



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

Impacts crâniens non-pénétrants

Effets fonctionnels immédiats

GPB - MC JC SARRON

SASF



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

CARUM – IMTSSA - Marseille

04/04/08

Diapositive N°1

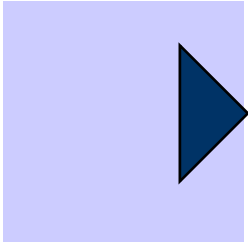




Traumatisme crânien fermé

- Blessures provoquées par l'impact direct ou indirect d'un projectile sur un segment corporel sans franchissement de la barrière cutanée.
- Projectiles de petits calibres stoppés par une protection (effets arrière) ou ALR cinétique (impact direct)
- Traumatisme contondant ou Blunt trauma





● Objectifs

- Analyse des effets immédiats
 - Lésionnels
 - fonctionnels
- approche préventive de protection
- Contrôle de l'impact





PLAN

- **Historique - Etiologie**
- **Physiopathologie**
- **Méthode**
- **Moyens**
- **Résultats EEG**
- **Bilan lésionnel**
- **Modélisation**
- **Conclusions**





Historique

- 1975 Ulster
- 1980 Intifada
- 2000 Conflit israélo-arabe



Etiologie

30%

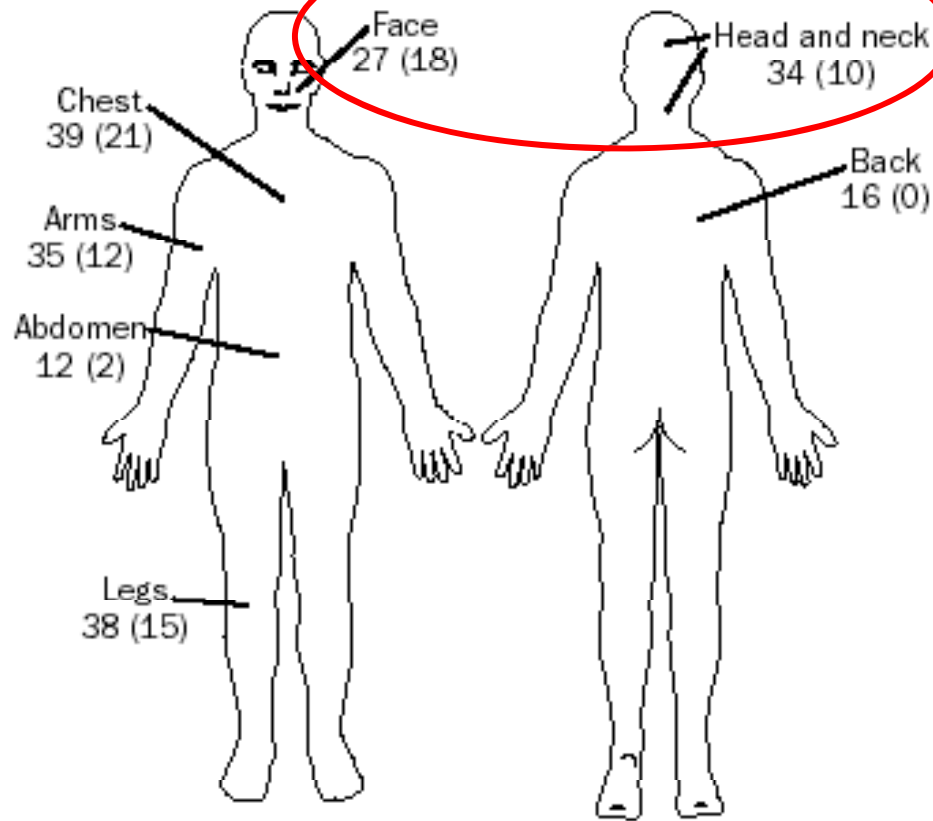


Figure 3: Distribution of rubber-bullet injuries
Penetrating injuries are shown in brackets.

