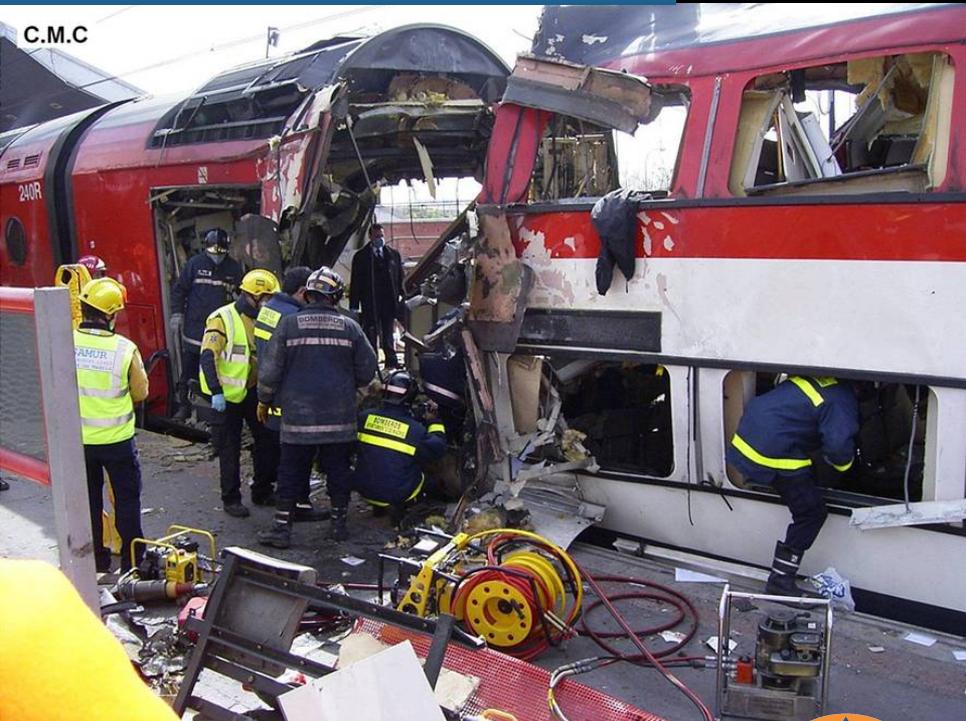




HYPERTERRORISME

Intérêt d'une modélisation prédictive des victimes d'attentats

Médecin en Chef Claude FUILLA



Conseiller Médical du Directeur Général
 Direction Générale Sécurité Civile et de la Gestion des Crises
 Ministère de l'Intérieur, de l'Outre-mer, des Collectivités Territoriales et de l'Immigration



HYPERTERRORISME

- **CONVENTIONNEL :**

- **Attentat majeur**
- **Attentats multi-sites**
- **Sur-attentat**



A.C.E.M. : Accident Catastrophique à Effet Majeur

ATTENTATS MULTI-SITES

- ❑ Les terroristes recherchent l'exploitation médiatique des vulnérabilités :
 - *La saturation des équipes médicales*
 - *L'engorgement des hôpitaux de proximité*
 - *Les délais d'évacuation des blessés*
 - *La complexité de traitement des sites*
- ❑ Objectif des secours :
 - *Efficiency dans la réponse en terme d'organisation des secours*
 - *Résilience de l'Etat*

Importance du nombre de victimes

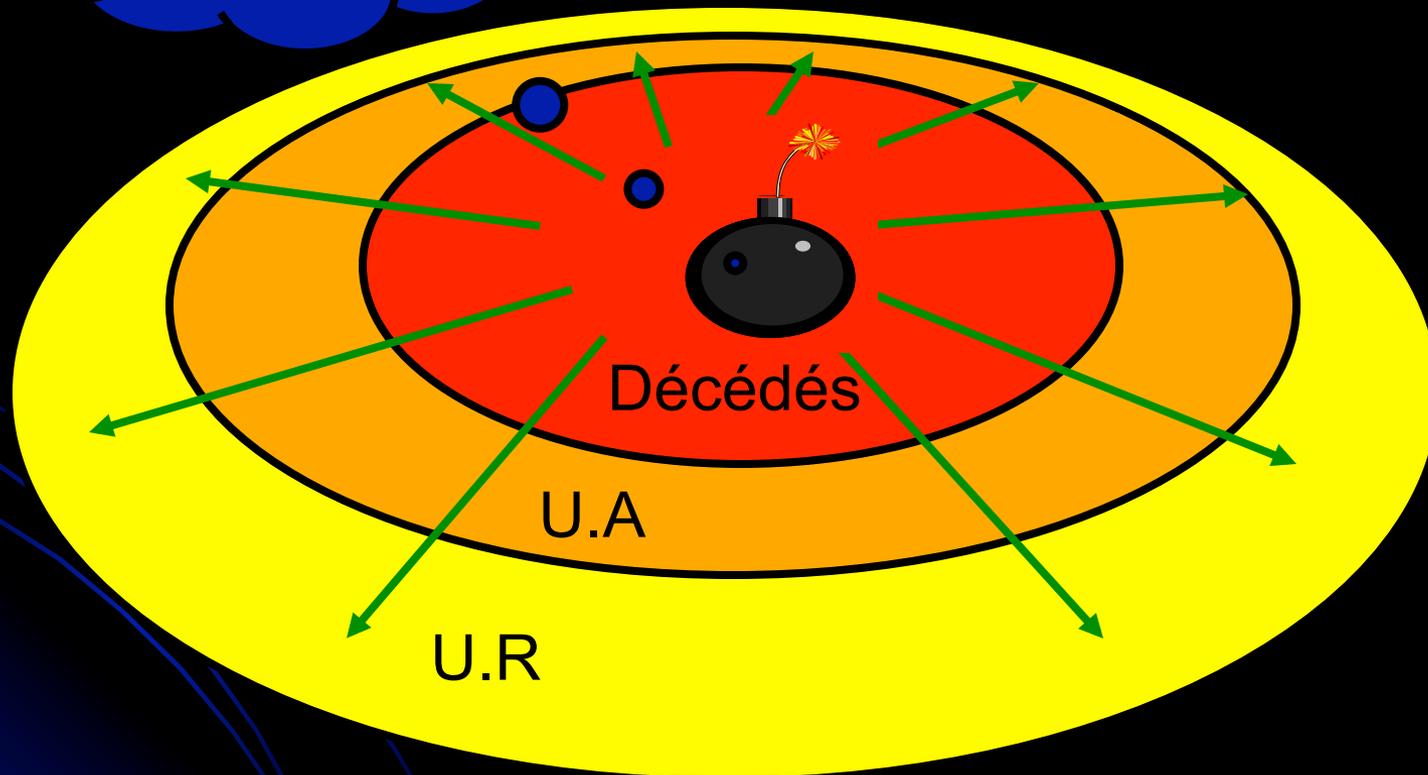
- U.A. en nombre très élevé :
 - *Saturation rapide des équipes médicales*
- Importance numérique des blessés plus légèrement atteints :
 - *Neutralisation des capacités de traitement et d'évacuation des équipes de secours*

**Seule sera abordée la
problématique des attentats
par explosifs conventionnels**

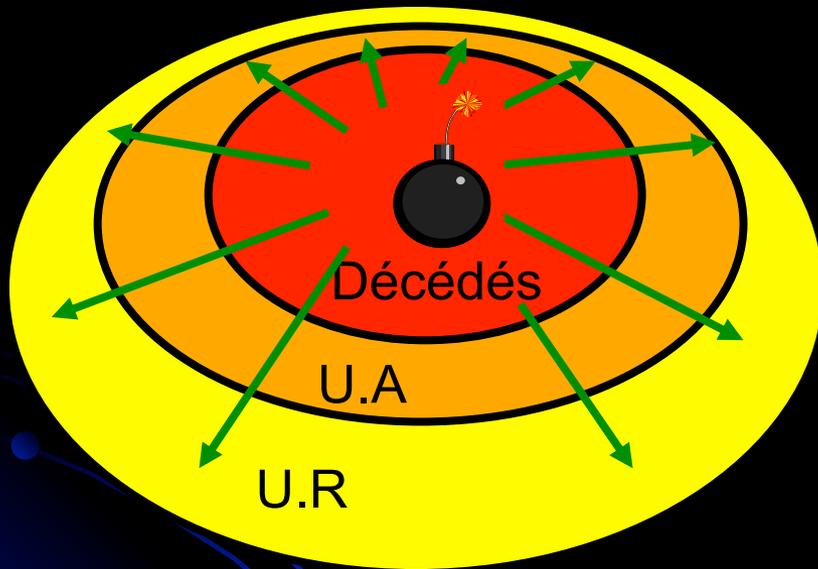


REPARTITION DES VICTIMES

Explosion



EVALUATION DES VICTIMES



Décédés :

- Estimation du nombre de blessés
- Charge médico-légale

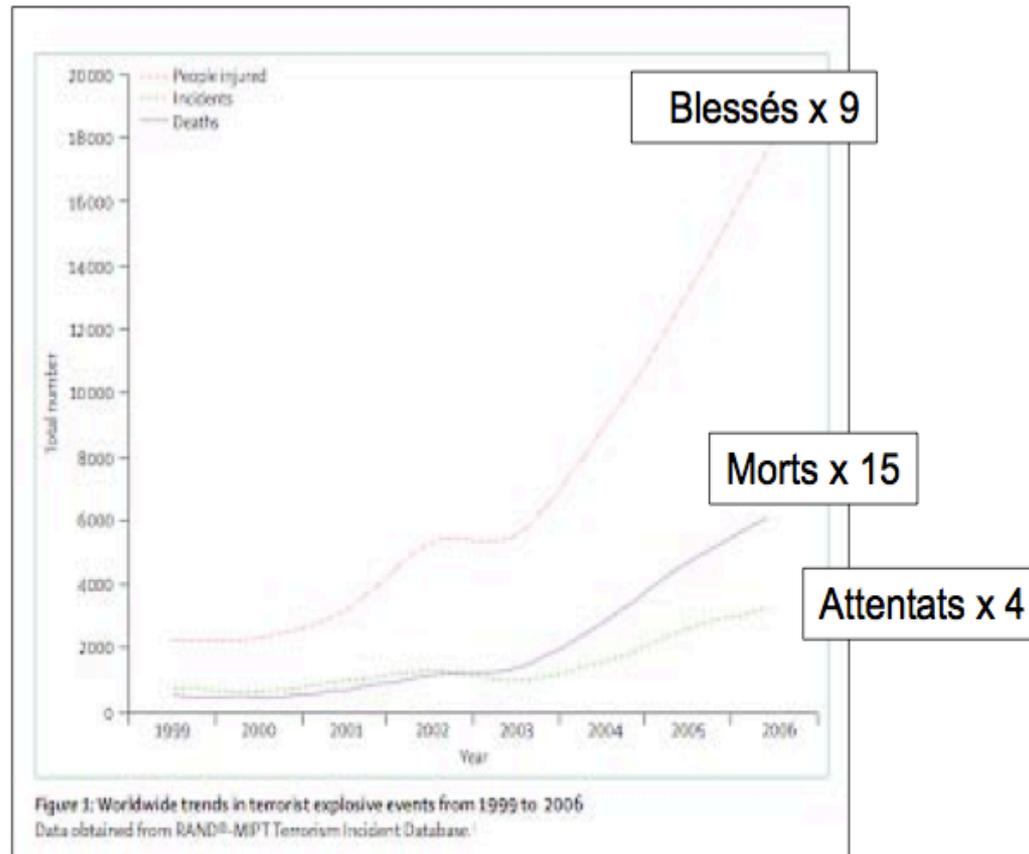
U.A. :

- Charge en soins
- Choix des plateaux techniques hospitaliers

U.R. :

