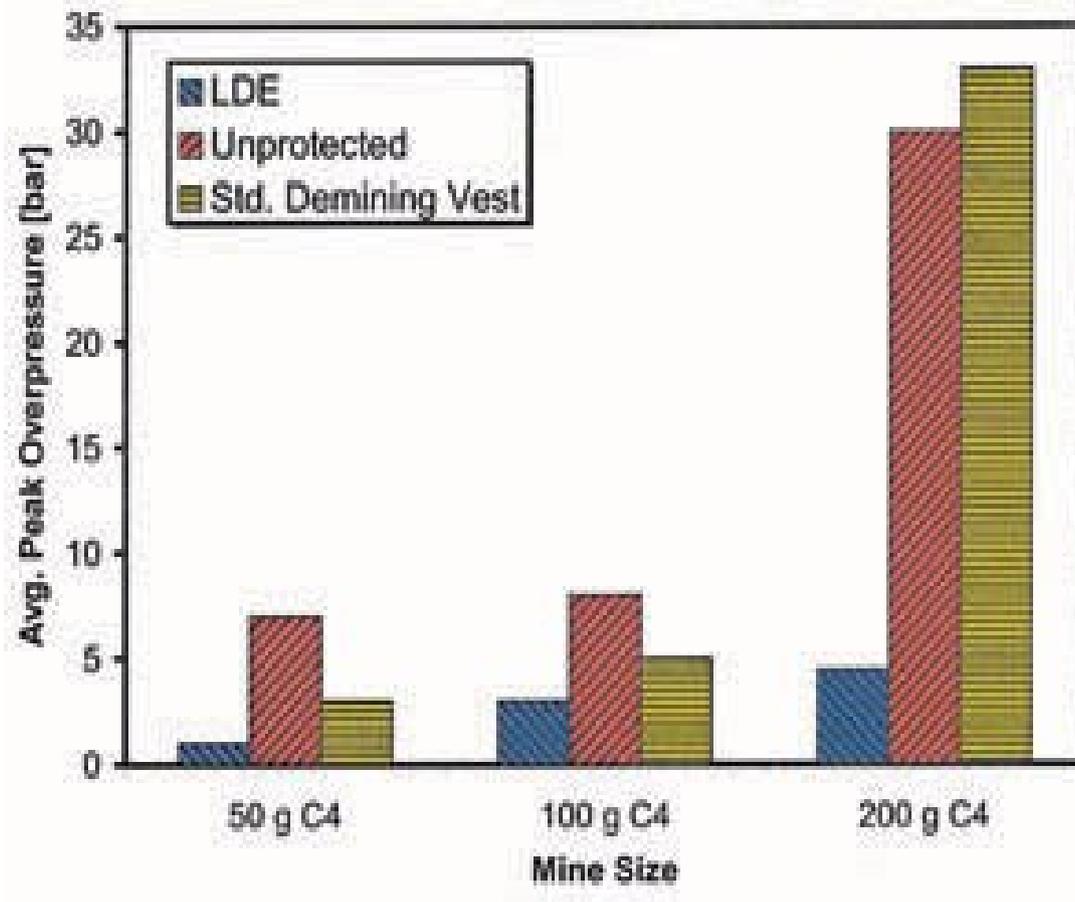
## Dépendant de la technologie

- Nature de la fibre : **UHMWPE Dynemaa**
- Nombre de couches
- Modalités du tissage



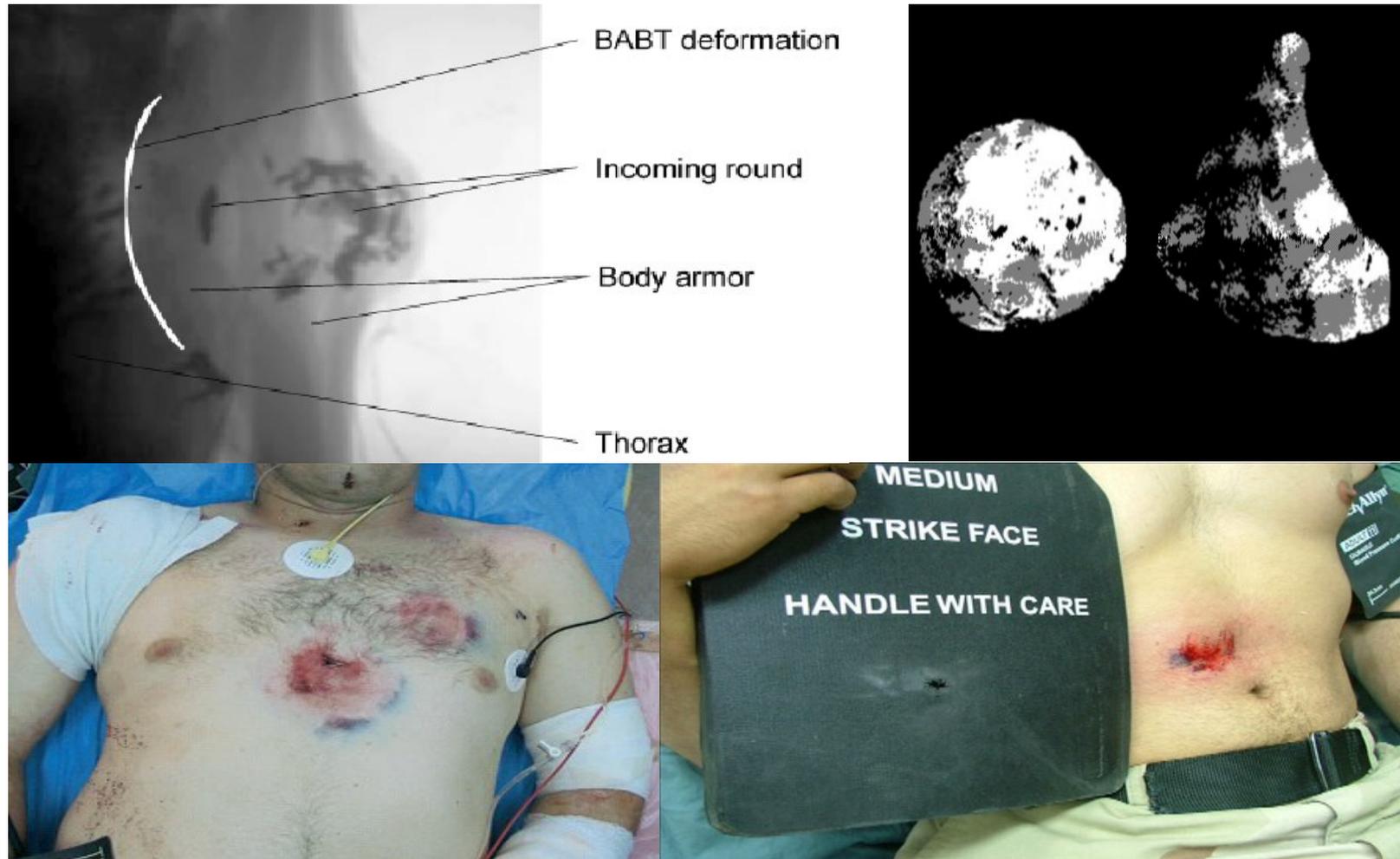
**Réduire le poids,  
améliorer le  
confort de port  
pour une  
protection égale**

