

## 1. Exposé et limites du problème

Décrire les lésions ou affections présentes chez des ensevelis nécessite en tout premier lieu de définir l'ensevelissement. Pour le Littré, l'ensevelissement, c'est « *mettre sous un tas...* ». Les définitions du Larousse et surtout du Robert apparaissent mieux refléter la réalité de la médecine de catastrophe en introduisant en particulier, pour la seconde une notion médicale « *faire disparaître sous un amoncellement sans pour autant que la mort s'ensuive nécessairement* ».

Trop souvent, trois entités cliniques sont confondues. En effet, pour Noto (1), on doit distinguer :

- **Les victimes emmurées** : elles sont prisonnières de l'amoncellement qui condamne toutes les issues de l'espace plus ou moins grand dans lequel elles se trouvent. Elles sont le plus souvent indemnes de toutes lésions traumatiques. Libres dans un espace réduit, elles pourront se manifester d'une façon sonore plus ou moins marquée. Leur chance de survie dépend essentiellement de la rapidité de détection et de dégagement, mais aussi des capacités individuelles de résistance. Deux exemples illustrent cette entité, des mineurs bloqués sous terre par l'effondrement des galeries d'accès (2), des habitants piégés dans une cave lors de l'effondrement de leur immeuble.
- **Les victimes incarcérées** : la caractéristique de cette entité est dominée par la déformation du milieu où elles se trouvent ; à la différence des emmurés, leur

1. Conseiller médical du Directeur de la Sécurité Civile – Ministère de l'Intérieur, de l'Outre-mer, des Collectivités territoriales et de l'Immigration – 87/95, quai du Dr Dervaux, 92600 Asnières.  
Port. : 06 62 99 22 89. E-mail : [claude.fuilla@interieur.gouv.fr](mailto:claude.fuilla@interieur.gouv.fr)

2. Service d'anesthésie-réanimation – Hôpital d'Instruction des Armées Percy – 101, avenue Barbusse, BP 406, 92141 Clamart cedex.

degré de liberté est le plus souvent nul. Dans ce carcan, les victimes sont généralement gravement blessées en raison de la forte énergie cinétique à l'origine de la déformation du milieu. Contrairement aux personnes emmurées, les incarcérés sont visibles et partiellement accessibles. On rencontre ce type de victimes dans l'accidentologie routière et ferroviaire.

– **Les victimes ensevelies** : ce sont des victimes prisonnières sous des gravats, des décombres, de la neige ou tout autre matériau plus ou moins compact, voire pulvérulent. Ces victimes ne sont pas accessibles immédiatement. Certaines peuvent être superficiellement indemnes, sans autres lésions que la compression exercée par les matériaux, chez elles vont alors s'observer le « syndrome des ensevelis » ou « crush syndrom » ou « syndrome de Bywaters » (3). Il est à noter que lors des séismes, le pourcentage de cette entité chez les victimes dégagées vivantes est relativement faible (4-5 et 6). Ce syndrome ne sera pas abordé dans ce chapitre, où seules seront décrites les pathologies présentées par des ensevelis non comprimés. Le délais de survie de ces victimes est très variable.

Une analyse de la littérature (48 articles de 1985 à 2004) par Macintyre et coll. (7) permet d'évaluer les temps de survie des victimes ensevelies lors d'un tremblement de terre, les auteurs en déduisent que :

- la plupart des survivants sont dégagés dans les 48 premières heures,
- le temps moyen de dégagement des victimes vivantes est de 6,8 jours avec une médiane à 5,75 jours,
- la survie maximum des ensevelis est de 14 jours.

Cette notion justifie l'opiniâtreté des sauveteurs (en particulier français) à vouloir rechercher, détecter et dégager des victimes ensevelies plusieurs jours après la catastrophe.

## 2. La recherche et le dégagement des personnes ensevelies

La localisation des victimes, qui n'ont pas été extraites des décombres, seules ou par un « sauvetage de proximité », passe par le recensement et par la détection.

### 2.1. Le recensement – la sectorisation

On procède à une reconnaissance complète permettant de délimiter géographiquement la ou les zones à explorer, d'apprécier les risques évolutifs et les contraintes ou difficultés particulières et d'estimer les besoins en personnels et en matériels nécessaires.

En découle une subdivision fonctionnelle et/ou géographique permettant une sectorisation en chantiers. La qualité et la quantité des moyens engagés dépendent de la dimension de la zone définie, des contraintes et de la probabilité de retrouver des victimes (fouille dans une école détruite après un séisme en pleine journée de semaine, par exemple).