- Gestion des flux d'évacuation
- Choix des hôpitaux d'accueil

GRAVITE EN FORTE PROGRESSION



Wolf SJ. Lancet 2009;374(9687):405-15

ANALYSE ATTENTATS PARISIENS ANNEES 80 et 90 MADRID 2004 et LONDRES 2005

ATTENTATS	DATE	Nombre D'explosions	DCD	Blessés UA	Blessés UR	Blessés totaux
Rue de Rennes (Paris)	17/09/1986	1	7	14	41	55
Saint-Michel (Paris)	25/07/1995	1	8	17	90	107
Gare d'Orsay (Paris)	17/10/1995	1	0	5	28	33
Port-Royal (Paris)	3/12/1996	1	8	12	104	116
Gare d'Atocha (Madrid)	11/03/2004	3	29	65	515	580
Rue Tellez (Madrid)		4	64	62	678	740
Gare El Pozo (Madrid)		2	67	32	314	346
Gare St Eugénia (Madrid)		1	17	26	193	219
Aldgate East Station (Londres)	7/07/2005	1	8	11	172	183
King Cross Station (Londres)		1	27	38	229	267
Edgware Road Station (Londres)		1	7	13	158	171
Bus Tavistock Square (Londres)		1	14	21	52	73

ANALYSE ATTENTATS PARISIENS ANNEES 80 et 90 MADRID 2004 et LONDRES 2005

ATTENTATS	DATE	Nombre D'explosions	DCD (par bombe)	Blessés UA (par bombe)	Blessés UR (par bombe)	Blessés totaux (par bombe)
Rue de Rennes (Paris)	17/09/1986	1	7	14	41	55
Saint-Michel (Paris)	25/07/1995	1	8	17	90	107
Gare d'Orsay (Paris)	17/10/1995	1	0	5	28	33
Port-Royal (Paris)	3/12/1996	1	8	12	104	116
Gare d'Atocha (Madrid)	11/03/2004	3	9,6	21,6	171,6	193,3
Rue Tellez (Madrid)		4	16	15,5	169,5	185
Gare El Pozo (Madrid)		2	33,5	16	157	173
Gare St Eugénia (Madrid)		1	17	26	193	219
Aldgate East Station (Londres)	7/07/2005	1	8	11	172	183
King Cross Station (Londres)		1	27	38	229	267
Edgware Road Station (Londres)		1	7	13	158	171
Bus Tavistock Square (Londres)		1	14	21	52	73

OBJECTIFS OPERATIONNELS

□ **Appréciation rapide de la situation :**

- *Nature de l'agression*
- *Nombre de sites touchés*
- *Nombre de frappes*
- *Levée de doute NRBC*
- *Bilan numérique approximatif des victimes*

□ **Constitution précoce d'une réserve stratégique**

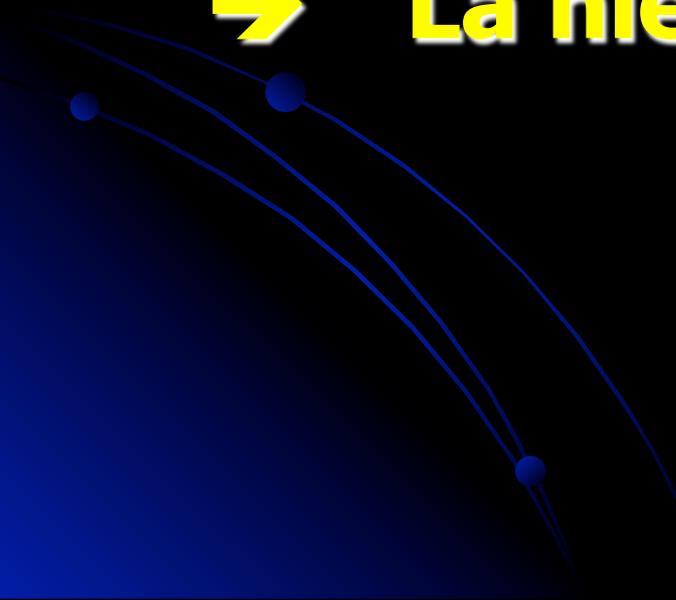
□ **Hiérarchisation des différents sites :**

- **Axe d'effort**

□ **Contrôle du niveau de dégradation de la couverture opérationnelle**

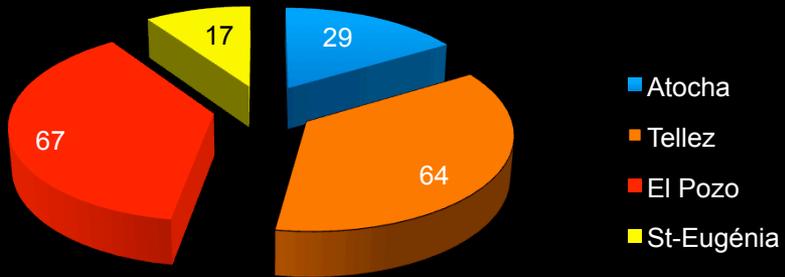
**L'élément le plus difficile
à évaluer est :**

→ La hiérarchisation des sites

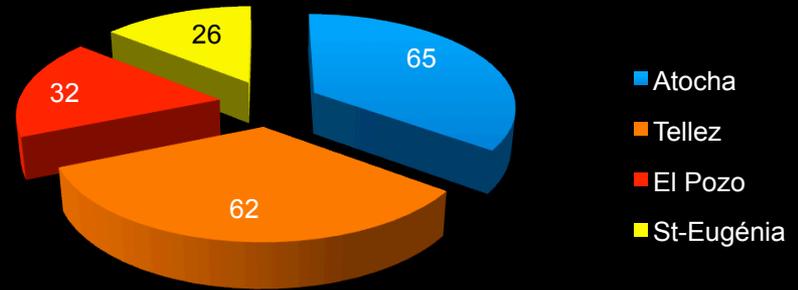


MADRID

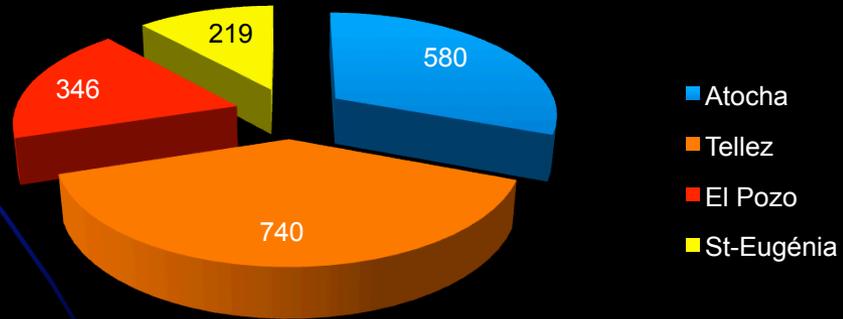
DCD



UA

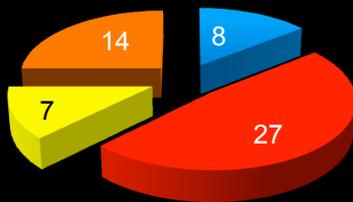


Total Blessés



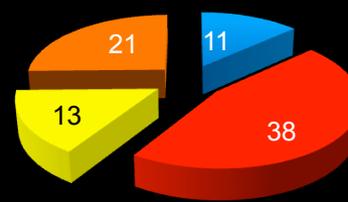
LONDRES

DCD



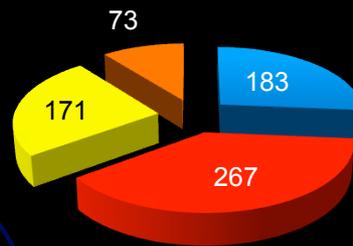
- Aldgate East Station
- King Cross Station
- Edgware Road Station
- Bus Tavistock Square

UA



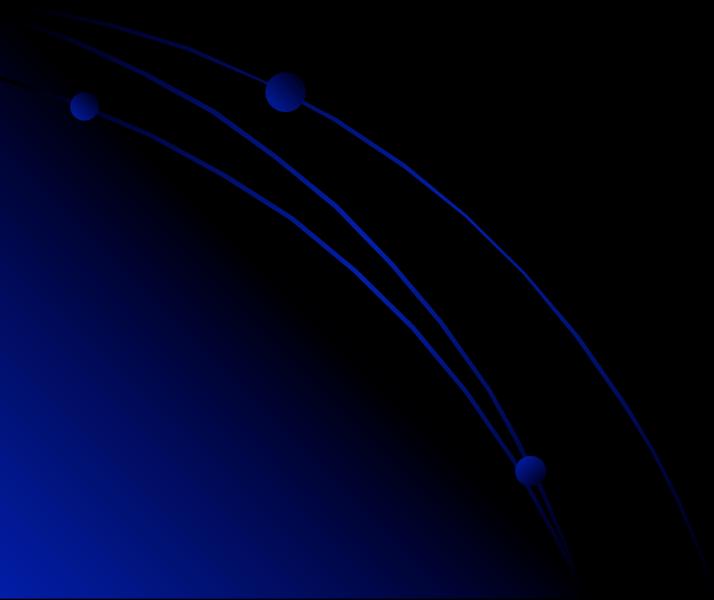
- Aldgate East Station
- King Cross Station
- Edgware Road Station
- Bus Tavistock Square

Total Blessés



- Aldgate East Station
- King Cross Station
- Edgware Road Station
- Bus Tavistock Square

EFFETS D'UNE EXPLOSION



EXPLOSION

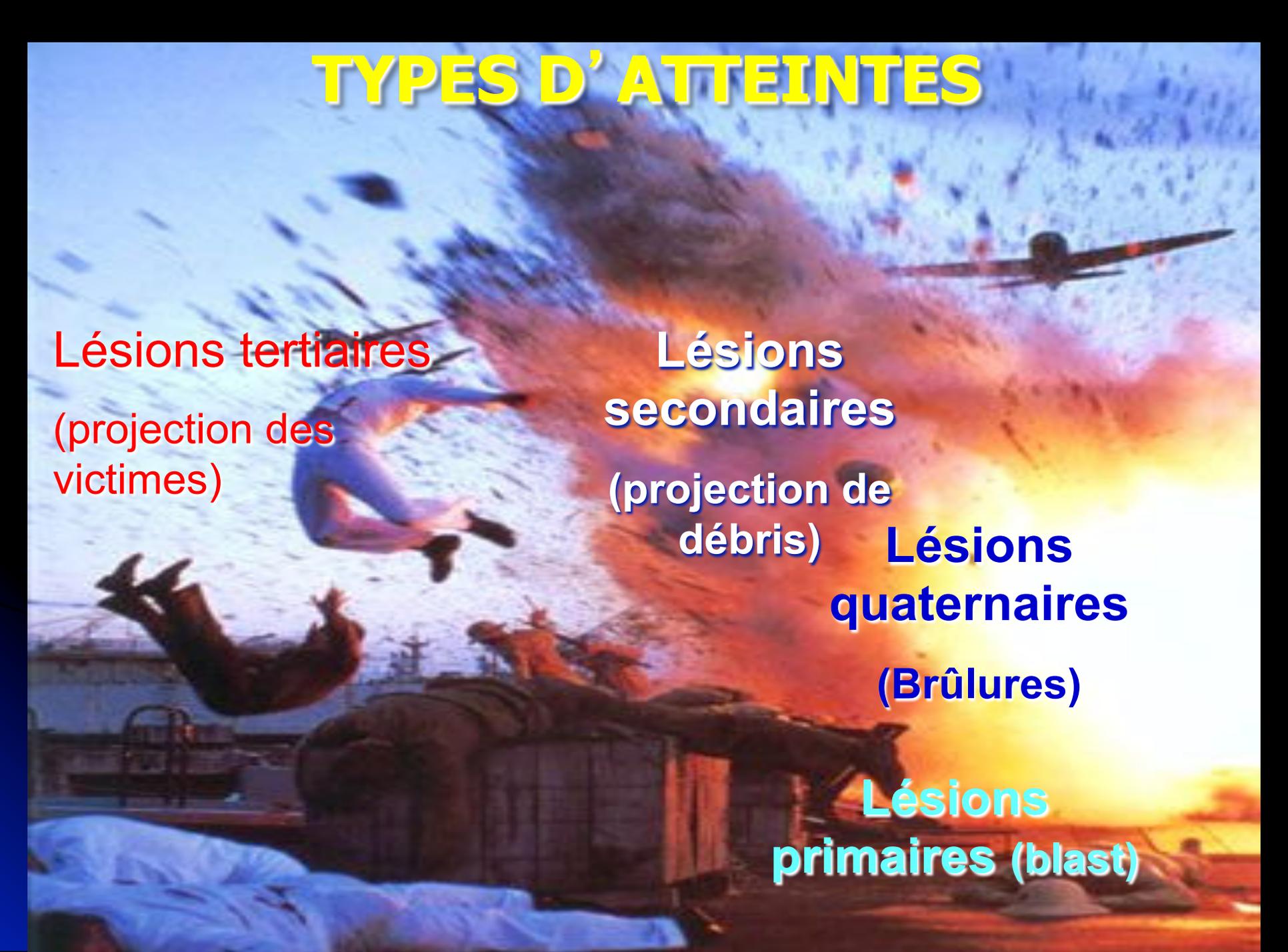
- **Solide** → gaz
- **Temps** très court
- **Haute** pression



