



*Liberté • Égalité • Fraternité*

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

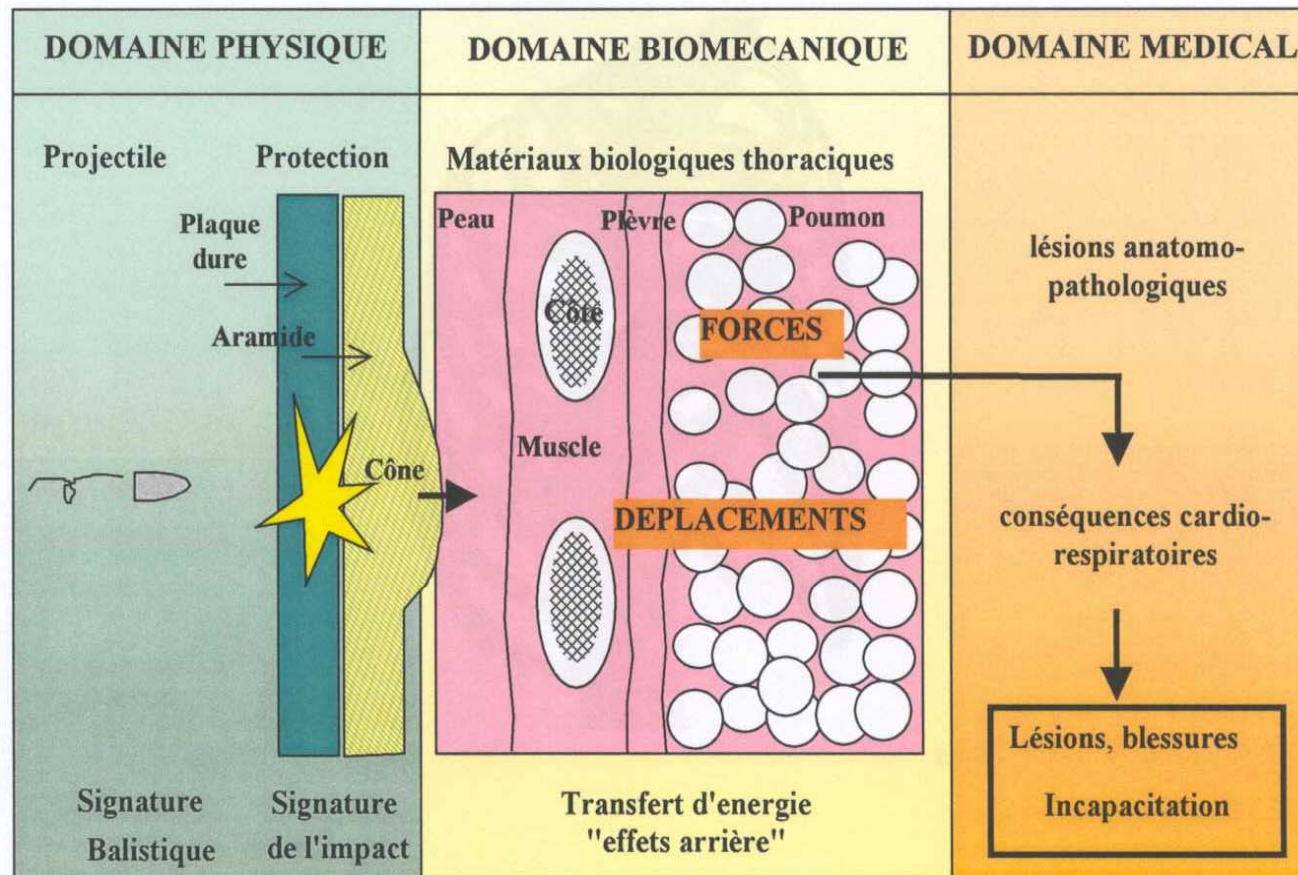
MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