**Mais une protection qui peut aggraver, si elle n'est pas prévue pour l'usage**



Tous les combattants n'ont pas besoin de la même protection qui doit être adaptée au risque

## Mais une protection qui peut aggraver : Notion d'effets arrières



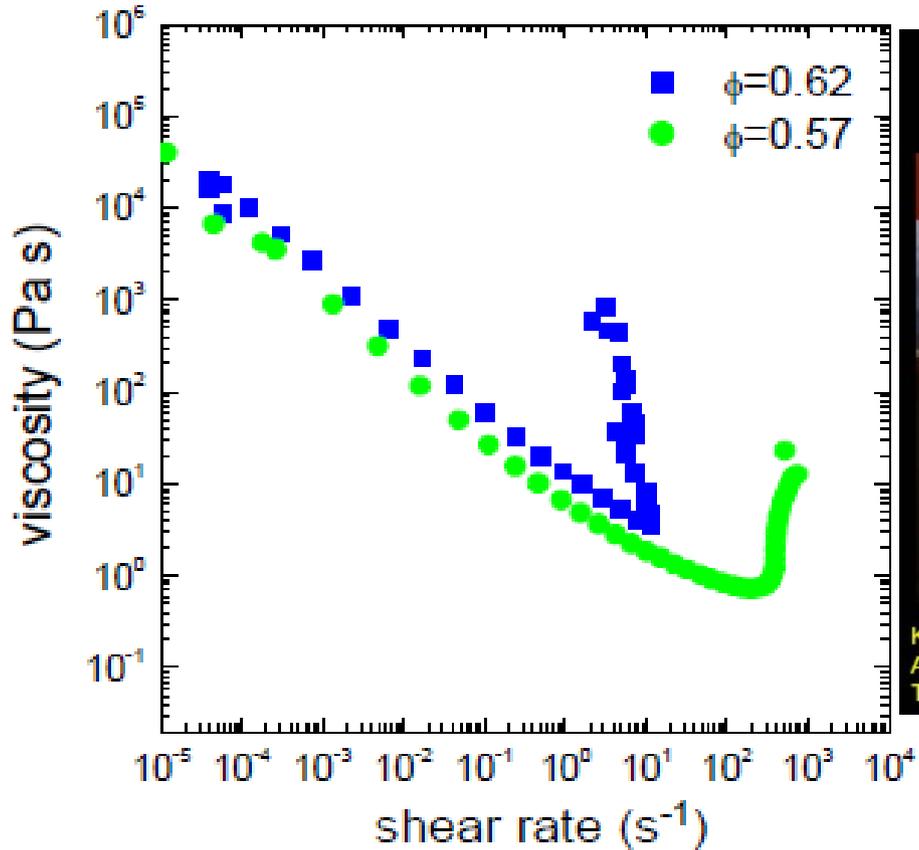
Behind Armour Blunt Trauma - an emerging problem – Cannon  
L

***Une couche d'air entre le gilet et la peau majeure les lésions***

<http://jramc.bmj.com/content/164/1/15>

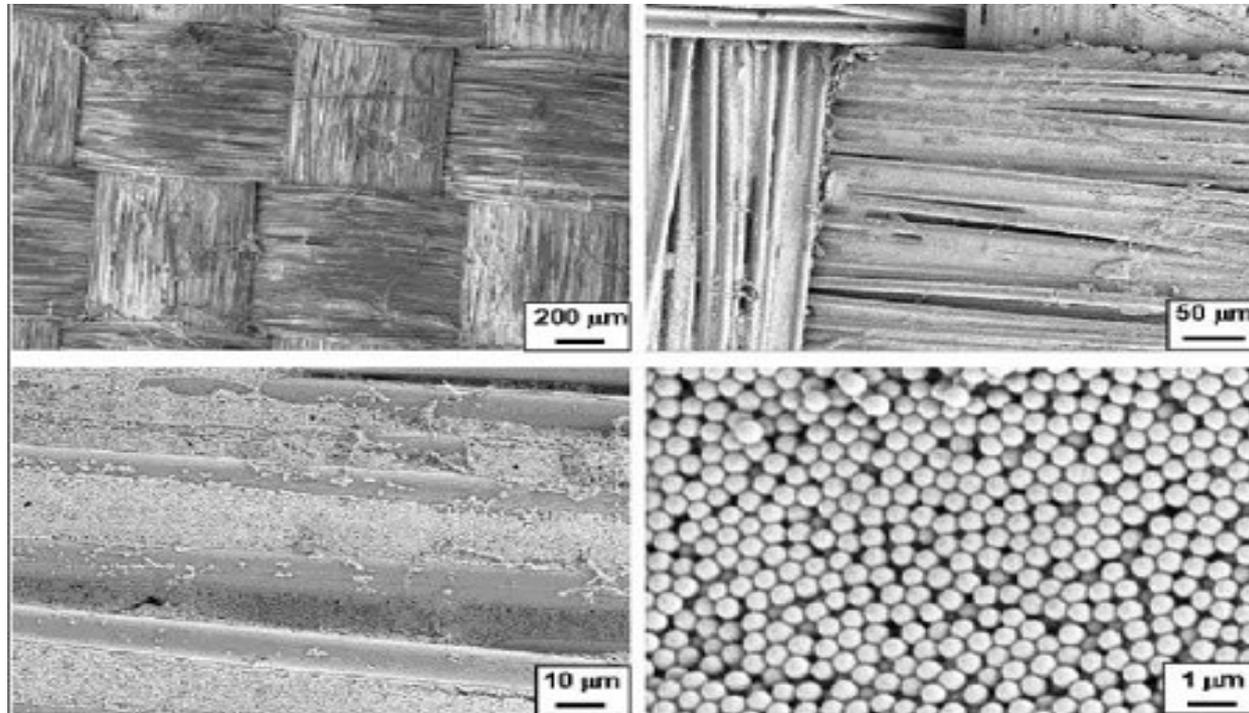
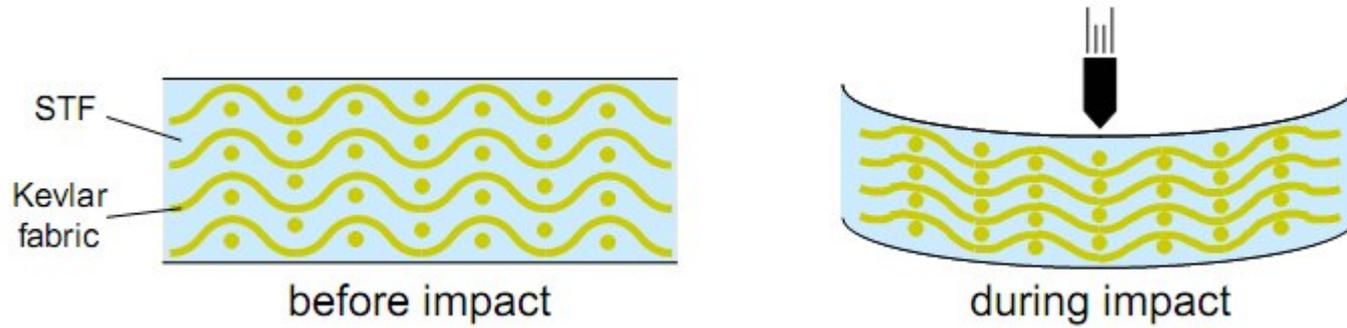
Mais une protection objet de recherches :

