

COMMENT MEURT-ON DANS UN ACCIDENT DE VOITURE ?

(Contribution au débat "CRITERES DE BLESSURES" ou "ESPACE DE SURVIE")

C. TARRIERE et F. HARTEMANN (*)

— — — — —
R E S U M E
— — — — —

OBJECTIF ET METHODE DE LA RECHERCHE.-

Comment prédire la qualité de la protection offerte par un véhicule avant sa mise en circulation ?

Certains, impressionnés par la gravité des déformations observées lors des collisions de grande violence, sont conduits à penser qu'une législation nouvelle devrait garantir un certain niveau d'intégrité de l'habitacle; la notion "d'espace de survie" en est l'actuelle concrétisation.

D'autres affirment que l'intégrité de l'habitacle n'est pas, en soi, garantie de protection et préfèrent une approche plus globale qui puisse caractériser le niveau de protection apportée par le véhicule, qu'il y ait, ou non, déformation de l'habitacle. C'est la méthode dite "des critères de blessures".

Ce débat méthodologique fondamental ne peut être réduit à une "opposition d'école".

Des réponses doivent être recherchées dans l'analyse approfondie de la situation routière en précisant les causes essentielles des blessures subies par les occupants des véhicules par confrontation de données médicales (incluant le résultat des autopsies en cas de décès) et techniques, aussi précises que possible.

CONCLUSIONS PRINCIPALES.-

Cette analyse conduit les auteurs aux conclusions suivantes:

- a) la nature des lésions présentées par les victimes est, pour l'essentiel, la même, que l'habitacle ait subi ou non des déformations,
- b) il n'y a pas de corrélation entre le taux de réduction de l'habitacle et la gravité des lésions,
- c) la méthode dite des critères de blessures constitue un critère global unique qui couvre la quasi-totalité des problèmes essentiels posés par la protection de l'occupant,
- d) pour satisfaire ces critères de blessures, le constructeur est contraint de rigidifier les structures pour assurer un espace résiduel suffisant pour le fonctionnement des systèmes de retenue.

(*) - LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE ET DE BIOMECHANIQUE DE L'ASSOCIATION
PEUGEOT-RENAULT
18, rue des Fauvelles - 92250 - LA GARENNE-COLOMBES (France).

- I N T R O D U C T I O N -

- - - - -

Les causes essentielles des blessures subies par les occupants des véhicules, lors des collisions, sont regroupées en quelques grandes catégories distinguées par les premiers "accidentologues", à savoir:

- l'éjection,
- la projection contre les parois,
- la pénétration et la déformation de l'habitacle (*).

Une analyse plus approfondie de la réalité routière conduit à nous interroger de nouveau sur la validité de la distinction entre lésions par projection des corps contre les parois et lésions par pénétration et enfoncement de l'habitacle.

La déformation de l'habitacle évoque les grandes intrusions pouvant aller jusqu'à l'effondrement plus ou moins complet du compartiment avant, constatées dans un pourcentage faible (de l'ordre de 1 à 2%) de collisions frontales de grande violence et dans un pourcentage plus important de collisions latérales (6 à 10%).

Ces déformations d'habitacle posent la question de fond du débat engagé sur la notion "d'espace de survie". Elle peut se formuler ainsi:

- les blessures subies par les occupants dans une collision différentielles, en nature et en sévérité, selon que l'habitacle présente, ou non, de grandes déformations ?

ou encore:

- est-il nécessaire, pour obtenir une protection efficace de l'occupant, de distinguer des mesures rendant compte, séparément, de la violence de la projection contre les parois et du respect d'une limite (laquelle ?) aux déformations admissibles de l'habitacle ?

C'est à cette question que nous tentons de répondre par l'analyse approfondie technique et médicale de la réalité routière à travers le millier de dossiers d'accidents réunis à ce jour dans notre échantillon.