	Type of Injury		Severity		
	Blunt	Penetrating	Mild	Moderate	Severe
Type of head and neck injury (n=34)					
Laceration/contusion of head	16	0	9	4	3
Laceration/contusion of neck	7	0	6	1	0
Depressed skull fracture	0	3	0	1	2
Simple skull fracture	1	0	0	1	2
Fracture of base of skull	0	3	0	1	2
Subarachnoid haemorrhage	0	2	0	0	2
Epidural haematoma	0	1	0	0	1
Subdural haematoma	0	1	0	0	1
Type of facial injury (n=27)					
Laceration	9	3	4	6	2
Fracture of mandible	0	2	0	2	0
Fracture of zygoma	0	1	0	1	0
Fracture of maxilla	0	1	0	1	0
Fracture of orbital floor	0	3	0	1	2
Total haemophthalmia	0	2	0	0	2*
Evisceration of eyeball	0	3	0	1	2
Foreign body in face	0	3	2	1	0

*Both patients died of the injury.

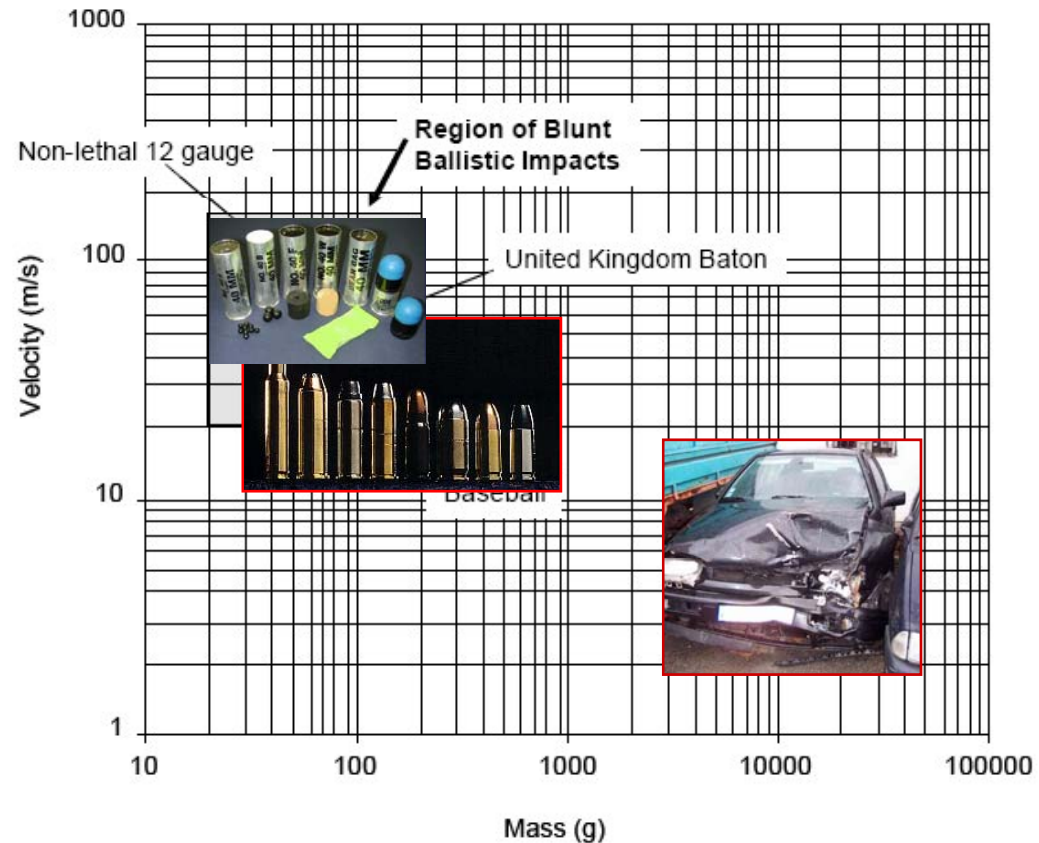
Table 3: Specific head and neck and facial injuries caused by rubber bullets