- **Onde** de choc
- **Souffle**
- **Effet** thermique



TYPES D' ATTEINTES



Lésions tertiaires

(projection des victimes)

Lésions secondaires

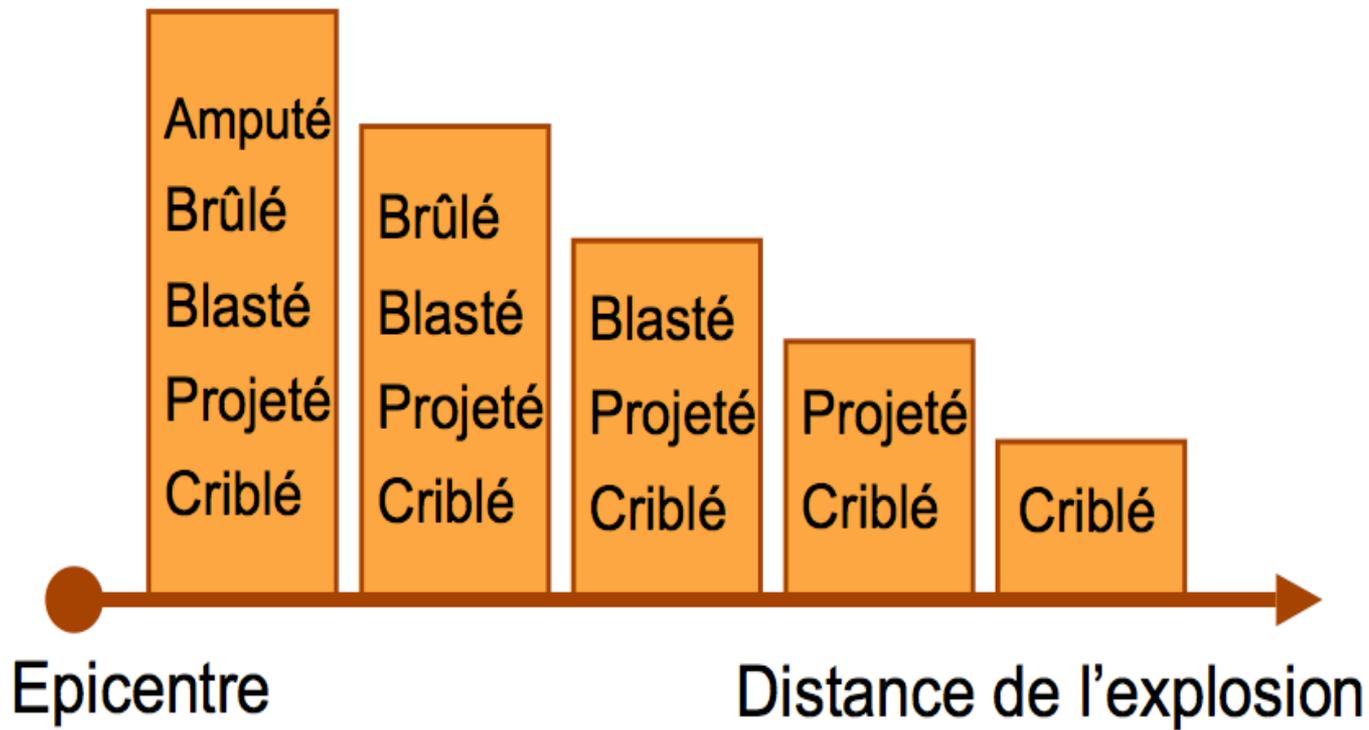
(projection de débris)

Lésions quaternaires

(Brûlures)

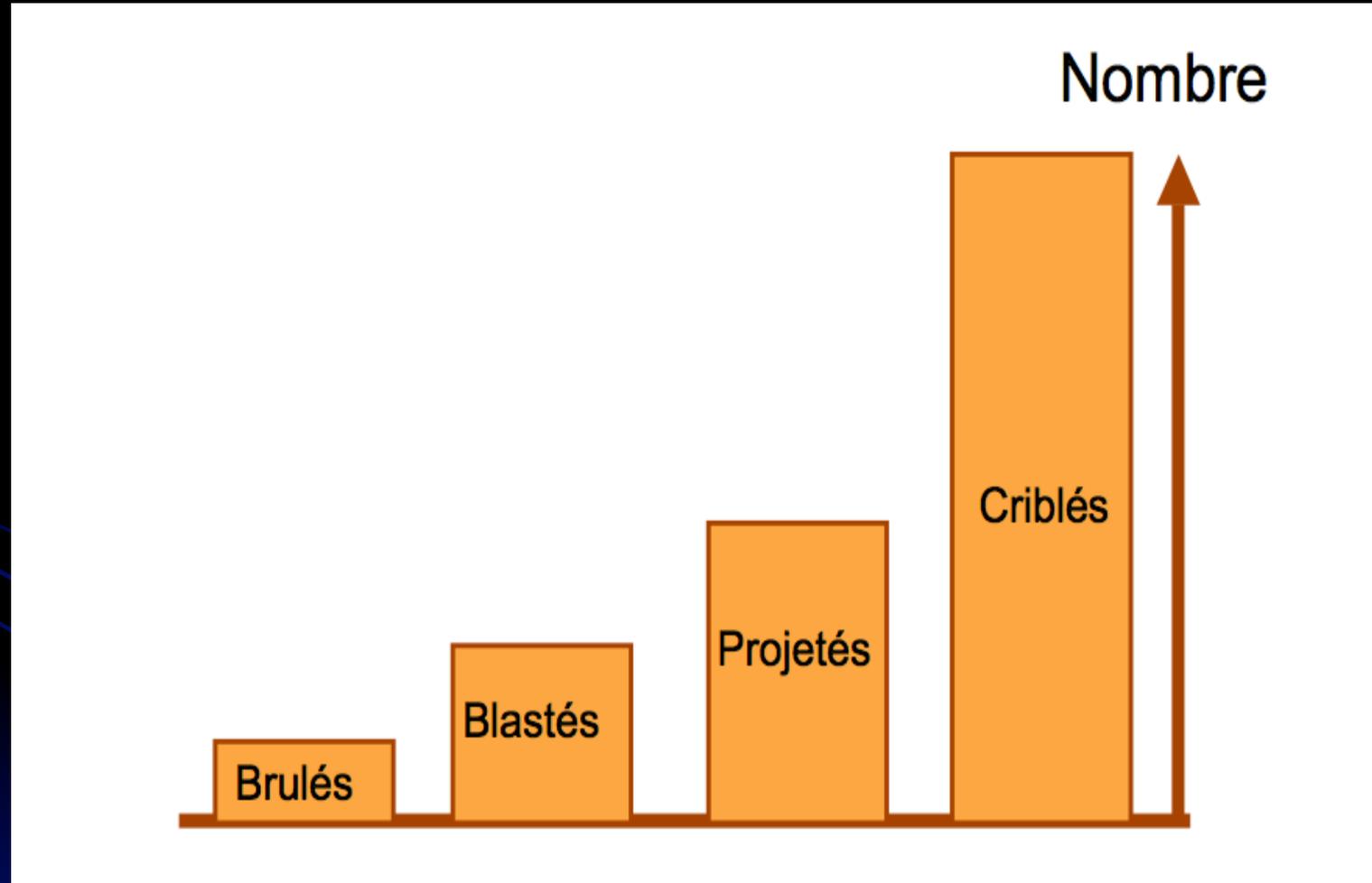
Lésions primaires (blast)

PROFILS LESIONNELS



(Wightman JM. Ann Emerg Med 2001;37:664-78)

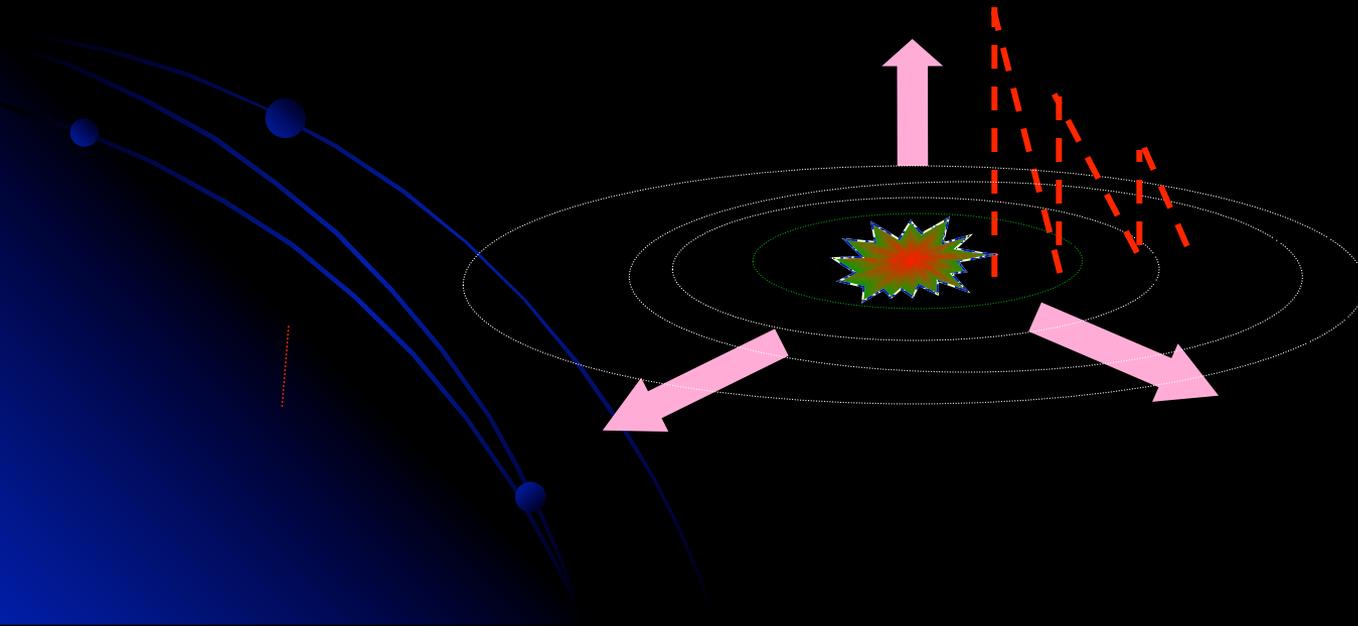
PROFILS LESIONNELS EN FONCTION DE LA DISTANCE



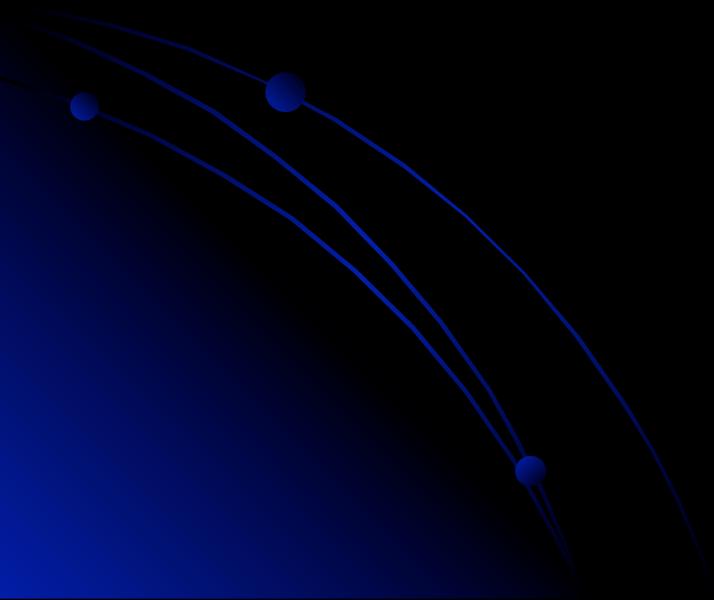
(Wightman JM. Ann Emerg Med 2001;37:664-78)