1.- FREQUENCE DES GRANDES DEFORMATIONS D'HABITACLE.-

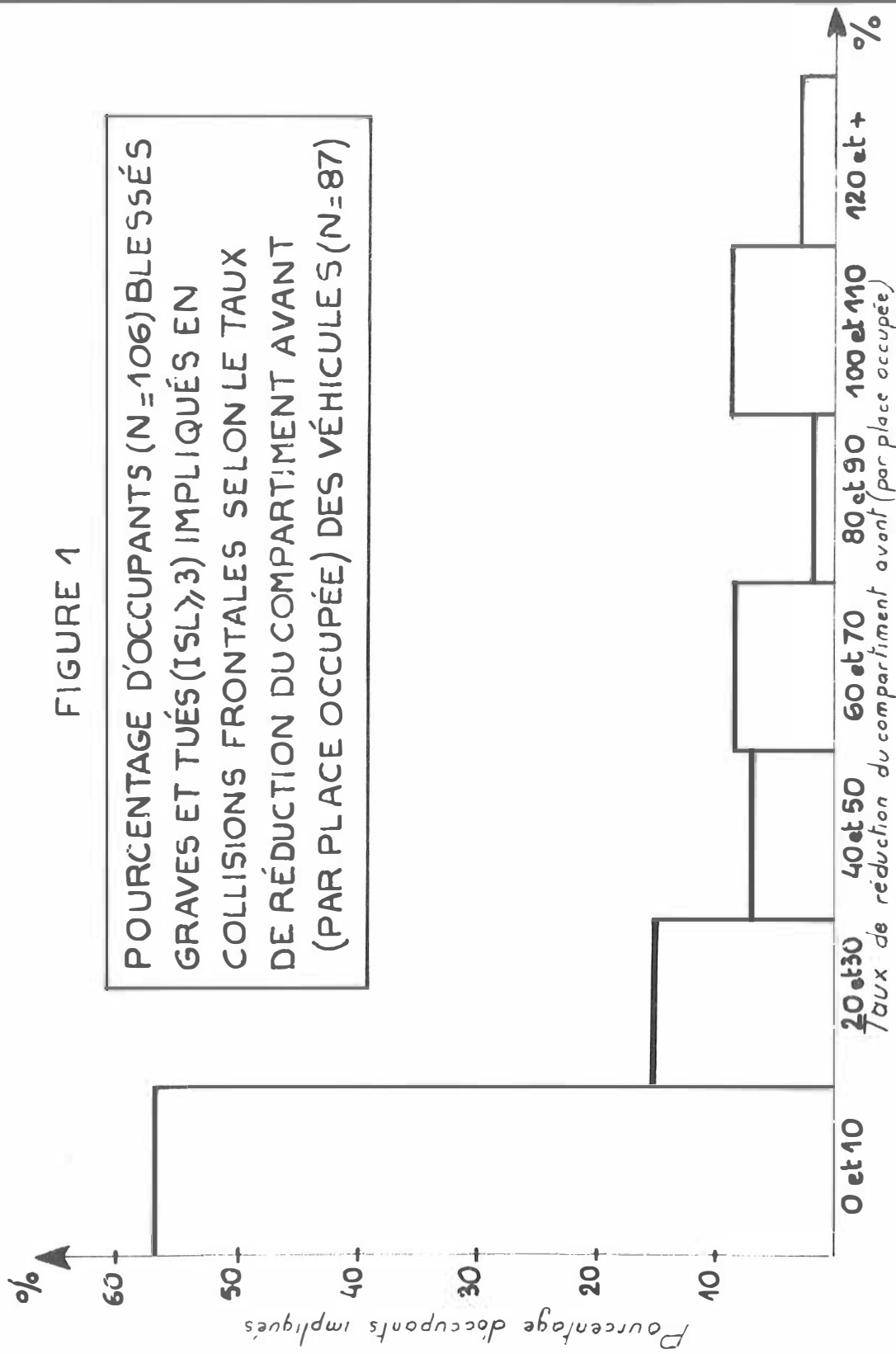
1.1.- Définition du taux de réduction du compartiment avant.-

La valeur de réduction du compartiment a été estimée en pourcentage de réduction du volume habitacle par l'occupant considéré; volume délimité, vers l'avant, par: pare-brise, planche de bord, tablier et plancher pédales et, vers l'arrière, par un plan vertical perpendiculaire à l'axe du véhicule et passant par les deux pieds-milieux. Dans cinq cas, il a été nécessaire de majorer le taux de réduction, en raison du recul du volant dans l'axe de la trajectoire du conducteur. Cette majoration est égale au pourcentage de distance supplémentaire que le conducteur aurait parcouru en l'absence de recul du volant. Selon notre méthode d'estimation, l'espace de survie, tel qu'il est réglementairement défini, est "violé" lorsque le taux de réduction du compartiment dépasse 15 à 30%, fourchette liée aux différences entre modèles.