# Étude des effets arrière thoraciques



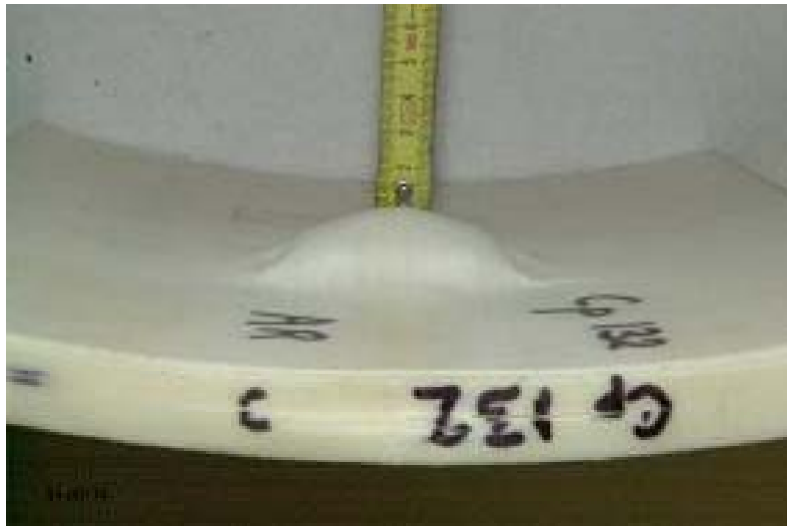
DÉLÉGATION GÉNÉRALE POUR L'ARMEMENT

# Description des effets arrière thoraciques



# Description des effets arrière thoraciques

- Déformation résiduelle de la protection en face arrière lors de l'arrêt d'une munition



Plaque en polyéthylène



# Protections et menaces étudiées

- Protections étudiées

Gilet  
balistique  
souple



Plaques dures



- Munitions d'armes d'épaule (calibres 5.56 et 7.62)







# Objectif



**Compromis entre :**

**Surface protégée-  
Performance**

**et**

**Souplesse-Masse**

**Ce qui  
protection  
m**





## Démarche suivie

- **Observer, identifier et quantifier les lésions** : essais sur animaux anesthésiés (et cadavres) et retour d'expérience (mesures physiologiques et mesures physiques : force, déformation, vitesse...)
- **Établir des lois** permettant de relier ces paramètres physiques aux lésions et paramètres physiologiques
- **Développer des simulants physiques simples** validés, et prédictifs sur une gamme d'agressions ( $\neq$  vitesses d'impact, munitions et protections) afin de pouvoir retrouver les mesures physiques.