ÉLÉMENTS PHYSIQUES D'UNE EXPLOSION

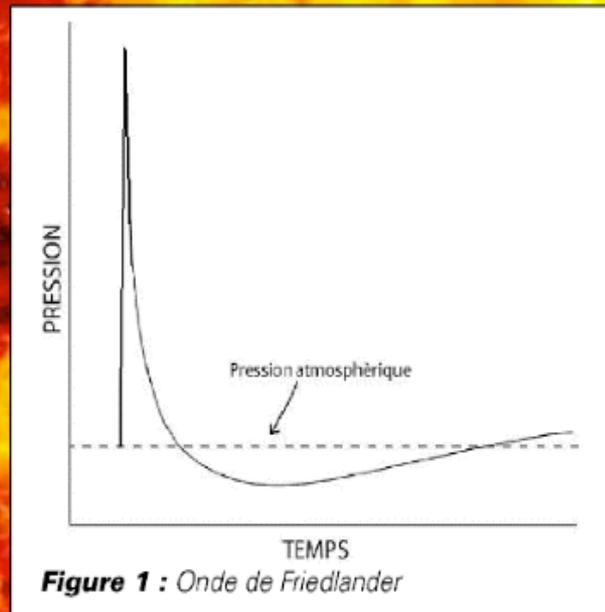
1. Onde de surpression statique : « Onde de choc »
2. Onde de pression dynamique : « Vent ou souffle »
3. Effet thermique : « brûlure »



LESIONS DUES A L' ONDE DE CHOC

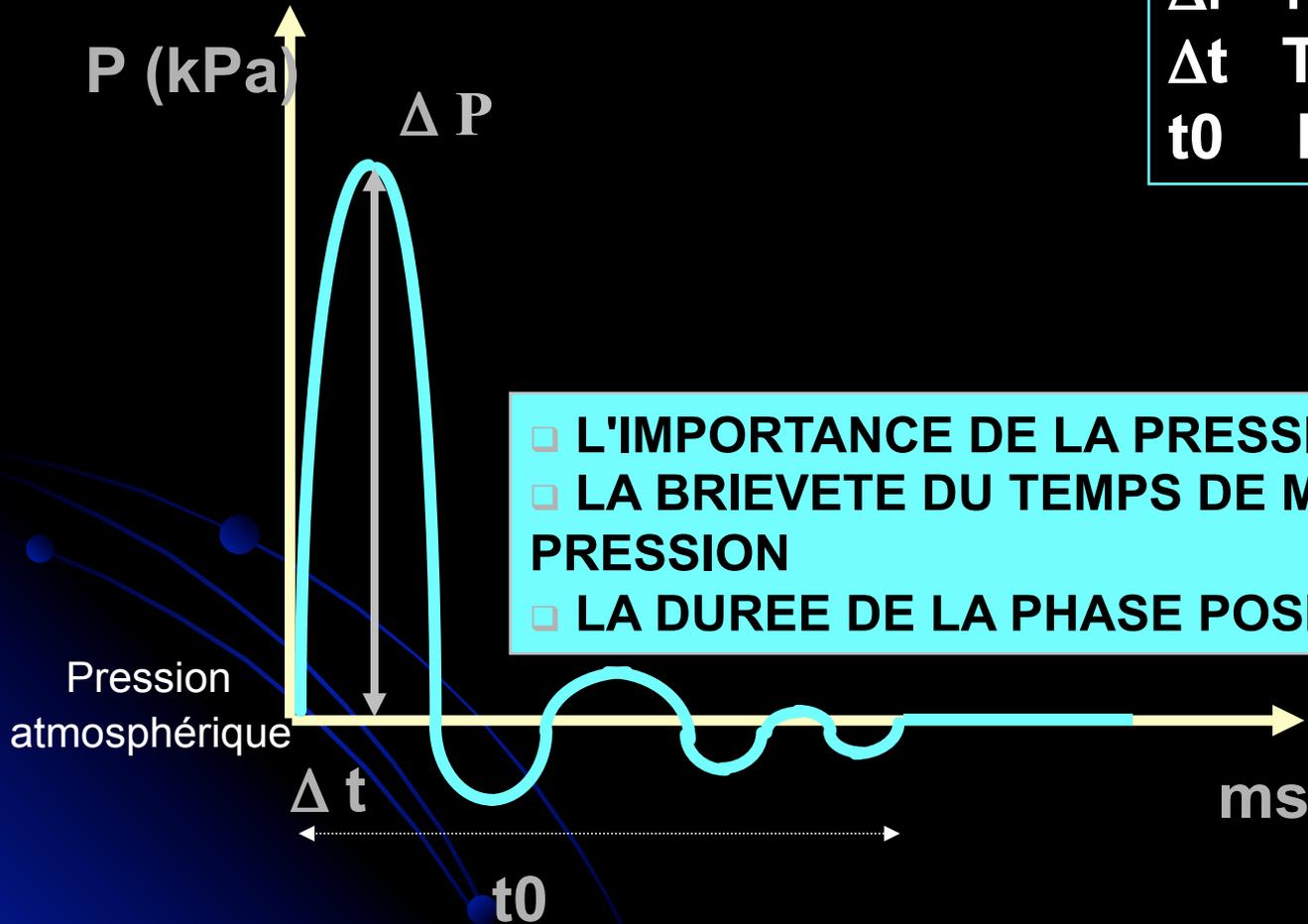


Explosion



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

L'ONDE DE CHOC (Onde de Friedlander)



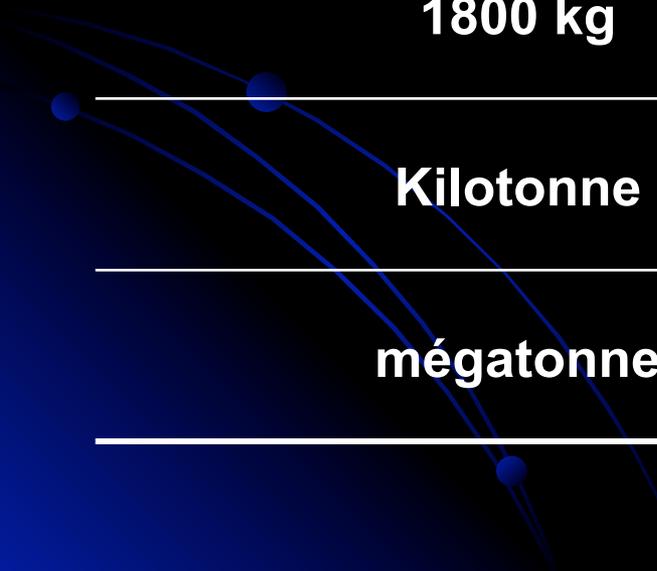
ΔP Pression de crête
 Δt Temps de montée
 t_0 Durée d'application

- L'IMPORTANCE DE LA PRESSION DE CRETE
- LA BRIEVETE DU TEMPS DE MONTEE EN PRESSION
- LA DUREE DE LA PHASE POSITIVE

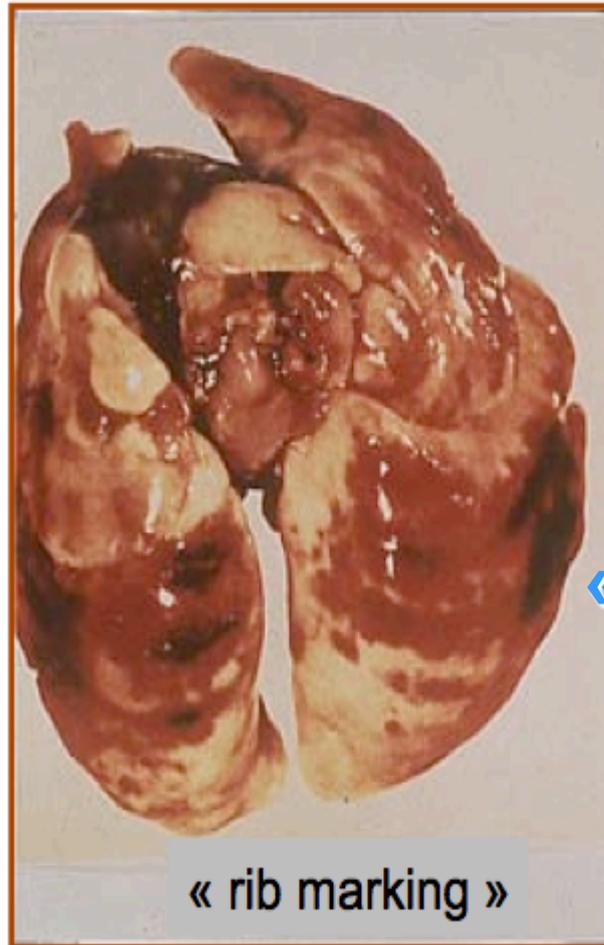
Diagramme en milieu

DUREE DE SURPRESSION

CHARGE D'EXPLOSIF EN TNT	DURÉE DE SURPRESSION (MS)
25 kg	2
1800 kg	10
Kilotonne	100
mégatonne	1000



BLAST PULMONAIRE



« rib marking »

Impaction

=

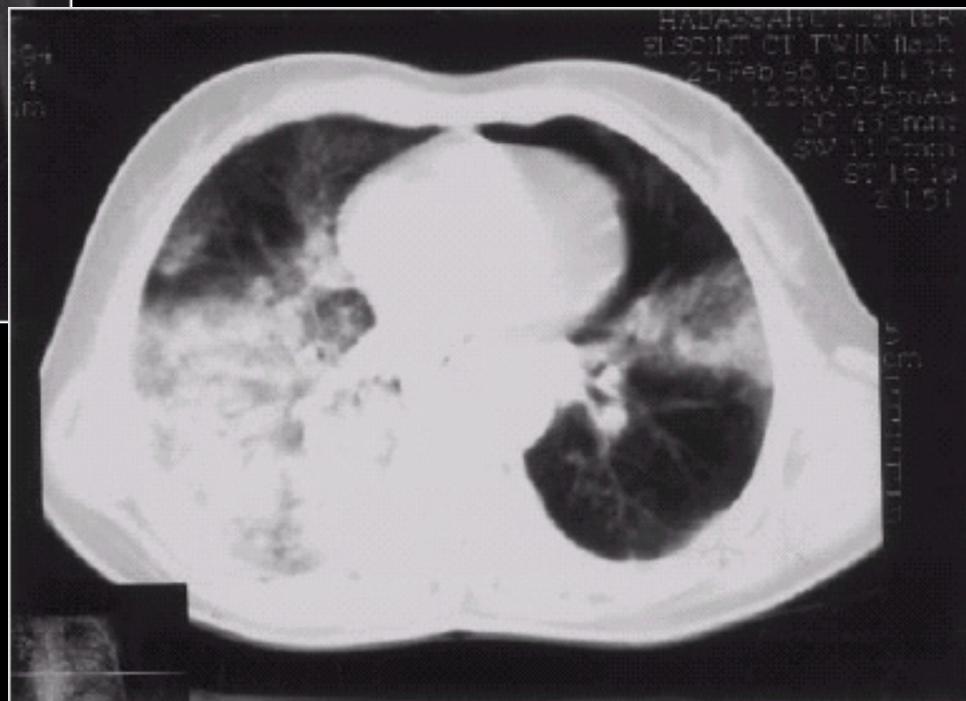
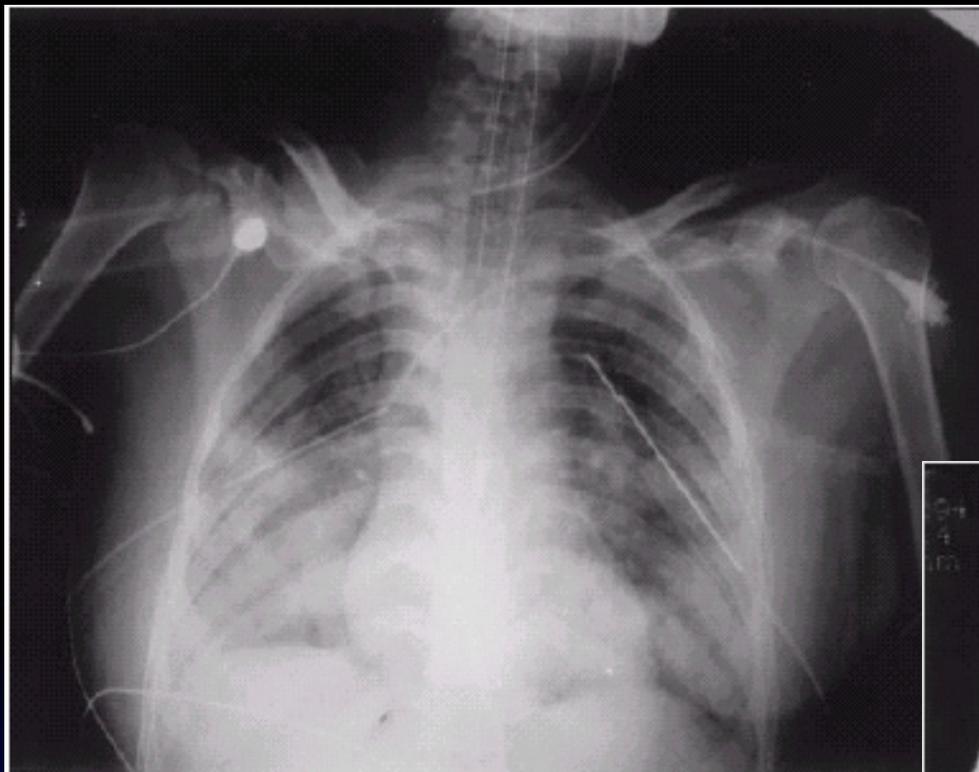
« rib marking »