(*) - Une autre cause n'entre pas dans cette classification: l'hyperextension de la colonne cervicale, notamment en collision arrière ou latérale, mais sa fréquence, relativement faible, nous fait hésiter à en faire une quatrième catégorie.

FIGURE 1

POURCENTAGE D'OCCUPANTS (N=106) BLESSÉS GRAVES ET TUÉS (ISL>3) IMPLIQUÉS EN COLLISIONS FRONTALES SELON LE TAUX DE RÉDUCTION DU COMPARTIMENT AVANT (PAR PLACE OCCUPÉE) DES VÉHICULES (N=87)



1.2.- Distribution des taux de réduction du compartiment avant.- (*)

L'histogramme des taux de réduction du compartiment avant (FIG.1) montre que leur distribution est en forme de i, c'est-à-dire que la grande majorité des véhicules accidentés (57%) ne présentent qu'un taux de réduction minime (entre 0 et 10%) du compartiment avant et, qu'à l'appui, un très petit nombre de véhicules présentent un taux de réduction important (1,8% des véhicules ont un taux de réduction compris entre 80 et 90%; 8,4% pour 100 et 110%; 2,9% des véhicules pour 120 à 150%).

1.3.- Relation du taux de réduction du compartiment avant, en fonction de la violence de la collision.

La violence de la collision est évaluée en terme de VARIATION DE VITESSE PENDANT LA PERIODE DE DEFORMATION DU VEHICULE (ΔV)-(1)(2)-(**).

La FIGURE 2 montre que l'évaluation du taux de réduction du compartiment, en fonction du ΔV est quasi-exponentielle. Les déformations deviennent très importantes au delà d'un ΔV de 45 km/h.

2.- RELATIONS ENTRE LA VIOLENCE DES CHOCS, LA DEFORMATION DE L'HABITACLE ET LA GRAVITE DES LESIONS SUBIES PAR LES OCCUPANTS.-

2.1.- Source des informations.-

Au 1er Novembre 1972, l'Association PEUGEOT-RENAULT et l'Hôpital R.Poincaré de GARCHES ont analysé 363 véhicules impliqués en collisions frontales (3)(4)(5). Dans 87 d'entre eux, un occupant au moins a subi des lésions de gravité égale ou supérieure à 3 dans une échelle de sévérité des blessures (dérivée de celle proposée par le C.C.M.S. (6)).

L'étude des relations entre les paramètres ci-dessus a été effectuée sur ces 87 véhicules. Les occupants éjectés n'ont pas été pris en compte dans l'analyse, pour que ne soit pas faussée l'interprétation.

2.2.- Procédure d'analyse.-

La place occupée par chacun des 67 conducteurs et 39 passagers AVANT d'ISL (indice de sévérité des lésions) ≥ 3 constitue l'unité d'analyse. A chaque place, en effet, ont été attribuées trois valeurs:

- une valeur de réduction du compartiment, exprimée en pourcentage,
- une valeur caractérisant la violence du choc, exprimée en variation de vitesse estimée pour le véhicule concerné pendant le choc principal,
- une valeur de gravité des lésions.

Les valeurs exprimant la gravité des lésions prennent en compte les blessés graves (ISL 3,4,5,6) et les morts (7: décédés dans les 30 jours, 8: tués sur le coup)

2.3.- Observations essentielles.-

Comme on peut le voir par comparaison des FIGURES 3 et 4, la gravité des lésions est beaucoup plus liée à la violence du choc (FIG.4) qu'à l'importance de la réduction du compartiment occupé (FIG.3)(***). Sur 26 tués, recensés dans cette analyse, 13 occupaient des véhicules à l'intérieur desquels l'espace dit "de survie" était maintenu (taux de réduction de 0 à 10%).

