

Lésions par explosion



Dr B. Debien

Service d'anesthésie réanimation

Hôpital d'instruction des armées Percy - Clamart

Définitions

Explosions

Lésions I

Lésions II

Lésions III

Triage

Préhosp.

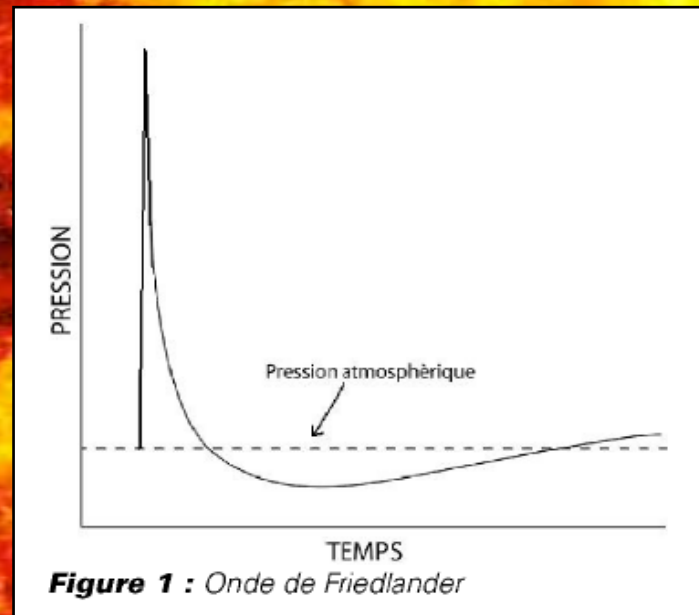
Hôpital

Explosion

- Energie
- Temps très court
- Production de gaz
- Haute température
- Haute pression



Explosion



Maynard RL. Trauma management for civilian and military physicians; 1986

Définitions

Explosions

Lésions I

Lésions II

Lésions III

Triage

Préhosp.

Hôpital

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

Définitions

Explosions

Lésions I

Lésions II

Lésions III

Triage

Préhosp.

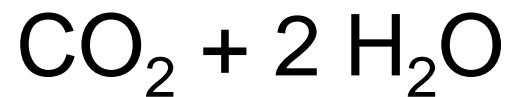
Hôpital

Pouvoir d'expansion

Le méthane :



3 → 3 (moles)



Expansion x 1

Définitions

Explosions

Lésions I

Lésions II

Lésions III

Triage

Préhosp.

Hôpital

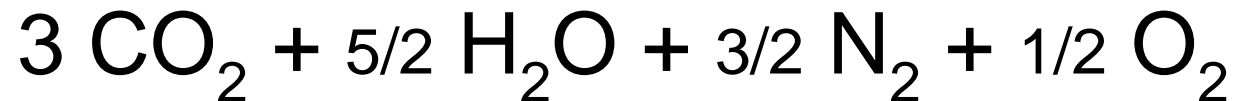
Pouvoir d'expansion

La dynamite



0 (gaz) → 7 ½

0,16 litres → 168 litres



Expansion x 1000

Définitions

Explosions

Lésions I

Lésions II

Lésions III

Triage

Préhosp.

Hôpital



Détonation

Définitions

Explosions

Lésions I

Lésions II

Lésions III

Triage

Préhosp.

Hôpital

Explosion de gaz

- Surpression **faible**
- Onde de **surpression**
- Propagation **sonique**

« **Combustion** »



Thouvenin J. La détonique. Valor Eds. 1997

Définitions

Explosions

Lésions I

Lésions II

Lésions III

Triage

Préhosp.

Hôpital

Explosion de poudre

- Surpression **moyenne**
- Onde de **surpression**
- Propagation **sonique**
« **Déflagration** »



Thouvenin J. La détonique. Valor Eds. 1997

Définitions

Explosions

Lésions I

Lésions II

Lésions III

Triage

Préhosp.

