GENERALITES SUR LES TRAUMATISMES CONTONDANTS

I Introduction

Les traumatismes contondants résultent d'un impact sur le corps humain qui peut être comparé à un traumatisme fermé (choc par une batte de baseball, chute contre un mur...). Ils s'opposent aux traumatismes pénétrants qui sont des traumatismes ouverts par franchissement de la barrière de la peau (coup de couteau, plaie par balle...).

Les traumatismes contondants peuvent toucher le squelette, les viscères, les organes et les muscles.

La FAC n°32A aborde les traumatismes pénétrants.

II Principes mécaniques du traumatisme contondant

Le mécanisme d'un traumatisme contondant est celui d'un choc sans pénétration de la barrière cutanée mais avec possible :

- Compression ;
- Cisaillement ;
- Cavitation.

Ces trois effets développés ci-après sont ceux de l'absorption et de la transformation avant absorption de l'énergie cinétique du coup initial par les différents éléments du corps de la victime.

1 L'énergie cinétique

La cinétique rassemble les éléments suivants :

- la vitesse ;
- les trajectoires ;
- les impacts.

L'énergie cinétique représente l'énergie emmagasinée par le déplacement d'une masse (Véhicule(s) lors d'un AVP, chute d'un corps en hauteur, force d'un coup porté lors d'une agression...)

L'énergie cinétique explique la violence des traumatismes subis par la victime.

Elle est proportionnelle à la masse mais surtout au carré de la vitesse.

Points Clés

Afin de pouvoir évaluer correctement la victime traumatisée et les lésions potentielles existant après un accident il est primordial d'analyser :

_La cinétique, l'énergie cinétique
_Le mécanisme
_Les effets mécaniques et structuraux sur le véhicule (lors des AVP)
_Les effets internes sur les organes et le corps.

$$EC = \frac{1}{2} MV^2$$

EC = énergie cinétique
M = masse en kg
V = vitesse en mètre par seconde

Schéma 31A1 : Formule de calcul de l'énergie cinétique

Si on double la masse d'un véhicule, on multiplie l'énergie cinétique par 2 ;
Si on double la vitesse, on multiplie l'énergie cinétique par 4.
Si on triple la vitesse, on multiplie l'énergie cinétique par 9.

Lorsqu'un véhicule est stoppé brusquement contre un mur, l'occupant subit :
- à 50 km/h un choc équivalent à une chute de 10 mètres ;
- à 90 km/h un choc équivalent à une chute 32 mètres ;
-à 130 km/h un choc équivalent à une chute 66 mètres ;
Un homme de 70 kg stoppé brutalement à 100 km/h pèse 2 tonnes. Cela laisse imaginer les lésions internes occasionnées.

2 Les 3 principaux mécanismes des traumatismes contondants

Lors de traumatismes contondants, plusieurs forces peuvent être décelées :

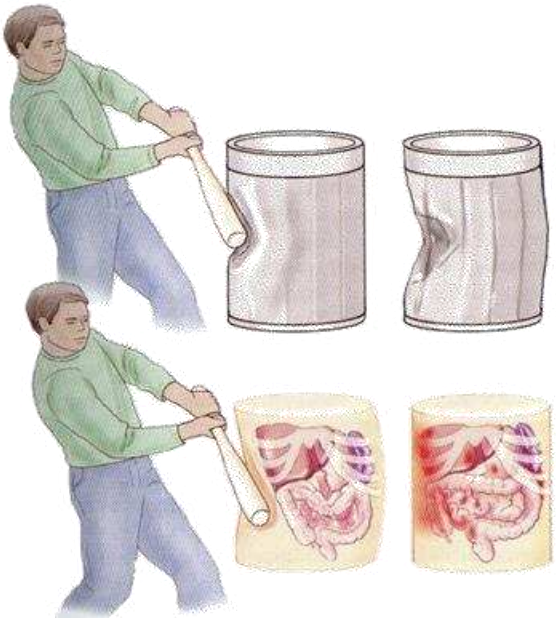
- **La compression :** écrasement d'un organe entraînant des lésions à la suite d'une hyperpression (AVP, mouvement de foule...).

  Un organe (ou partie d'organe) ou structure du corps est directement écrasé entre d'autres organes ou structures (ex : l'écrasement des intestins entre la colonne vertébrale et la paroi abdominale d'une victime ceinturée lors de l'AVP).