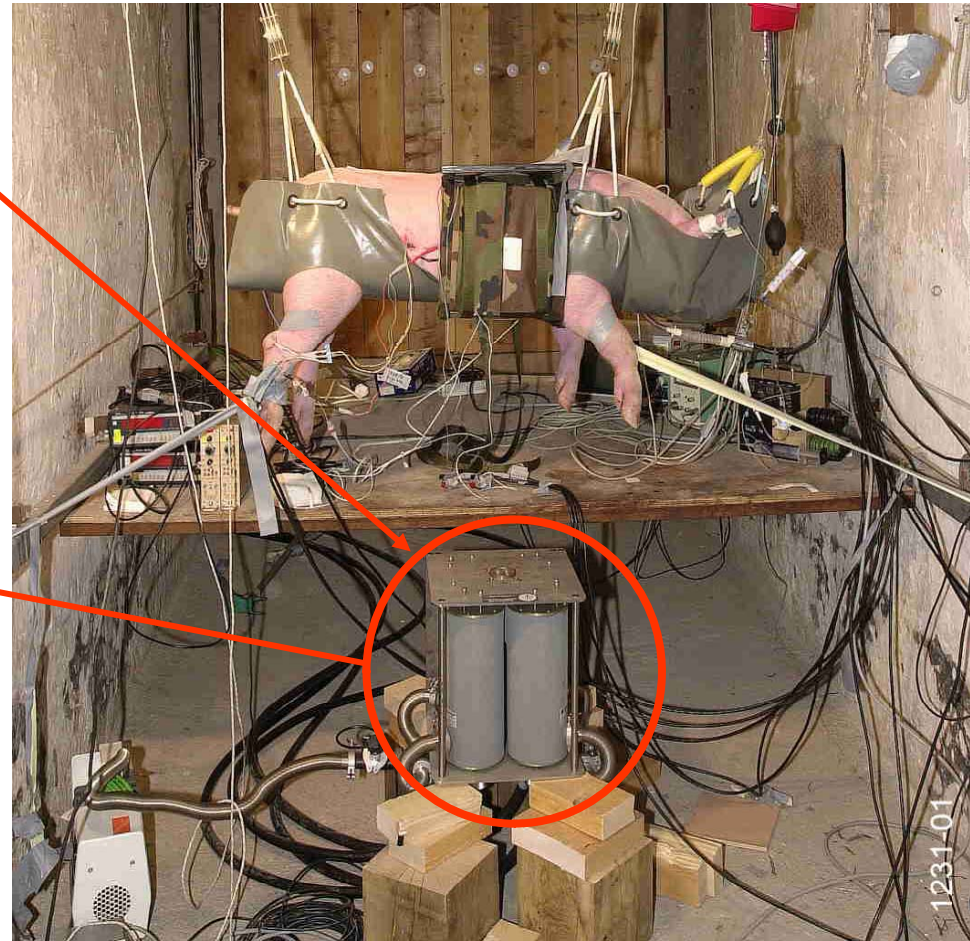
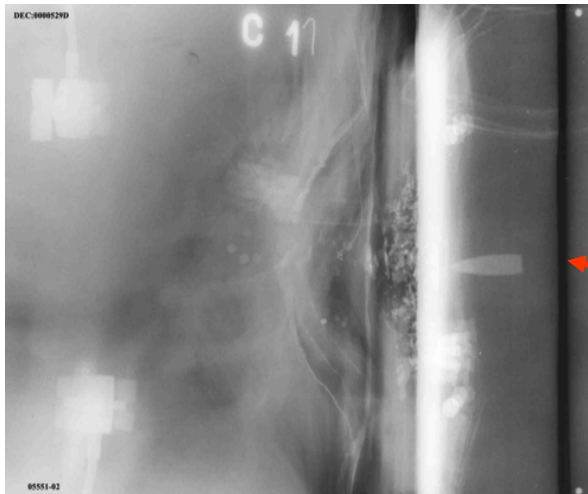
## Modèles utilisés

- *Hommes vivants*
- Animaux vivants anesthésiés
- Cadavres
- Simulants simples (plastiline, gélatine...)
- Simulants complexes (membrane thoracique, mannequin Hybrid III...)
- Modèle numérique
- *Hommes vivants*



# Méthodes expérimentales sur le vivant

**Visualisation de la déformation cage thoracique par radiographie (projectile, déf plaque, fragmentation,...)**







# Méthodes expérimentales sur le vivant

- Mesures physiologiques
  - Activité cardiaque (FC, tracé ECG)
  - Activité respiratoire (FR, gaz respiratoires)
  - Pression intra œsophagienne
  - T° corporelle, nombreux autres paramètres médicaux...
- Prélèvement post mortem: nécropsie

