



**HAL**  
open science

## Analyse de critères lésionnels existants pour prévoir la sévérité des impacts thoraciques.

Julien Pavier, André Langlet, Eddy El Tabach

► **To cite this version:**

Julien Pavier, André Langlet, Eddy El Tabach. Analyse de critères lésionnels existants pour prévoir la sévérité des impacts thoraciques.. CNRIUT 2011, Jun 2011, Cherbourg-Octeville, France. hal-00646955

**HAL Id: hal-00646955**

**<https://hal.science/hal-00646955>**

Submitted on 1 Dec 2011

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

---

# Analyse de critères lésionnels existants pour prévoir la sévérité des impacts thoraciques

**Julien PAVIER <sup>(\*)</sup>, André LANGLET\*, Eddy EL TABACH\***

*\* Université d'Orléans, Laboratoire P.R.I.S.M.E., Equipe Risques Explosions Structures, IUT de Bourges*

*(\*) Nexter Munitions, 7 route de Guerry, 18023 Bourges Cedex, France*

[julien.pavier@ensi-bourges.fr](mailto:julien.pavier@ensi-bourges.fr)

[andre.langlet@bourges.univ-orleans.fr](mailto:andre.langlet@bourges.univ-orleans.fr)

[Eddy.El-Tabach@bourges.univ-orleans.fr](mailto:Eddy.El-Tabach@bourges.univ-orleans.fr)

## **Sections de rattachement 60**

**Secteur : Secondaire**

*RESUME. Une analyse de quelques critères lésionnels existants est effectuée à partir de résultats expérimentaux. L'objectif est d'évaluer si ces critères actuellement utilisés en accidentologie automobile ou en balistique lésionnelle classique peuvent aussi être appliqués pour la prédiction des lésions provoquées par des impacts de projectiles non pénétrants, lesquels possèdent une faible masse et une vitesse maximale de 100 m/s*

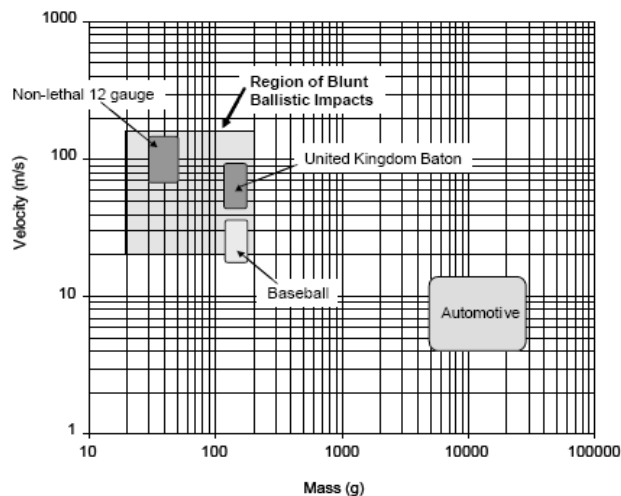
*MOTS CLES : balistique lésionnelle, impact balistique, thorax, critère lésionnel.*

*ABSTRACT. Based on real test data, an analysis of some existing injury criteria is made. The objective is to evaluate if these criteria, currently used in car crash studies or classical wound ballistic, may be used in the prediction of injuries caused by blunt projectile impact. These projectile do not penetrate the body and possess a low mass and a maximum velocity of 100 m/s.*

*KEY WORDS: wound ballistic, ballistic impact, thorax, injury criterion.*

## 1. Introduction

Afin de prévoir les effets d'un impact sur le corps humain, il est nécessaire de connaître la relation entre les paramètres de l'impact et la réponse de l'organisme. C'est pourquoi des critères lésionnels ont été définis, chacun d'entre eux étant associé avec une *échelle lésionnelle* particulière. Les échelles lésionnelles sont définies en accidentologie automobile, ou en balistique lésionnelle. Mais chaque critère lésionnel est intimement lié avec un type d'impact particulier, lequel est caractérisé, par exemple, par sa durée, ou par sa vitesse. Compte tenu des masses et des vitesses mises en jeu, les impacts peuvent être classés selon le diagramme de la figure 1, Bir (2000). La présente étude concerne les impacts balistiques non pénétrants. A la différence des impacts se produisant en accidentologie automobile, ceux qui sont étudiés ici sont des impacts de faibles masses (de l'ordre de 100 g) à relativement hautes vitesses (de l'ordre de 100 m/s).



**Figure 1.** Classement des impacts selon les masses et vitesses, d'après Bir (2000).

Durant l'impact il existe un couplage fort entre le corps et le projectile. Pour cette raison, des modèles théoriques ne prenant pas en compte la dynamique du contact (tel que celui de Grimal et coll. (2005)) ne peuvent être appliqués directement pour définir le potentiel lésionnel de projectiles non pénétrants.

L'objectif de la présente étude est de définir une méthode permettant d'évaluer le potentiel lésionnel de certains projectiles dénommés *projectiles à létalité réduite*.

L'étude est basée sur des expériences réalisées sur des réacteurs biologiques. Ces expériences ont été menées sous la direction de la délégation générale pour l'Armement (DGA) et effectuées à l'Institut de Médecine Tropicale du Service de Santé des Armées/Unité de Chirurgie et de pathologie Expérimentale (IMTSSA), en liaison avec le service de santé des armées, l'Institut Saint-Louis (ISL) et l'Hôpital Sainte Marguerite de Marseille.