- **Le cisaillement :** rupture du point d'attache d'un organe lors d'un accident à forte cinétique (AVP, chute de grande hauteur...).

  Un organe (ou une partie d'organe) change de vitesse plus vite qu'un autre organe ou structure du corps. Cette différence d'accélération (ou de décélération) entraine la séparation ou la déchirure des parties (ex : rupture de l'aorte thoracique).

- **La cavitation :** Trou ou cavité formée par le déplacement des particules de tissus du corps humain. Lorsque ces tissus sont frappés, déplacés par une force, ils accélèrent et deviennent mobiles. Ils quittent leur emplacement initial et entrent en collision avec d'autres particules de tissus.



Dessin 31A2 : Cavitation (source PHTLS)

Il existe 2 types de cavitation :

*La « **permanente** » : la cavité ou déformation est toujours présente après le coup de batte de baseball sur le baril.*

*La « **temporaire** » : la cavité ou déformation n'est plus visible sur le corps humain cependant les dommages internes se sont tout autant produits.*

Les SP seront plus souvent face à des cavitations temporaires à cause de l'élasticité du corps qui ramène habituellement à sa forme initiale la zone de l'impact.

Ces échanges d'énergies se produisent autant dans les traumatismes contondants que les traumatismes pénétrants.

III Les Accidents de la Voie Publique sur véhicules à 4 roues (ou plus)

Les AVP peuvent être divisés en cinq types d'impact, ils peuvent être décelés par l'analyse circonstancielle de l'accident, les déformations visibles sur le véhicule ou bien grâce au questionnement des victimes.

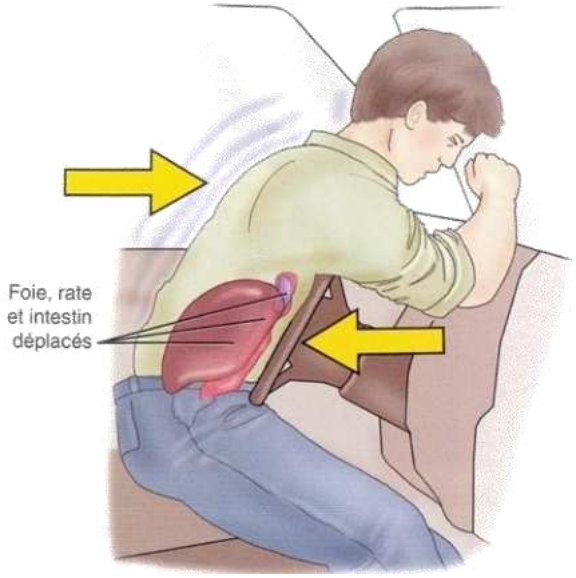
1 L'impact frontal (choc frontal)

Le véhicule a heurté une structure (mur, VL, poteau ...). Le point d'impact **a arrêté le déplacement en avant du véhicule** mais le reste de la structure de la voiture a continué vers l'avant jusqu'à ce que l'énergie ait été absorbée par la déformation de la carrosserie.

Photo 31A3 : impact frontal pour les occupants de cette VL

En même temps les occupants de la VL continuent à se déplacer et suivront l'une ou l'autre trajectoire suivante :

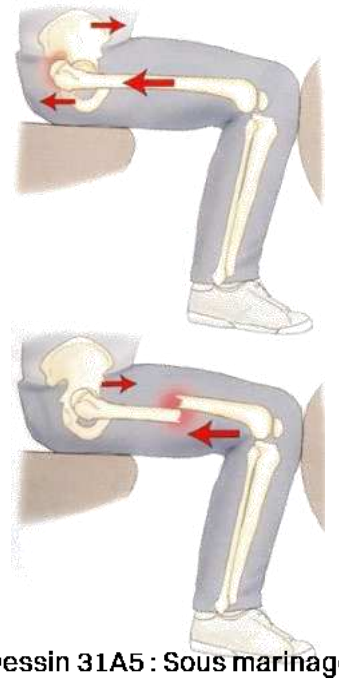
- La bascule vers le haut



La bascule vers le haut :
Le mouvement du corps vers l'avant fait basculer vers le haut et au-dessus du volant
Le crâne peut heurter le pare-brise.
Le rachis est fortement impacté.
Le thorax et ses organes vitaux, l'abdomen et ses organes (foie, estomac, rate...) heurtent le volant.