Surface  
ecchymose



Nombre fracture de  
côtes



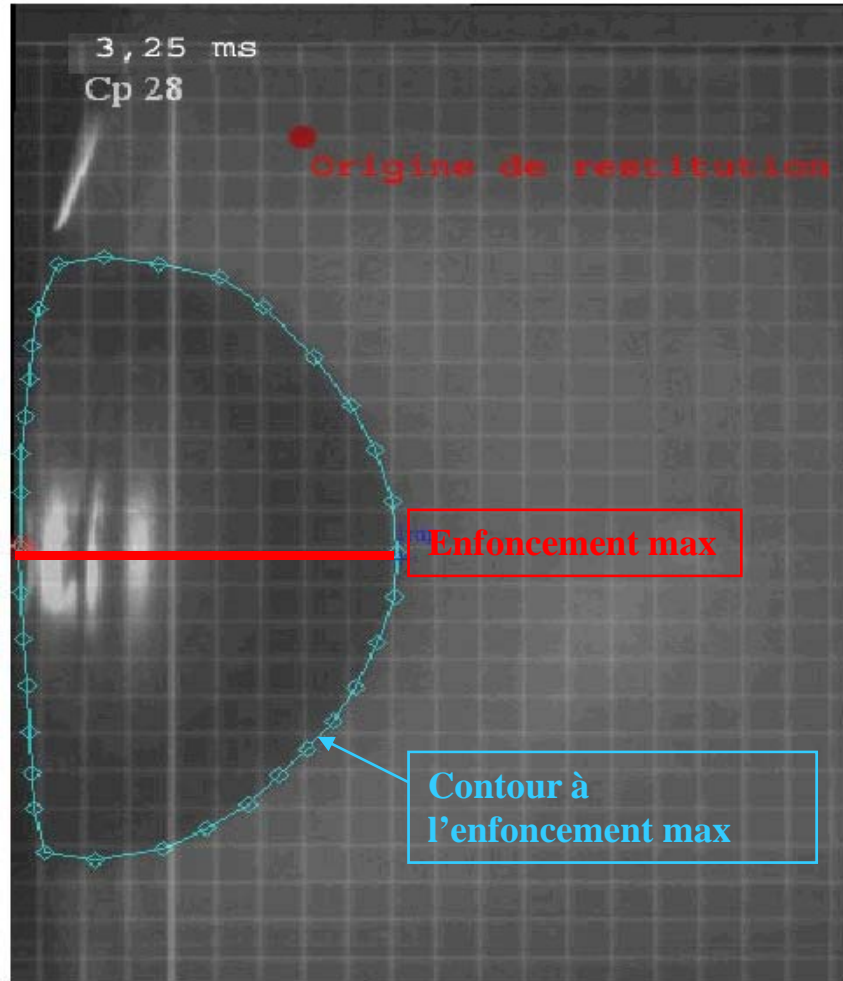
Surface lésion  
pulmonaire





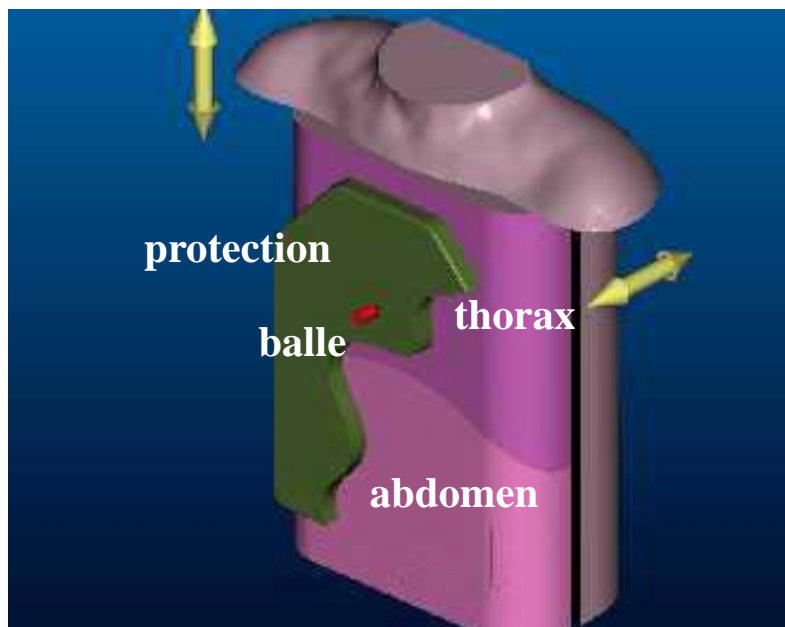
# Essais simulants

## Gélatine

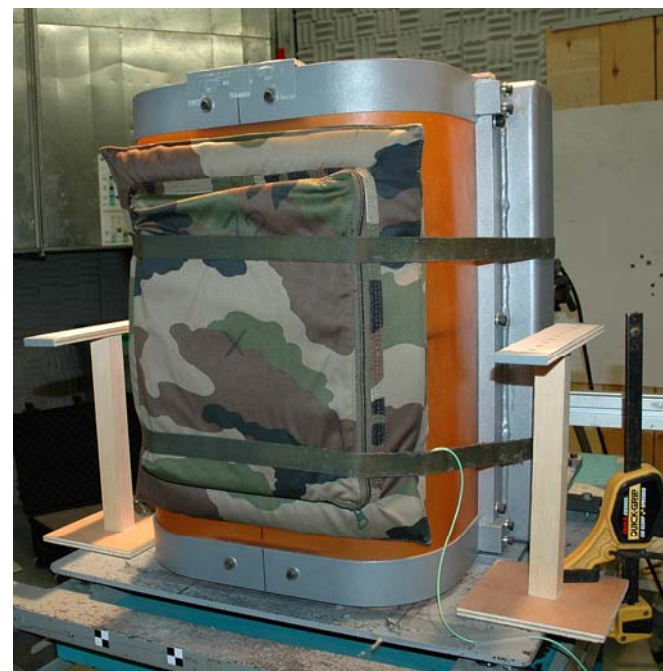


# Essais simulants

## Membrane thoracique canadienne



Principe de la membrane