Exemple des nanoparticules



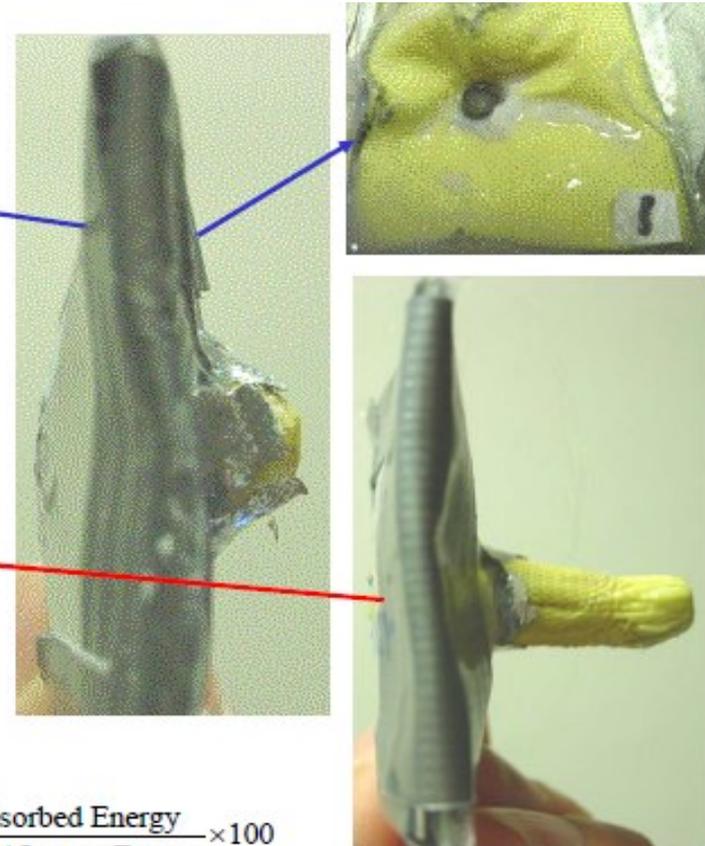
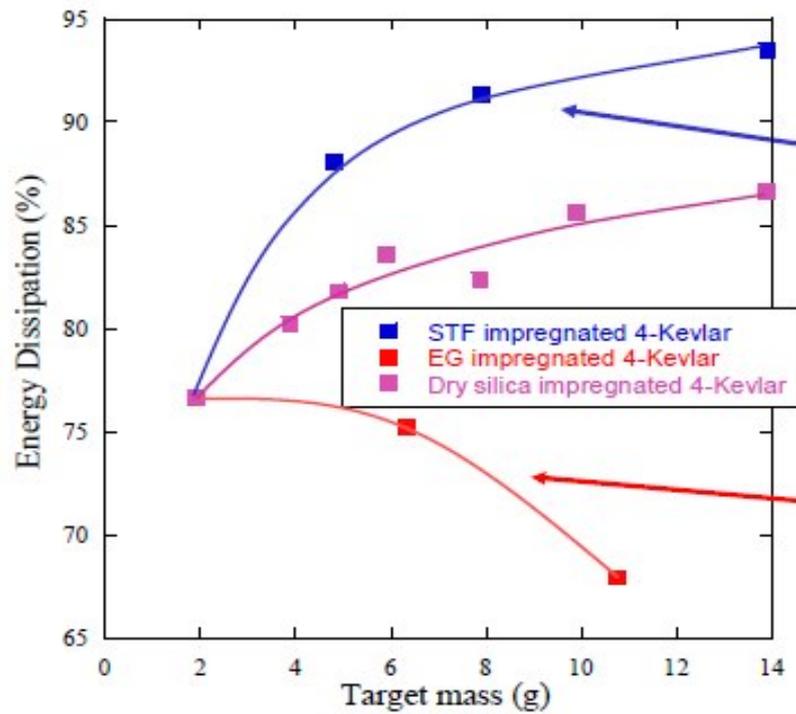
**Mais une protection objet de recherches :**

Exemple des nanoparticules



**Mais une protection objet de recherches :**

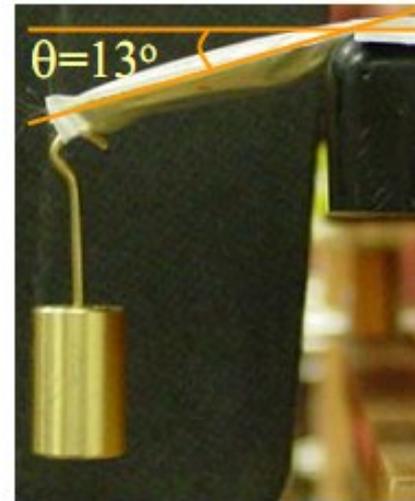
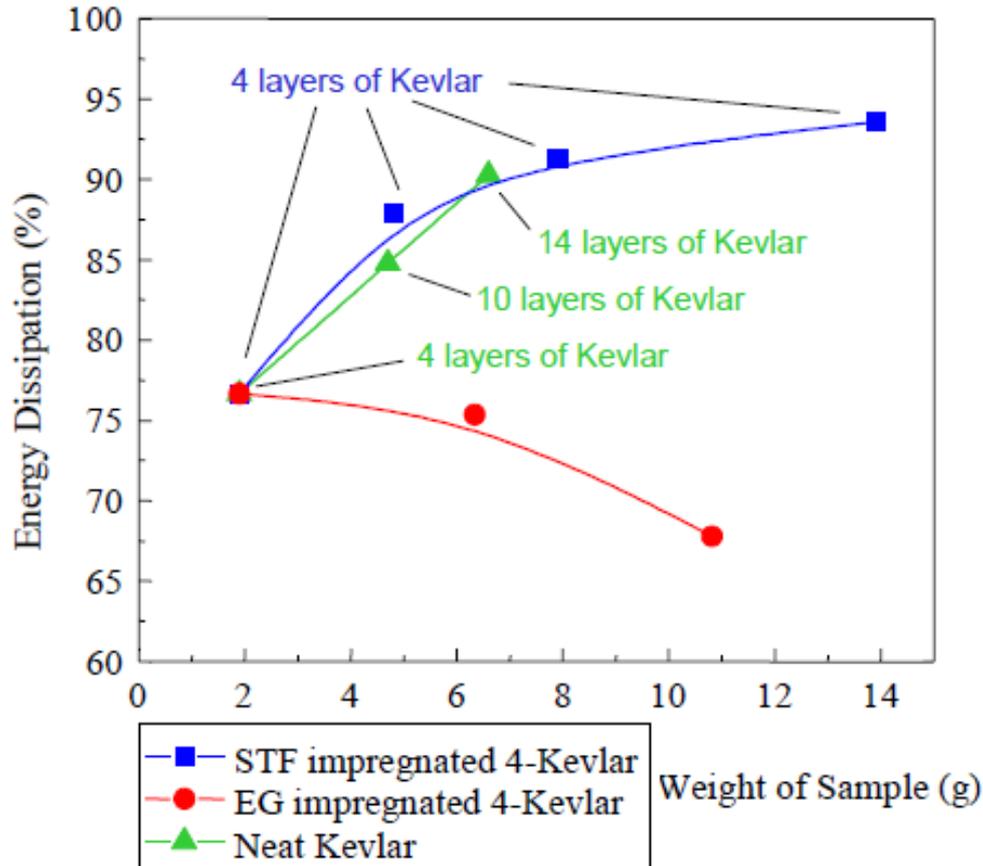
Exemple des nanoparticules