## 2.2. Le ratissage

Il débute toujours après une première inspection minutieuse de la zone, à la recherche de victimes de surface, souvent secourues précocement par le voisinage. Toute zone explorée est marquée selon un code international.

## 2.3. La détection

### 2.3.1. La recherche cynophile

Elle suit la recherche de victimes de surface. Le chien encadré de son maître parcourt la zone, qui a été désertée. Le flair du chien peut être saturé par l'odeur des cadavres et perturbé par celles laissées sur place par les premiers intervenants. Bien que simple, cette technique a d'autres limites, le chien se fatigue vite en 20 à 30 minutes, il peut se blesser dans les décombres et être non opérationnel pendant plusieurs heures voire plusieurs jours. À l'encontre de leur réputation populaire, les chiens effectuent des marquages dont l'interprétation est souvent difficile. Toutefois, la présence d'équipes cynophiles a un impact bénéfique non négligeable sur la population, comme en témoigne Chevalier lors du tremblement de terre d'Arménie (8).

Figure 1 – Équipe cynophile



### 2.3.2. L'écoute

La zone potentiellement détentrice de victimes est dégagée de tout intervenant inutile et le silence est requis. Outre l'ouïe, moyen simple, généralement appliqué par les voisins ou les premiers sauveteurs, des appareils acoustiques de localisation sont utilisés. Ces géostéréophones comportent 1 équipement électronique qui leur permet d'être sensible jusqu'à 40 m. Ces appareils comportent 1 casque stéréophonique, 1 boîtier et 2 plots constitués d'1 chambre acoustique. Ces plots sont disposés selon 1 procédé de triangulation afin d'apprécier au mieux la situation de la victime qui doit se manifester en tapant sur la structure environnante, en réponse au bruit « codé » réalisé par le spécialiste. Cependant cette technique a les limites de la méthode, celles notamment de la localisation des personnes inconscientes, profondément enfouies ou immobilisées.

### 2.3.3. La visualisation

Différentes méthodes de visualisation par caméra infrarouge ou fibroscope sont également utilisées.

**Figure 2** – Recherche - Localisation



### 2.4. Le dégagement

Le dégagement dépend de la localisation de la victime ensevelie ou incarcerated, du modèle de bâtiment, du type de destruction. En effet, chaque structure possède des recoins qui peuvent devenir des poches de survie. Le travail dans ces espaces doit être extrêmement prudent, afin de ne pas altérer la structure basale de la construction. L'accès à la victime doit être basé sur la sécurité du sauveteur et de la victime. Il est progressif et s'effectue avec prudence soit par la réalisation d'une galerie avec étagage, soit par la technique du puits, en particulier dans les structures en « mille feuilles », lorsque par exemple les étages se sont empilés sous l'affaissement des murs porteurs.

**Figure 3** – Dégagement



## 3. Les facteurs de morbi-mortalité liés aux séismes

L'histoire de notre planète est constituée de 4,6 milliards d'années d'agitations souterraines, plus de 1 million de séismes par an, soit en moyenne un toutes les

30 secondes. Plus de 3 000 séismes agitent chaque année la surface de la terre de façon appréciable, quelques centaines modifient le paysage, plus de 20 causent d'importants dégâts (9).

Plusieurs auteurs ont analysé les conséquences des séismes et leur répercussions en terme de victimes et de survie.

Pour Peleg et collaborateurs (10), les facteurs de morbi-mortalité sont :

- la magnitude,
- la distance par rapport à l'épicentre,
- les caractéristiques des constructions,
- l'heure de survenue de l'événement,
- les réaction de la population (degré d'éducation),
- la rapidité d'intervention des moyens de secours.

Pour ces auteurs, le rapport de morbi/mortalité est de 3/1. Les causes à l'origine des décès sont répertoriées dans le tableau ci-dessous :

**Tableau 1** – Main causes of death in earthquake victims (10)

Lésions	Victimes
Asphyxie	50 %
Crush	12 %
Brûlures	12 %
Traumatisme crânien	3 %
Choc hypovolémique	2 %
Traumatismes thoraco-abdominaux	2 %
Traumatismes divers	8 %

Pour Bulut et collaborateurs (11), sur les 645 patients admis dans l'hôpital universitaire d'Uludag à l'issue du tremblement de terre de Marmara (Turquie) en 1999, la distribution des dégagements de ces victimes se fait de la manière suivante :

- 271 le 1<sup>er</sup> jour (soit 42 %),
- 147 le 2<sup>e</sup> jour (soit 22,8 %),
- 80 le 3<sup>e</sup> jour (soit 12,4 %),
- 147 après le 3<sup>e</sup> jour (soit 22,8 %).