Hôpital

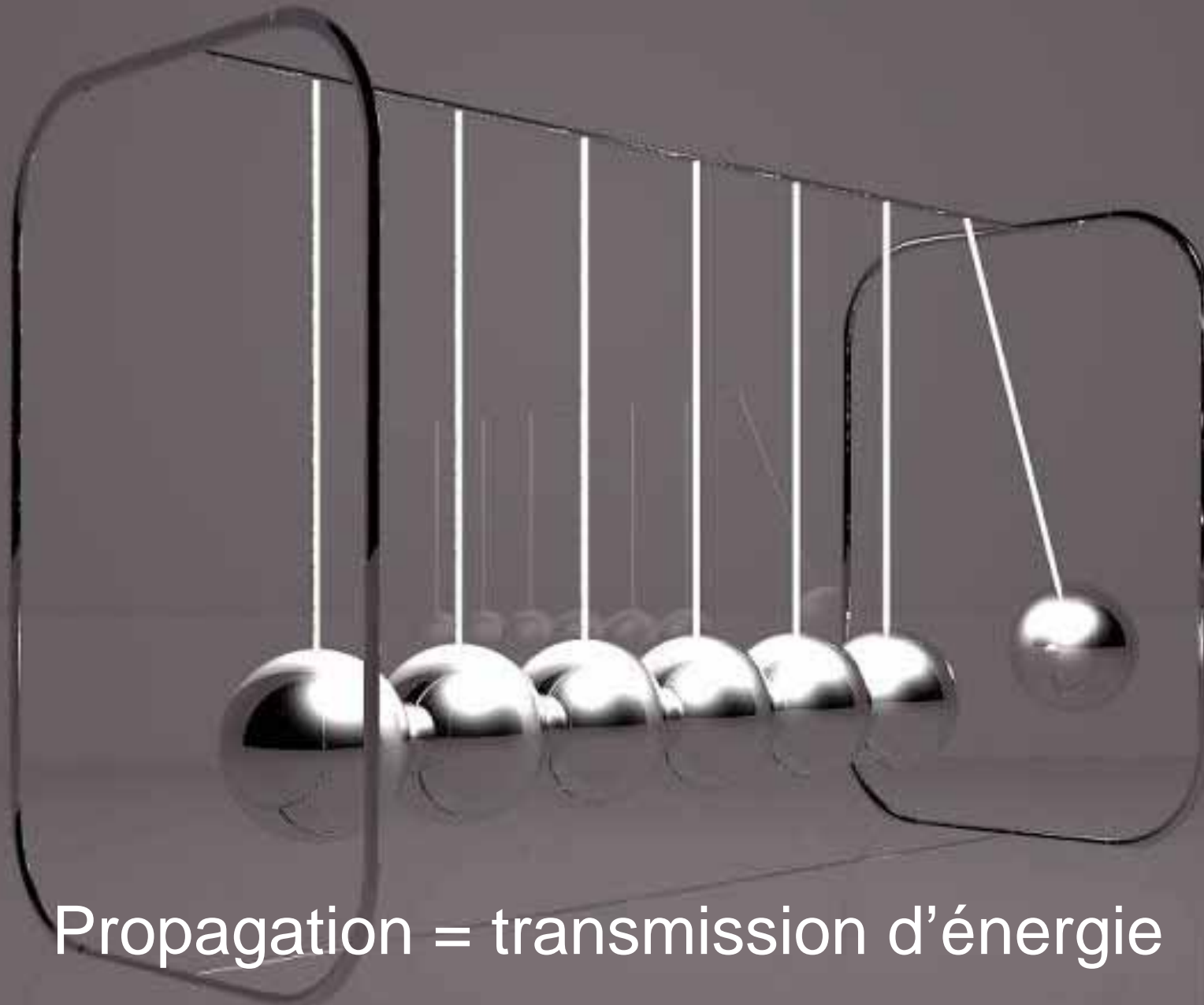
Explosion de dynamite

- Surpression **forte**
- Onde de **choc**
- Propagation **supersonique**

« **Détonation** »



Thouvenin J. La détonique. Valor Eds. 1997



Propagation = transmission d'énergie

Propagation

Atténuation avec la distance

$$1/x^3$$



$$1/x^2$$

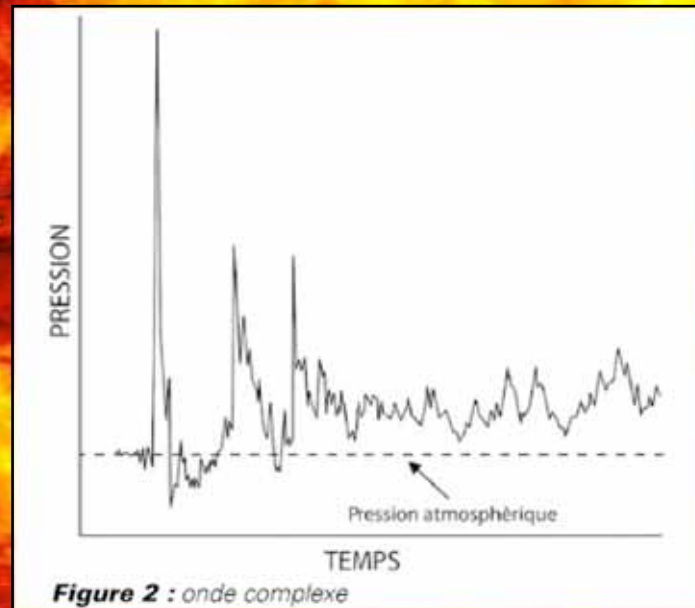


$$1/x$$





Explosion



Maynard RL. Trauma management for civilian and military physicians; 1986

Définitions

Explosions

Lésions I

Lésions II

Lésions III

Triage

Préhosp.

Hôpital

Milieu liquide



800 x plus dense, 10.000 x moins compressible



↓ amortissement et ↑ vitesse

(+ *blast digestif fréquent*)

Définitions

Explosions

Lésions I

Lésions II

Lésions III

Triage

Préhosp.

Hôpital

Milieu solide



↓↓↓ amortissement

↑↑↑ vitesse

Ex : métal (plancher véhicule), os

Définitions

Explosions

Lésions I

Lésions II

Lésions III

Triage

Préhosp.

Hôpital

Les lésions

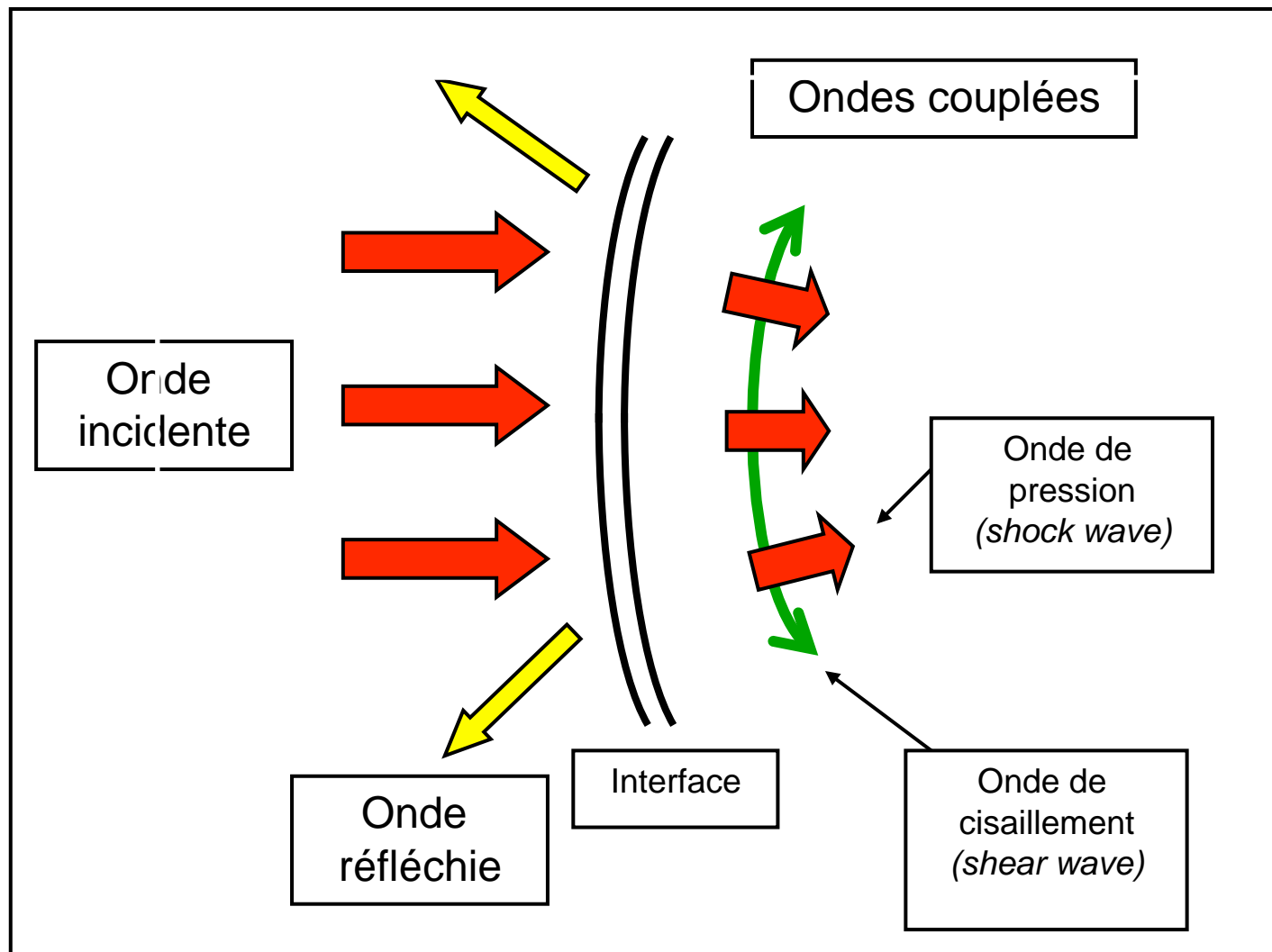
- « primaires » : *blast injury*
- « secondaires » : projectiles
- « tertiaires » : projection

