

Protection des motocyclistes

Thierry SERRE

thierry.serre@ifsttar.fr



IFSTTAR

Projet PROMOTO

« Amélioration de la Protection des Motocyclistes par un gilet avec Airbag intégré »

(Mars 2006 – Janvier 2009)

Financement:



- LBA (Marseille)
- UMRESTTE (Bron)
- MA (Salon)



API_{rsd}

Plastex

Les objectifs :

1. Analyse du choc motocycliste / VL :
 - *typologie des lésions,*
 - *configurations d'accidents,*
 - *biomécanique: cinématique, mécanismes lésionnels.*

2. Évaluation et amélioration d'un système sécuritaire porté par l'utilisateur du deux-roues (gilet gonflable)

Méthodologie :

Accidentologie



Épidémiologie Accidents détaillés

- Types de blessures
- Configurations d'accidents

Expérimentations



Essais

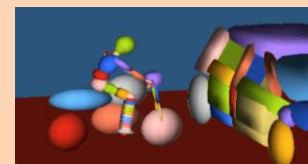


Essais pleine échelle

sous-systèmes

- Analyse locale et globale de l'impact
- Mécanismes lésionnels
- Seuil de tolérance
- Évaluation de l'airbag

Simulation Numérique



Multi-corps



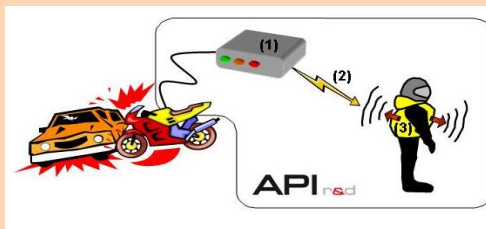
Éléments finis

- Analyse cinématique
- Etude paramétrique
- Reconstitutions
- Analyse locale
- Traumatologie virtuelle
- Évaluation de l'airbag d'accidents

Spécifications et validation du système de sécurité

Développement technologique

Système de protection :
airbag intégré dans un gilet



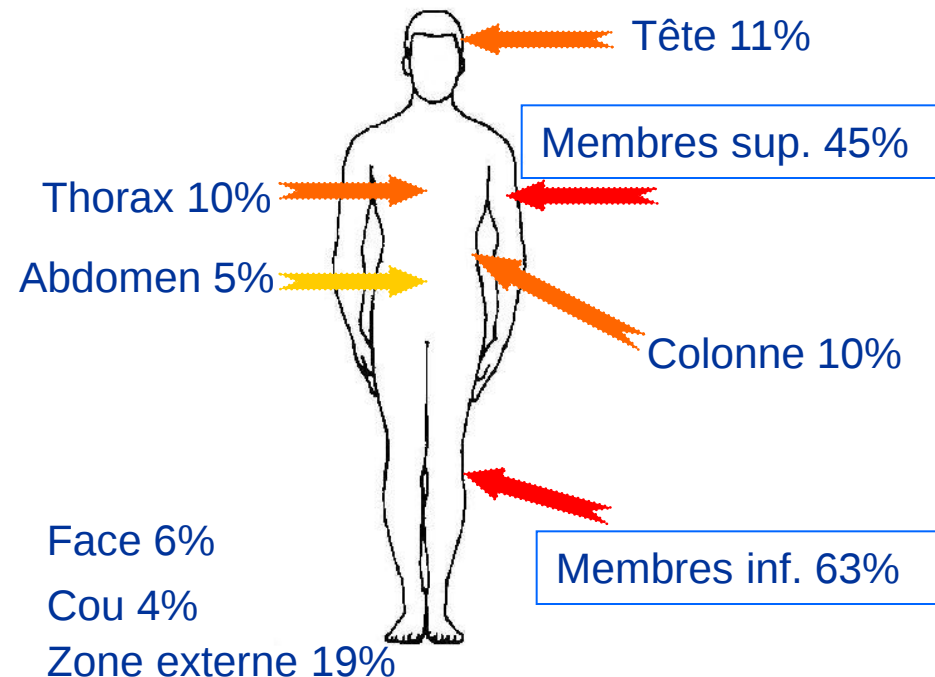
- Déclenchement
- Générateur de gaz
- Gilet airbag

Analyse épidémiologique et accidentologique

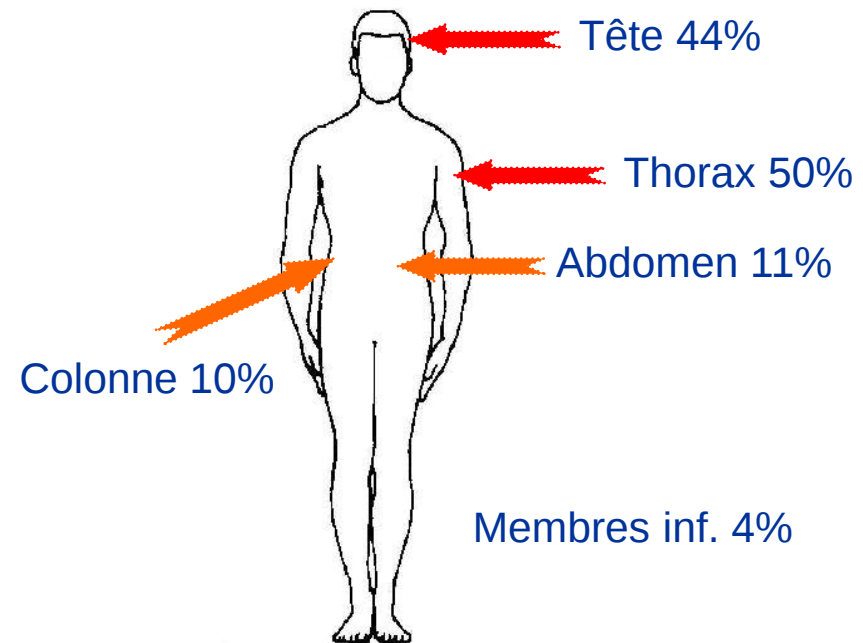
Typologie lésionnelle des usagers de 2RM casqués

(N=14 749 usagers de 2RM casqués, Registre du Rhône 1996-2003)