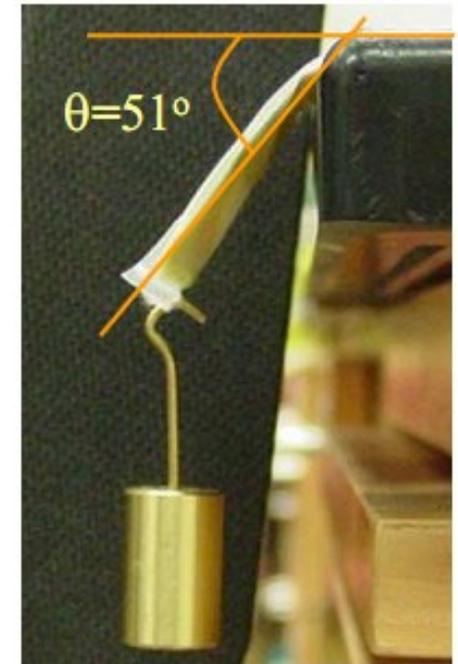
$$\text{Energy Dissipation (\%)} = \frac{\text{Absorbed Energy}}{\text{Initial Impact Energy}} \times 100$$

**Mais une protection objet de recherches :**

**Exemple des nanoparticules**



10-layer Kevlar:  
 Thickness: 3.0 mm  
 Weight: 4.7 g



2mL STF impregnated  
 4-layer Kevlar:  
 Thickness: 1.5 mm  
 Weight: 4.8 g

Des protections aussi efficaces non pas plus légères mais plus fines et plus souples

## Donc une protection adaptée à la menace

<b>Type I</b> (.22 LR; .380 ACP)	This armor would protect against 2.6 g (40 gr) .22 Long Rifle Lead Round Nose (LR LRN) bullets at a velocity of 329 m/s (1080 ft/s ± 30 ft/s) and 6.2 g (95 gr) .380 ACP Full Metal Jacketed Round Nose (FMJ RN) bullets at a velocity of 322 m/s (1055 ft/s ± 30 ft/s). It is no longer part of the standard.
<b>Type IIA</b> (9 mm; .40 S&W)	New armor protects against 8 g (124 gr) 9x19mm Parabellum Full Metal Jacketed Round Nose (FMJ RN) bullets at a velocity of 373 m/s ± 9.1 m/s (1225 ft/s ± 30 ft/s) and 11.7 g (180 gr) .40 S&W Full Metal Jacketed (FMJ) bullets at a velocity of 352 m/s ± 9.1 m/s (1155 ft/s ± 30 ft/s). Conditioned armor protects against 8 g (124 gr) 9 mm FMJ RN bullets at a velocity of 355 m/s ± 9.1 m/s (1165 ft/s ± 30 ft/s) and 11.7 g (180 gr) .40 S&W FMJ bullets at a velocity of 325 m/s ± 9.1 m/s (1065 ft/s ± 30 ft/s). It also provides protection against the threats mentioned in [Type I].
<b>Type II</b> (9 mm; .357 Magnum)	New armor protects against 8 g (124 gr) 9 mm FMJ RN bullets at a velocity of 398 m/s ± 9.1 m/s (1305 ft/s ± 30 ft/s) and 10.2 g (158 gr) .357 Magnum Jacketed Soft Point bullets at a velocity of 436 m/s ± 9.1 m/s (1430 ft/s ± 30 ft/s). Conditioned armor protects against 8 g (124 gr) 9 mm FMJ RN bullets at a velocity of 379 m/s ± 9.1 m/s (1245 ft/s ± 30 ft/s) and 10.2 g (158 gr) .357 Magnum Jacketed Soft Point bullets at a velocity of 408 m/s ± 9.1 m/s (1340 ft/s ± 30 ft/s). It also provides protection against the threats mentioned in [Types I and IIA].
<b>Type IIIA</b> (.357 SIG; .44 Magnum)	New armor protects against 8.1 g (125 gr) .357 SIG FMJ Flat Nose (FN) bullets at a velocity of 448 m/s ± 9.1 m/s (1470 ft/s ± 30 ft/s) and 15.6 g (240 gr) .44 Magnum Semi Jacketed Hollow Point (SJHP) bullets at a velocity of 436 m/s (1430 ft/s ± 30 ft/s). Conditioned armor protects against 8.1 g (125 gr) .357 SIG FMJ Flat Nose (FN) bullets at a velocity of 430 m/s ± 9.1 m/s (1410 ft/s ± 30 ft/s) and 15.6 g (240 gr) .44 Magnum Semi Jacketed Hollow Point (SJHP) bullets at a velocity of 408 m/s ± 9.1 m/s (1340 ft/s ± 30 ft/s). It also provides protection against most handgun threats, as well as the threats mentioned in [Types I, IIA, and II].
<b>Type III</b> (Rifles)	Conditioned armor protects against 9.6 g (148 gr) 7.62x51 mm NATO M80 ball bullets at a velocity of 847 m/s ± 9.1 m/s (2780 ft/s ± 30 ft/s). It also provides protection against the threats mentioned in [Types I, IIA, II, and IIIA].
<b>Type IV</b> (Armor Piercing Rifle)	Conditioned armor protects against 10.8 g (166 gr) .30-06 Springfield M2 armor piercing (AP) bullets at a velocity of 878 m/s ± 9.1 m/s (2880 ft/s ± 30 ft/s). It also provides at least single hit protection against the threats mentioned in [Types I, IIA, II, IIIA, and III].

**Le stanag 2920 décrit les modalités de test pour l'OTAN**

## Donc une protection adaptée à la menace

La résistance au poinçonnement fait appel à une autre classification

Protection Level	Energy Level E1 (Joules)	Maximum Penetration at E1 (mm)	Energy Level E2 (Joules)	Maximum Penetration at E2 (mm)
KR1	24	7	36	20
KR2	33	7	50	20
KR3	43	7	65	20

Backing material is a complex combination of foam and rubber sheet.