« autres effets » : brûlures,
intoxications, ensevelissement,
traumatismes psychiques

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Blast

- **mécanisme**
- fréquence
- gravité
- otoscopie
- diagnostic
- formes retardées



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

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Mécanismes

- poumons
- intestin
- tympan
- cerveau
- foie, rate
- cœur, œil, os

Atteinte possible
des organes pleins

Pats B. EMC Anesthésie-réanimation ,36-725-D-10, 2000
Elsayed NM. Toxicology 1997;121:1-15

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Blast pulmonaire

- Seuil 175 à 200 kPa
- sang dans l'alvéole = « cf. **contusion** »
- fuite d'air = **pneumothorax**
pneumomédiastin
- **fistules alvéolo-veineuses**
(et embolies gazeuses)

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Blast pulmonaire



« rib marking »

Zuckerman. Lancet, 1940, aug 24, 219-24

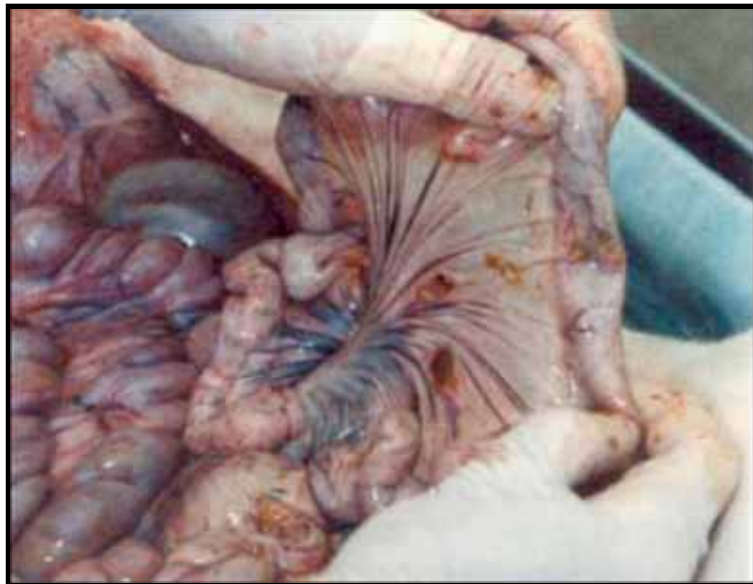
Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Blast digestif

- **milieu liquide** surtout
- **colon** 4 x plus sensible que le **grêle**
(Huller T. Arch Surg 1970;100:24)
- **mécanismes lésionnel** ≠
(Cripps NP. J Trauma 1996;40:S206)
- **seuil lésionnel** digestif = poumon
(Mayorga MA. Toxicology 1997;121:17)
- **rarement isolé**
(Mellor SG. Br J Hosp Med 1988;39:536)

Histologie (organes creux)

- Hémorragies muqueuse → séreuse
(Jaffin JH. J Trauma 1987;27:349)
- Perforations d'emblée ou retardées
- Ecchymoses, hémorragies du mésentère
(Gordon-Taylor G. In Surgery, part 2, Cope Z Eds. London, 1953)



Clinique

- Douleurs abdominales : 80%
- Nausées, vomissements : 46%
- Tenesmes : 24%
- Douleurs testiculaires : 21%
- Besoins impérieux
- Défense abdominale

Huller T. Arch Surg 1970;100:24

Owen-Smith MS. J R Army Med Corps 1979;125:4-16.

Phillips YY. Ann Emerg Med 1986;15:1446-50

Lésions orthopédiques



Amputations métaphyso-diaphysaires

Hull JB. J Trauma 1996;40(3):S198-S205.

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Blast

- mécanisme
- **fréquence**
- gravité
- otoscopie
- diagnostic
- formes retardées

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Fréquence du blast

Nom	Année	Nb vic	% blast	espace
Frykberg	1988	3357	0,6	ouvert
Katz	1989	55	20	fermé
Leibovici	1999	647	8	mixte
Avidan	2005	960	3	fermé
Gutierrez	2005	243	8	fermé

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Blast

- mécanisme
- fréquence
- **gravité**
- otoscopie
- diagnostic
- formes retardées

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Gravité

17 à 45 % des morts
(Hadden WA. Br J Surg 1978)
(Frykberg ER. Ann Surg 1988)



Mortalité critique :
0 à 37 %
*(Frykberg ER.
J Trauma 2002)*

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Blast

- mécanisme
- fréquence
- gravité
- **otoscopie**
- diagnostic
- formes retardées

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Otoscopie ?



Tympan normal → Pas de blast ?

DePalma RG. N Engl J Med 2005;352:1335-42

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Otoscopie

Faux
Négatifs

828 victimes
groupe > 550 kPa

38%

Mellor SG. Br J Surg 1989

647 survivants - 7,5% blast

Leibovici D. Ann Emerg Med 1999

33%

243 survivants - 8 % blast

Gutierrez JP. Crit Care Med 2005

33%

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Otoscopie

Faut-il la faire ?

- Tympan normal ~~→~~ pas de blast
- Tympan perforé ~~→~~ blast
- Otoscopie? Oui ! → bilan lésionnel

Debien B. Lésions par explosions. MAPAR 2006

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Blast

- mécanisme
- fréquence
- gravité
- otoscopie
- **diagnostic**
- formes retardées



Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Blast pulmonaire

Signes cliniques

- **SF** : dyspnée, douleur thoracique, toux, hémoptysie
- **SP** : polypnée, cyanose, air intrapariétal, crépitants