(*)- Cette distribution ne concerne que les accidents impliquant au moins un blessé grave (ISL ≥ 3) selon le critère de retenue au § 2, soit 87 véhicules sur 363; les taux de réduction sont beaucoup plus faibles quand on considère l'ensemble de l'échantillon (ex.: 3% des collisions frontales avec un taux de réduc. $\geq 50\%$).

(**)- Les chiffres entre parenthèses renvoient à la bibliographie.

(***)- Nota FIGURE 3.- Chaque valeur inscrite dans un carré représente la classe de violence du choc pour l'occupant où: 1 représente un ΔV de 5 à 15, 2 représente un ΔV de 16 à 25..... 7 représente un ΔV de 66 à 75.

fig.2.Taux de réduction du compartiment avant (selon la place occupée) en fonction de la variation de vitesse (ΔV) des véhicules

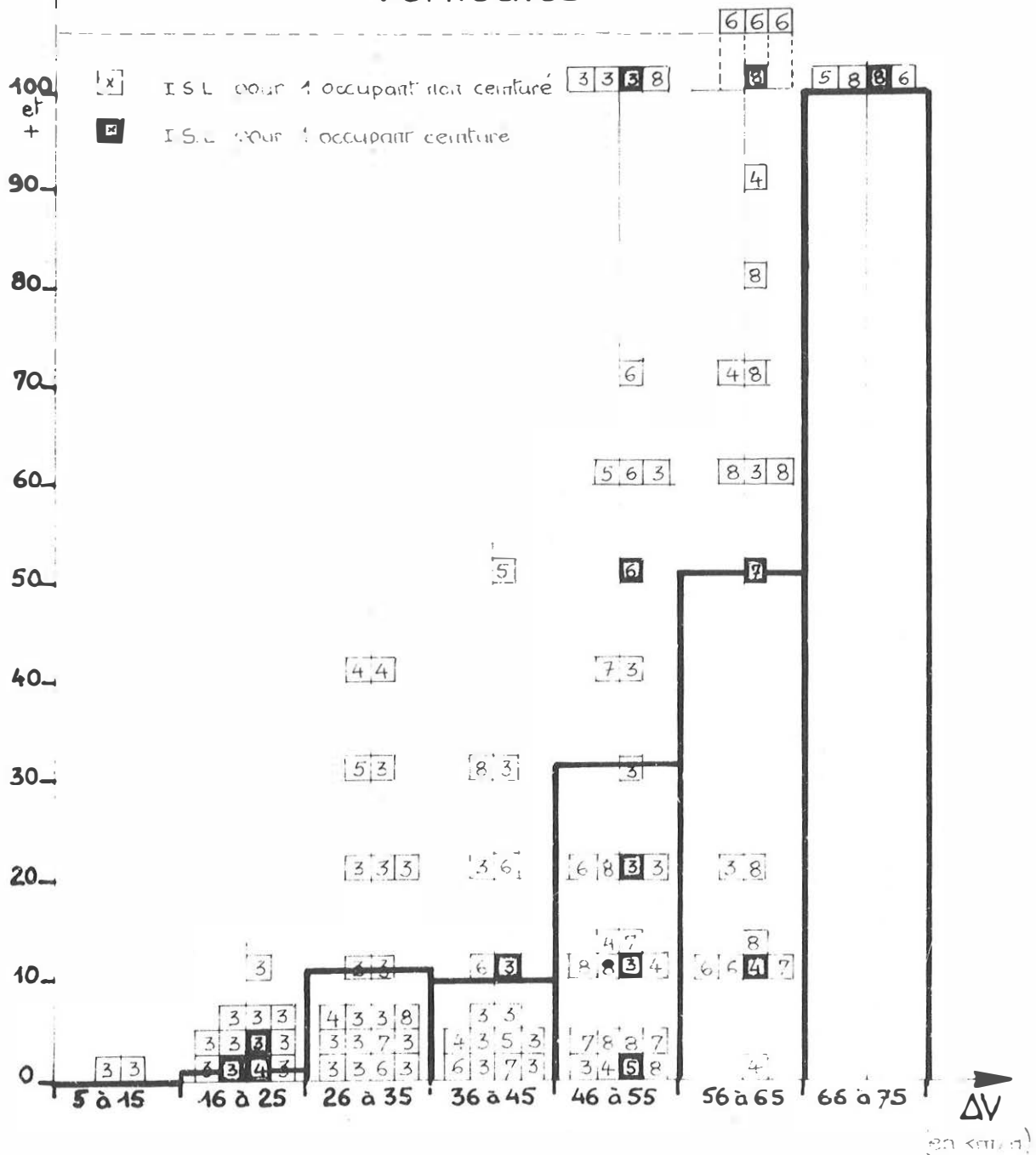


fig 3 . Degré de sévérité des lésions (BG et tués) selon le taux de réduction du compartiment avant (par place occupée)