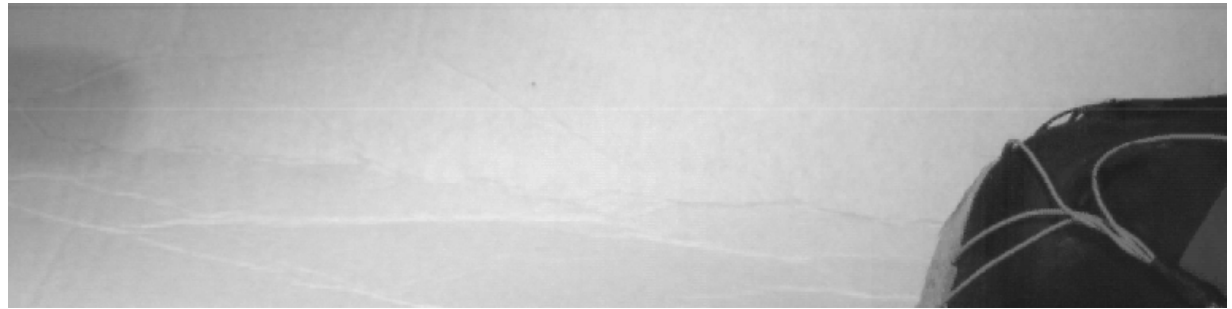
Physiopathologie – balistique terminale

● Impact

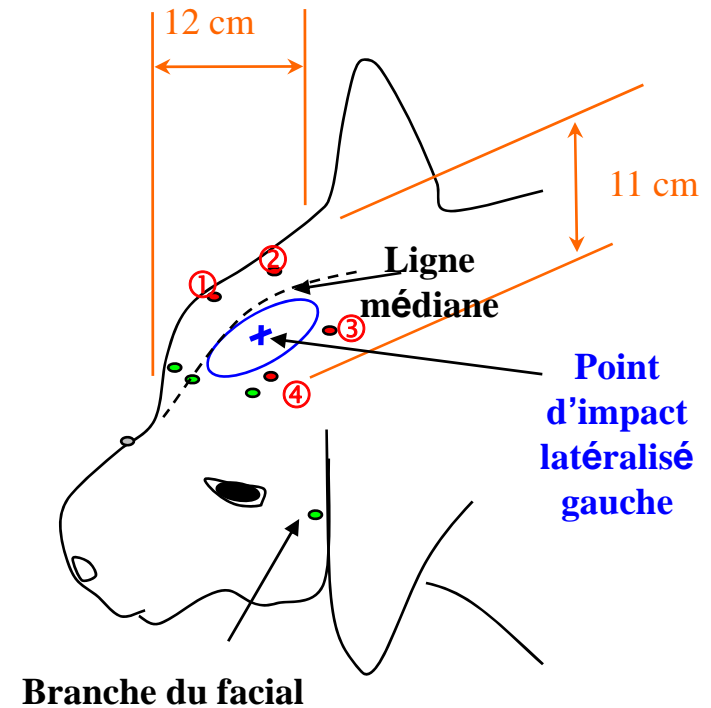
- Nature
- Energie
- Localisation
- Densité d'E
- Durée



Moyens



- **Modèle veau**
 - dimension et masse cérébrale,
 - épaisseur de la voûte osseuse
 - absence de sinus
- **Anesthésie isoflurane 1%**
- **Mesures**
 - EEG, 4voies, spectres
 - ECG, PA
 - marqueurs sériques
- **Balistique**
 - 40mm : 100 J