Lésions les plus fréquentes

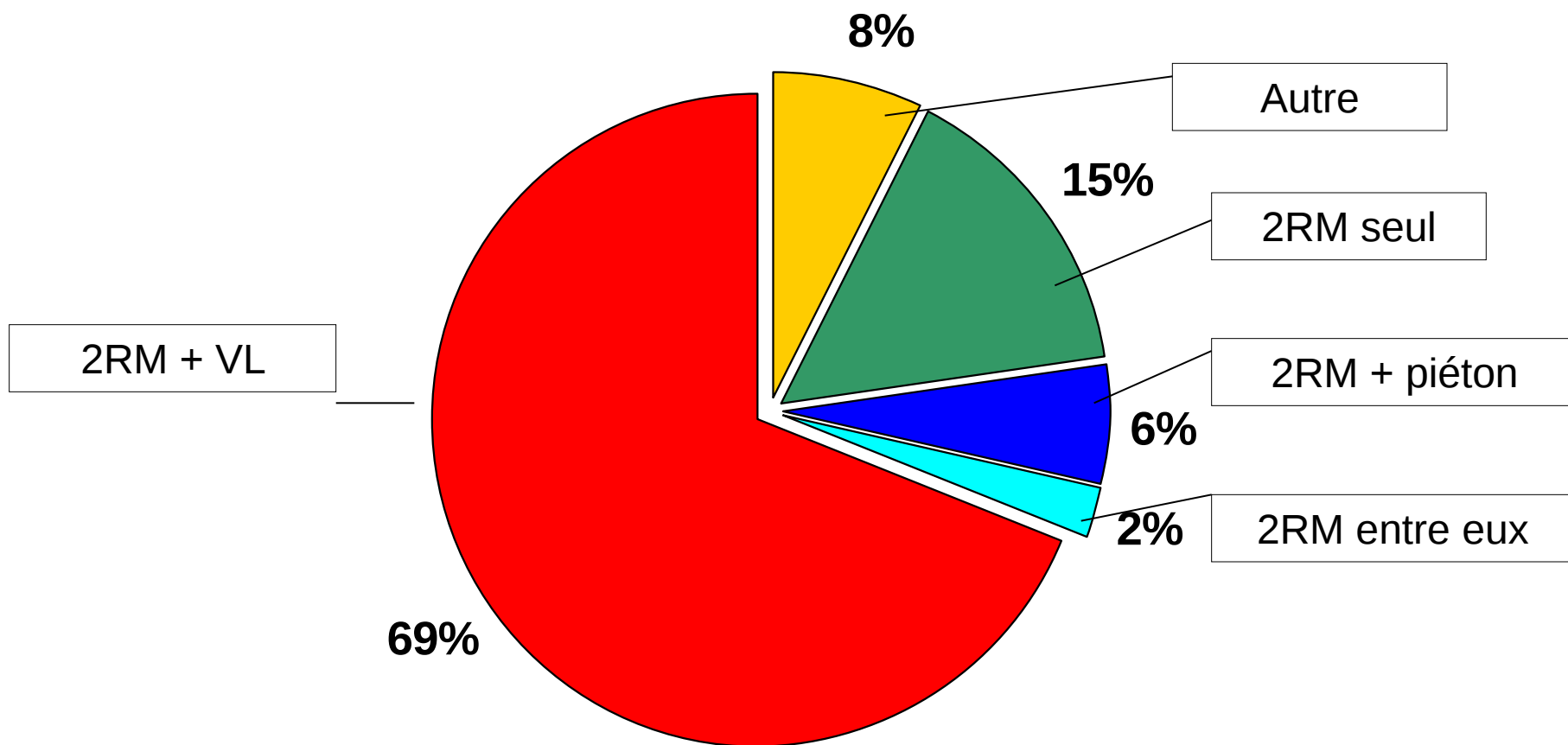


Lésions les plus graves (AIS 4+)



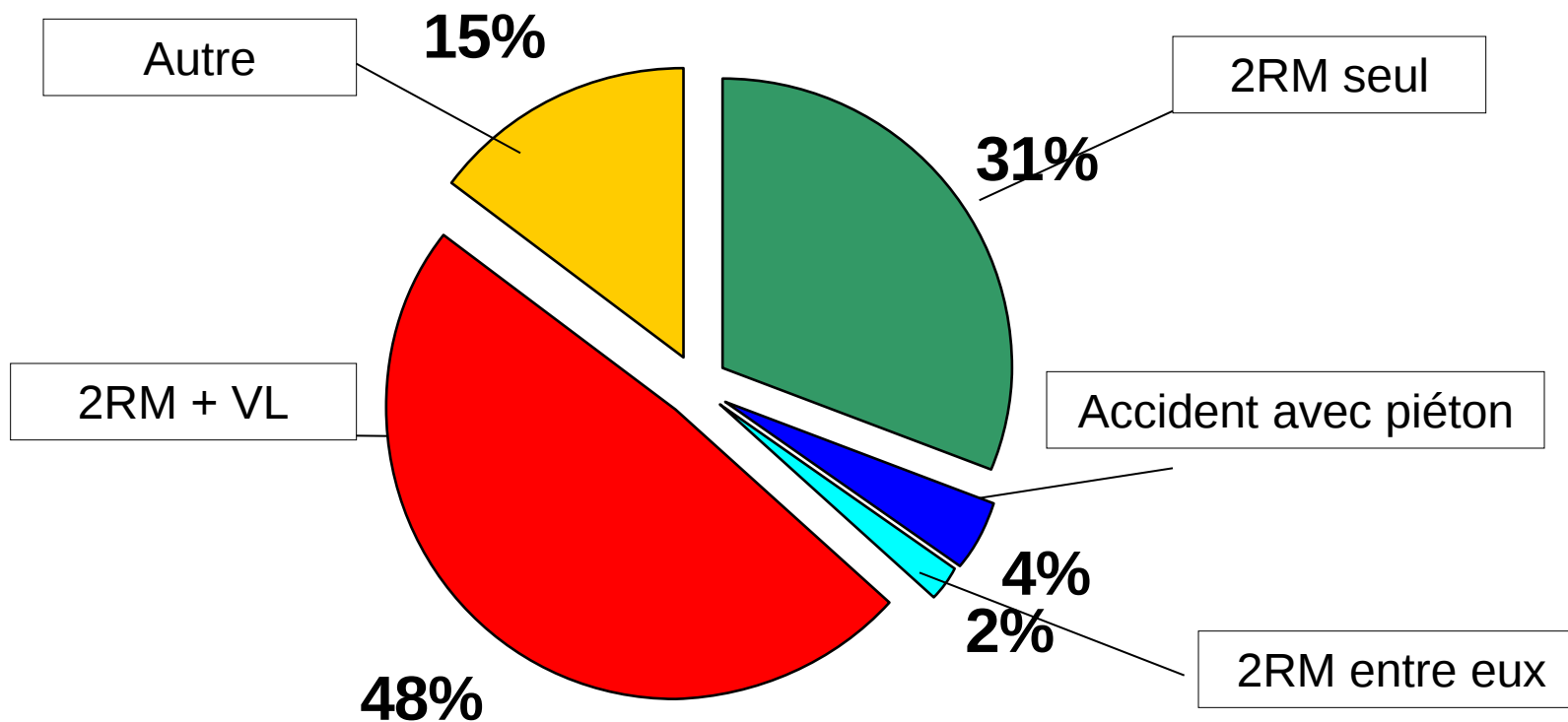
- Il faut protéger la tête et le tronc pour sauver des vies
- Les lésions du tronc sont aussi importantes que la tête

TYPOLOGIE DES ACCIDENTS CORPORELS EN 2RM (N=129 255)



▪ **Au moins 71% des motocyclistes sont accidentés lors d'un impact contre un autre véhicule motorisé**

TYPOLOGIE DES ACCIDENTS MORTELS EN 2RM (N=5 163)