Enfin, De Bruyker et collaborateurs (12) ont analysé, à l'issue du tremblement de Terre du Frioul (Italie) en 1980, le devenir de 3 619 villageois présents dans 7 villages au moment du séisme. On peut retenir :

- **En terme d'ensevelissement et de dégagement :**
  - 15,1 % de la population a été piégé par les décombres,
  - 24,4 % des victimes ont été sorties en 1 h 30, 44 % dans les 3 premières heures et 93,6 % dans les premières 24 heures.
  - 90 % des sorties des décombres ont été extraites par les habitants du village,
  - 96,8 % des victimes ont été extraites avec des moyens rudimentaires,
  - 80 % des ensevelis ont été dégagés dans les 2<sup>es</sup> jours ; au-delà, la probabilité de survie décroît rapidement et au 4<sup>e</sup> jours il n'y avait plus de survivant.
- **En terme de morbi-mortalité :**
  - le fait d'être enseveli est le principal facteur de risque de morbi et de mortalité,
  - la mortalité immédiate était de 5,6 % de la population (7 % à 18 mois),
  - 95 % des morts étaient dans les décombres,
  - la mortalité dans les décombres était de 35 % (0,3 % hors des décombres),
  - le ratio morbi/mortalité global était de 2,5/1 et 1,3/1 chez ensevelis,
  - l'étude des survivants sur 18 mois, a montré que la mortalité des non ensevelis était de 1,34 %, celle des ensevelis de 3,64 %.

#### 4. Un cas extrême de survie, le sauvetage de Darlène

Le mardi 12 janvier 2010 à 16 h 53, heure locale, un puissant tremblement de terre d'une magnitude de 7,3 frappe Haïti. L'épicentre du séisme est situé à 25 kilomètres à l'ouest de Port-au-Prince, la capitale. Dans les heures qui suivent, une douzaine de secousses d'une magnitude s'étalant de 5 à 5,9 sont enregistrées. Le bilan humain est considérable, on dénombre plus de 230 000 morts, plus de 300 000 blessés et plus de 1,2 million de sans-abris.

211 rescapés ont été extraits des décombres par les différentes équipes de secours venant du monde entier. 16 de ces 211 rescapés ont été dégagés par les équipes de la sécurité civile française. La 16<sup>e</sup> victime a été dégagée le mercredi 27 janvier à 17 h 30 soit **15 jours et 1 heure après le séisme**. Il s'agit d'une jeune fille de 16 ans bloquée en position assise, les genoux recroquevillés dans un **espace de survie extrêmement réduit, sans nourriture ni boisson**.

Au moment de sa découverte elle présentait une déshydratation majeure avec une peau parcheminée, des yeux excavés, une langue d'une sécheresse extrême, un ralentissement idéo-moteur et une PA à 64/48 avec pouls filant (fréquence cardiaque à 124). Aucun des membres n'étaient comprimés, par contre la position des genoux était à l'origine d'un trouble postural à type de flexum très algique après extraction.

L'état hémodynamique précaire a nécessité, au moment du dégagement, la pose d'une voie veineuse périphérique afin de débiter *in situ* un remplissage vasculaire et une rehydratation à base d'hydroxy-éthyl amidon et de sérum salé isotonique.

Figure 4 – Sauvetage de Darlène



À son arrivée au sein de la structure hospitalière française, 1 heure après le dégagement, l'évolution clinique était nette, la pression artérielle était à 97/68 (après 500 ml d'hydroxy-éthyl amidon et 2 fois 500 ml de sérum salé isotonique), la peau était lisse, la langue réhydratée. Par contre on notait toujours un ralentissement idéo-moteur, avec un Glasgow évalué à 14 (Y4 V4 M6) sans trouble neurologique périphérique. Le flexum extrêmement algique des membres inférieurs a nécessité une antalgie morphinique. Le sondage urinaire a ramené 350 ml d'urines claires.

La biologie mettait en évidence une hypernatrémie à 160 mmol/l, une hyperchlorémie à 128 mmol/l, une kaliémie à 3,8 mmol/l. L'hémoglobine était à 13,3 g/dl avec un hématoците à 43 %.

La créatinine plasmatique à 272  $\mu\text{mol/l}$  avec une urée > 50 mmol/l. Les gaz du sang ne mettaient pas en évidence d'anomalie significative.