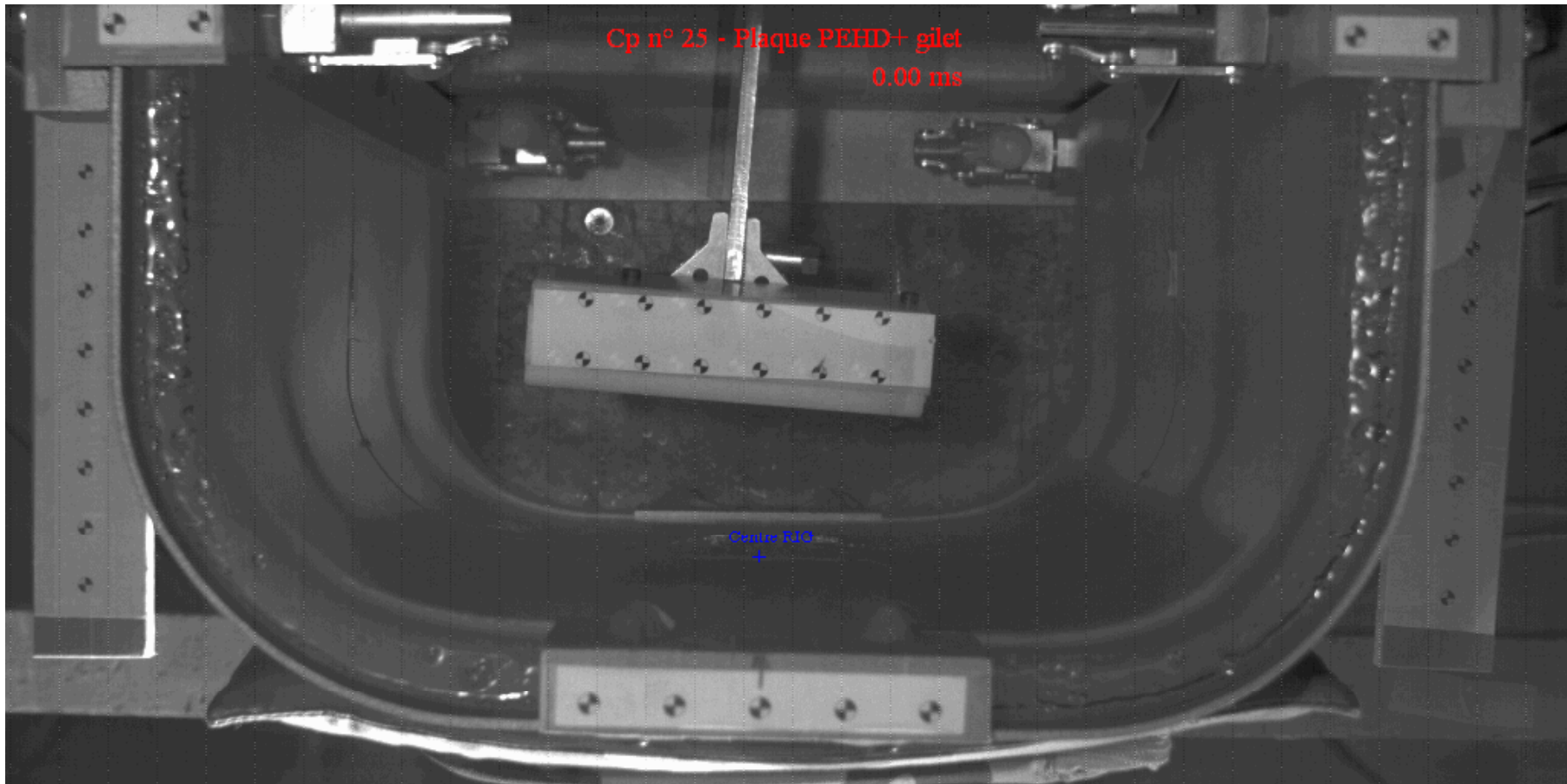


Cible sanglée sur la membrane



# Essais simulants

## Membrane thoracique canadienne



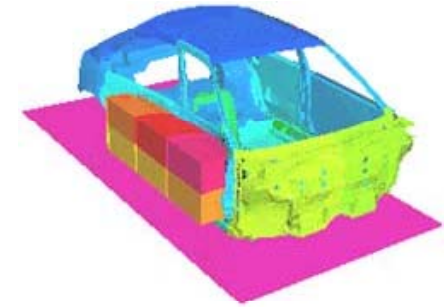




# Modèle numérique Biothorso

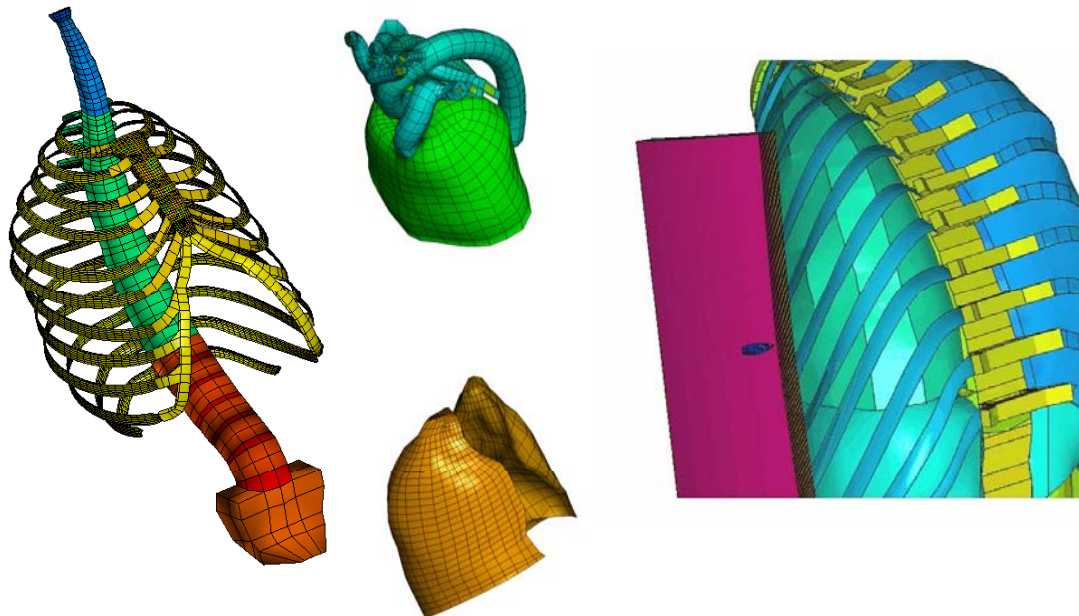
## Développement de modèles numériques

Sous le logiciel du commerce : PAM-CRASH  