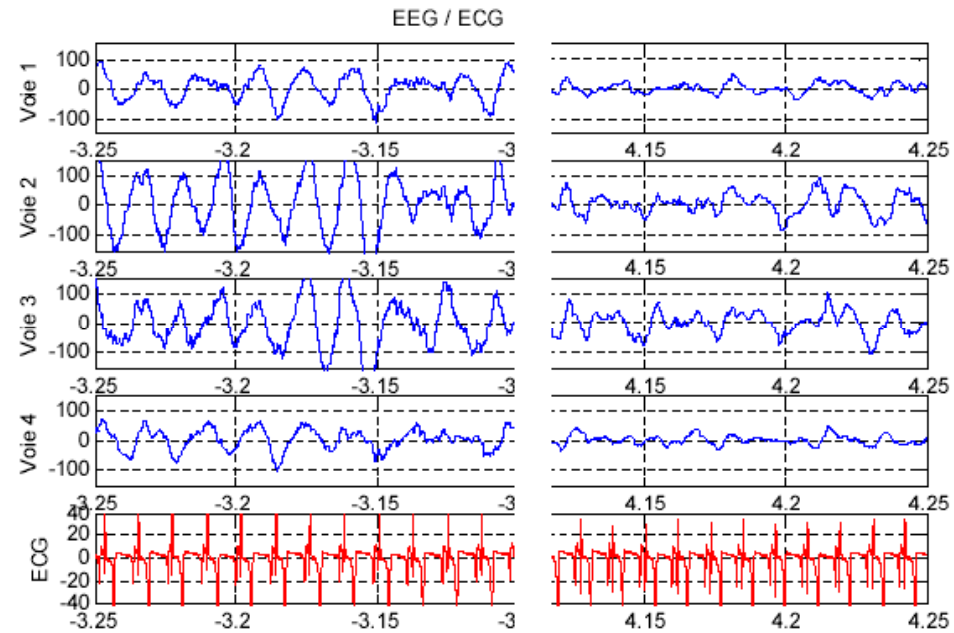
● **Electrodes BIS**

● **Electrodes EEG**



EEG

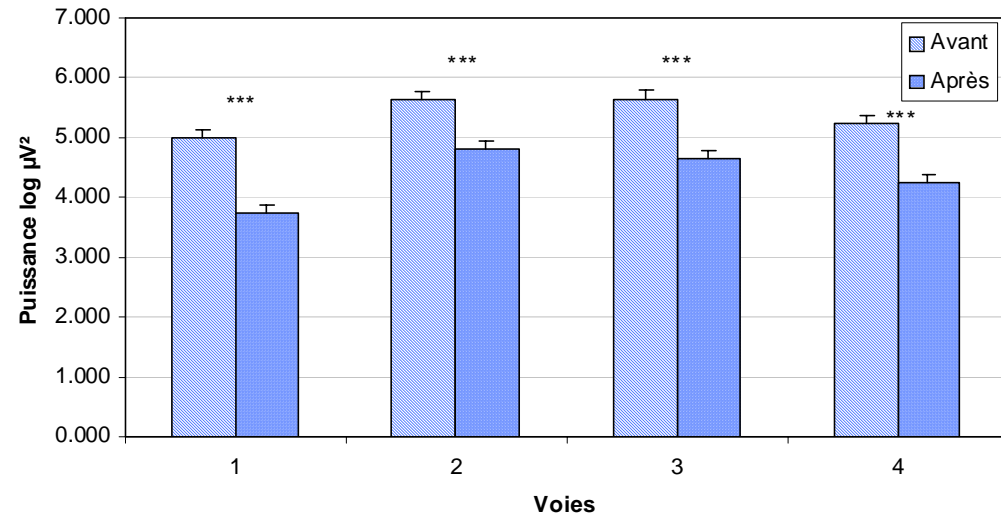
- Temporel
 - tracé / BSR
- Fréquentiel
 - Spectre
 - puissance spectrale
 - SE50, SE95, bandes
 - entropie
 - biSpectre
 - bicohérence