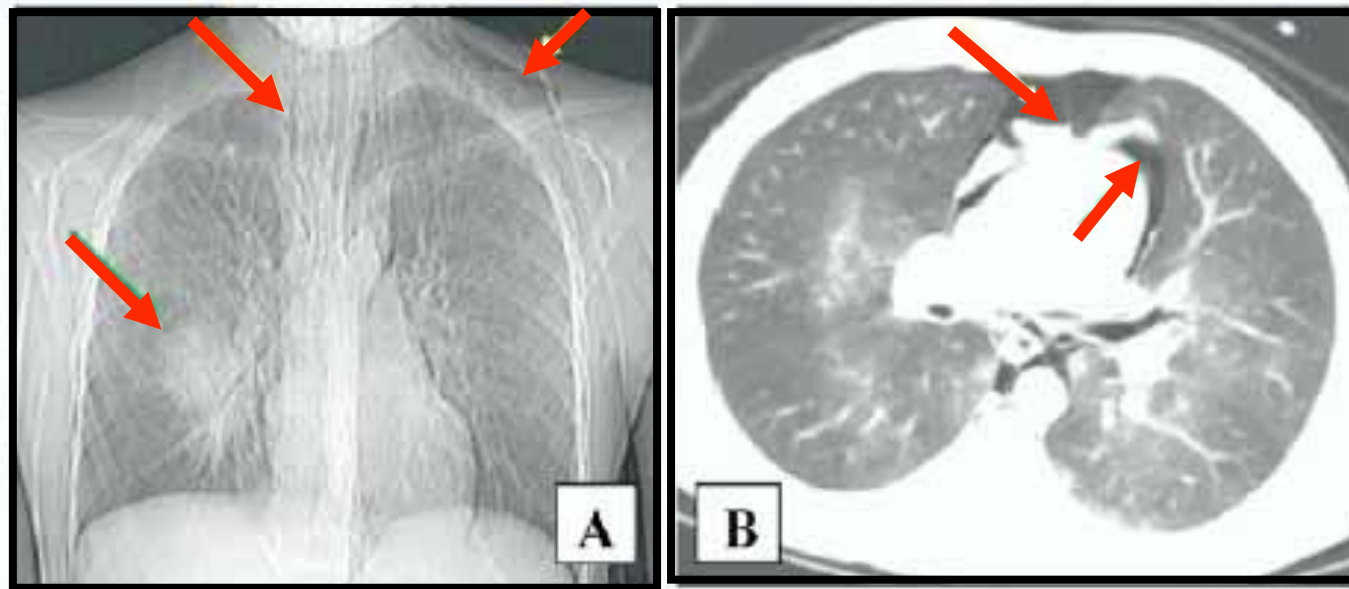
Pizov R. J Trauma 1999

Pats B. EMC Anesthésie Réanimation 2000

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Blast pulmonaire

Signes radiologiques



Avidan V. Am J Surg 2005

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Blast

- mécanisme
- fréquence
- gravité
- otoscopie
- diagnostic
- **formes retardées**

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Formes retardées ?

- $PO_2/FiO_2 = 200$ à l'entrée
(Sorkin *et al.* 1998)
- pas de lésion retardée
(Ann Emerg Med 1999)
- intervention < 2h
(Avidan *V. Am J Surg* 2005)
- symptomatologie d'emblée
(Ashkenazi *I. N Engl J Med* 2005)

Non!

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Lésions projectilaires

- les plus fréquentes
 - terrorisme urbain
 - rayon vulnérant étendu
- inhabituelles en Europe
- multiples
- difficiles à diagnostiquer



Hirshberg A. J Trauma 1999
Peleg K. N Engl J Med 2005

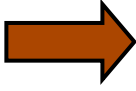
Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Lésions par projection

= traumatismes fermés
(pas de spécificité)

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Le triage... une nécessité !

- majorité de petits blessés
(*Hirshberg A. J trauma 1999*)
- 9% de blessés graves
(*Gutierrez JP. Crit Care Med 2005*)
- « surtriage »  surmortalité
(*Frykberg ER. J Trauma 2002*)



« Explosion » de gaz en milieu urbain

- pas de blast !
- lésions tympaniques +
- lésions projectilaires +
- brûlés + +
- ensevelis +/-
- létalité < 10%



Explosion en milieu ouvert

- létalité < 10 %
- lésions tympaniques + +
- lésions projectilaires +++
- blast pulmonaires +/-



Charge « faible »
(qq kg de TNT)
milieu clos
(RER, bus...)

- peu de morts (amputés...)
- lésions tympaniques + + +
- lésions projectilaires + + +
- blast pulmonaire + +
- létalité $\leq 10\%$



Hôtel Hilton à Tabá (2004)

- recherche des victimes
- pas de blast
- ensevelissement +++
- létalité >> 10 %

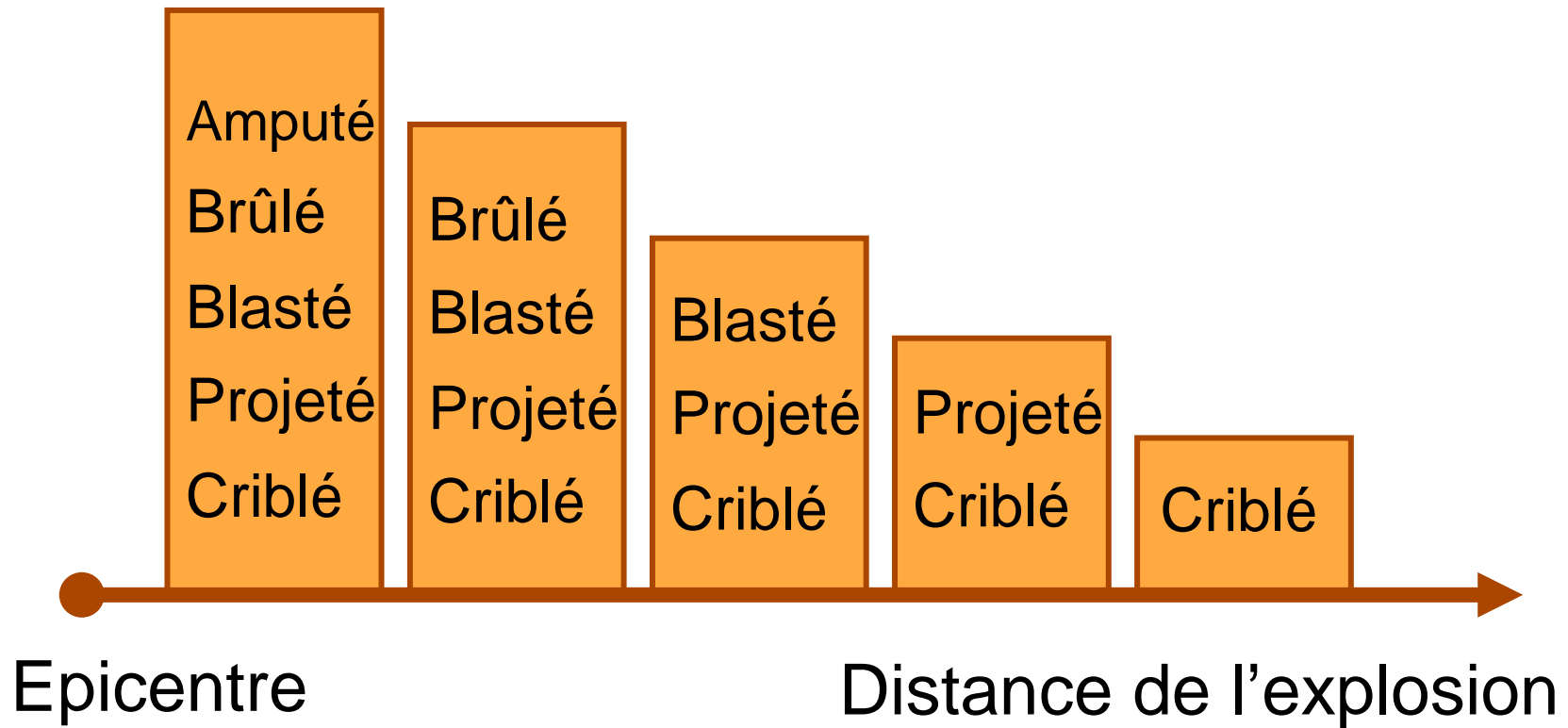
Charge importante
« voiture suicide »
> 100 kg de TNT