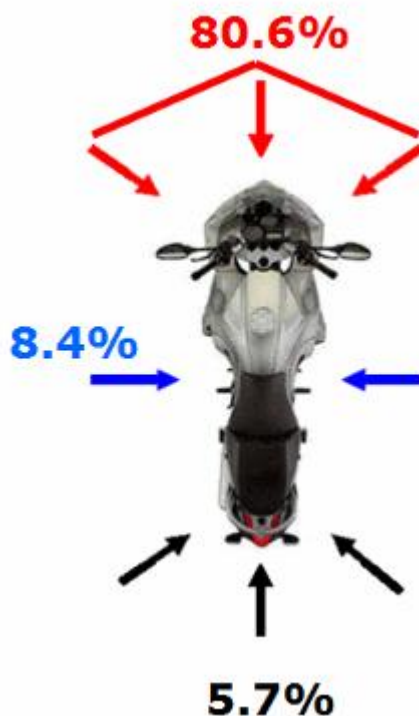


- **Tout obstacle peut être mortel : poteau, trottoir, VL, sol, barrière ...**

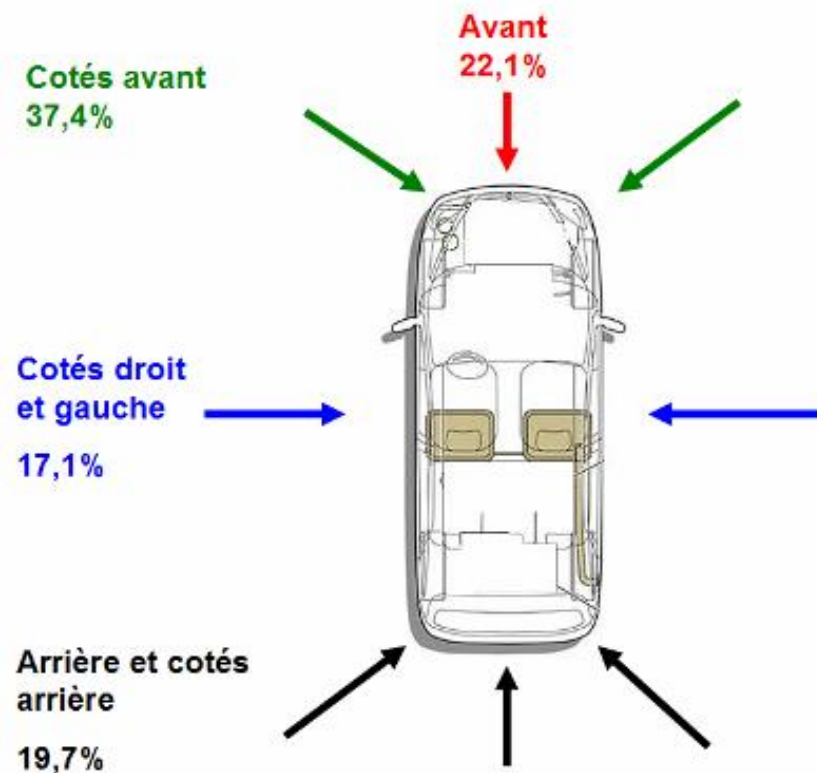
REPARTITION DES IMPACTS POUR LES CHOCS VL/2RM

Étude Détaillées d'Accidents de Salon de Pce de 1992 à 2007, 161 accidents

Sur le 2RM



Sur le VL



▪ dans 80% des cas, l'impact a lieu sur l'avant du 2 roues

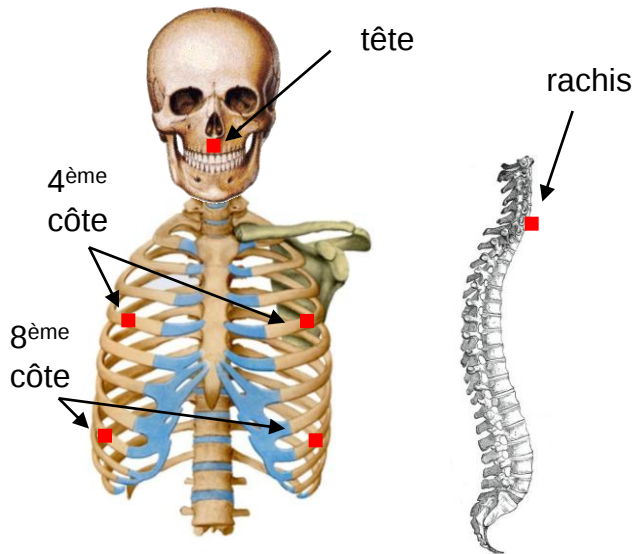
Analyse biomécanique expérimentale

PROTOCOLE EXPERIMENTAL

Objectif: - Déterminer les mécanismes lésionnels
- Analyser le comportement cinématique du corps humain

Méthode: Crash-tests réalisés avec des corps donnés à la science

Instrumentation du sujet



6 accéléromètres tri-axes

Vitesse d'impact < 40km/h



Analyse cinématique



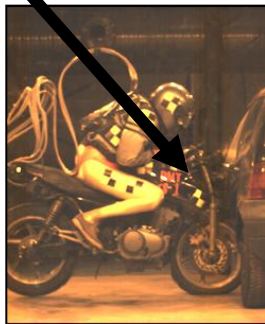
Flexion de fourche



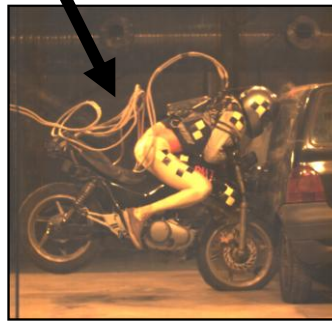
Projection puis glissement
du bassin sur le réservoir