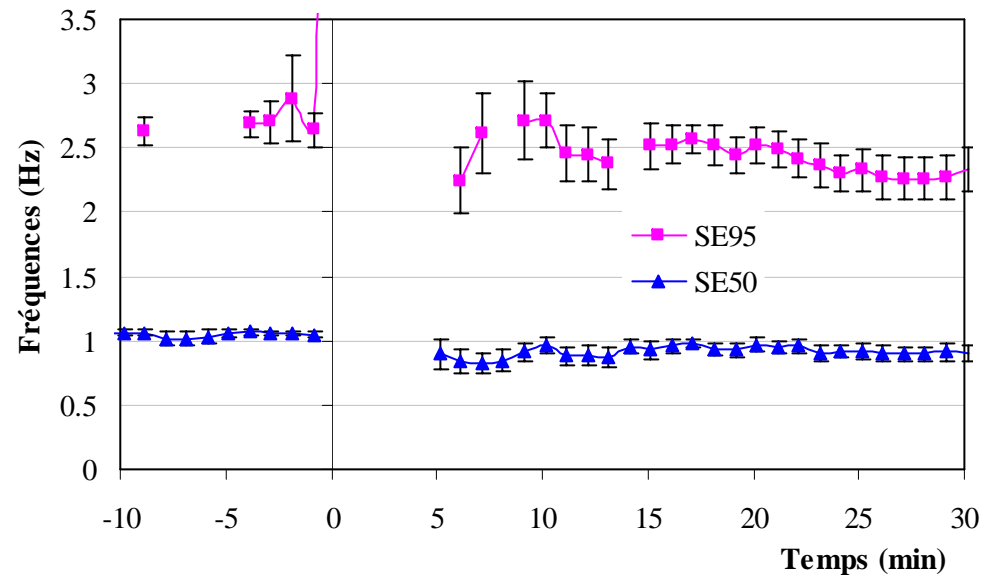


Analyse spectrale

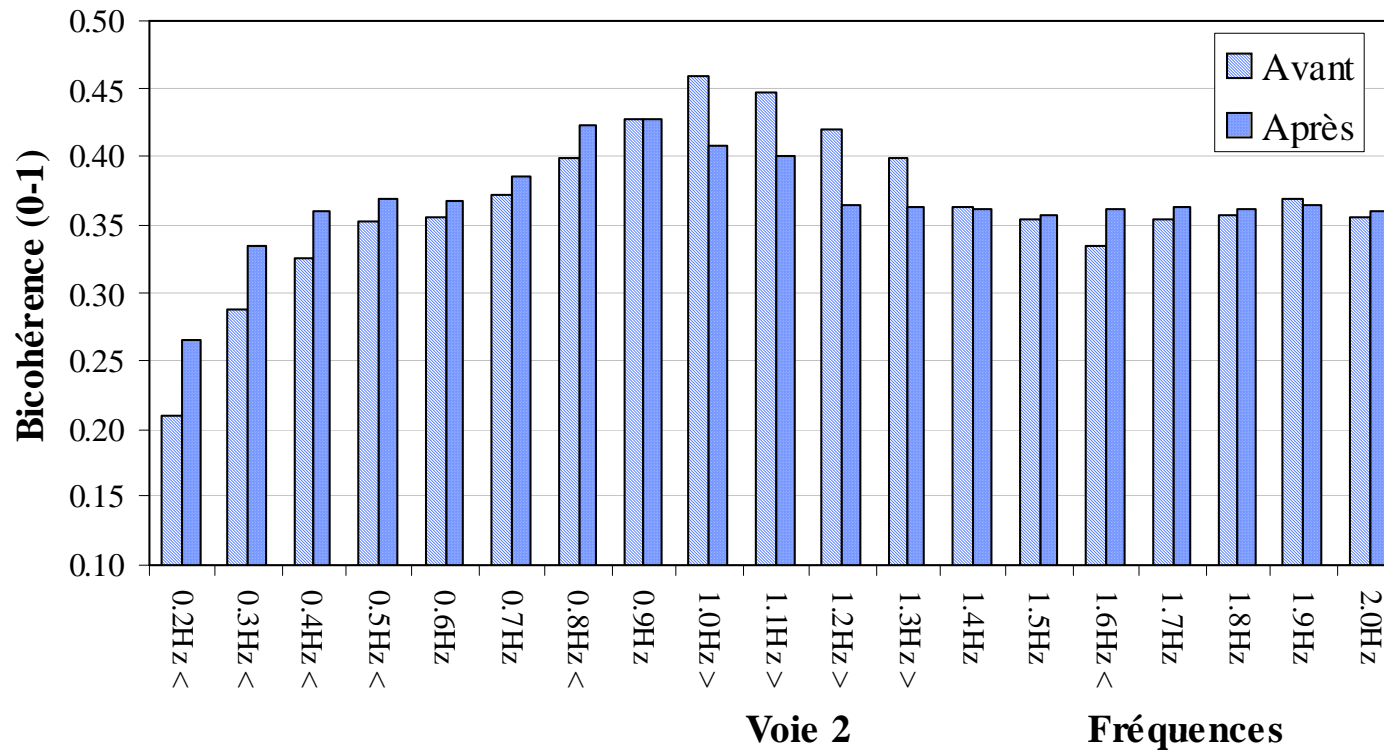
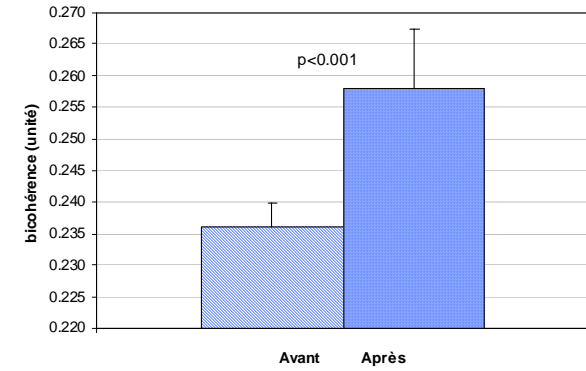
● Puissance