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

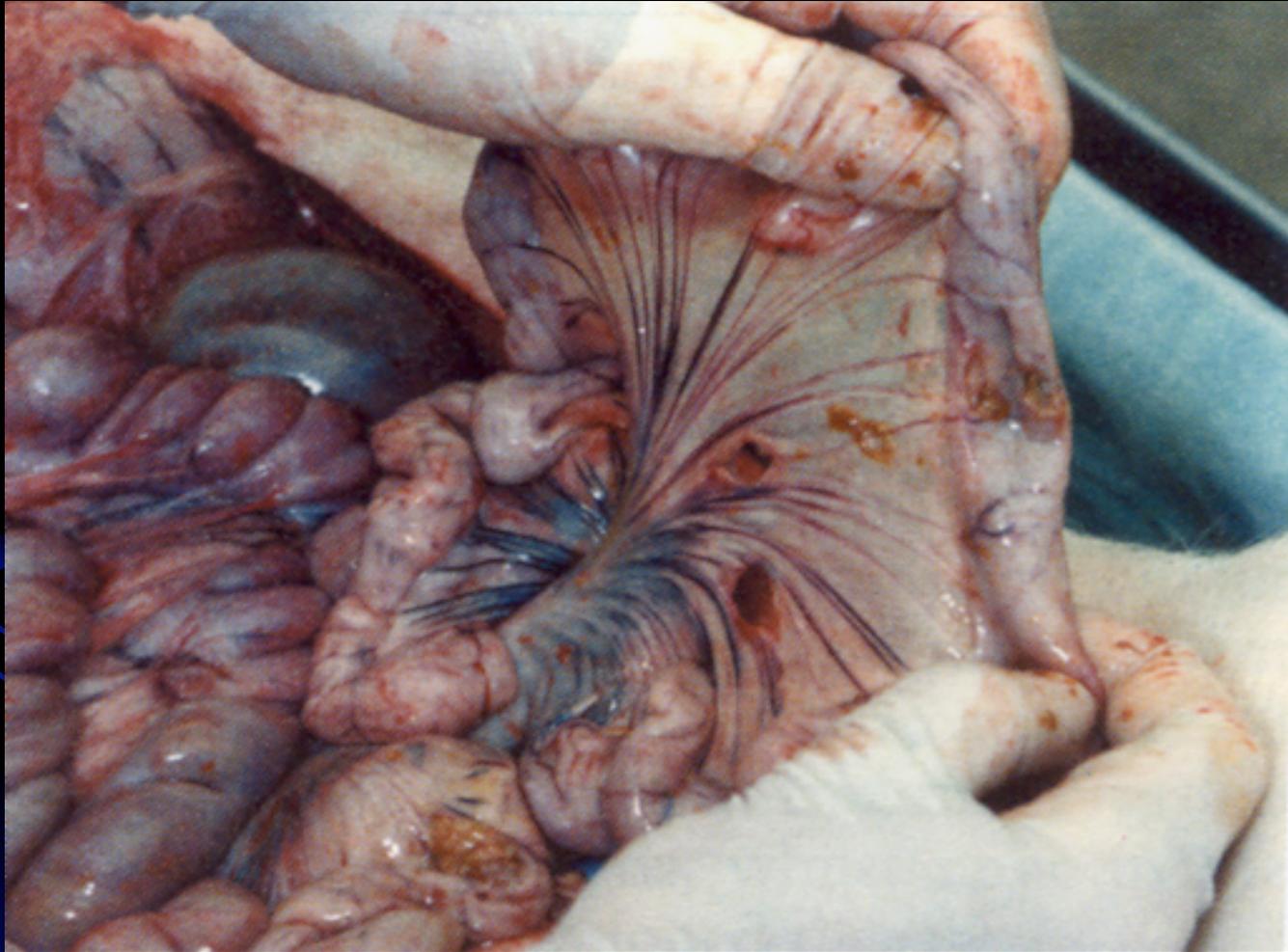
BLAST PULMONAIRE



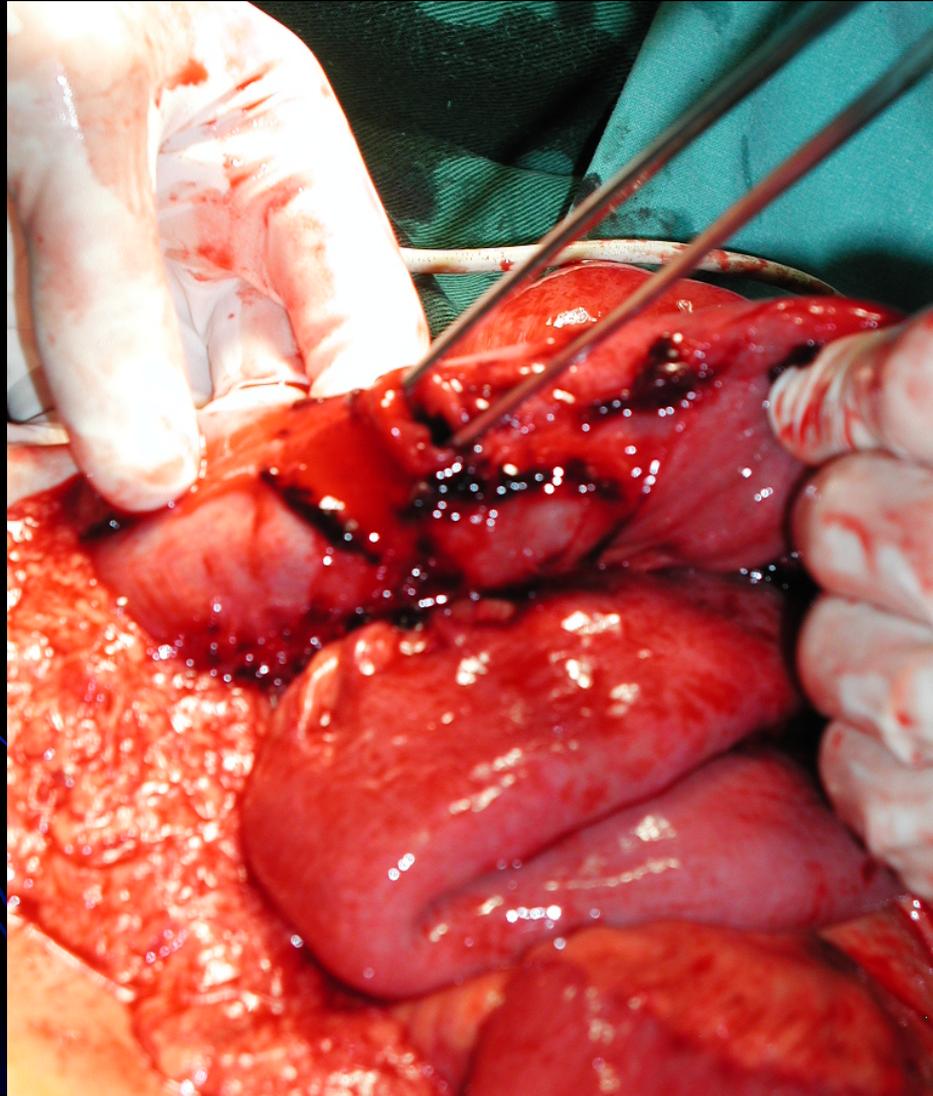
BLAST PULMONAIRE



LÉSIONS DIGESTIVES PAR PULVÉRISATION



LÉSIONS DIGESTIVES PAR IMPLOSION



EFFETS DE L'ONDE DE PRESSION DYNAMIQUE



- ❑ Déplacement d'une grande masse d'air (*expansion des produits de l'explosion*)
- ❑ Vitesse jusqu'à 6 à 8 km/sec
- ❑ Projection des corps, des objets, des débris
- ❑ Transport éventuel de gaz toxiques

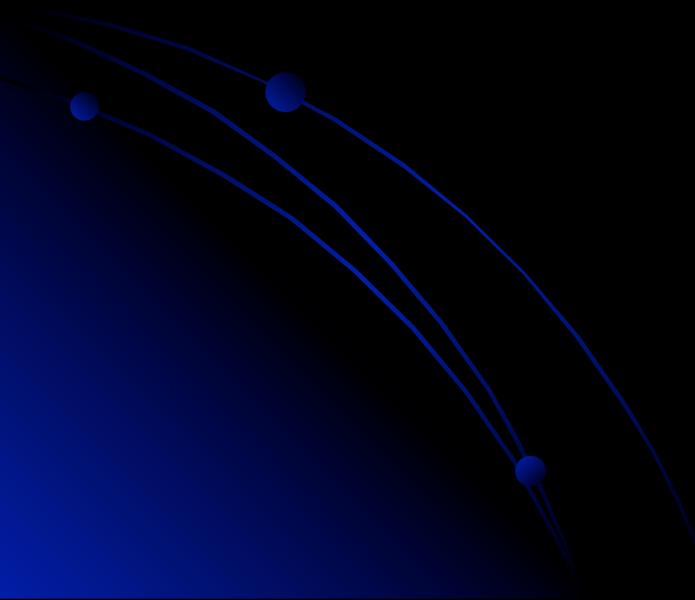


LA GRAVITE D'UN ATTENTAT PAR EXPLOSION(S)

EST EVALUEE PAR :