Dessin 31A4 : Bascule vers le haut et contre le volant (source

- Le sous marinage



Le sous-marinage :
Dans ce cas, la victime se déplace vers l'avant mais vers le bas. La conséquence est un mouvement hors du siège et sous le tableau de bord.
Les traumatismes sont donc majoritairement aux membres inférieurs.

Le pied peut se tordre ou l'articulation se rompre. Le genou, en appui sous le tableau de bord, transmet l'énergie dans la cuisse. Le genou peut être atteint et le fémur peut se fracturer. L'énergie peut se transmettre jusqu'au bassin et causer d'importantes séquelles.

Dessin 31A5 : Sous marinage contre le tableau de bord (source PHTLS)

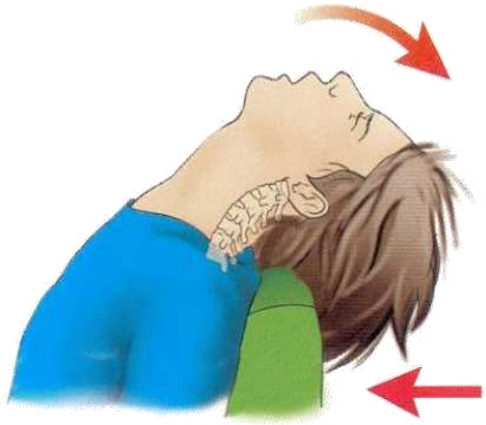
2 L'impact arrière (choc arrière)

Les collisions avec impact arrière surviennent lorsqu'un véhicule assez lent ou stationnaire est heurté à l'arrière par un véhicule qui se déplace plus rapidement.

Plus la différence de vitesse entre les deux VL est grande, plus la force de l'impact initial est élevée et plus l'énergie cinétique disponible est grande pour endommager et générer l'accélération.

L'énergie est transmise au véhicule percuté par l'arrière et déplace l'ensemble du châssis et des sièges vers l'avant. Cette énergie est transmise au corps au moyen des sièges et des appui-têtes.

Photo 31A6 : Choc par l'arrière



Dessin 31A7 : « Coup du lapin » (Source PHTLS)

Le corps va donc être projeté vers l'avant mais la tête va heurter l'appui-tête et en l'absence de celui-ci ou en cas de défaut de réglage, une hyper extension de celle-ci pourra entrainer des lésions cervicales graves (« le coup du lapin »).

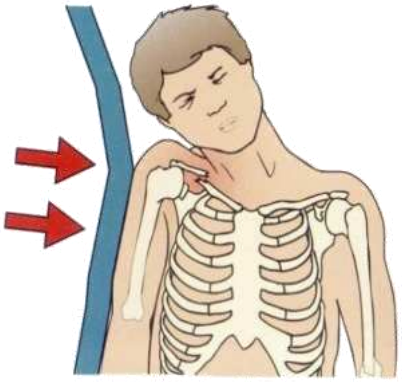
A la suite d'un impact arrière, le véhicule peut heurter un autre véhicule, par la suite ou un mobilier urbain. Ce sera alors pour lui un impact frontal avec les conséquences vues ci-dessus. Les énergies absorbées par le corps s'additionneront.

3 L'impact latéral (choc latéral)

Cet impact peut être engendré à une intersection, lors d'un changement de direction ou une perte de contrôle et quand le véhicule vient heurter un obstacle (poteau électrique, arbre etc...).

Le transfert d'énergie se fera alors sur le côté du corps dans 5 régions et les sapeurs-pompiers y retrouveront ainsi les principales lésions.

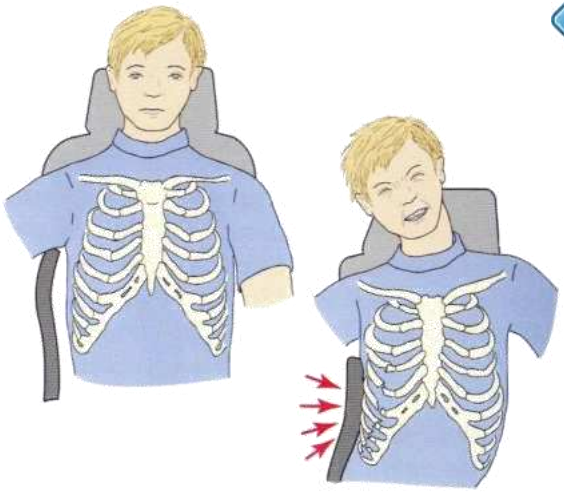
- **La Clavicule**



La clavicule peut être comprimée et fracturée si la force est appliquée contre l'épaule.