**KR1** is the lowest protection level and is tested at a performance level of 24 joules of energy. It should offer maximum periods of wear in a low risk-patrolling environment. Armour tested to this level would be suitable for covert or overt use;

**KR2** is a medium protection level, tested at a performance level of 33 joules. This should provide for a general duty garment for extended wear and may be covert or overt;

**KR3** is a high protection level tested at a performance level of 43 joules. This would be suitable for short periods of wear in high-risk situations. Armour manufactured to this level would normally be overt.

### Standard HOSDB (UK)

## Donc une protection adaptée à la menace

### La protection de l'extrémité céphalique

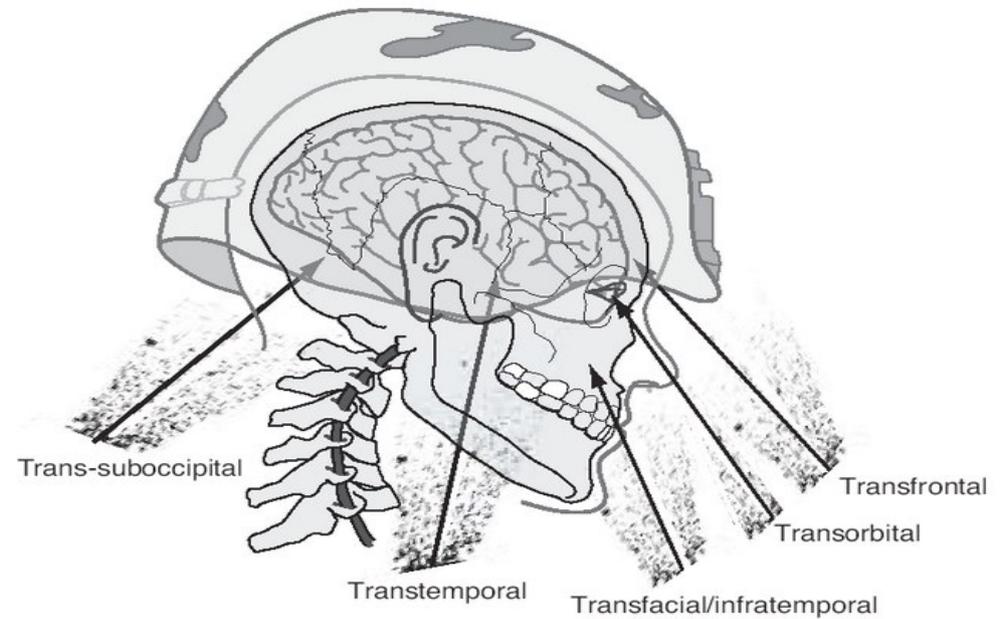


Level	Minimum Fragmentation Velocity $V_{50}^*$ m/sec (ft./sec)	NIJ Level**	Bullet	Weight (Grains)	Maximum Bullet Velocity m/sec (ft./sec)	Energy (Joules)
F1	400 (1310)	Type A	9mm FMJ Rem† .38" Special + P	124 158	350 (1150) 300 (1000)	490 460
F2	450 (1470)	Type B	9mm FMJ Rem† <i>Plus all the above bullets</i>	124	365 (1200)	530
F3	500 (1640)	Type C	9mm FMJ Rem† <i>Plus all the above bullets</i>	124	390 (1280)	610
F4	550 (1800)	IIA	9mm FMJ Rem† 9mm GECO DM11A1B2 .357 Magnum JSP Rem <i>Plus all the above bullets</i>	124 123 158	390 (1280) 350 (1150) 396 (1300)	610 490 800
F5	600 (2000)	II	9mm GECO DM11A1B2 .357 Magnum JSP Rem <i>Plus all the above bullets</i>	123 158	410 (1345) 440 (1445)	670 990
F6	650 (2130)	IIIA	9mm FMJ Rem† 9mm Norma 19022 7.62mm Tokayev Lead .357 GECO MP .44 Magnum SWC-GC <i>Plus all the above bullets</i>	124 116 85 158 240	441 (1450) 410 (1345) 450 (1480) 390 (1280) 441 (1450)	780 630 555 775 1510
F6T	650 (2000)	IIIA	<i>Performance as F6 but with a considerable weight reduction (see page 4)</i>			