Contact moto



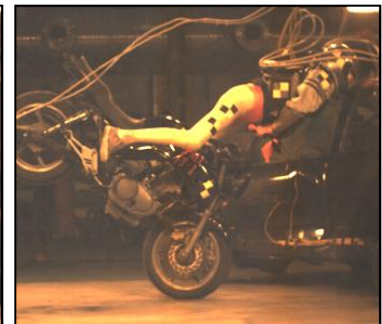
Déformation moto



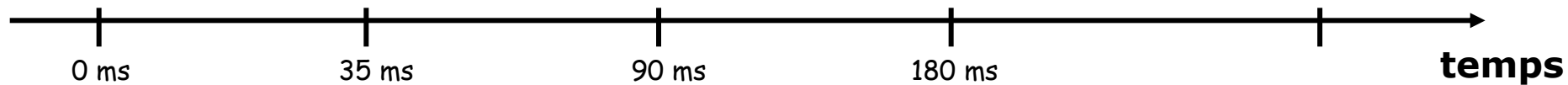
Impact tête
Impact bassin



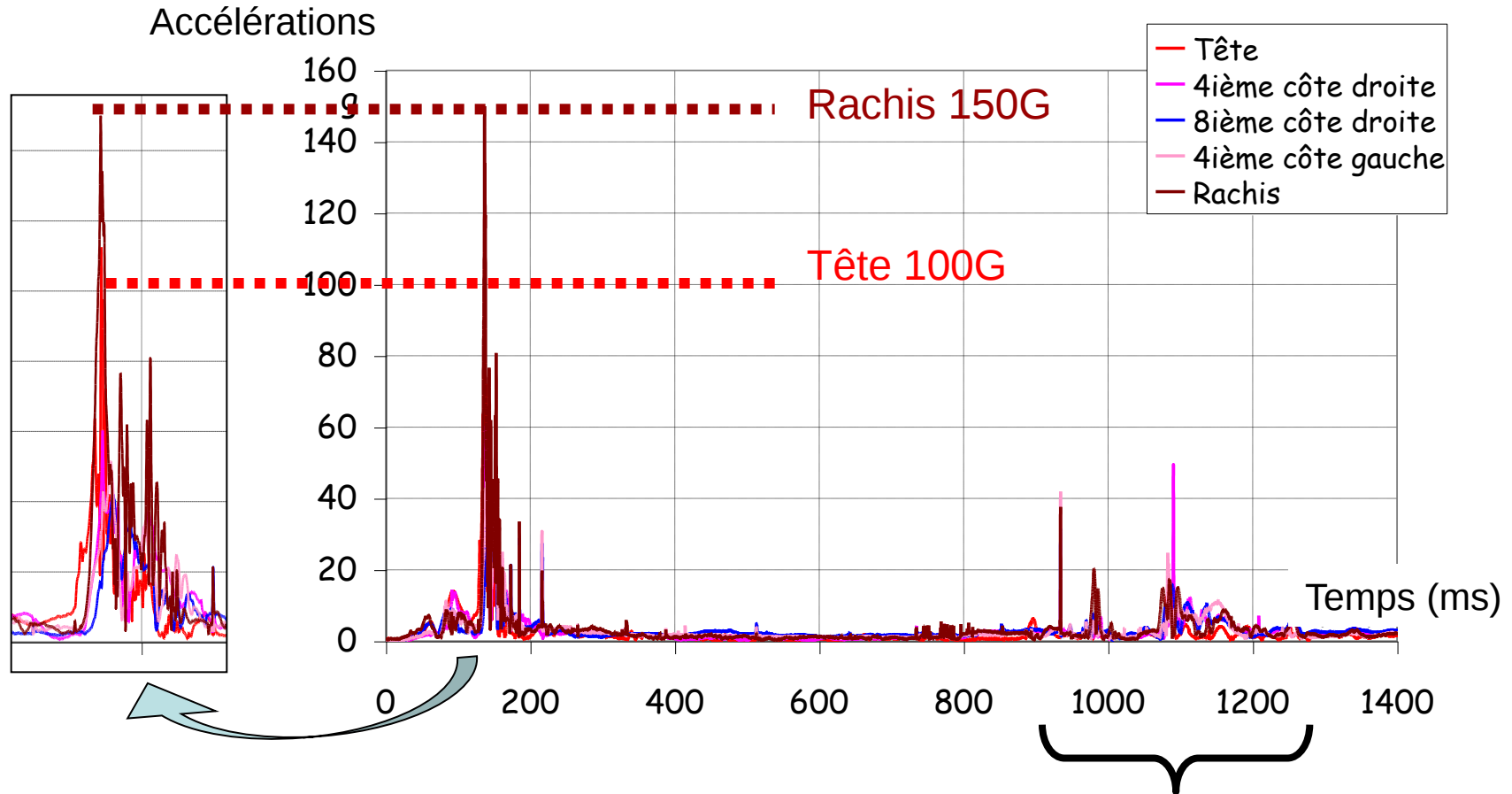
Hyper extension cou



Vol plané + chute au sol



ANALYSE LESIONNELLE



Mécanismes lésionnels:

- fractures vertèbres: hyper-extension du cou
- fractures côtes: compression thoracique
- fractures bassin: projection du bassin contre le réservoir

Analyse biomécanique numérique

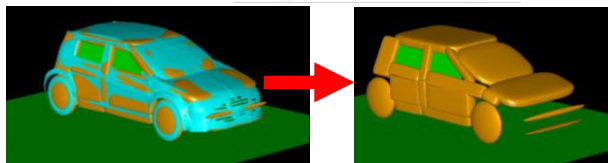
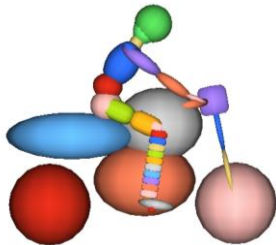
MODELISATION et SIMULATION

Objectif: Analyser le comportement cinématique du motocycliste pour de multiples configurations d'accidents

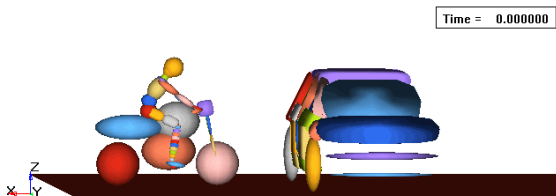
Méthode: Simulation numérique par une approche « multicorps »

Modélisation

- Pilote
- 2RM
- Casque
- VL



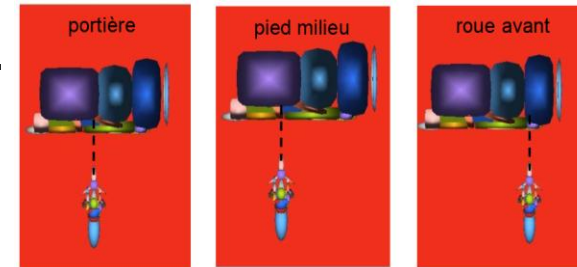
validation qualitative
et quantitative



Étude paramétrique

➤ **Vitesse du 2RM: 30, 40, 50, 60 km/h**

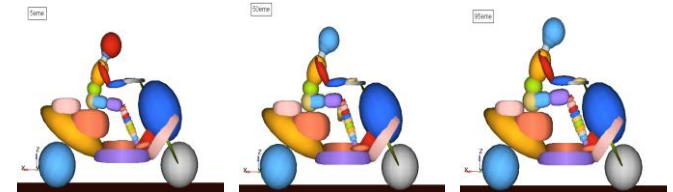
➤ **Point d'impact sur le VL**



➤ **Angle d'impact: 90°, 45°**

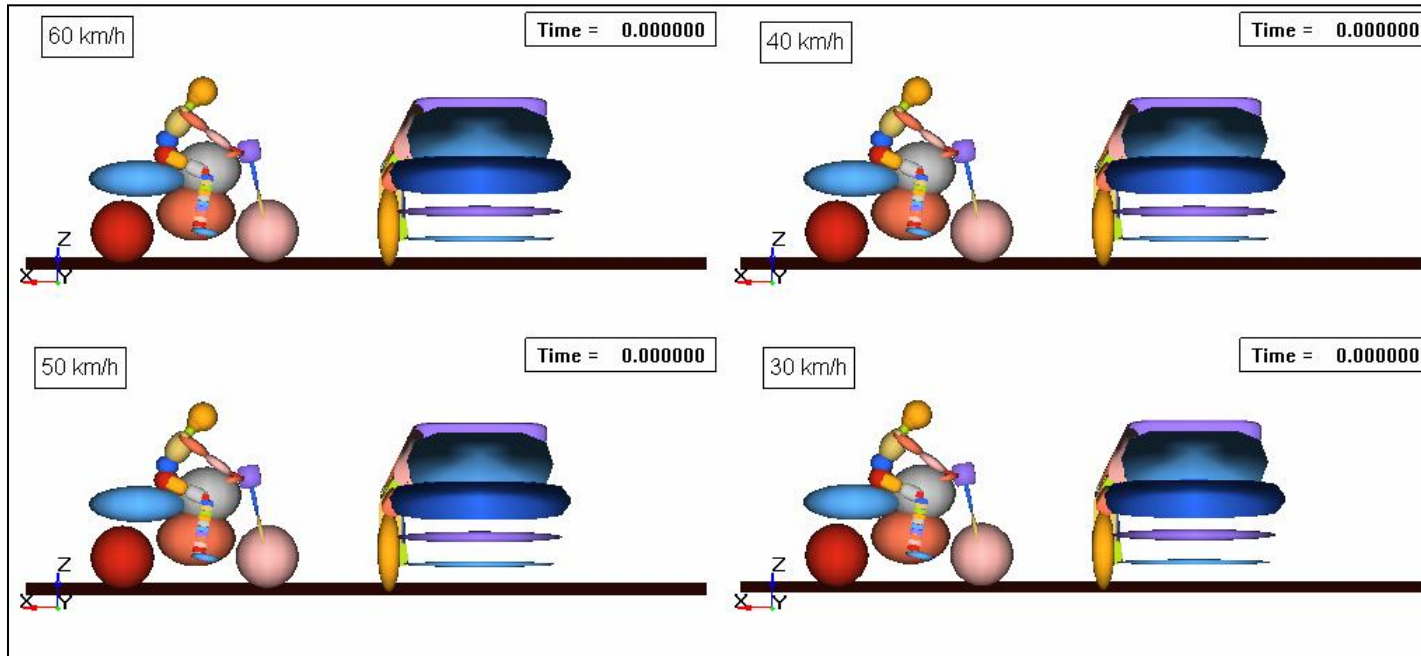
➤ **Type de 2RM: moto, scooter**

➤ **Morphologie du pilote: 5^{ème}, 50^{ème} et 95^{ème} centile**



➤ **Reconstruction d'accidents réels**

VARIATION de la VITESSE



- A 60km/h, le tronc subit un impact équivalent à une chute d'un 3ème étage (vitesse d'impact du tronc de 40 km/h)