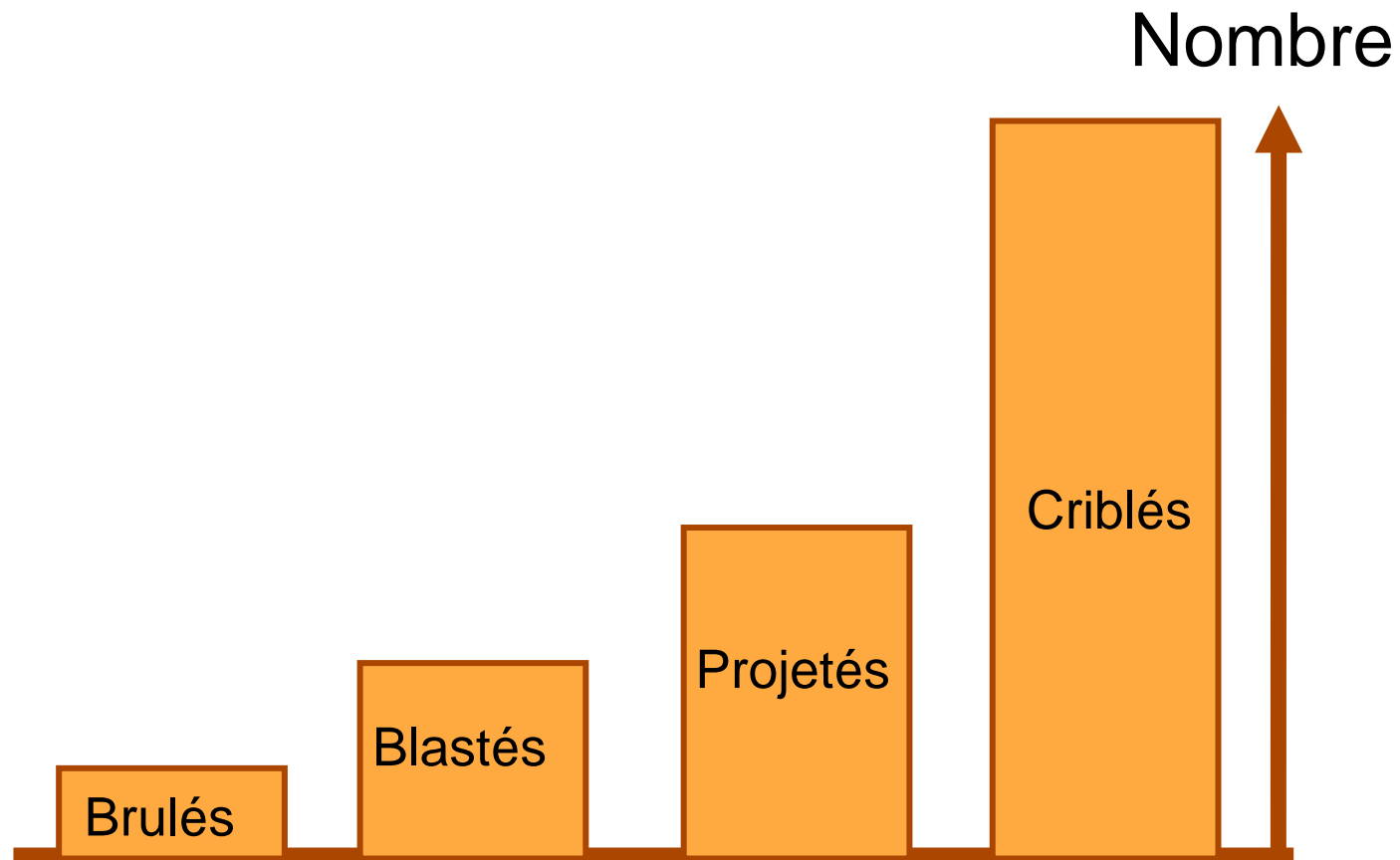
Oklahoma city (1995)

Attentat	Date	nb victimes	létaleté
Bologne	1980	291	25%
Beyrouth	1983	346	68%
Paris	1986	268	5%
BuenosAire	1994	200	43%
Oklahoma City	1995	759	21%
Paris	1995	92	4%
Paris	1996	94	2%
Dahran	1996	420	5%
Londres	1999	50	4%
New-York	2001	3600	80%
Madrid	2004	2100	9%
Londres	2005	700	8%

Profils lésionnels



Répartition des victimes



Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Prise en charge

Diagnostic et
d'une...

Peut-on ventiler ?

... que
biologique
• Respiratoire

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Peut-on ventiler ?

- risque < 30
- on ventile un patient sain
- cf. complications pulmonaires !

Oui!

Hill JF. Ann Roy Coll Surg Engl 1979;61:4-11

Caseby NG. Injury 1976;8:1-12

Saada M. Am J Respir Crit Care Med 1995;152:812-5

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

A l'hôpital

Examens d'imagerie :

- RP, Rx bassin, « *FAST* »
- + Rx « 2 incidences » (projectiles)
- spirale TDM ? **Facteur temps...**

Imagerie = « Goulet d'étranglement »

Protocoles !