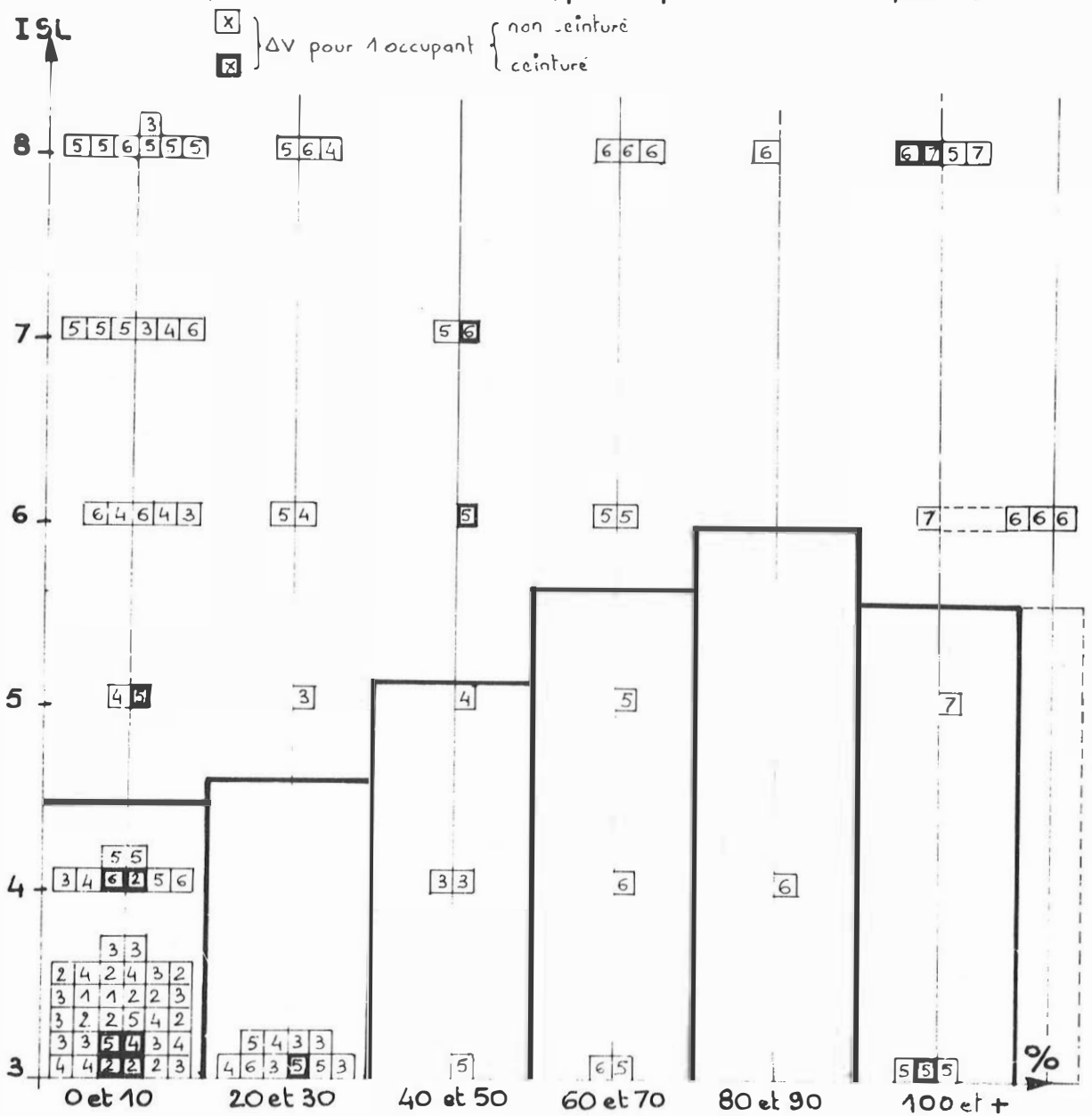
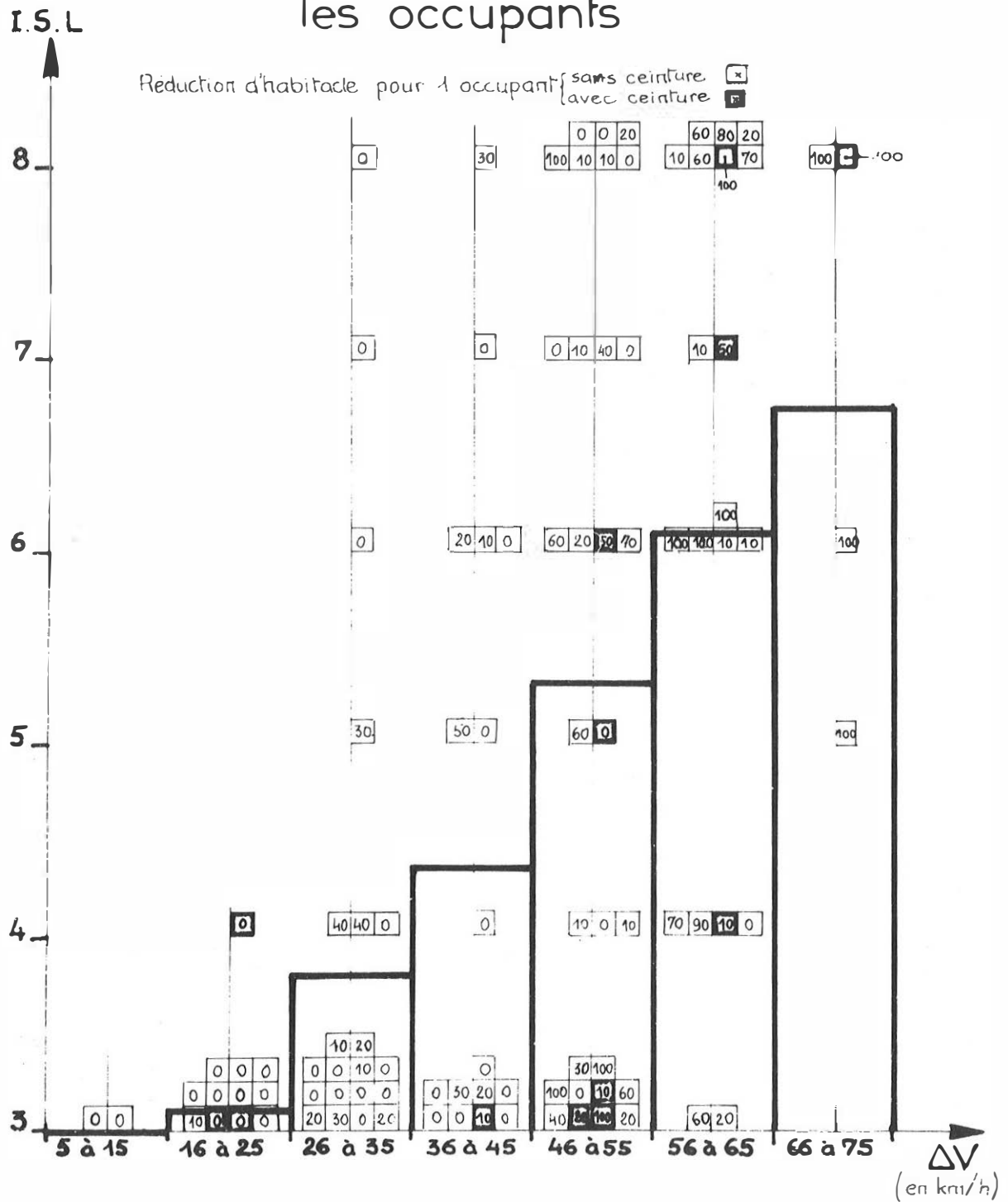


fig.4. Degré de sévérité des lésions (B.G et tués) selon la variation de vitesse (ΔV) pour les occupants