- Choc du motocycliste à 80ms

↪ Temps déclenchement + gonflage airbag < 80ms



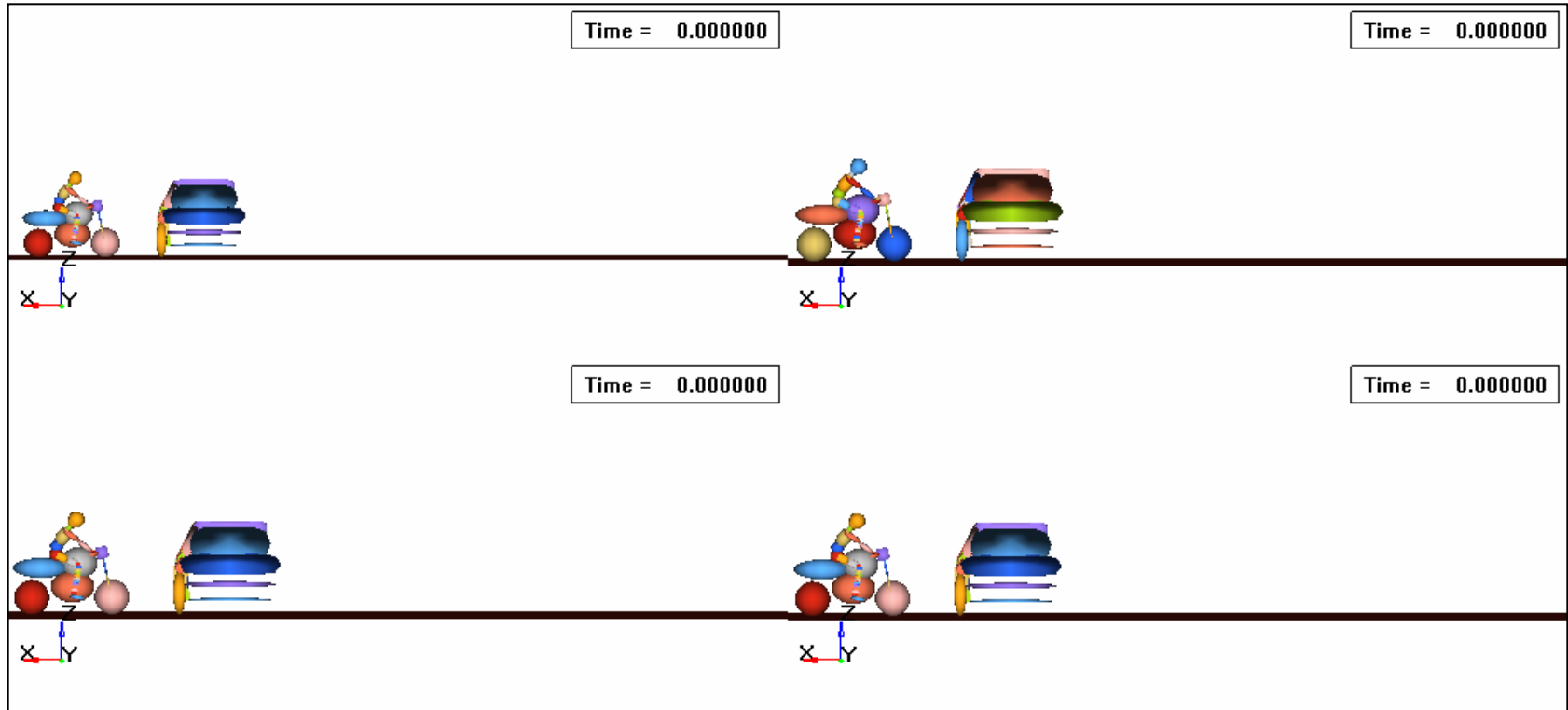
V_{impact} = 58 km/h

VARIATION du POINT d'IMPACT

Impact roue avant

60 km/h

40 km/h



50 km/h

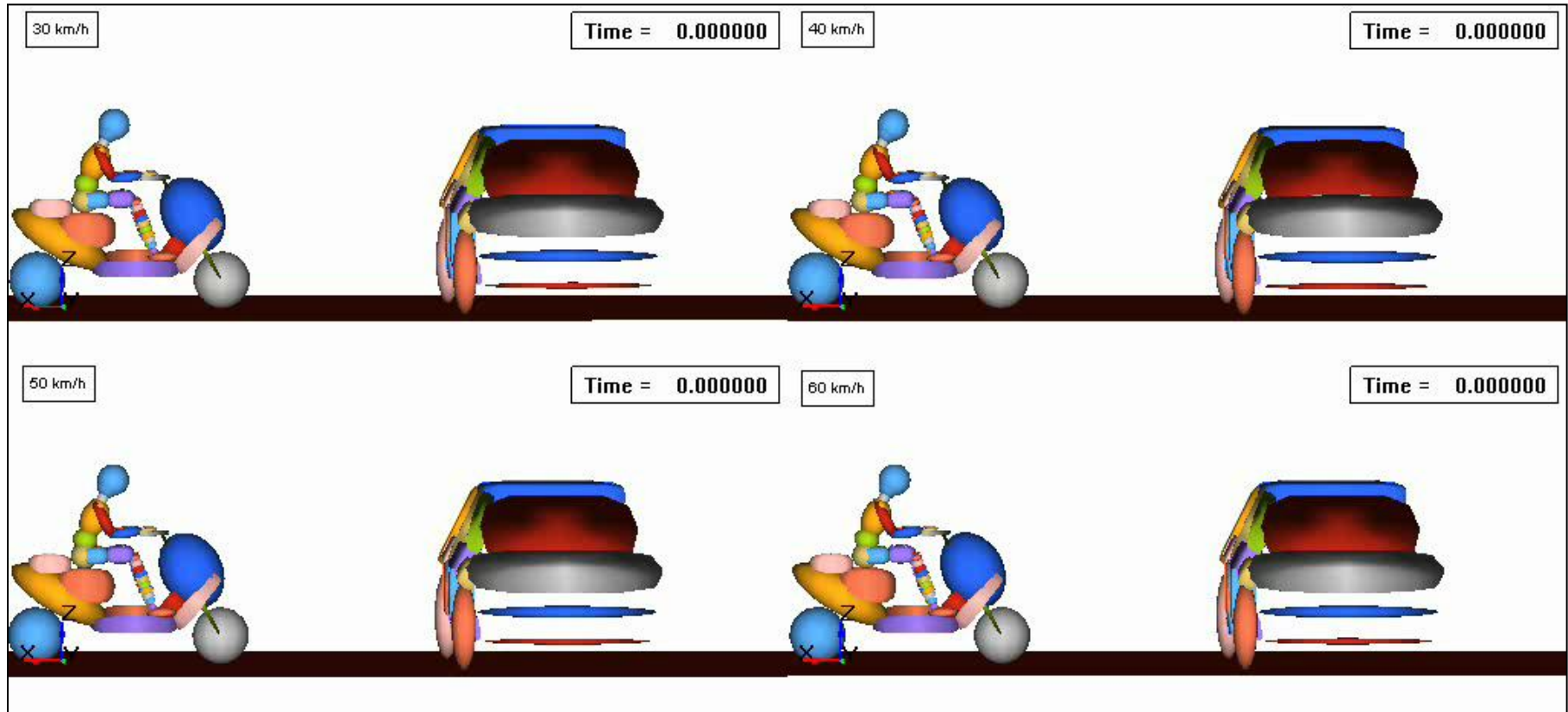
30 km/h

- **Durée maximale du choc (chute au sol + glissade): 4 secondes**
- **Vitesse d'impact sol : 4 m/s**