Hirshberg A. J Trauma 1999;47:545:50

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Traitement

Blast pulmonaire : cf. SDRA

Blast digestif : cf. péritonite

Plaies de criblage : → Ne pas suturer

Blast tympanique : → pas urgent

Hirshberg A. J Trauma 1999;47:545:50

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

Cas concret

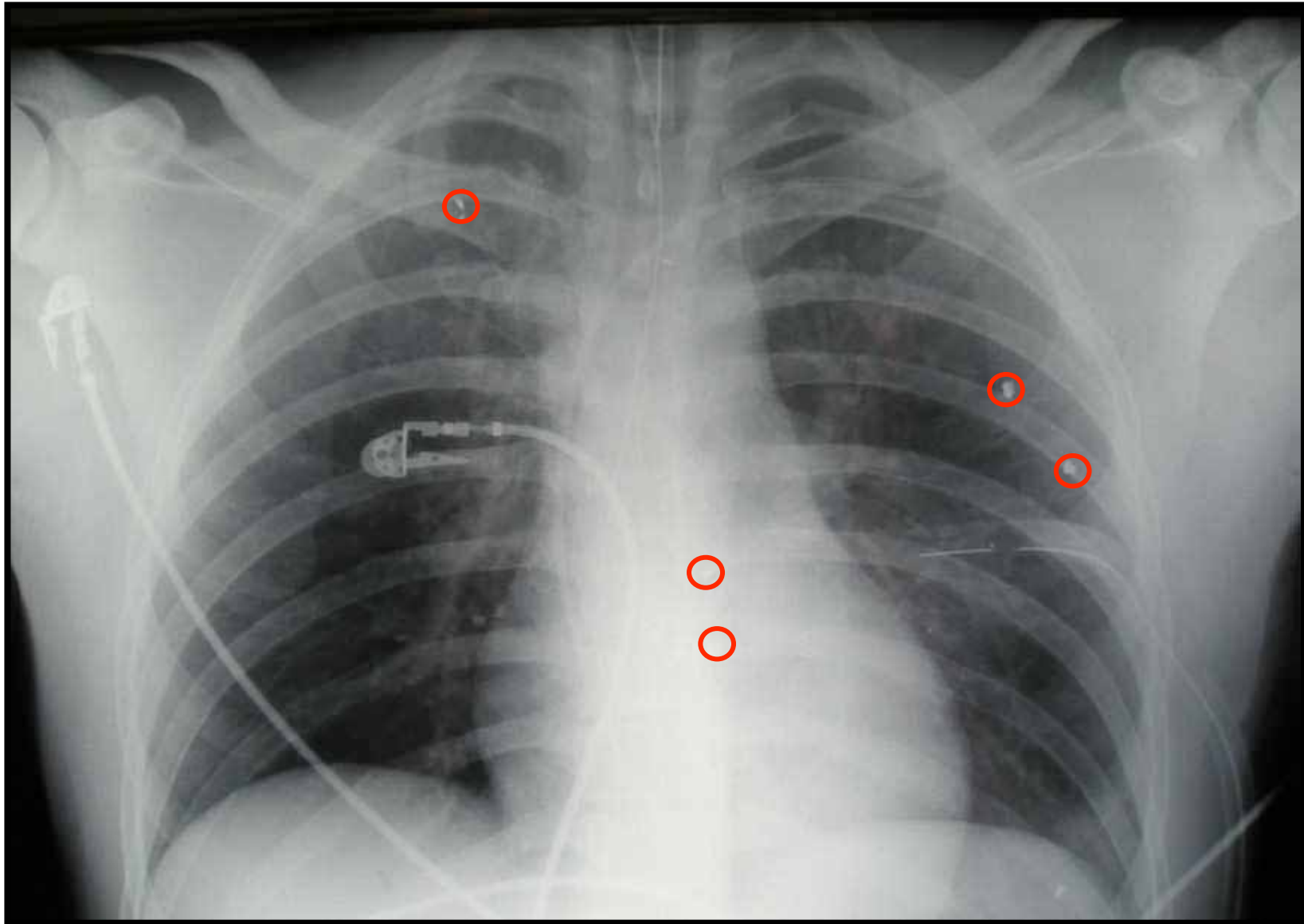
- Militaire 30 ans, Tchad
- Grenade à fusil
- Milieu aérien ouvert
- Pneumothorax suffoquant
- Drainage
- Intubation + ventilation
- EVASAN