● SE



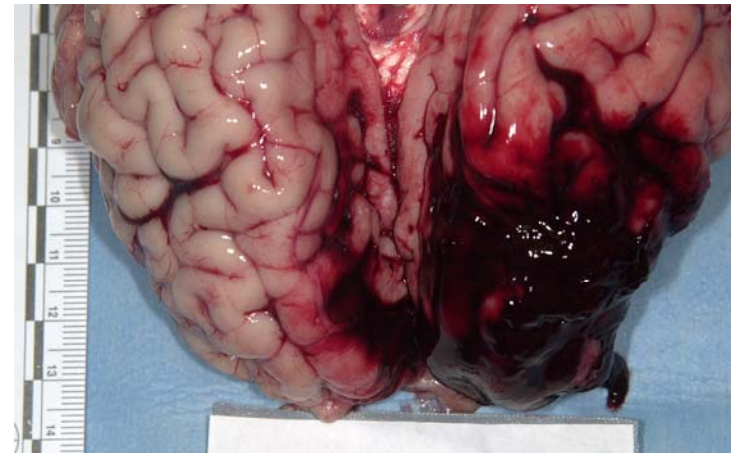
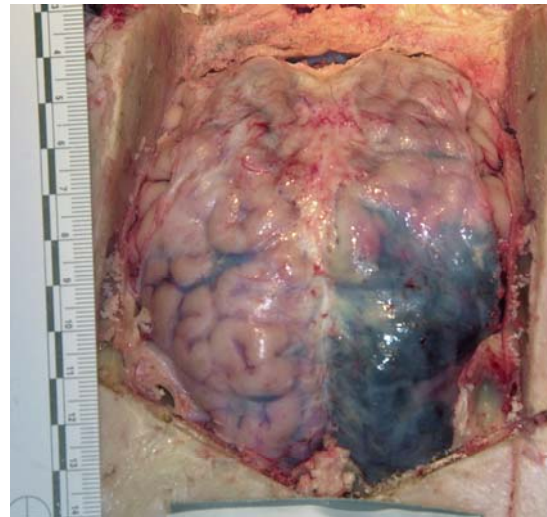
Analyse biSpectrale





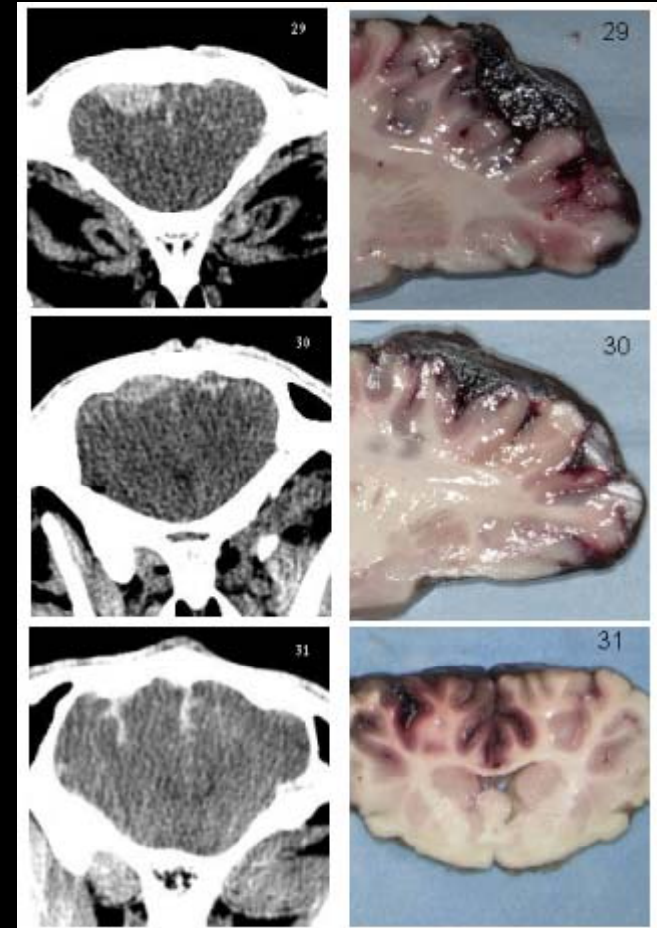
Résultats

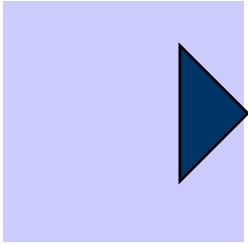
- Contusion cutanée et attrition possible
- Fracture embarrure, dépression osseuse
- Hémorragies méningées et cérébrales
- (pas de contre coup)