Maintien en pression de l'airbag

Influence du type de 2RM : scooter



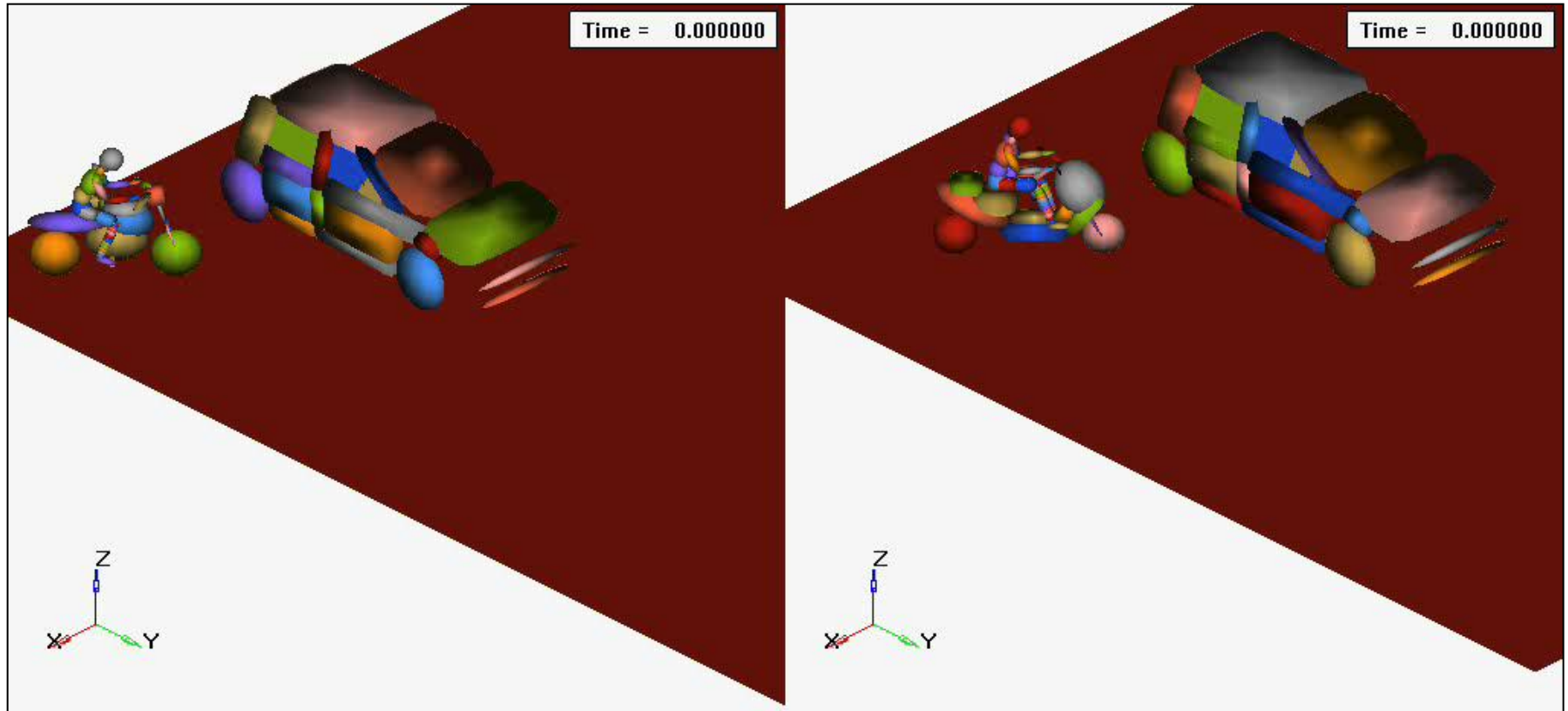
Posture différente =>

- Trajectoire vers l'avant
- Impact contre le tablier

▪ **Cinématique différente**

Influence de l'angle d'impact

Impact moto et scooter, Angle à 45°, portière, 50ème centile, 50 km/h



- **Durée minimale du choc: 70ms**
- **Impact latéral pour l'utilisateur**

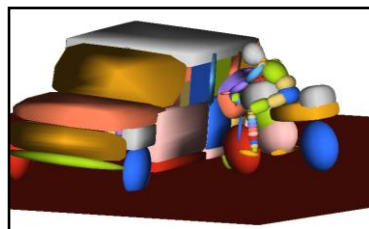
Données réelles

(source CEESAR)

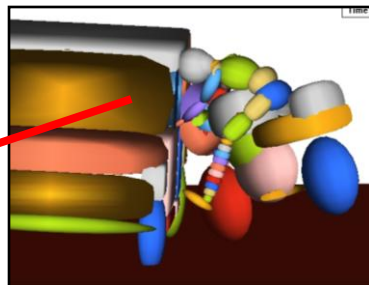
Renault 4L/Aprilia 250RS



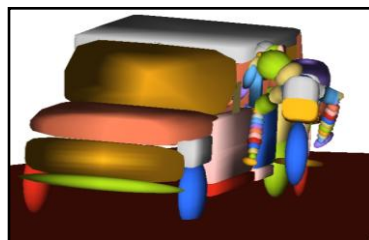
Reconstructions d'accidents réels



Impacts roue moto et bulle
contre porte arrière



Impact tête/ toit



Impact thorax/ pied milieu

Impact genou/porte avant

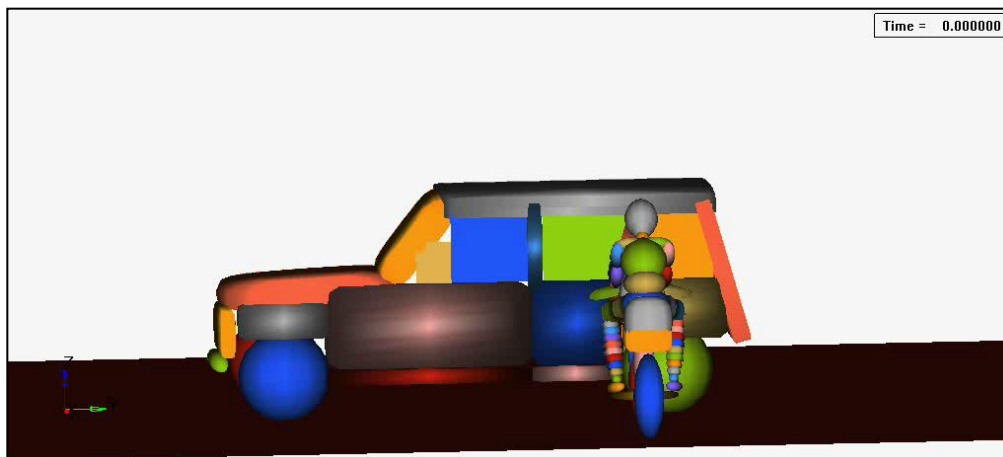
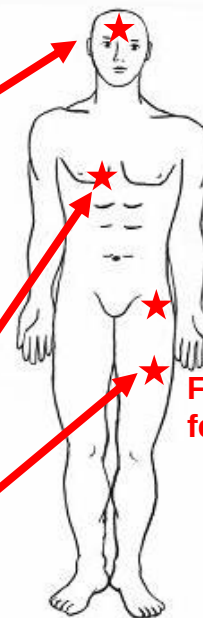
Données réelles

Hémorragie
cérébrale

Contusion
pulmonaire

Lésion
bassin

Fracture
fémur



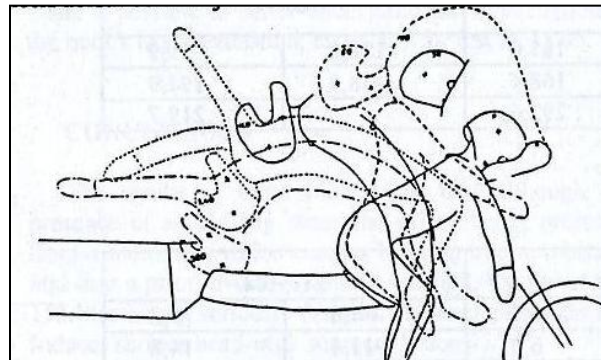
Les systèmes de protection Airbag

- les sacs gonflables « motos »
- les gilets gonflables filaires (à câble)
- les gilets gonflables « radio »

AIRBAG MOTO



ATTENTION à la posture du motocycliste :



(source INRETS-LBMC)