La normalisation biologique a été rapide, avec amélioration de l'insuffisance rénale :

Tableau 2 – Évolution biologique

	27 janvier	28 janvier	29 janvier	30 janvier	31 janvier
Na	160 mmol/l	154 mmol/l	149 mmol/l	147 mmol/l	143 mmol/l
K	3,8 mmol/l	3,78 mmol/l	3,31 mmol/l	3,3 mmol/l	3,6 mmol/l
Cl	128 mmol/l	119 mmol/l	113 mmol/l	111 mmol/l	106 mmol/l
creat	272 $\mu\text{mol/l}$	122 $\mu\text{mol/l}$	93 $\mu\text{mol/l}$	77 $\mu\text{mol/l}$	72 $\mu\text{mol/l}$
Urée	> 50 mmol/l	48 mmol/l	32 mmol/l	21 mmol/l	19 mmol/l

Le flexum antalgique a nécessité plusieurs jours de kinésithérapie.

Au 6<sup>e</sup> jour est apparue une pneumonopathie de la base gauche rapidement traitée par une mono-antibiothérapie.

La normalisation des fonctions supérieures a mis plusieurs jours à être effective. Vraisemblablement, les effets de la déshydratation neuronale ont été aggravés par un stress psychologique lié à un emprisonnement prolongé. Altindag et coll. (13) ont analysé les effets post-traumatiques chez 105 survivants du tremblement de terre de Turquie en 1999.

Ce syndrome de stress post-traumatique (PTSD) est présent 1 mois après le séisme chez 42 % des patients (23 % à 13 mois). Pour ces auteurs, l'apparition de ce PTSD est lié à la présence de blessures et au niveau sociologique bas. Par contre la diminution de l'incidence à 13 mois est indéniablement liée à la prise en charge psychologique précoce.

## 5. Conclusion

Chez les ensevelis non comprimés, la survie est liée aux possibilités d'hydratation, dans certains cas exceptionnels, cette survie peut, sans boisson, atteindre deux semaines (voire 15 jours dans notre cas clinique). En fonction des conditions thermiques ambiantes une hypothermie peut être présente. L'insuffisance rénale est à prévenir et à surveiller. Les troubles posturaux doivent être pris en charge par kinésithérapie de manière précoce. L'évolution est souvent marquée par des troubles neuro-psychiques, certes en partie liés à la déshydratation neuronale (qui peut être aggravée par une réhydratation trop agressive) mais aussi par la présence d'un syndrome de stress post-traumatique qui doit être prévenu et traité dès la phase de réanimation.

## Bibliographie

1. Noto R. Lésions et syndrome d'ensevelissement. In Médecine de catastrophe, p. 278-285, Masson Paris, 1987.
2. Fraser B. Chilean miners see the light at last. Lancet, 2010 Oct 23 ; 376 (9750) : 1379-80.
3. Bywaters E.G. Crush injuries with impairment of renal fonction. British Medical Journal, March 22, 1941.
4. Armenian H.K., Melkonian A., Noji E.K., Hovanesian A.P. Deaths and injuries due to the earthquake in Armenia, a cohort approach. Int J Epidemiol, 1997, 26 : 806-813.
5. Sever M.S., Ereğ E., Vanholder R. and al. The Marmara earthquake: epidemiological analysis of the victims with nephrological problems. Kidney Int 2001; 60 : 1114-23.
6. Wen J., Shi Y.K., Li Y.P. et al. Risk factors of earthquake inpatient death: a case control study. Critical Care 2009, 13, R24 : 1186-92.
7. Macintyre A.G., Barbera J.A., Smith E.R. Surviving collapsed structure entrapment after earthquakes: a "time-to-rescue" analysis. Prehosp Disaster Med. 2006 Jan Feb, 21 (1) : 4-19.
8. Chevalier P. Rapport d'intervention sur le séisme d'Arménie soviétique. Direction de la sécurité civile 1989.



9. Walker B., 1982. Planet Earth - Earthquake, Time-Life Books, 176 p.
10. Peleg K., Reuveni H., Stein M. Earthquake disaster - lessons to be learned. IMAJ 2002 ; 4 : 361-65.
11. Bulut M., Fedakar, Akgoz S. et al. Medical experience of a university hospital in Turkey after the 1999 Marmara earthquake. Emerg Med J 2005 ; 22 : 494-98.
12. De Bruyker M., Greco D., Annino I. et al. The 1980 earthquake in southern Italy : rescue of trapped victims and mortality. Bulletin of World Health Organization 1983 ; 61 (6) : 1021-1025.
13. Altindag A., Ozen S., Sir A. One-year follow-up study of post-traumatic stress disorder among earthquake survivors in Turkey. Compr Psychiatry. 2005 Sep-Oct ; 46 (5) : 328-33.