Scanner





- Sur l'animal

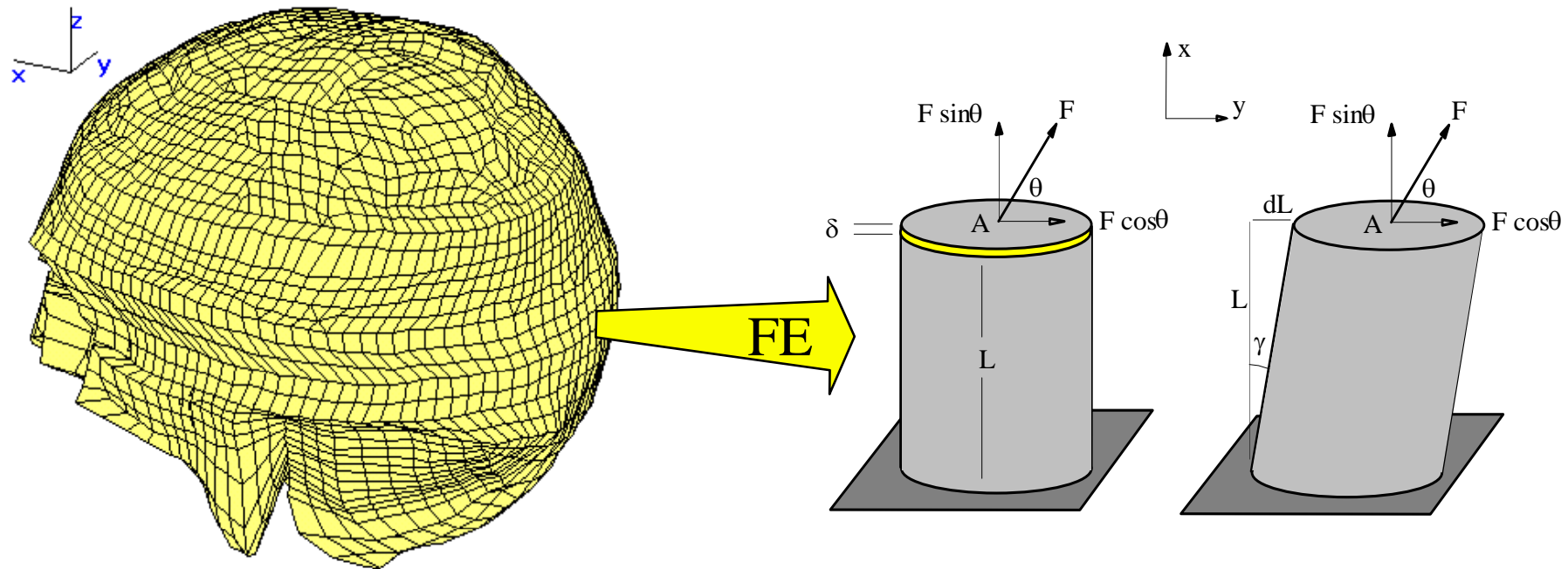
- Blessures graves
- Activité EEG perturbée
- Approfondissement de la narcose
- Seuil de 80 Joules

- Et chez l'homme ?