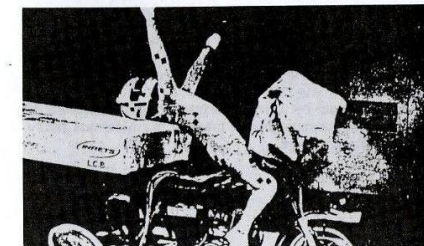
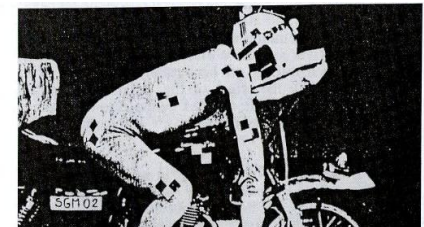
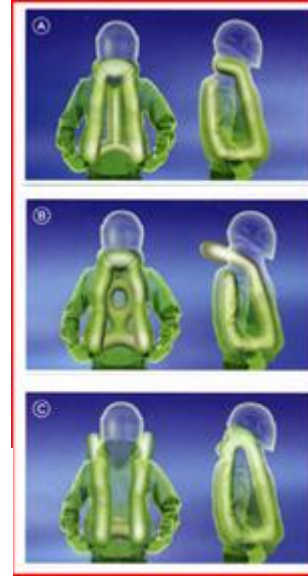


Photo 3 : Posture position

Les gilets airbag à systèmes filaires

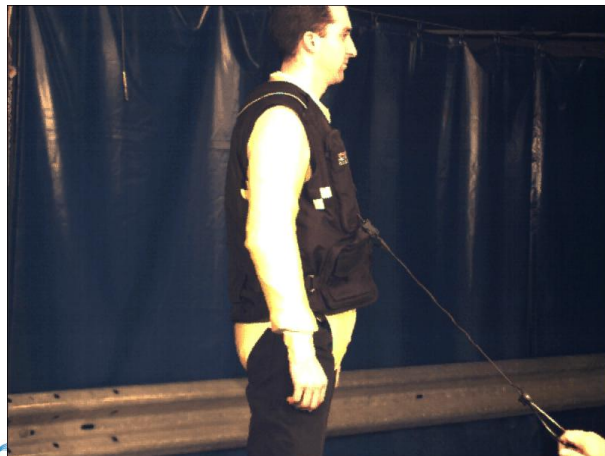


- **liaison à câble**
- **cartouche de CO2**
- **volume ~ 30l**



Différents produits commercialisés :

- Hitair (France)
- Protairbag(France)
- Motoair (Singapour)
- SPIDI (Italie)
- IPJ (USA)
- ...



Les gilets airbag à systèmes filaires



2/11/07 16:13:24 0001 0000.0[m/s] CAIM profile_5 (2-row)
(454 Hz)

Système protecteur en cas de glissade ...

mais moins en cas de choc car :

- **longueur du câble**
- **temps de déclenchement**
- + pour certains produits :**
 - **position du générateur de gaz**
 - **temps de gonflage**
 - **volume du sac**

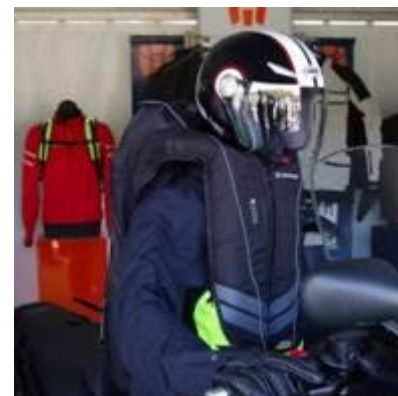
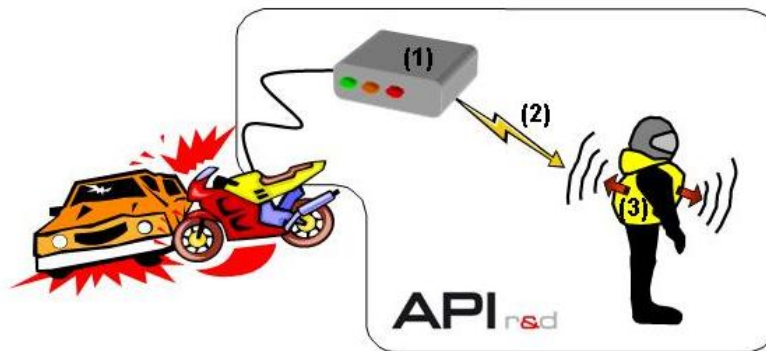
Les gilets airbag à systèmes radio

D-air de DAINESE

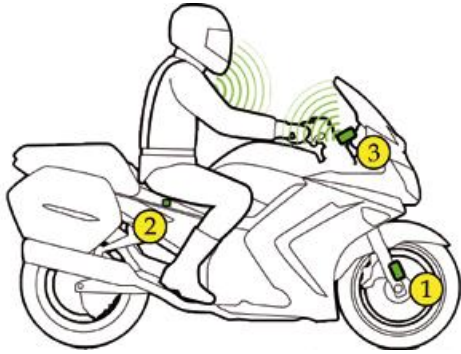


Protège le cou, les clavicules et les épaules

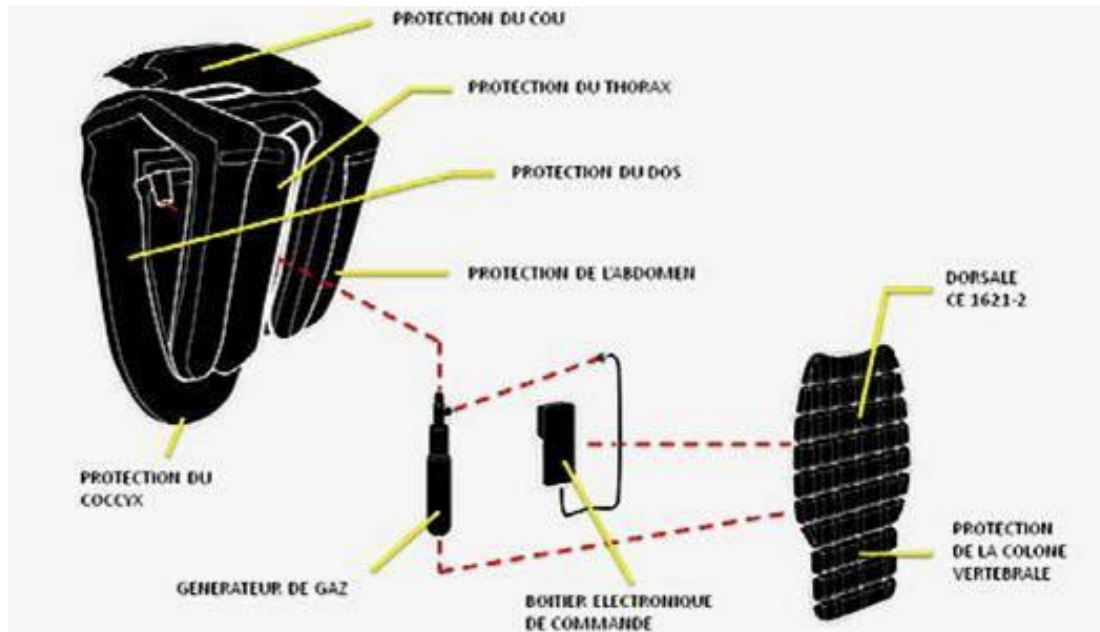
Système API



Système API



- Boitier de détection des chocs
- Boitier de détection des chutes
- Boitier interface véhicule/gilet

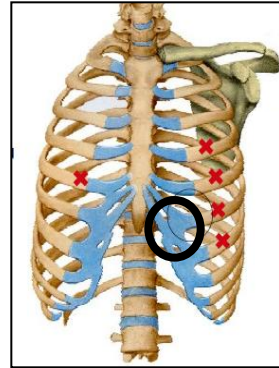


- Temps de déclenchement : < 50 ms
- Temps de gonflage : 30 ms
- Volume de gonflage : environ 60 litres
- Gonflage à l'hélium