Définitions
Explosions
Lésions I
Lésions II
Lésions III
Triage
Préhosp.
Hôpital

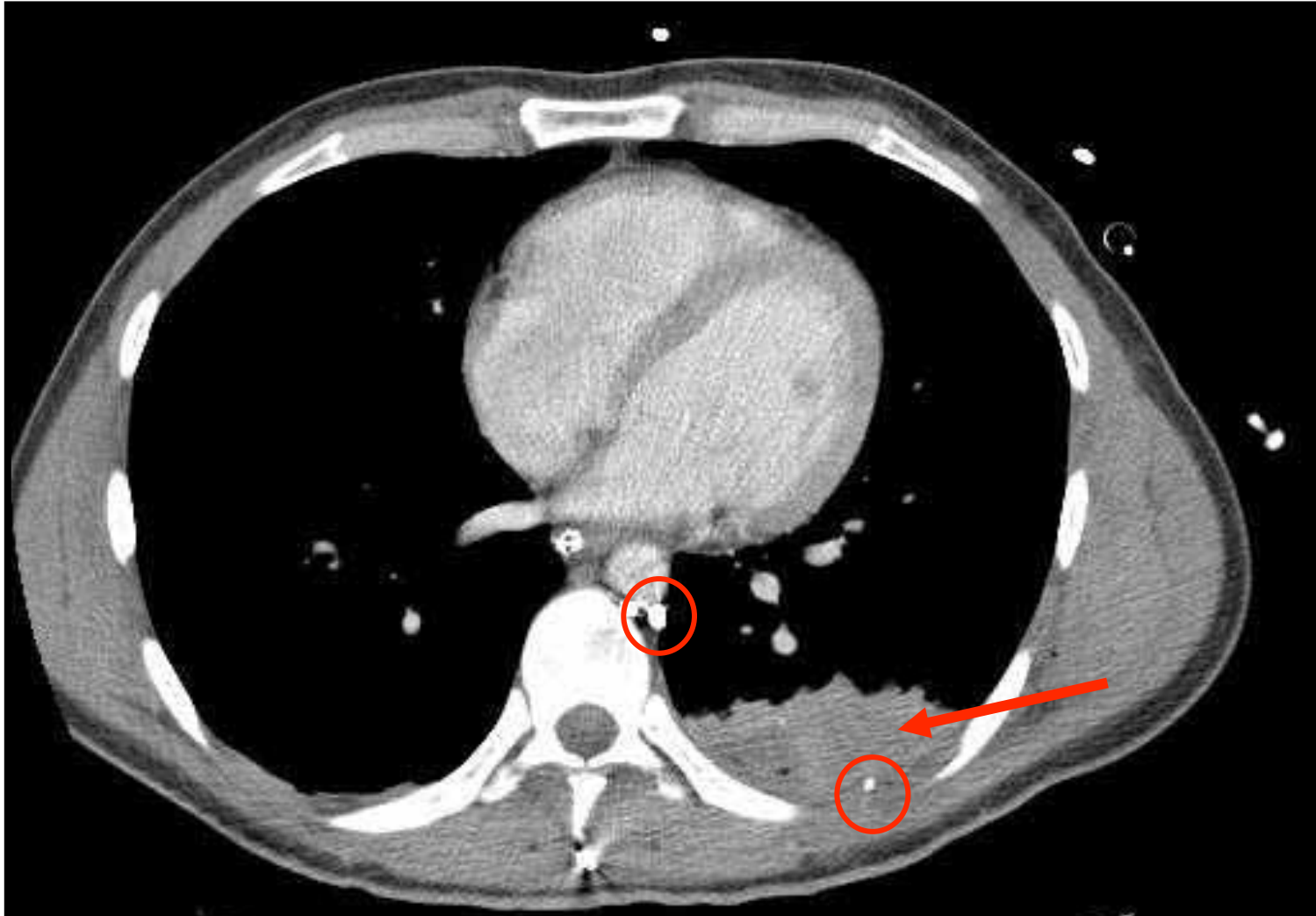
Polycriblage



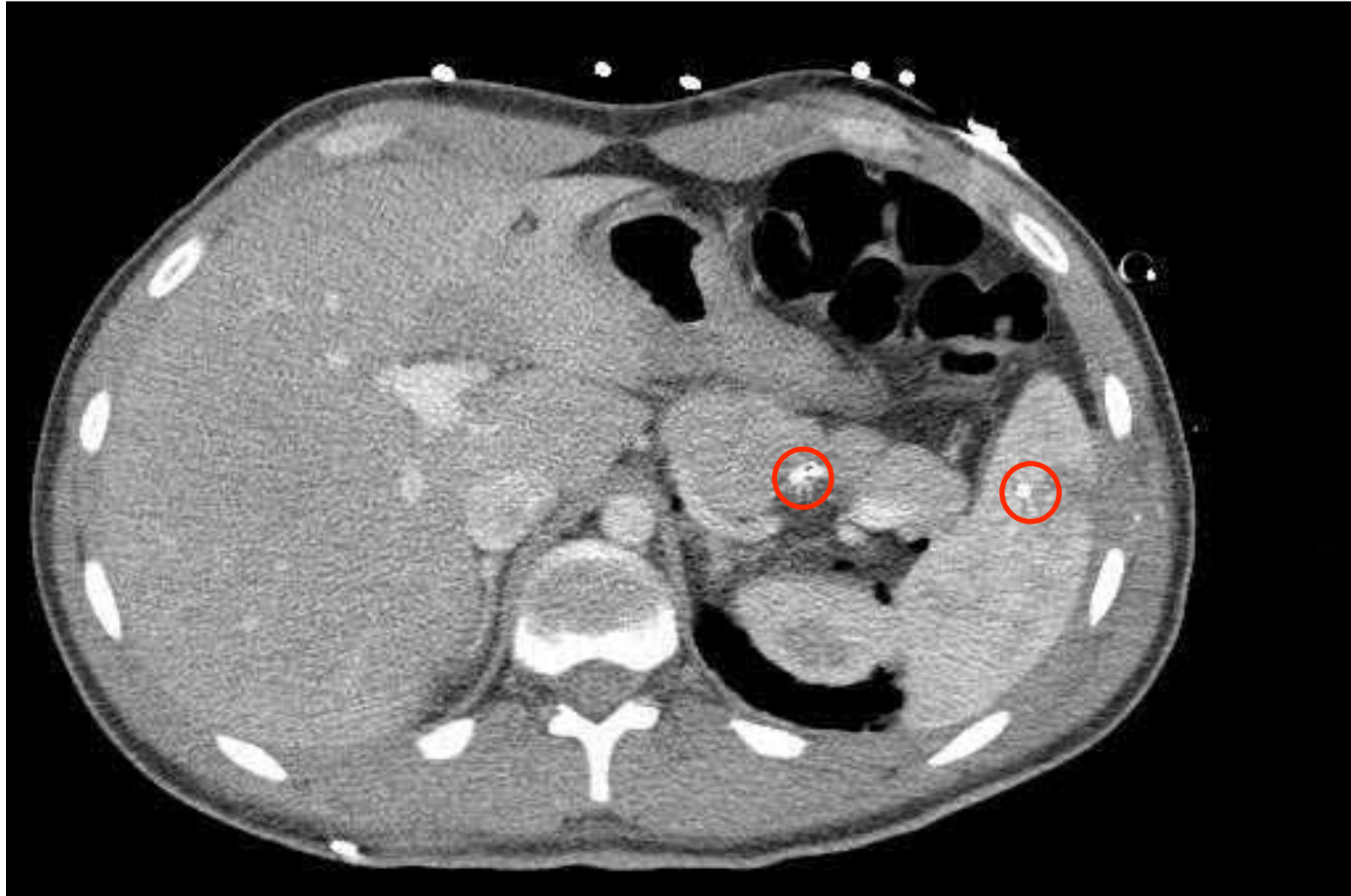
Radio pulmonaire



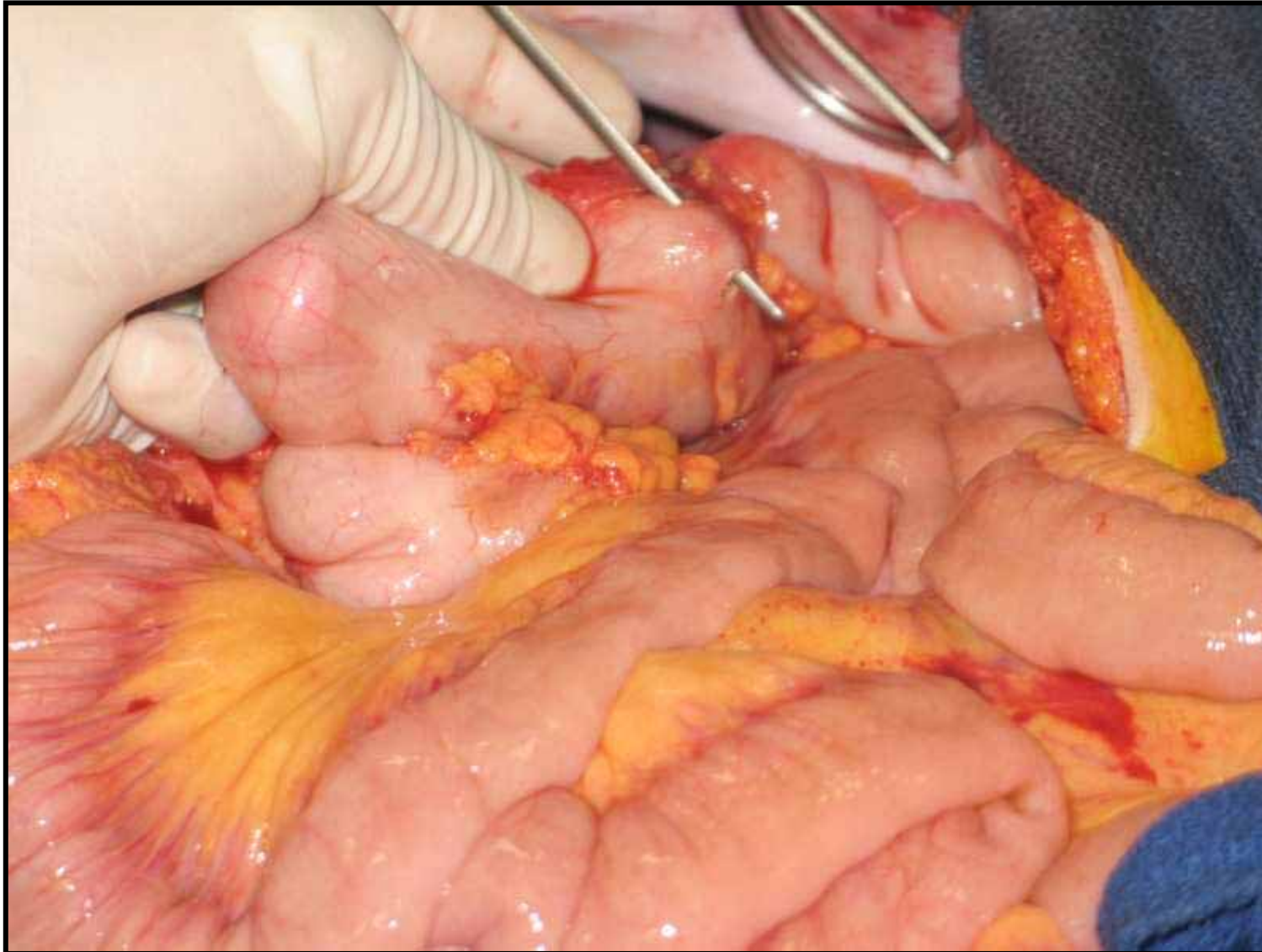
TDM thoracique



TDM abdominal

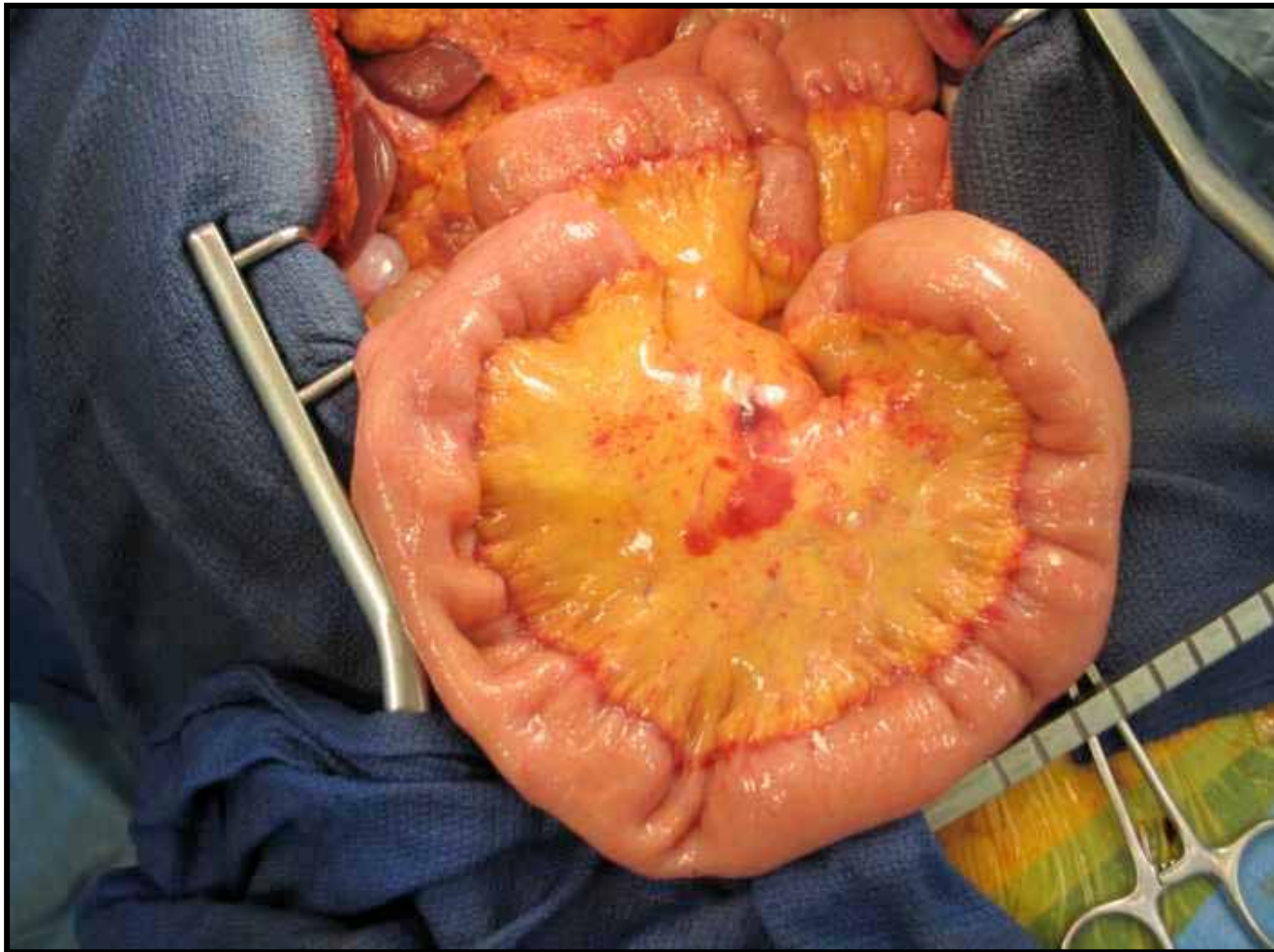


Perforation du grêle



Blast digestif

Flaques hémorragiques du mésentère



Conclusion

Pas de blast dans les explosions de gaz

« Treat the wound, not the weapon »

(Lindsey D. Emergency War Surgery NATO handbook)

Nécessité d'un triage pré-hospitalier

Protocole d'accueil hospitalier

Lésions projectilaires

*« Humans are generally the
most bomb-resistant structures
near a bomb »*

(Wright RK. Clin Lab Med 1983;3:309-19)