(code explicite de mécanique par éléments finis)



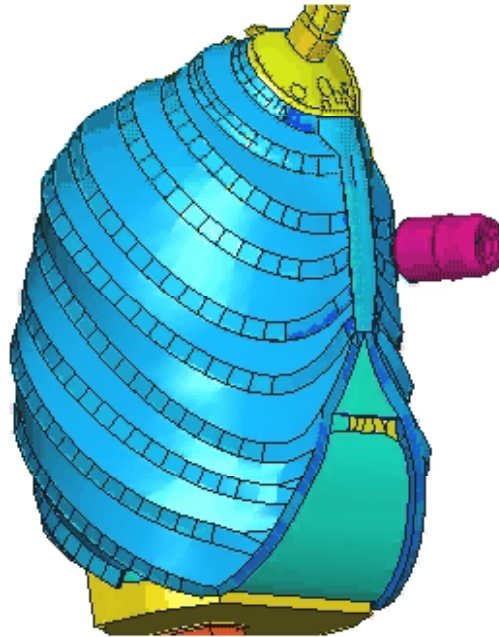
## Les objectifs

- ⇒ A échéance remplacer des essais (objectif utopique?)
- ⇒ Améliorer notre compréhension des phénomènes qui sont très brefs et donc difficiles à observer expérimentalement.
- ⇒ Aide à la conception de nouvelle protection