Évaluation du gilet Airbag API

Essais avec corps donnés à la science

Sans AIRBAG



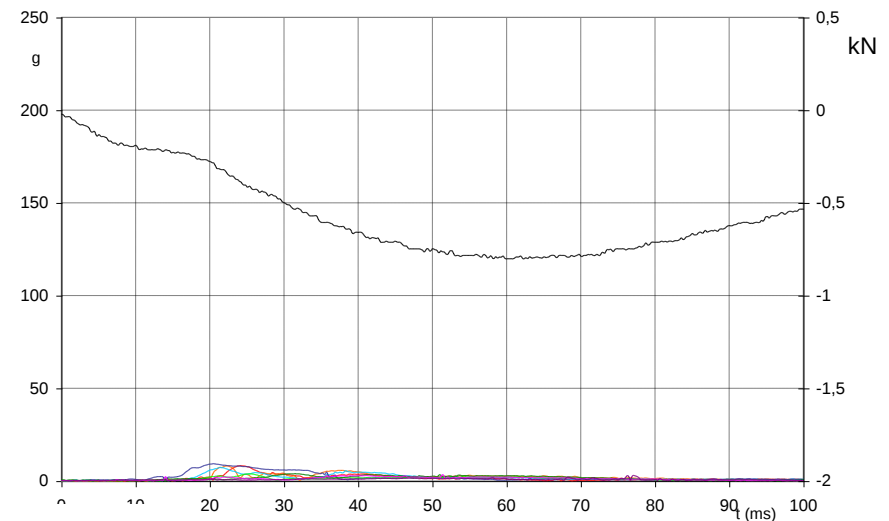
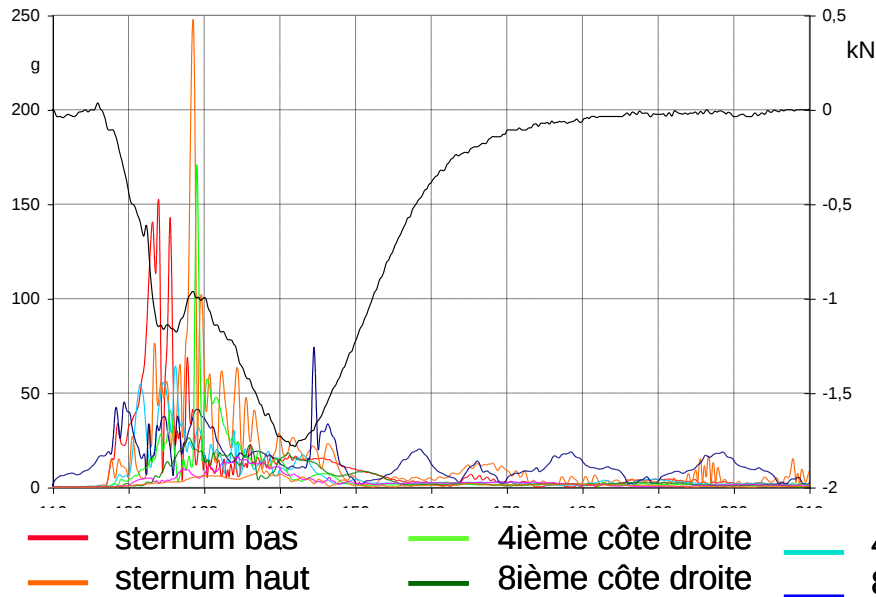
Bilan lésionnel

Avec AIRBAG

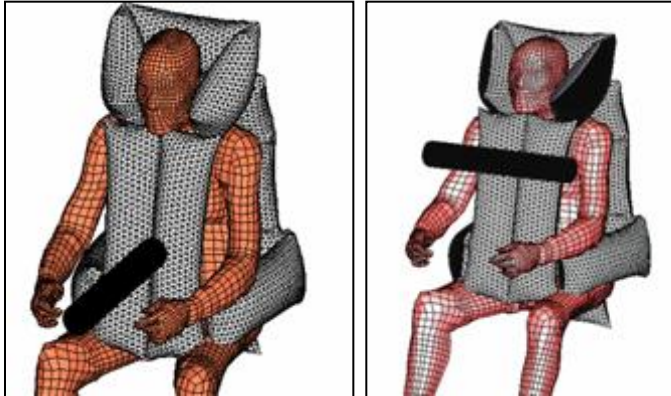


Bilan lésionnel

Force d'impact et accélérations



Évaluation du gilet Airbag API par la simulation numérique



Avantages :

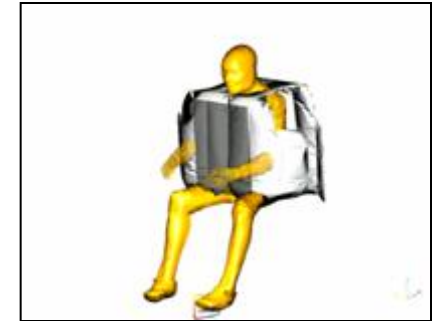
1 - Mesures

- efforts
- accélérations
- pressions
- compression
- lésions virtuelles

2 - Coût

3 - Multiplication des configurations de tests

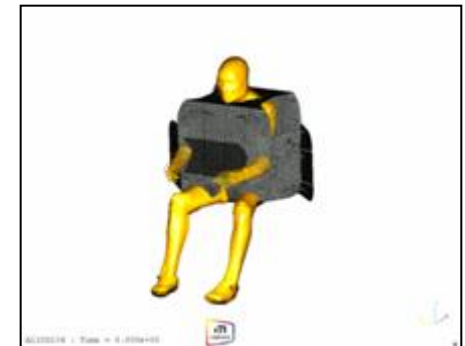
- vitesse de l'impacteur
- angle de l'impacteur
- forme de l'impacteur
- localisation de l'impact



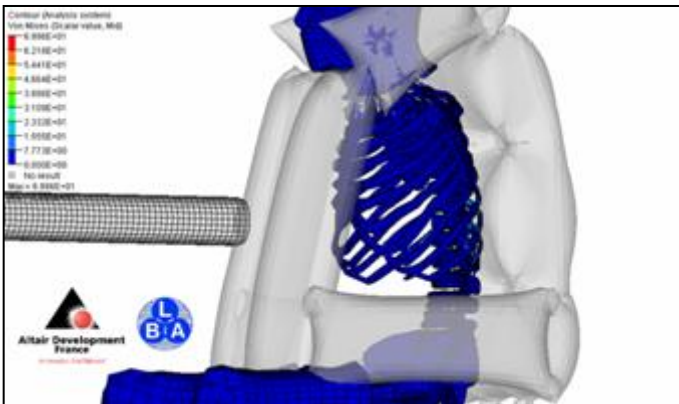
Grande plaque



Petite plaque



« cornière »



■ Validation de l'airbag pour de multiples configurations

CONCLUSION (1)

➤ Des normes en cours :

- CEN/TC 162/WG 9 "Motorcycle rider protective clothing"
- prEN 1621-4 « inflatable protectors »

mais ...

- **temps de déclenchement et de gonflage trop long**
 - **uniquement pour les systèmes filaires**
 - **méthodologies d'évaluation difficiles à définir:
protocoles, caméras rapides numériques pour temps de gonflage**
-
- **Il faut approfondir les méthodes d'évaluation
(choc latéral, arrière, critères, seuils, etc.)**
-
- **Manque de retour d'expérience**

CONCLUSION (2)

➤ **Un système gonflable protégera toujours plus qu'une chemise !**

➤ **Il faut promouvoir le port d'équipements**

=> Recommandations du ministère

➤ **Vers des essais consommateurs ...**

(exemple: SHARP = « Safety Helmet Assessment and Rating Programme » <http://sharp.direct.gov.uk>)

MERCI pour votre attention

Thierry SERRE

thierry.serre@ifsttar.fr



IFSTTAR