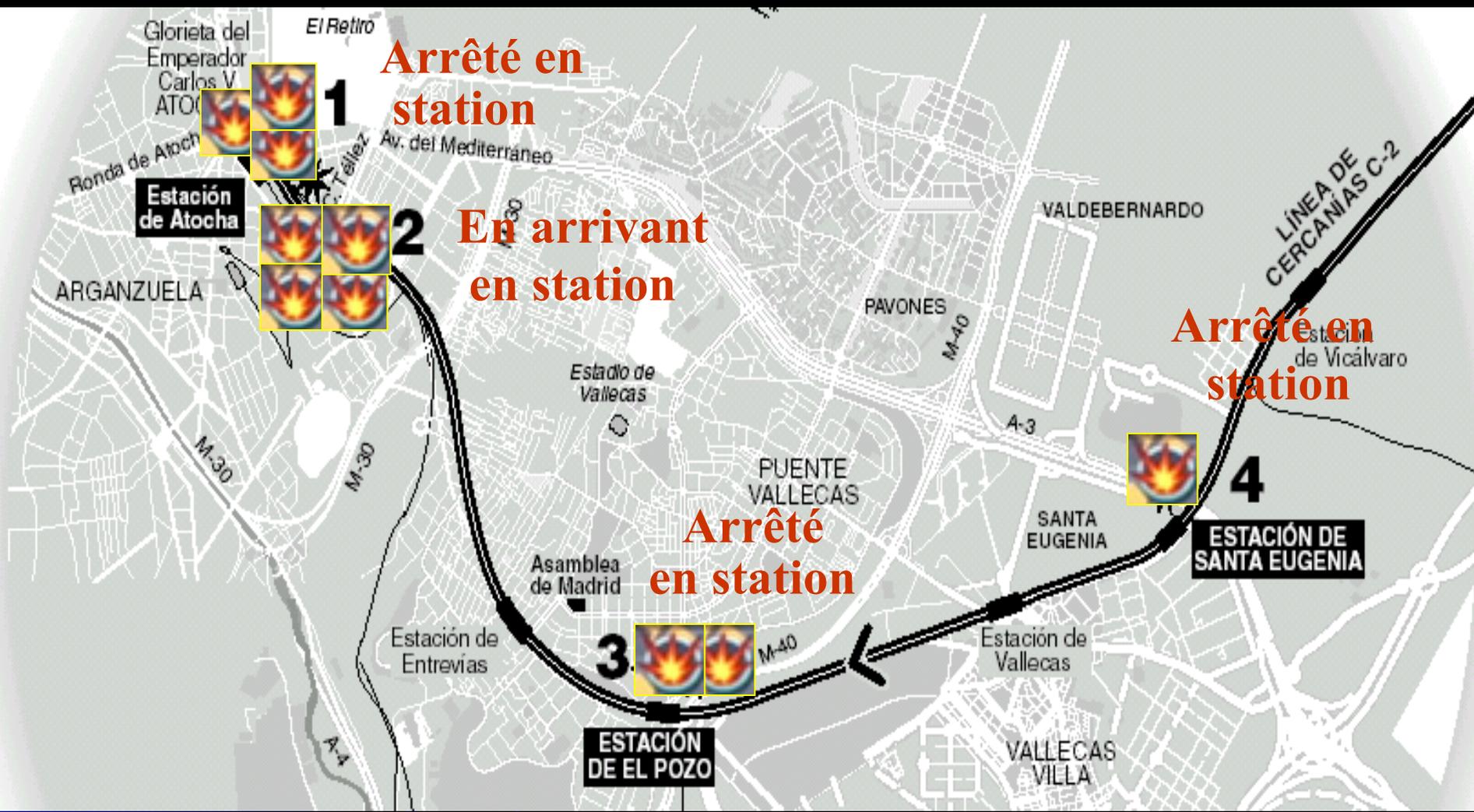
- ❑ Nombre d'explosions
- ❑ Puissance de l'explosion :
 - ✓ Type d'explosif
 - ✓ Quantité d'explosif
- ❑ Densité de population autour de l'explosion
- ❑ Majoration des effets par projectiles
- ❑ Notion d'explosion dans un espace clos
- ❑ Quantification approximative des morts

NOMBRE D'EXPLOSIONS



11 mars 2004

10 Bombes dans 4 Trains



PUISSANCE DE L'EXPLOSION



LA PUISSANCE D'UNE EXPLOSION

EST FONCTION DE :

- De la nature de l'explosif
- De la quantité d'explosif

→ Nombre de morts
→ Destruction des matériaux

PRINCIPAUX EXPLOSIFS

NOMS	FORMULE ou COMPOSITION	EQUIVALENT TNT	VITESSE DE DETONATION	AMORCAGE	STABILITE	TRANSPORTABILITE	ACCES FACILE A L'INFORMATION	FACILITE DE FABRICATION (ou a se procurer)
TNT	C7H5N3O6	1	7000	RELAIS	Forte	Oui	Oui	Oui
Pentrite (PETN)	C5H8N4O12	1,66	8400	RELAIS	Forte	Oui	Oui	Oui
Hexogène (RDX)	C3H6N6O6	1,6	8750	RELAIS	Forte	Oui	Oui	Oui
Octogène (HMX)	C4H8N8O8	1,75	9110	RELAIS	Forte	Oui	Oui	Oui
C4	85 % RDX + 5% polyisobutylene + 10 % liant	1,3	7630	RELAIS	Forte	Oui	Oui	Oui
Semtex	6% RDX 94% PETN	1,7	8420	RELAIS	Forte	Oui	Oui	Oui
Pentolite	pentrite + TNT			RELAIS	Forte	Oui	Oui	Oui
Hexolite	RDX + TNT			RELAIS	Forte	Oui	Oui	Oui
Octolite	HMX + TNT			RELAIS	Forte	Oui	Oui	Oui
TATP/triacétone triperoxyde	C9H18O6	1,15	5300	DIRECT	Faible	Oui	Oui	Oui
Nitrate d'Ammonium	NH4NO3	0,42	5247	RELAIS	Forte	Oui	Oui	Oui
Nitroglycérine	C3H5N3O9	1,5	7700	DIRECT	Forte	Non (sous forme de gel difficile)	Oui	Oui
NITROTOLUENE	C6H8NO2			RELAIS	Moyenne	Oui	Oui	Oui

9/2/2007 3:54:50 PM.546



ADDR: 1 - V1.64

EXPLOSIF FORTE PUISSANCE FAIBLE QUANTITE EFFETS ++++

En effet, la charge explosive de la chaussure de Richard Reid était constituée de 283 g de C-4. Il s'agit d'un explosif plastique indétectable par les portiques de détection métallique. Sa malléabilité et sa stabilité expliquent en grande partie sa popularité auprès des organisations terroristes.

Par conséquent, il suffit au terroriste de placer 300 g de substance explosive sur son corps de façon à ne pas faire apparaître de protubérance suspecte. Les passeurs de drogues et autres substances illicites sont passés maîtres dans ce mode opératoire et ce, pour des volumes autrement plus importants.



200 g de SEMTEX dans un Boeing 747
L' avion était pressurisé pour simuler les écarts de
pression s' exerçant à à 30000 ft



TATP Triacetone triperoxyde



← Acétone

Eau oxygéné →

← Acide sulfurique

ANALYSE ATTENTATS PARISIENS ANNEES 80 et 90 MADRID 2004 et LONDRES 2005

ATTENTATS	DATE	Nombre D'explosions	DCD (par bombe)	Blessés UA (par bombe)	Blessés UR (par bombe)	Blessés totaux (par bombe)
Rue de Rennes (Paris)	17/09/1986	1	7	14	41	55
Saint-Michel (Paris)	25/07/1995	1	8	17	90	107
Gare d'Orsay (Paris)	17/10/1995	1	0	5	28	33
Port-Royal (Paris)	3/12/1996	1	8	12	104	116
Gare d'Atocha (Madrid)	11/03/2004	3	9,6	21,6	171,6	193,3
Rue Tellez (Madrid)		4	16	15,5	169,5	185
Gare El Pozo (Madrid)		2	33,5	16	157	173
Gare St Eugénia (Madrid)		1	17	26	193	219
Aldgate East Station (Londres)	7/07/2005	1	8	11	172	183
King Cross Station (Londres)		1	27	38	229	267
Edgware Road Station (Londres)		1	7	13	158	171
Bus Tavistock Square (Londres)		1	14	21	52	73

PETN

Bout gaz +
Poudre

Plastic
(PETN)

TATP
+
PETN

ANALYSE ATTENTATS PARISIENS ANNEES 80 et 90 MADRID 2004 et LONDRES 2005

ATTENTATS	DATE	Total victimes (par bombe)	% DCD	% UA	% UR
Rue de Rennes (Paris)	17/09/1986	62	11,3	22,6	66,1
Saint-Michel (Paris)	25/07/1995	115	7	14,8	78,2
Gare d'Orsay (Paris)	17/10/1995	33	0	15,2	84,8
Port-Royal (Paris)	3/12/1996	124	6,5	9,7	83,8
Gare d'Atocha (Madrid)	11/03/2004	202,8	4,7	10,7	84,6
Rue Tellez (Madrid)		201	8	7,7	84,3
Gare El Pozo (Madrid)		206,5	16,2	7,8	76
Gare St Eugénia (Madrid)		236	7,2	11	81,8
Aldgate East Station (Londres)	7/07/2005	191	4,2	5,8	90
King Cross Station (Londres)		294	9,2	12,9	77,9
Edgware Road Station (Londres)		178	3,9	7,3	88,8
Bus Tavistock Square (Londres)		87	16,1	24,1	59,8

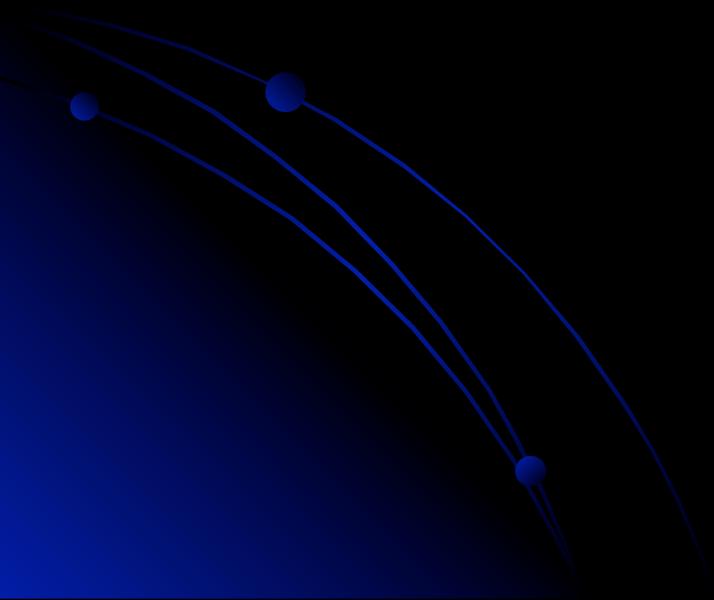
PETN

Bout gaz +
Poudre

Plastic
(PETN)

TATP
+
PETN

DENSITE DE POPULATION AUTOUR DE L' EXPLOSION



ANALYSE ATTENTATS PARISIENS ANNEES 80 et 90 MADRID 2004 et LONDRES 2005

ATTENTATS	DATE	Nombre D'explosions	DCD (par bombe)	Blessés UA (par bombe)	Blessés UR (par bombe)	Blessés totaux (par bombe)
Rue de Rennes (Paris)	17/09/1986	1	7	14	41	55
Saint-Michel (Paris)	25/07/1995	1	8	17	90	107
Gare d'Orsay (Paris)	17/10/1995	1	0	5	28	33
Port-Royal (Paris)	3/12/1996	1	8	12	104	116
Gare d'Atocha (Madrid)	11/03/2004	3	9,6	21,6	171,6	193,3
Rue Tellez (Madrid)		4	16	15,5	169,5	185
Gare El Pozo (Madrid)		2	33,5	16	157	173
Gare St Eugénia (Madrid)		1	17	26	193	219
Aldgate East Station (Londres)	7/07/2005	1	8	11	172	183
King Cross Station (Londres)		1	27	38	229	267
Edgware Road Station (Londres)		1	7	13	158	171
Bus Tavistock Square (Londres)		1	14	21	52	73