·Dessin 31A8 : Mécanisme de fracture claviculaire (source PHTLS)

- **Le Thorax**

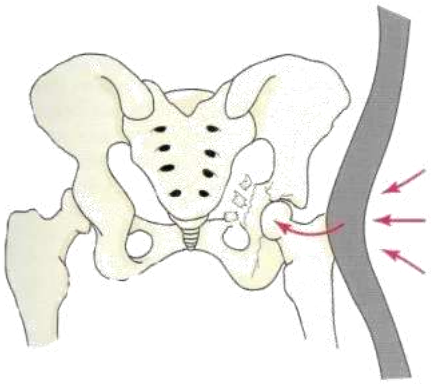


La compression de la paroi thoracique vers l'intérieur peut entrainer une fracture de côtes, une contusion pulmonaire ou des lésions par compression d'organes pleins sous la cage thoracique, ainsi que des lésions par surpression (ex pneumothorax).

Des lésions par cisaillement de l'aorte peuvent survenir par suite d'une accélération latérale (25% des lésions par cisaillement de l'aorte surviennent lors d'un impact latéral).

Dessin 31A9 : Lésions thoraciques basses (source PHTLS)

- **L'Abdomen et le Bassin**

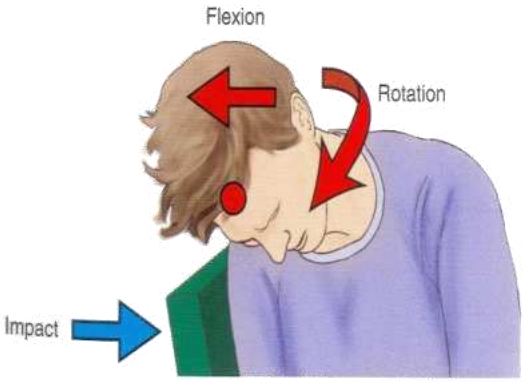


L'intrusion comprime et fracture le bassin et pousse la tête du fémur à travers l'articulation de la hanche.

Les occupants côté conducteur sont vulnérables aux lésions de la rate qui se trouve côté gauche du corps, alors que ceux qui sont côté passager sont plus vulnérables aux lésions du foie.

Dessin 31A10 : Lésions du bassin (source PHTLS)

- **Le Cou**



Au cours d'un impact latéral, quand le torse est rapidement accéléré et déplacé sous la tête, la tête tourne vers le point d'impact, selon des angles à la fois latéraux et antéro-postérieurs.

Par conséquent les vertèbres sont déplacées, les ligaments déchirés et des fractures latérales par compression se produisent.

Dessin 31A11 : Lésions du cou (source PHTLS)

- **La Tête :** La tête peut heurter le cadre de la porte.

4 L'impact rotatoire

Les collisions avec impact rotatoire surviennent lorsque l'angle d'un véhicule heurte un objet immobile, un autre véhicule ou un véhicule plus lent ou qui se déplace en direction opposée à celle du premier véhicule.

Photo 31A12 : Impact rotatoire (véhicule « vrillé »)

Les collisions avec impact rotatoire produisent des traumatismes qui sont une **combinaison de ceux observés dans l'impact frontal et impact latéral.** L'occupant continue à se déplacer vers l'avant et puis il est heurté par le coté du véhicule (comme un impact latéral) pendant que le véhicule tourne autour du point d'impact.

5 Les tonneaux

Lors de tonneaux, le corps peut subir l'ensemble des impacts vus ci-dessus. Bien que les occupants soient généralement maintenus en sécurité par des moyens de retenus (ceinture de sécurité, harnais...), les organes bougent et peuvent être atteints ou même déchirés.

Sans moyen de retenue, ces personnes peuvent être éjectées du véhicule avec les conséquences qui en résultent (trauma sur le sol, écrasement par un autre véhicule circulant ou par le véhicule lui-même...).

Photo 31A13 : Véhicule ayant fait des tonneaux et repositionné sur ses roues

IV Les Accidents de la Voie Publique avec des deux-roues

Les accidents de deux-roues représentent un nombre important d'accidents de la route chaque année.