# ► Modèle numérique Biothorso

- Données d'entrée: caractérisation protection et munition
- Données de sortie: déplacement, pression, vitesse, accélération...





# Synthèse sur tous les modèles (1/2)

Modèle	Avantages	Inconvénients	A réaliser
Porc anesthésiés instrumentés	Identification et quantification des phénomènes lésionnels physiologiques (hémorragies, fractures...)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Essais complexes, limités en nombre (éthique) d'où statistiques faibles</li><li>• Reste assez éloigné de l'homme vivant</li><li>• Pb validité, exhaustivité et reproductibilité des mesures physiques et physiologiques</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lois de passage entre modèle animal (porc, veau...) et homme vivant</li><li>• Caractérisation de la variabilité des cibles</li></ul>
Cadavres	<ul style="list-style-type: none"><li>• Anthropomorphe</li><li>• Visualisation des fractures</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Essais complexes, limité en nombre (éthique) d'où statistiques faibles</li><li>• Reste assez éloigné de l'homme vivant (pas autres choses que fractures)</li><li>• Pb validité, exhaustivité et reproductibilité des mesures physiques et physiologiques</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lois de passage entre le cadavre et l'homme vivant (age des cibles, ostéoporose...)</li><li>• Caractérisation de la variabilité des cibles</li></ul>
RETEX	Réalité	<ul style="list-style-type: none"><li>• Très peu de RETEX nous remonte</li><li>• Manque les données nécessaires à l'exploitation des résultats : caractérisations de l'agression et de la cible</li></ul>	Construction d'une base de données répertoriant ces RETEX (vœu pieux?)



# Synthèse sur tous les modèles (2/2)

Modèle	Avantages	Inconvénients	A réaliser
Gélatine	<ul style="list-style-type: none"><li>• Visualisation de la dynamique du phénomène</li><li>• Essais reproductibles</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pas bio-fidèle</li><li>• Mesures restreintes (par ex : difficulté à mesurer la vitesse d'enfoncement)</li><li>• Difficulté à instrumenter</li></ul>	Lois de passage de passage de ce simulant aux modèles animal et cadavre
Membrane thoracique canadienne	<ul style="list-style-type: none"><li>• Visualisation de la dynamique du phénomène</li><li>• Essais reproductibles</li><li>• Possède un certain niveau de bio-fidélité</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bio-fidélité non validée</li><li>• Répétabilité et fidélité dans le temps?</li><li>• Représentatif d'un impact au niveau du sternum (restreint)</li></ul>	Validation de ce simulant pour les effets arrière
Modèle numérique Biothorso	<ul style="list-style-type: none"><li>• Visualisation de la dynamique du phénomène avec toutes les mesures physiques</li><li>• Possède un certain niveau de bio-fidélité</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bio-fidélité non validée</li><li>- besoin de lois de comportements matériaux protections et aussi tissus humains,</li><li>- besoin de résultats d'essai fiables</li><li>• Non prédictif actuellement</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Validation de ce modèle</li><li>• Amélioration les lois de comportement</li><li>• Prise en compte de la variabilité humaine</li></ul>







## Conclusion

- Bonnes avancées sur l'observation et la compréhension de ces phénomènes lésionnels
- Développement de méthodes d'essai sur simulants physiques : gélatine, membrane thoracique, modèle numérique

Mais

- Besoin essais cadavres pour améliorer la connaissance et pour tenter de valider les simulants :
- Besoin d'un nombre d'essais sur animaux et cadavres pour avoir une bonne confiance dans les résultats
- Besoin RETEX



# Conclusion

- Prochains essais sur animaux avec la plaque FELIN fin 2008



**Merci de votre attention**