MADRID

Gare El Pozo



**Le bilan le plus lourd :
67 morts sur le site**

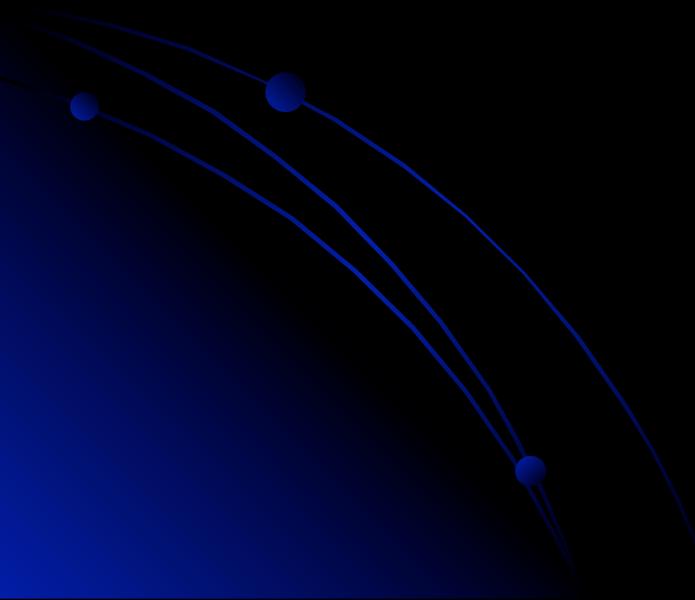
MADRID

Gare El Pozo



**Train de deux étages :
Ce que explique le grand nombre de victimes**

EFFET PROJECTILAIRE



LESIONS PROJECTILAIRES

Projectiles

- Débris de l'explosif
- Vis, boulons, écrous
- Pierres
- Fragments osseux



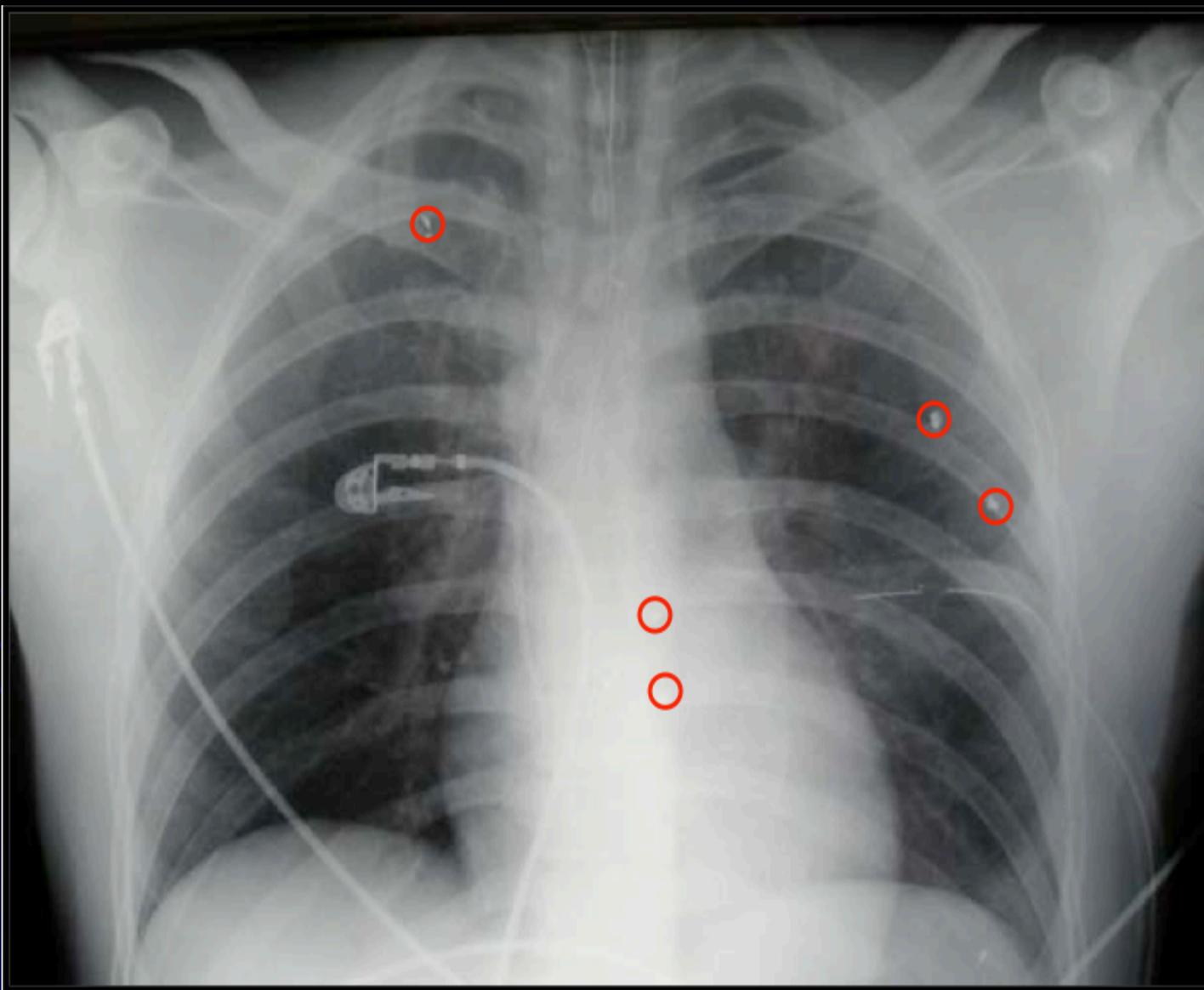
LESIONS PROJECTILAIRES



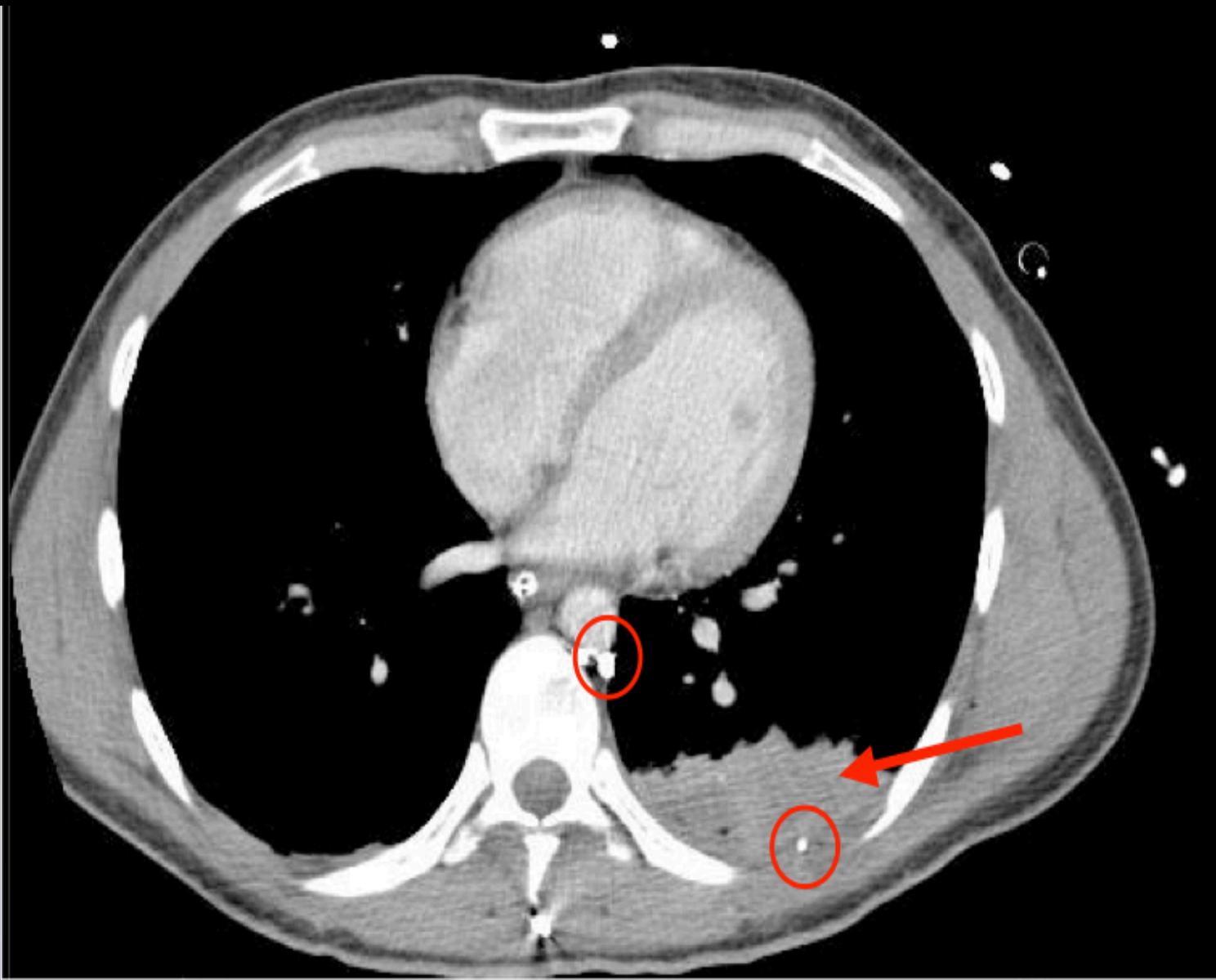
LESIONS PROJECTILAIRES



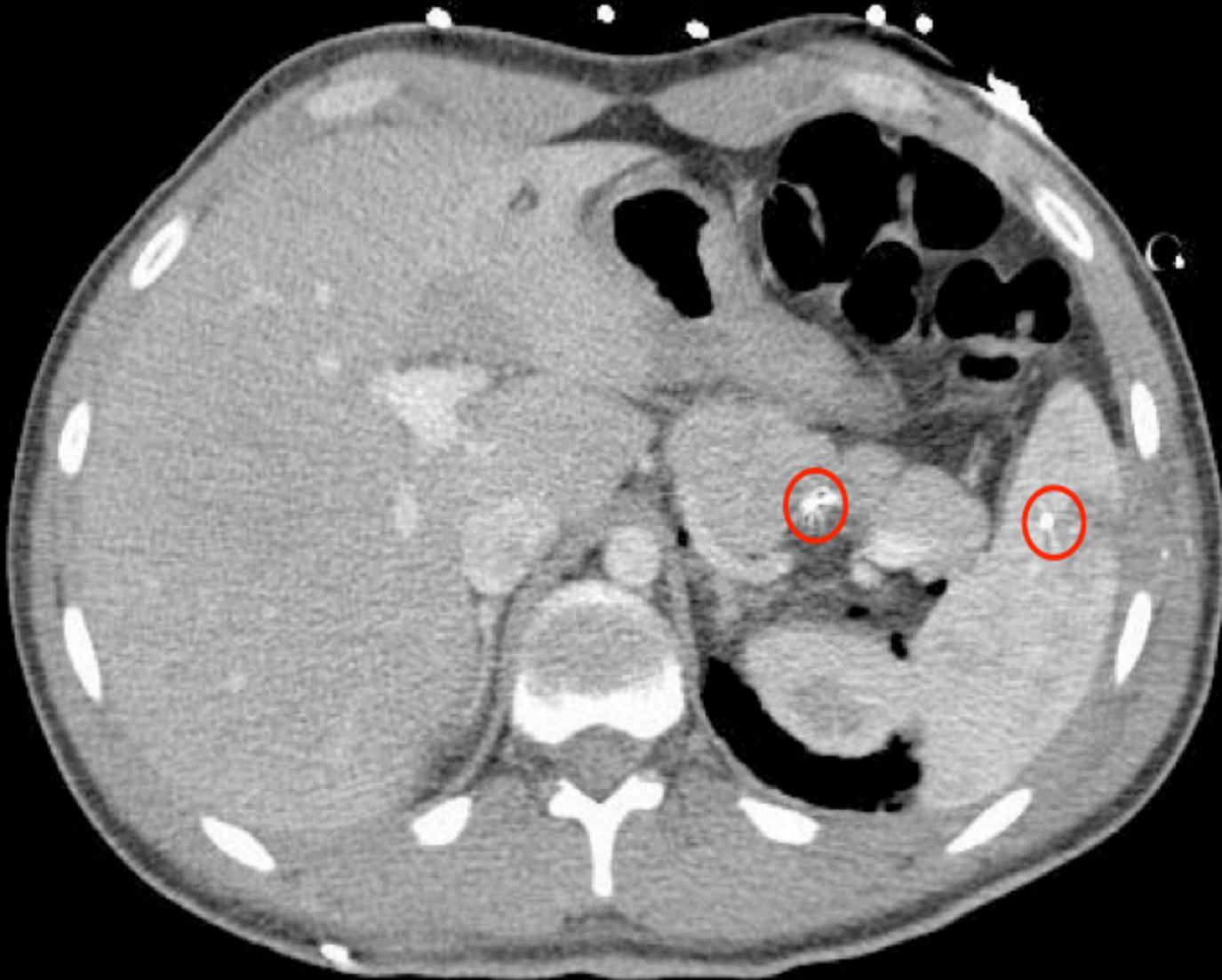
LESIONS PROJECTILAIRES



LESIONS PROJECTILAIRES



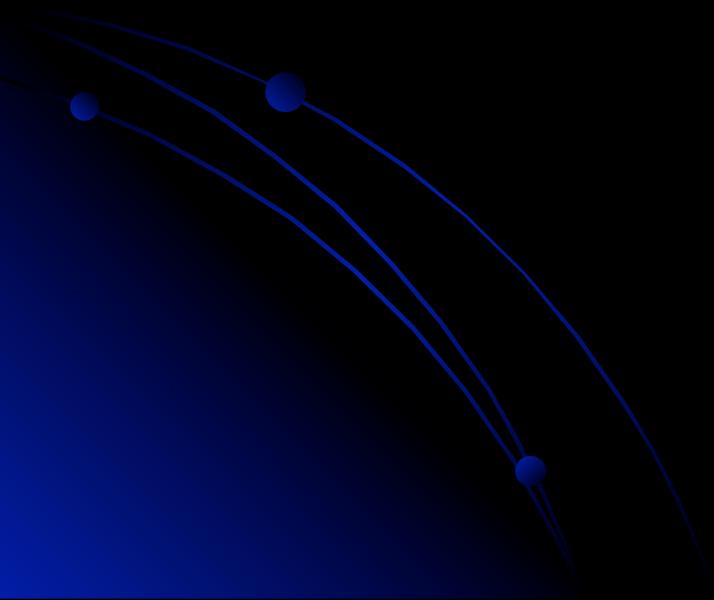
LESIONS PROJECTILAIRES



LESIONS PROJECTILAIRES



NOTION D' ESPACE CLOS



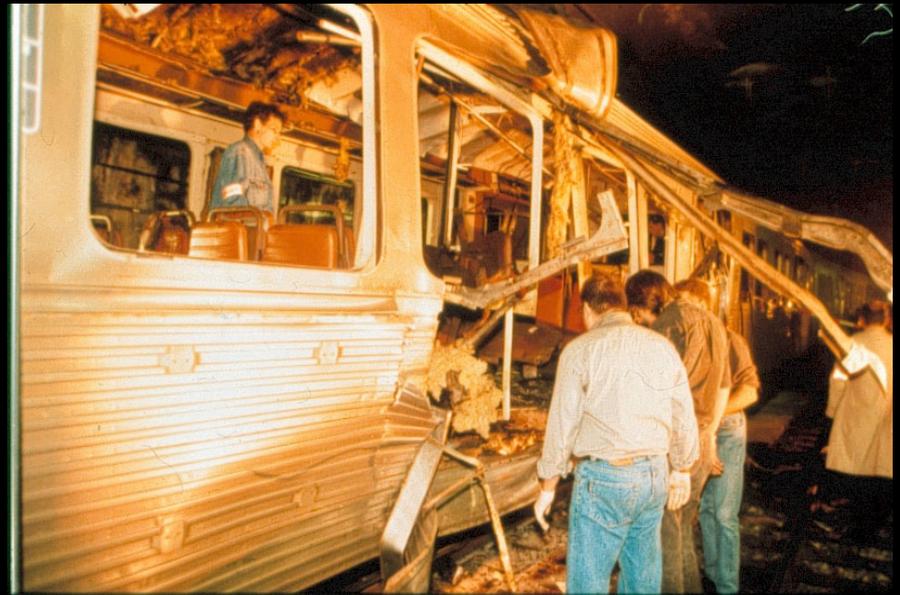
Milieu aérien clos
(bâtiment, bus)



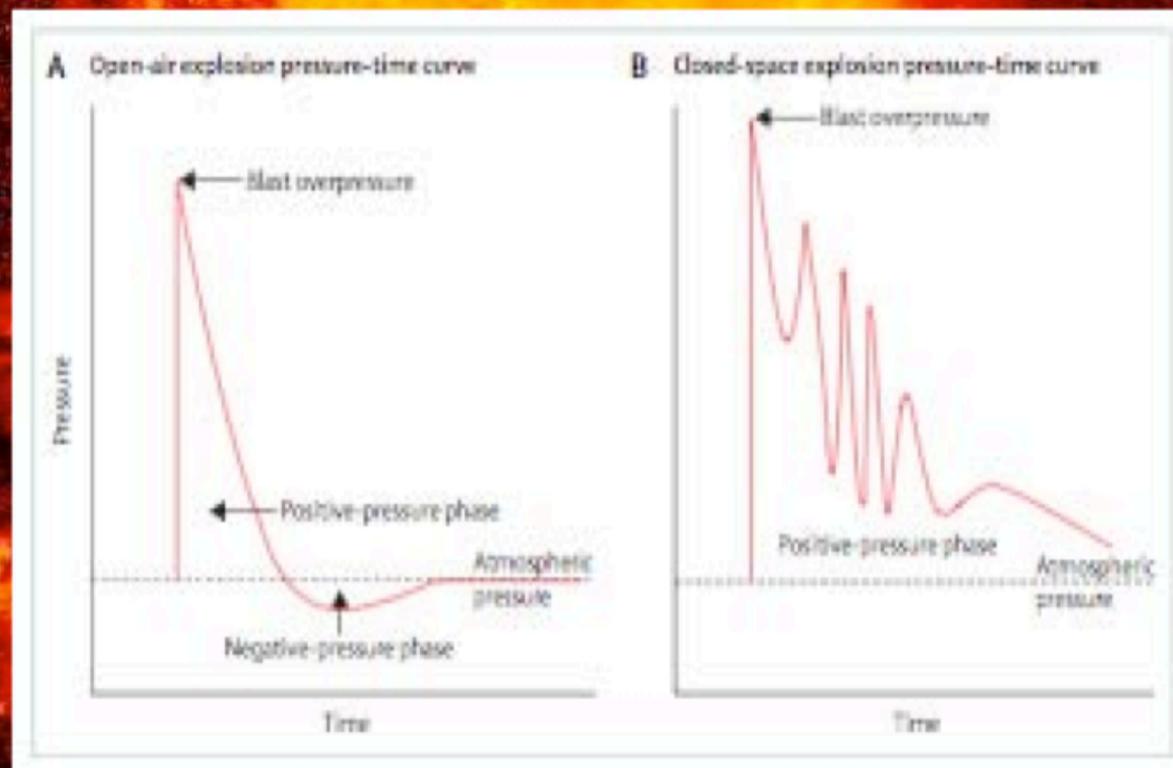
Réverbération
de l'onde de choc
contre murs et cloisons



Amplification de l'onde,
sommation d'ondes
successives



Explosion



Wolf SJ. Lancet 2009 ; 374 : 405

OPEN-AIR VERSUS CONFINED-SPACE EXPLOSIONS

	Décès	Blasts primaires	Blasts pulmonaires
Milieu ouvert (n = 204)	7,8%	34,2%	6,4%
Milieu confiné (n = 93)	49%	77,5%	32,5%

Leibovici D, Gofrit ON, Stein M and all. : Blast injuries : bus versus open-air bombing – a comparative study of injuries in survivors of open-air versus confined-space explosions – J. Trauma, 1996 Dec; 41(6) : 1030-5

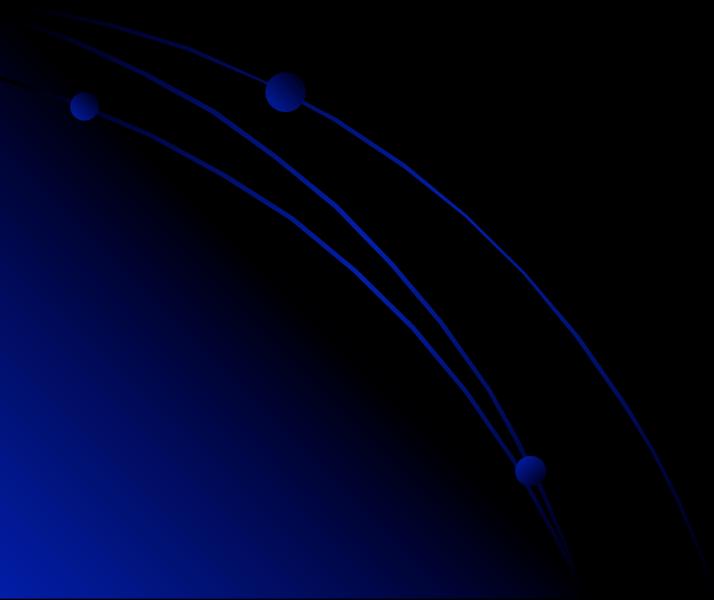
ATTENTAT DE LONDRES King Cross station

**Double effet espace clos
(Portes fermées - tunnel)**

ANALYSE ATTENTATS PARISIENS ANNEES 80 et 90 MADRID 2004 et LONDRES 2005

ATTENTATS	DATE	Nombre D'explosions	DCD (par bombe)	Blessés UA (par bombe)	Blessés UR (par bombe)	Blessés totaux (par bombe)
Rue de Rennes (Paris)	17/09/1986	1	7	14	41	55
Saint-Michel (Paris)	25/07/1995	1	8	17	90	107
Gare d'Orsay (Paris)	17/10/1995	1	0	5	28	33
Port-Royal (Paris)	3/12/1996	1	8	12	104	116
Gare d'Atocha (Madrid)	11/03/2004	3	9,6	21,6	171,6	193,3
Rue Tellez (Madrid)		4	16	15,5	169,5	185
Gare El Pozo (Madrid)		2	33,5	16	157	173
Gare St Eugénia (Madrid)		1	17	26	193	219
Aldgate East Station (Londres)		1	8	11	172	183