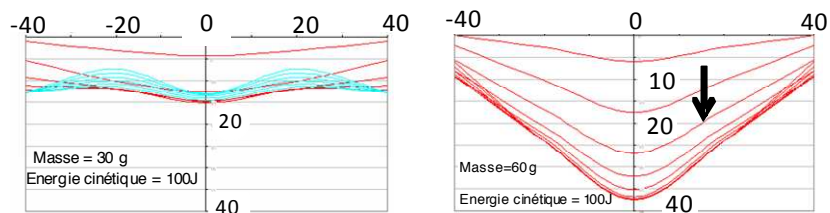
Les analyses rapportées dans cette présentation sont effectuées dans le cadre d'un projet collaboratif, dont les principaux partenaires sont l'Université d'Orléans (France), la DGA, et la société NEXTER Munition qui finance la thèse sur le sujet.

## 2. Méthodes

La réponse du thorax à l'impact a été caractérisée grâce à trois accéléromètres et deux capteurs de pressions implantés dans le réacteur biologique.

Les accéléromètres mesurent la déflexion dynamique du squelette localement et permettent de déduire la répartition spatio-temporelle de la réponse.

Les deux graphes de la figure 2 représentent des profils de déplacements typiques sous le point d'impact. Deux projectiles sont ici étudiés (de masses respectives  $M = 30g$  et  $M = 60g$ ) avec la même énergie cinétique (définie par :  $E_k = 1/2 MV^2$  où  $V$  est la vitesse à l'impact).



**Figure 2.** Déplacement local de la paroi thoracique sous le projectile Les courbes sont tracées toutes les 0,5 ms. Unités des axes : mm. En foncé le déplacement est dans le sens positif (celui du projectile représenté par la flèche)

### 3. Résultats et discussion

Il y a deux grands types de critères lésionnels.

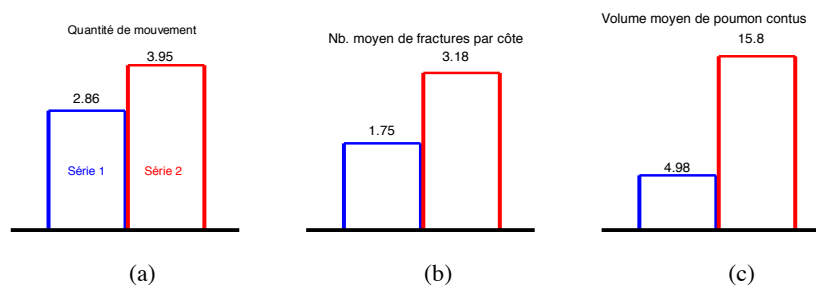
(1) Les critères empiriques, définis à partir des caractéristiques du projectile et des données biologiques (par exemple, dans les publications scientifiques : le « *Blunt criterion* », le « *Four Parameters Generalized Model* »). Ces critères impliquent que des projectiles ayant la même énergie cinétique et le même calibre auront des effets identiques sur le corps humain. Ces critères ont été développés pour les impacts balistiques non pénétrants.

(2) Les critères définis à partir du mouvement d'ensemble de la paroi thoracique (le Critère de Compression ou *Compression Criterion*  $C_{max}$  et le Critère Visqueux ou *Viscous Criterion*  $VC_{max}$ ). Ces critères ont été développés pour l'accidentologie automobile, Lau et coll. (1986), et aussi pour la balistique lésionnelle, Bir (2000).

Pour notre étude, les impacts de projectiles à létalité réduite ont été évalués à l'aide de deux types de projectiles.

Pour chaque projectile, deux séries de tirs ont été effectuées sur des réacteurs biologiques possédant des caractéristiques physiologiques (masse, taille, etc....) homogènes. Les deux projectiles ont exactement la même architecture et le même diamètre. Pour les deux séries, les énergies cinétiques  $E_k$  des projectiles sont très proches (134,4 J et 132,9 J). Par contre, la quantité de mouvement  $Q = MV$  est différente à cause de la différence de masse des deux projectiles (2,86 et 3,45 kg m/s).

Selon les critères de type (1), les effets lésionnels des projectiles attendus devraient être très proches. D'ailleurs, le calcul des valeurs des critères précédents fournis des valeurs très voisines. Mais, l'analyse statistique des résultats expérimentaux et des rapports montrent que les effets lésionnels, de différentes natures, sont significativement différents. Ce constat est illustré par les histogrammes de la figure 3



**Figure 3.** Deux exemples (b) et (c) d'effets lésionnels observés dans les deux séries étudiées

L'analyse des résultats d'impacts montre clairement que l'énergie cinétique n'est pas le paramètre qui, à lui seul, permet de prévoir les effets lésionnels.

#### **4. Conclusion**

Dans les premiers instants qui suivent l'impact d'un projectile sur le thorax, le mouvement de la structure est localisé au voisinage de la zone d'impact.

Les critères de type (2) qui supposent un mouvement d'enfoncement uniforme de la structure sont donc inappropriés pour prédire la gravité lésionnelle de l'impact. En effet, la valeur de ces critères (VCmax et Cmax) dépendra du point de référence choisi pour les calculer. Ainsi, ces valeurs ne peuvent être appliquées dans notre étude.

Le sens physique des critères lésionnels existants doit être envisagé de telle sorte qu'il tienne compte de la nature essentiellement locale de l'interaction structure-projectile au moment de l'impact.

#### **5. Références**

C. A. Bir, *The Evaluation of Blunt Ballistic Impacts of the Thorax, PhD Thesis, Wayne State University, Detroit, Michigan, 2000.*

Lau IV, Viano DC. 1986. *The viscous criterion—Bases and application of an injury severity index for soft tissue.* In Proceedings of the 30th Stapp Car Crash Conference, pp 123–142, SAE Paper no.861882. Warrendale, Pa, Society of Automotive Engineers.

Q. Grimal, S. Naïli, A. Watzky. *A high-frequency lung injury mechanism in blunt thoracic impact.* Journal of Biomechanics, 2005.