A l'inverse, il arrive que le compartiment soit réduit de 100% et plus mais que les occupants ne soient pas atteints de lésions fatales (FIG.5, ligne 100%). Cela survient dans des chocs au cours desquels la vitesse de rapprochement entre l'occupant et les parois de l'habitacle a été relativement faible, rapprochement entraînant un couplage occupant-véhicule réalisé bien avant l'annulation de la vitesse de l'occupant. Ce couplage est d'autant plus bénéfique, à vitesse initiale d'impact équivalente, qu'il survient plus tôt dans la période de décélération du véhicule et que la distance parcourue, par rapport au sol, par l'occupant couplé à la paroi est plus grande.

La qualité d'amortissement, ou tout au moins de non agressivité des parois heurtées, joue aussi un certain rôle, en particulier pour les faibles ΔV occupant-paroi.

Ces deux facteurs explicatifs permettent de comprendre pourquoi on observe, en FIGURE 2, une certaine dispersion de gravité des lésions chez des occupants ayant subi un même ΔV et pour lesquels le taux de réduction du volume habitable a été équivalent (intersection ΔV 46-55 et %: 10, par exemple) ou, encore, FIG.5 que pour un même ΔV moyen, 26 conducteurs soient tués pour un taux de réduction d'habitacle moyen (34%) inférieur à celui (49%) des 20 blessés sévères d'ISL 5 et 6.

3.- ANALYSE DES CAUSES DE LESIONS MORTELLES.-

3.1.- Le rôle de l'éjection.-

La fréquence et la gravité des divers types de chocs sont analysés pour 430 accidents et 889 personnes impliquées (FIG.6).

Le taux de mortalité est le plus élevé pour les retournements, du fait du pourcentage particulièrement élevé d'éjections dans ce type d'accident (25%)

Le rôle de l'éjection est encore mis en évidence par le TABLEAU I. Pour 61 tués, 28 ont été éjectés (7).

3.2.- La projection contre la paroi (habitacle peu ou pas déformé).-

Analyse d'un cas typique: 2 morts (collision fronto-frontale d'une R.16 contre deux autres voitures).

Cette voiture (FIG.7 A) a subi une collision de violence exceptionnelle. 3% seulement de notre échantillon global de collisions frontales atteint ou dépasse ce degré de sévérité (ΔV compris entre 55 et 65 km/h).

Bien qu'il soit rare par le niveau de violence atteint, nous avons choisi de présenter ce cas car, dans un accident corporel sur deux, les occupants subissent la même cinématique, à savoir: la projection contre l'avant de l'habitacle et la vitesse d'impact pour cette "seconde collision" est peu différente de la vitesse à laquelle le véhicule lui-même heurte l'obstacle.

Il est important, pour notre propos, de souligner que l'habitacle ne comporte aucune réduction de volume notable (FIGURE 7 B): à l'avant, deux hommes non ceinturés, non éjectés - tués; à l'arrière, deux femmes et deux enfants, tous les quatre blessés légers; ils ont pu aggraver les circonstances pour les passagers avant, les sièges avant étaient arrachés de leurs glissières.