King Cross Station (Londres)	7/07/2005	1	27	38	229	267
Edgware Road Station (Londres)		1	7	13	158	171
Bus Tavistock Square (Londres)		1	14	21	52	73

SYNTHESE



ANALYSE ATTENTATS PARISIENS ANNEES 90 MADRID 2004 et LONDRES 2005

ATTENTATS PARIS 95/96

	Victimes	% DCD	% UA	% UR
	115	7	14,8	78,2
	124	6,5	9,7	83,8
Moyenne	119,5	6,8	12,3	81,0
Médiane	119,5	6,8	12,3	81,0

ATTENTATS MADRID 2004

	Victimes	% DCD	% UA	% UR
	202,8	4,7	10,7	84,6
	201	8	7,7	84,3
	206,5	16,2	7,8	76
	236	7,2	11	81,8
Moyenne	211,6	9,0	9,3	81,7
Médiane	204,7	7,6	9,3	83,1

ATTENTATS LONDRES 2005

	Victimes	% DCD	% UA	% UR
	191	4,2	5,8	90
	294	9,2	12,9	77,9
	178	3,9	7,3	88,8
	87	16,1	24,1	59,8
Moyenne	187,5	8,4	12,5	79,1
Médiane	184,5	6,7	10,1	83,4

ANALYSE ATTENTATS PARISIENS ANNEES 90 MADRID 2004 et LONDRES 2005

ATTENTATS GLOBAUX

Victimes	% DCD	% UA	% UR
115	7	14,8	78,2
124	6,5	9,7	83,8
202,8	4,7	10,7	84,6
201	8	7,7	84,3
206,5	16,2	7,8	76
236	7,2	11	81,8
191	4,2	5,8	90
294	9,2	12,9	77,9
178	3,9	7,3	88,8
87	16,1	24,1	59,8
183,5	8,3	11,2	80,5
196,0	7,1	10,2	82,8

Saint-Michel →

Port-Royal →

Atocha →

Tellez →

El Pozo →

Santa-Eugénia →

Aldgate East →

King Cross →

Edgware Road →

Bus Tavistock Square →

ANALYSE ATTENTATS PARISIENS ANNEES 90 MADRID 2004 et LONDRES 2005

- **Nombre total de victimes par bombe :**
 - *Moyenne* : **183,5**
 - *Médiane* : **196**
 - *Extrêmes* : **87 - 284**

- **Pourcentage de victimes décédées par bombe :**
 - *Moyenne* : **8,3 %**
 - *Médiane* : **7,1 %**
 - *Extrêmes* : **3,9 % - 16,2 %**

- **Pourcentage d'urgences absolues par bombe :**
 - *Moyenne* : **11,2 %**
 - *Médiane* : **10,2 %**
 - *Extrêmes* : **5,8 % - 24,1 %**

CONCLUSION

**ELEMENTS INFLUANTS SUR LE NOMBRE DE VICTIMES,
LE POURCENTAGE DE DCD ET LE POURCENTAGE D'U.A.**

	NOMBRE DE VICTIMES	POURCENTAGE DE DCD	POURCENTAGE D' UA
Puissance de l'explosion	++	+++	+++
Densité de population	+++++	++	++
<u>Effet projectilaire</u>	++++	+++	++++
Notion d'espace clos	+	++++	++++
Estimation initiale du nombre de morts	++++	+++++	++++

Eléments d'analyse par explosion

FIN

Merci de votre attention