- Simulation numérique : FEM
- Fct : Force-déplacement



Modélisation par FEM

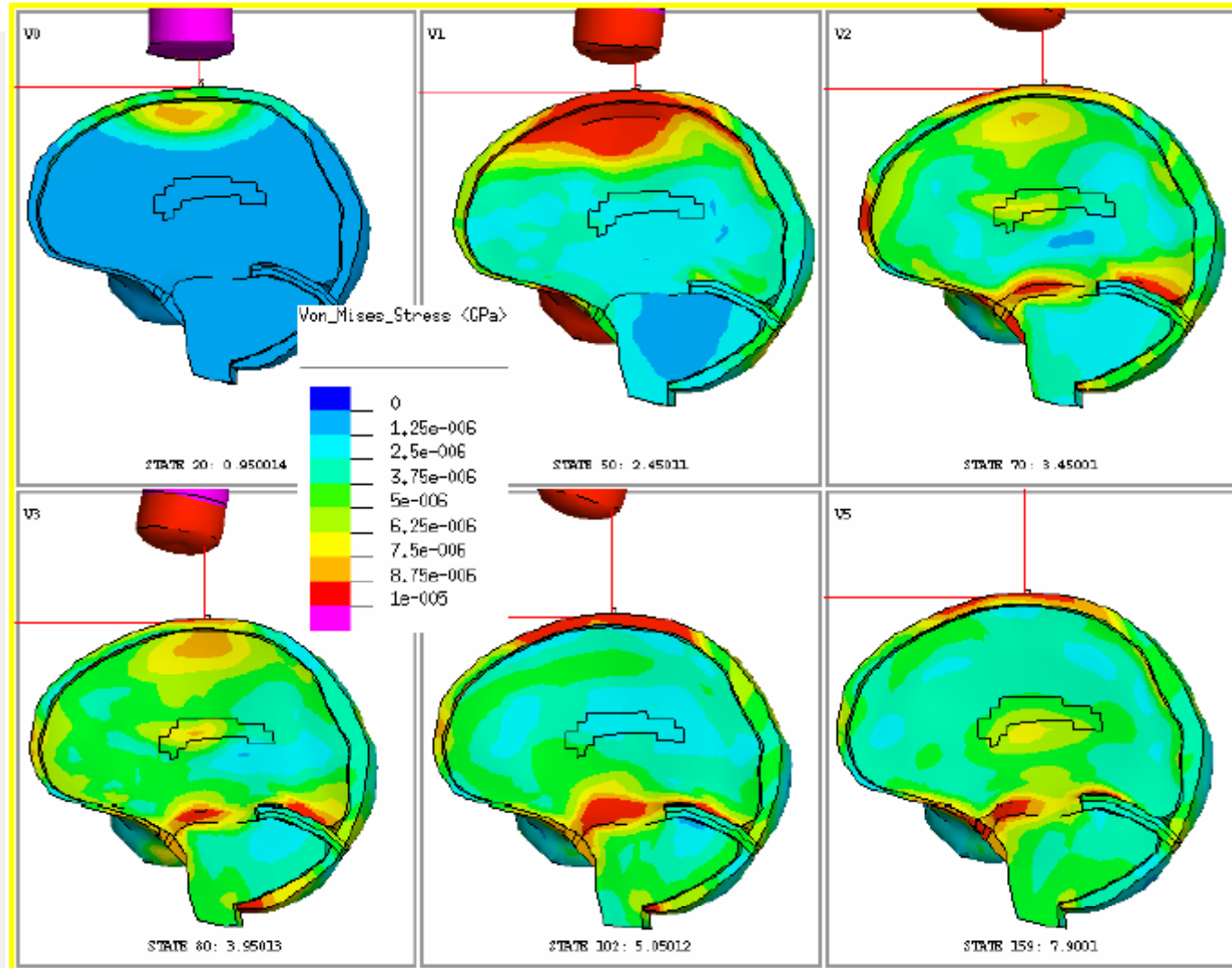


- **Contraintes (Stresses)**
 - axiales $\sigma_x = F \sin \theta / A$
 - cisaillement $\sigma_y = F \cos \theta / A$

- **Déformations (Strains)**
 - axiales $\epsilon_x = \delta / L$
 - cisaillement $\epsilon_y = dL / L = \tan \gamma = \gamma$



Simulation crânienne





Conclusions

- modifications transitoires de l'activité cérébrale
- réduction de l'activité EEG en amplitude et en rythme
- accentuation de la profondeur du coma anesthésique
- hémorragies méningées par cisaillements sous-duraux

Confirmation de la gravité des blessures non-pénétrantes pour des énergies > 80 J



Remerciements

- IMTSSA / UCPE



- ISL



- ETBS



jean-claude.sarron@dga.defense.gouv.fr