La FAC n°31B présente les différents types de casque de moto.

Ces accidents présentent une plus forte mortalité, une plus forte proportion de séquelles invalidantes et génèrent globalement plus de traumatismes que les accidents de voiture à cause, bien entendu, du manque de carrosserie et de protection des conducteurs de deux-roues.

Cependant les motards sont de mieux en mieux équipés et protégés.

Concernant ces motards, on peut voir émerger 3 types d'impacts :

1 L'impact frontal

Le corps se déplace vers l'avant et par-dessus la motocyclette.

Il peut présenter des blessures à la tête, au thorax, dans l'abdomen ou le bassin selon la partie qui heurte le guidon. Les cuisses peuvent aussi heurter cette partie de la moto ce qui peut entrainer des lésions aux fémurs.

Dessin 31A14 : Lésions des fémurs sur le guidon

2 L'impact transversal

Lors d'un impact transversal le motard heurte un objet avec son flanc. La moto vient s'écraser sur le conducteur ou le conducteur est écrasé entre la moto et l'objet qui a été heurté.

Ce type d'impact peut entrainer des traumatismes aux membres inférieurs, cette partie du corps étant emprisonnée lors de l'impact.

Photo 31A15 : Impact transversal des membres inférieurs

3 L'impact avec éjection

En raison de l'absence de dispositif de retenue, le conducteur est susceptible d'être éjecté. Il continuera son vol jusqu'à ce que sa tête, ses bras, son thorax, son abdomen ou ses jambes heurtent un autre objet (VL, poteau téléphonique, chaussée...).

Le traumatisme se produira au point d'impact et se propagera dans le reste du corps tant que de l'énergie cinétique restera à absorber.

Photo 31A16 : Impact avec éjection d'un motard

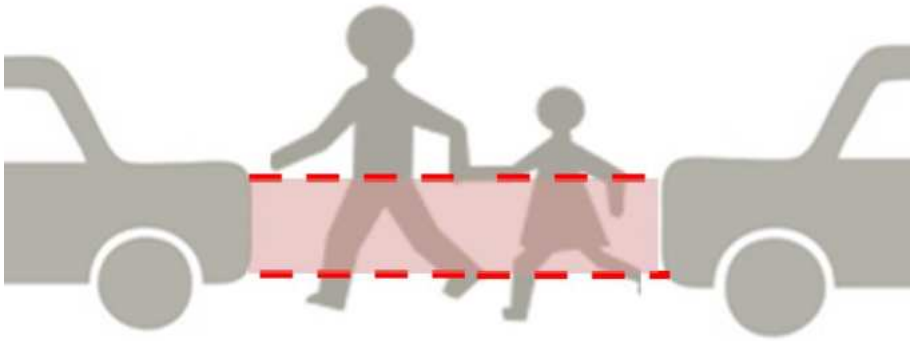
En dehors de ces traumatismes, les motards présentent fréquemment des « brûlures », abrasions de la peau qui sont provoquées par le frottement du corps sur la chaussée (appelées « eczéma du goudron »). Ces « brûlures » sont plus ou moins importantes.
Les moyens de protection de ces motocyclistes sont de plus en plus évolués et diminuent, entre autres, les conséquences de ces « glissades ».

V Les pétons renversés

Ces accidents peuvent être divisés en 3 phases :

1 L'impact initial (collision avec le véhicule)

Cet impact avec des piétons varie selon la taille du piéton (enfant, adulte etc...) et la hauteur du véhicule (berline, SUV, 4X4 etc...)



Dessin 31A17 : Zone d'impact initial d'un piéton

Cette collision peut donc, selon ces critères, engendrer des traumatismes aux membres inférieurs, aux hanches et éventuellement à l'abdomen.

2 L'impact secondaire (capot, pare-brise)

Cet impact intervient dans un deuxième temps. Comme le piéton est heurté par l'avant du véhicule, un choc se produit entre le corps et le capot et / ou le pare-brise du véhicule. Cette collision est bien évidement directement sous l'influence de la taille du piéton et du type de véhicule.

3 L'impact avec la chaussée (ou le mobilier urbain)

Ce dernier impact se produit lorsque la victime est éjectée du véhicule et vient frapper la chaussée, un autre véhicule ou encore du mobilier urbain.
Après cette chute, qui peut engendrer de multiples traumatismes, le piéton peut être frappé par un second véhicule circulant à coté ou derrière le premier.