V50 – Stanag 2920 – 680 m/s pour le casque Spectra

## **Donc une protection adaptée à la menace**

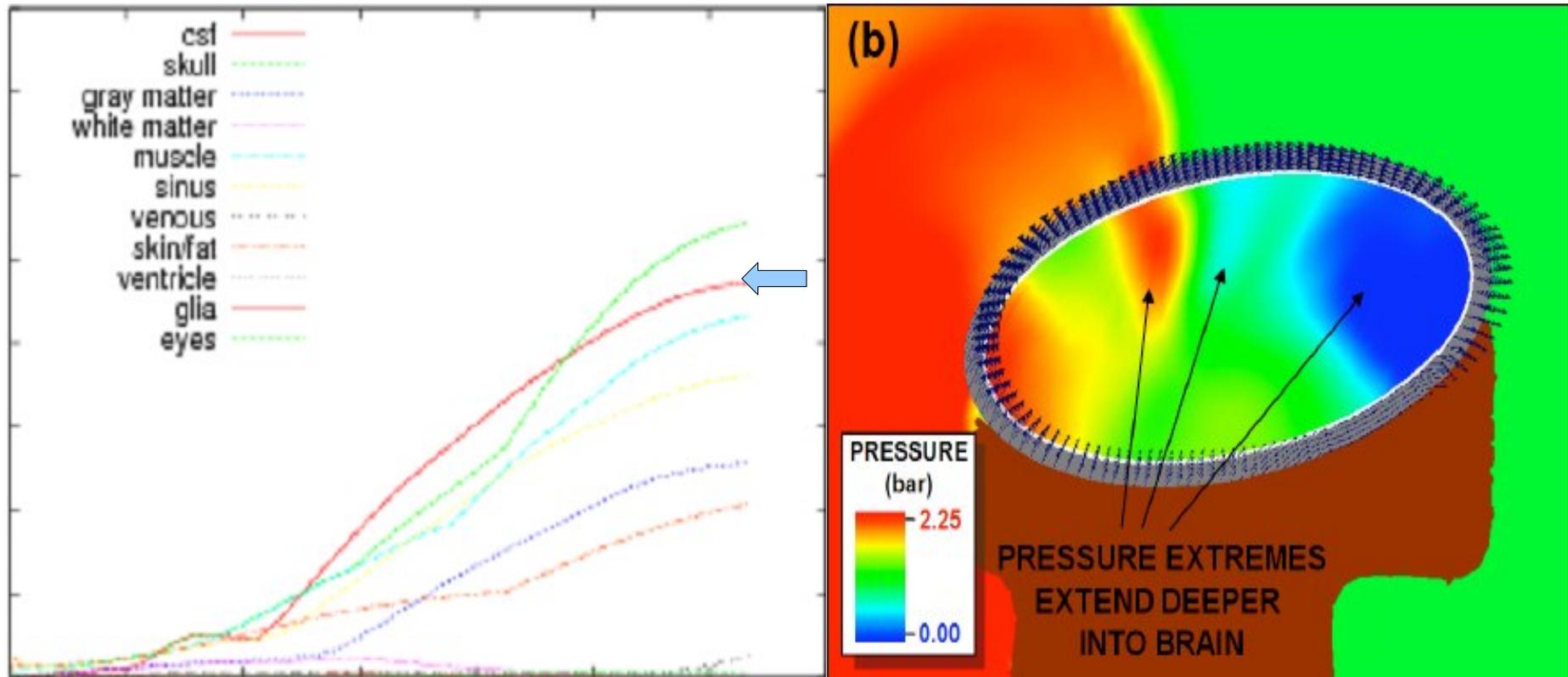
La protection de l'extrémité céphalique



**Bien sûr les éclats**

## Donc une protection adaptée à la menace

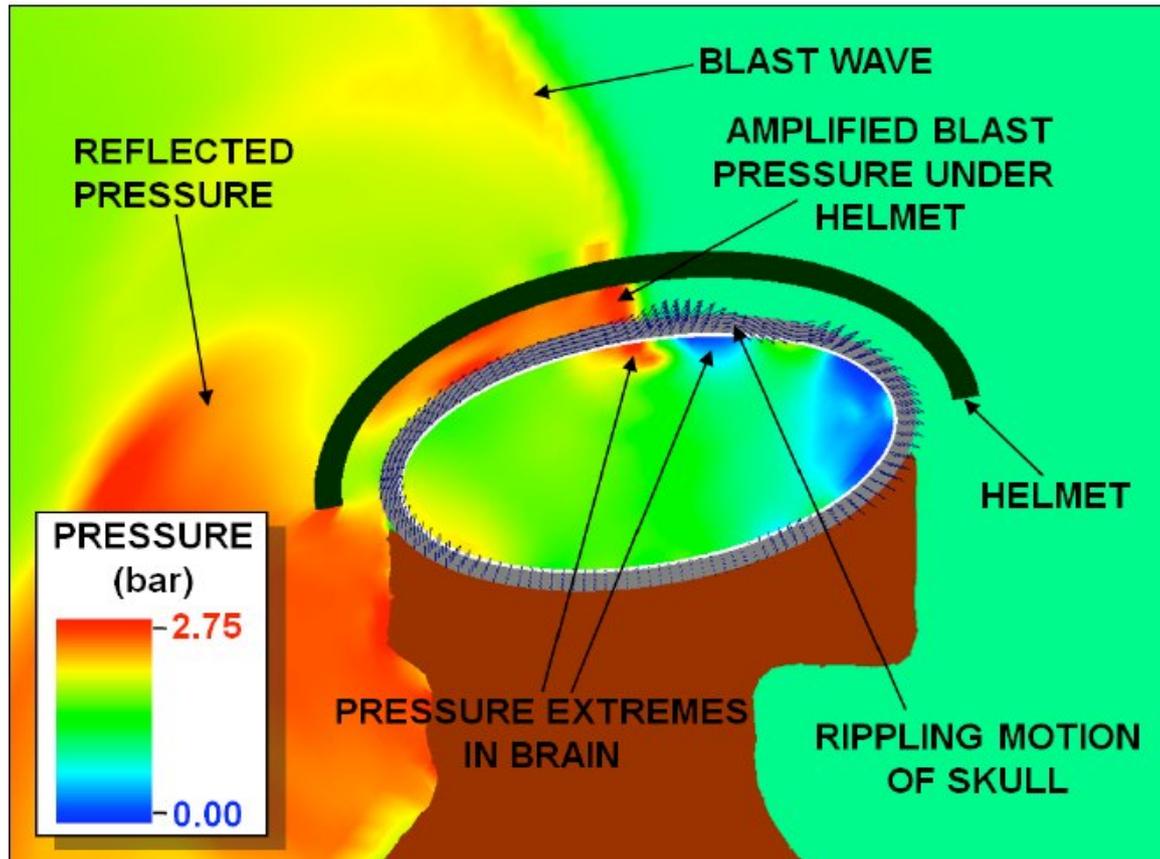
La protection de l'extrémité céphalique



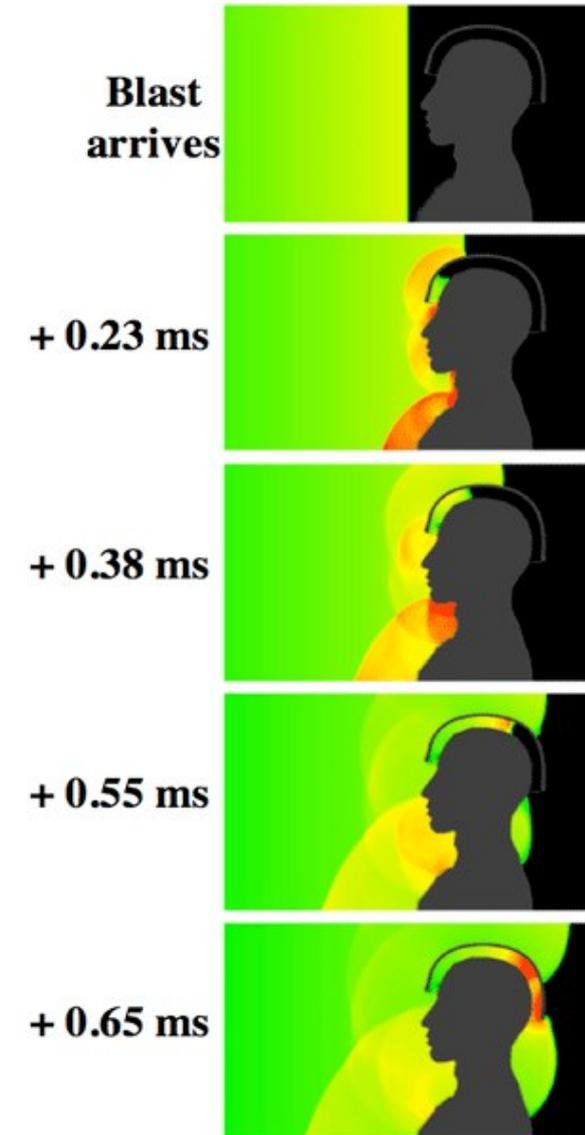
**Mais aussi le blast primaire**

## Donc une protection adaptée à la menace

### La protection de l'extrémité céphalique



Elle ne s'improvise pas



## **Donc une protection adaptée à la menace**

La protection de l'extrémité céphalique



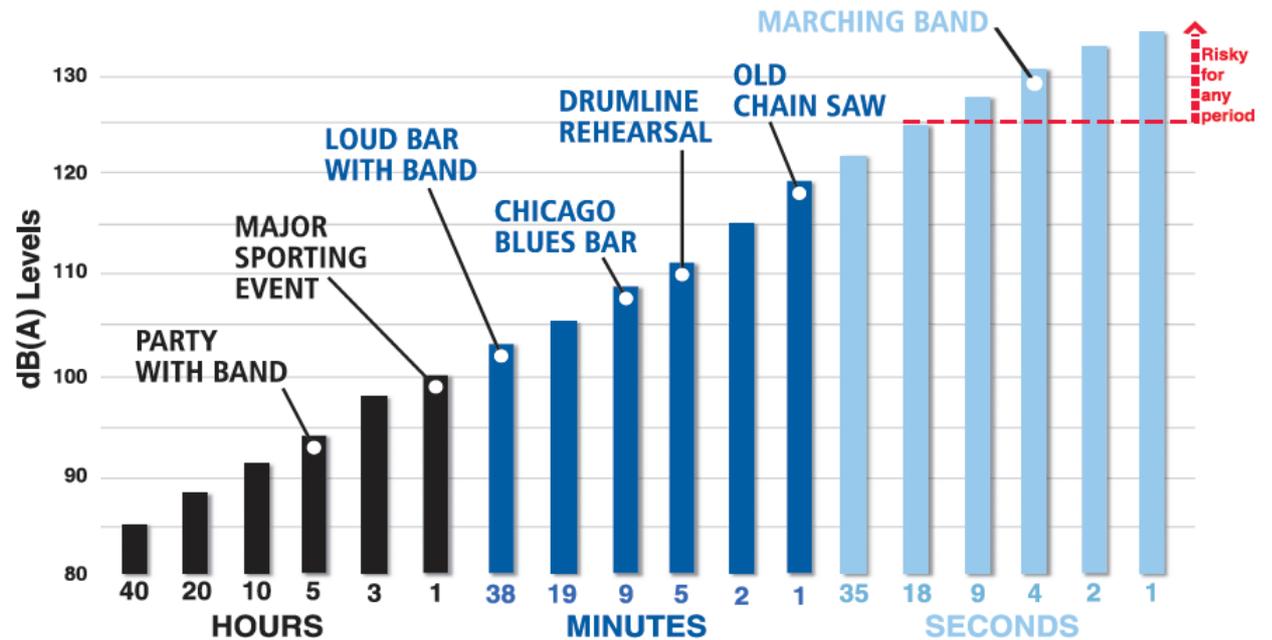
**Elle ne se modifie pas**

## Donc une protection adaptée à la menace

### Le bruit



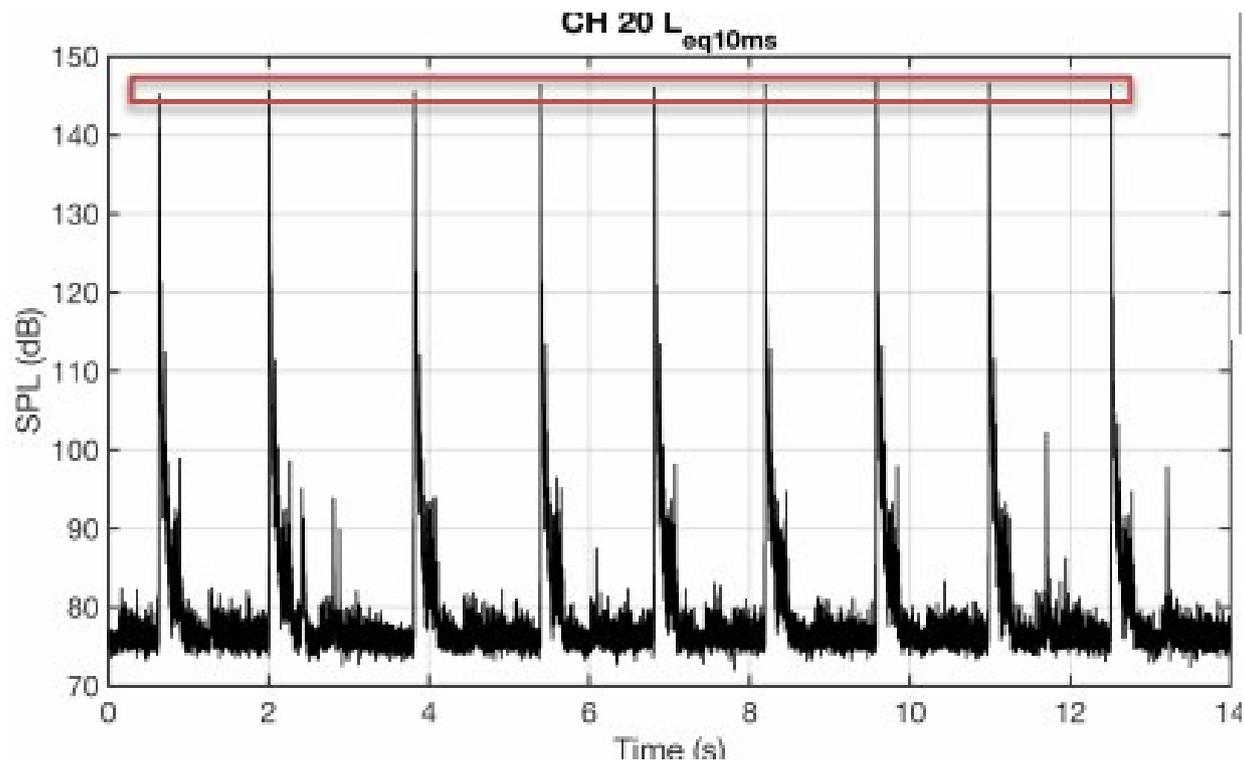
Impulsion > 150 db



Nécessité de hausser le ton > 80 db

## Donc une protection adaptée à la menace

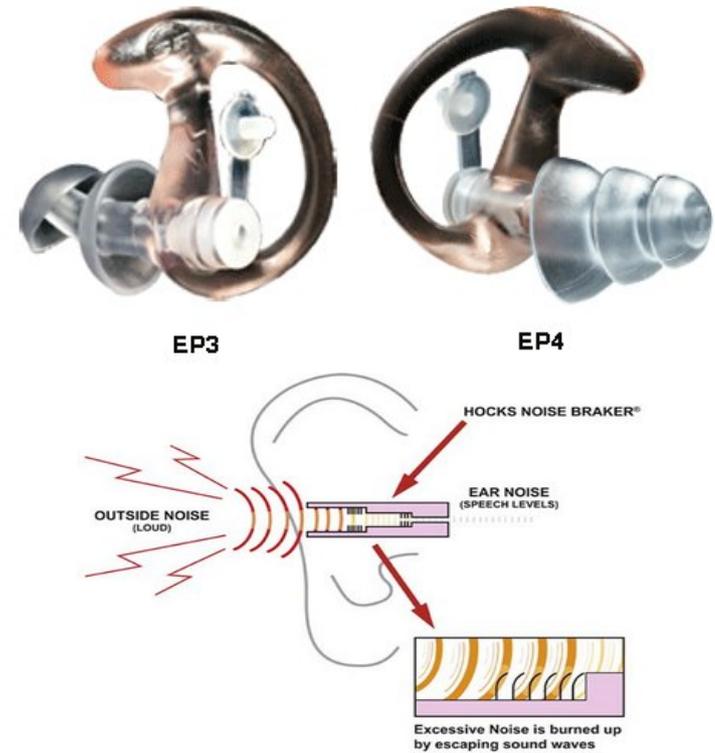