Du fait de sa petite taille, l'enfant est un cas particulier, il ne sera pas, en règle générale, éjecté comme l'adulte. Le choc avec l'avant du véhicule se situera dans la partie supérieure des membres inférieurs puis il va heurter l'avant ou le dessus du capot du véhicule avec sa tête et son visage.

Puisqu'il est bloqué à l'avant de ce véhicule il risque d'être accroché et traîné voir écrasé par la VL.

VI Les chutes

De nombreuses personnes chutent d'une hauteur plus ou moins importante. La cause peut être volontaire (tentative de suicide, personne qui plonge en eau peu profonde...) ou accidentelle (maladresse, rupture d'un matériel...).

Dans ce type d'intervention, il est primordial d'estimer la hauteur de la chute de la victime, la surface sur laquelle la victime a atterri et la partie du corps qui a été impactée en premier.

« Syndrome de Don Juan » : Il s'agit du modèle de traumatisme survenant dans une chute pieds en avant. Le Don Juan saute du balcon en hauteur et atterrit sur ses pieds. Il s'éloigne en marchant sans peine. La fiction ne correspond pas à la réalité !

Première partie du corps en contact lors de la chute	Conséquences probables
Chute debout (Don Juan)	Fractures bilatérales des chevilles, extrémités du tibia / péroné. Les jambes absorbent l'énergie. Si celle-ci est trop importante, il y a de possibles fractures au niveau de la jonction du plateau tibial et du genou, Possibles fractures fémur, hanche et bassin. Le corps est comprimé par le poids du torse et de la tête, donc traumatismes possibles de la colonne vertébrale.
Chute en avant mains tendues	Fracture des poignets
Chute tête la première	Le poids entier et la force du torse, du bassin et des jambes en mouvement compriment la tête et les cervicales. Il en résulte souvent des fractures cervicales comme dans un impact frontal de type AVP.

Tableau 31A18 : Lésions possibles en fonction du type de chute

VII Les accidents sportifs

Des traumatismes sévères peuvent survenir pendant de nombreux sports ou activités de loisirs tels que le ski, l'équitation, le rugby ou le football.

Ces traumatismes peuvent être causés par des forces de décélération soudaines ou de compression excessive, par torsion, hyper extension ou hyper flexion.

Au cours de ces dernières années, les activités sportives extrêmes sont devenues accessibles au plus grand nombre, soit occasionnellement, soit lors des loisirs, alors que beaucoup manquent d'entrainement et de condition physique nécessaire ainsi que de l'équipement de protection adéquat.

Les sports tels que le ski, le ski nautique, le cyclisme et la planche à roulettes sont tous des sports mettant potentiellement en jeu de hautes vitesses. D'autres sports tels que le vélo tout terrain, les randonnées de 4X4, le moto-cross ou le quad peuvent produire des décélérations, des collisions et des impacts similaires à ceux des accidents de motocyclettes ou AVP. L'équipement de protection porté pour ces sports peut assurer un certain niveau de protection.

Les traumatismes potentiels d'une victime qui est éjectée à haute vitesse d'une planche à roulettes, d'une bicyclette, d'un moto-cross ou d'un quad sont semblables à ceux que subit un occupant éjecté d'une VL à la même vitesse car la quantité d'énergie est la même.

Les mécanismes lésionnels spécifiques à chaque sport sont trop nombreux pour être abordés en détail. Cependant, les principes généraux sont les mêmes que pour les AVP. **Pendant l'évaluation du mécanisme du traumatisme**, le SP doit envisager les questions suivantes pour aider à l'identification des lésions :

- *Quelles sont les **forces** qui se sont exercées sur la victime et comment ?*
- *Quelles sont les **lésions** apparentes ?*
- *À quel objet ou à quelle partie du corps **l'énergie** a-t-elle été transmise ?*
- *Quelles autres lésions ont pu être produites par ce **transfert d'énergie** ?*
- *Quel était **l'équipement de protection** qui était porté ? A-t' il été détérioré ?*
- *Y at'il eu compression, décélération ou accélération soudaine ?*
- *Quels ont été les **mouvements** générateurs de lésions (hyper flexion, hyper extension, compression etc...) ?*