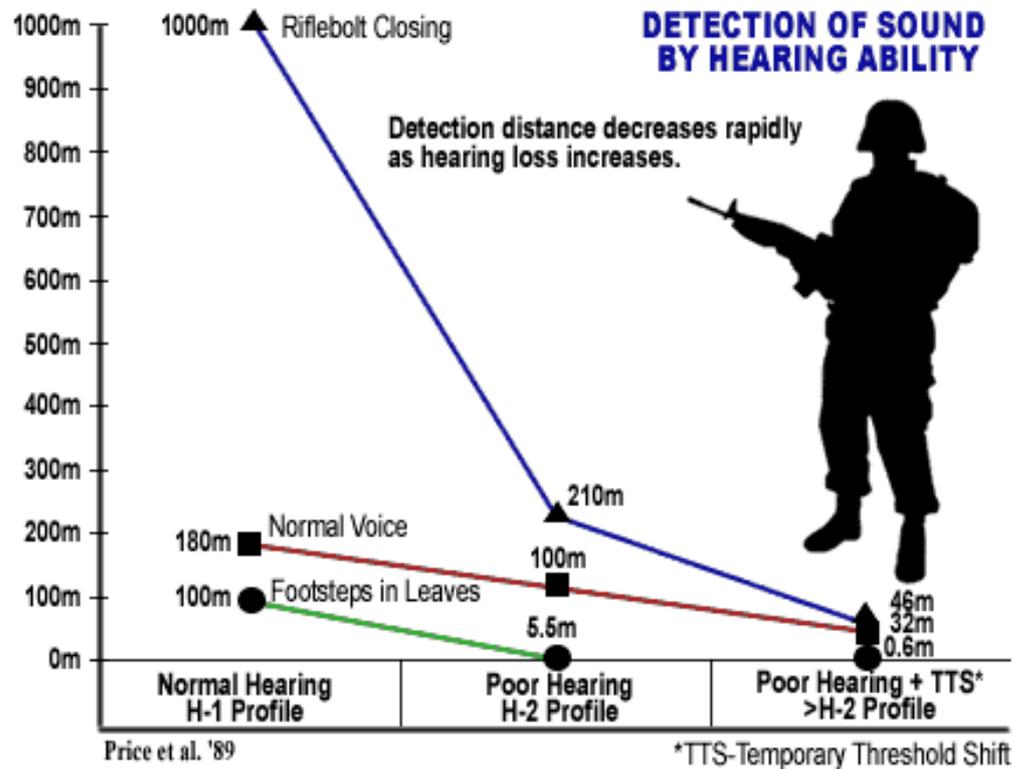
Le bruit



Des pics élevés : *Nécessité de protection*

## Donc une protection adaptée à la menace

### Le bruit



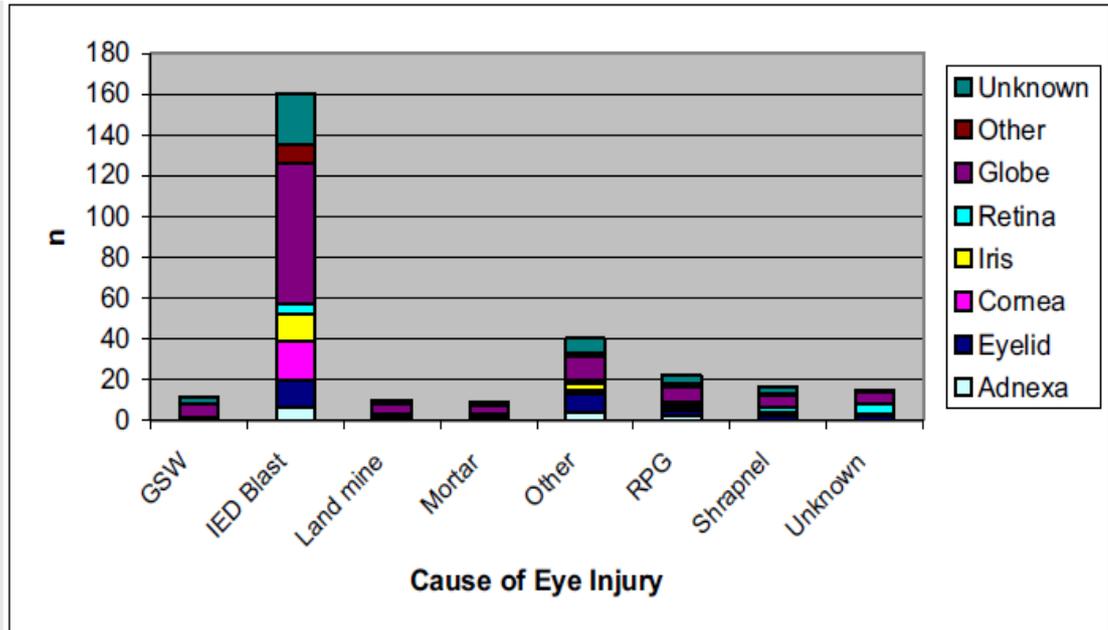
**Un compromis pour préserver la vie et l'audition**

## Donc une protection adaptée à la menace

### La vue

**Table 1** Incidence of eye casualties in American conflicts<sup>4,9-11</sup>

Study	Conflict	Percent with eye injuries
Steindorf (1914)	Civil War (1861-65)	0.57
Unknown <sup>10</sup>	Spanish-American War (1898)	2.20
Parsons (1941)	World War I (1914-18)	1.54
Stone (1950)		2.14
Reister (1973)	World War II (1941-45)	2.00
Stone (1950)		2.00
Gunderson (1947)		2.57-3.38
Reister (1973)	Korean Conflict (1950-53)	2.80
Hornblass (1973)		4.10
Lowry and Shaffer (1954)		8.10
Hornblass (1981)	Vietnam Conflict (1962-72)	5.0-9.0
Hoefle (1968)		9.0
Heier et al (1993)	Desert Shield/Storm (1990-91)	13.0



## Donc une protection adaptée à la menace

La vue



## Pour accéder au Website de médecine tactique

Version pdf (actualisé annuellement)



Version sonorisée (nécessite une ouverture de compte)



**GEDISS@**



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

## Apprendre et s'entraîner : *Pour appliquer tous la même méthode !*

<b>S</b>	<b>Stop the burning process</b>	<i>Répliquer par les armes</i>
<b>A</b>	<b>Assess the scene</b>	<i>Analyser ce qu'il se passe</i>
<b>F</b>	<b>Free of danger</b>	<i>Extraire le(s) blessé(s) pour des soins sans danger</i>
<b>E</b>	<b>Evaluate for ABC</b>	<i>Evaluer le blessé par la méthode START</i>

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

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

**R** Réévaluer

**Y** Yeux/ORL

**A** Les 4 As: Analgésie, Antifibrinolyse, Anti Emetique, Antibiotique

**N**