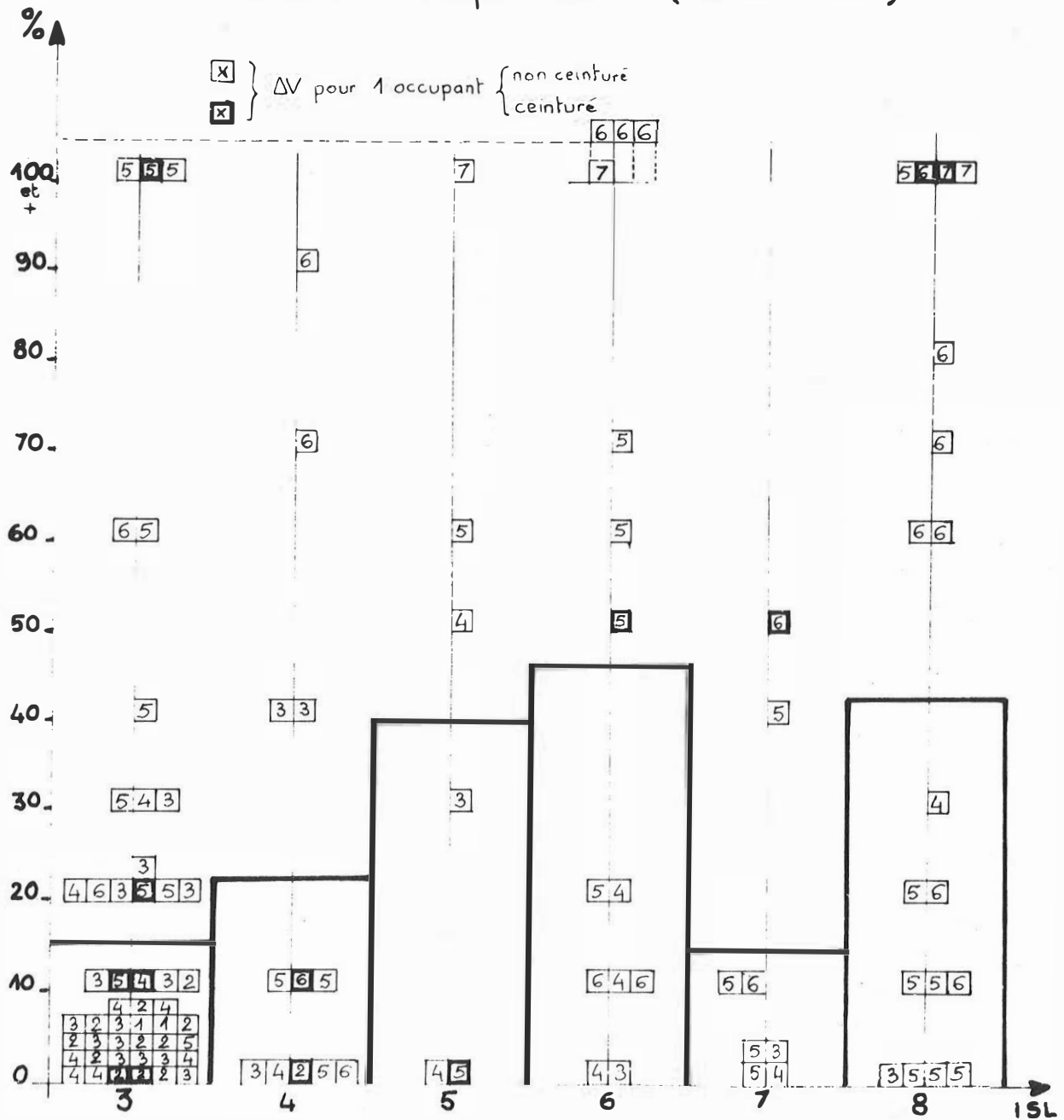
Le conducteur présentait des traces d'impact à la base de l'hémi-thorax droit. L'autopsie révèle des fissures d'éclatement sur la face supérieure du lobe droit, responsable d'un important hémopéritoine et de la mort. A noter, la nature stéatosique du foie.

La déformation du volant n'a pas suffi à amortir le choc au point d'éviter la rupture du foie (FIGURE 7 C).

Les traces d'impact visibles sur le passager avant sont, pour l'essentiel:

- une plaie sous-claviculaire droite à grand axe vertical, sensiblement dans l'alignement d'une plaie fronto-pariétale droite,
- des petites plaies et contusions distribuées sur l'ensemble de la face.

fig.5 Taux de réduction du compartiment avant
(par place occupée) et degré de sévérité des
lésions correspondant (BG et Tués)



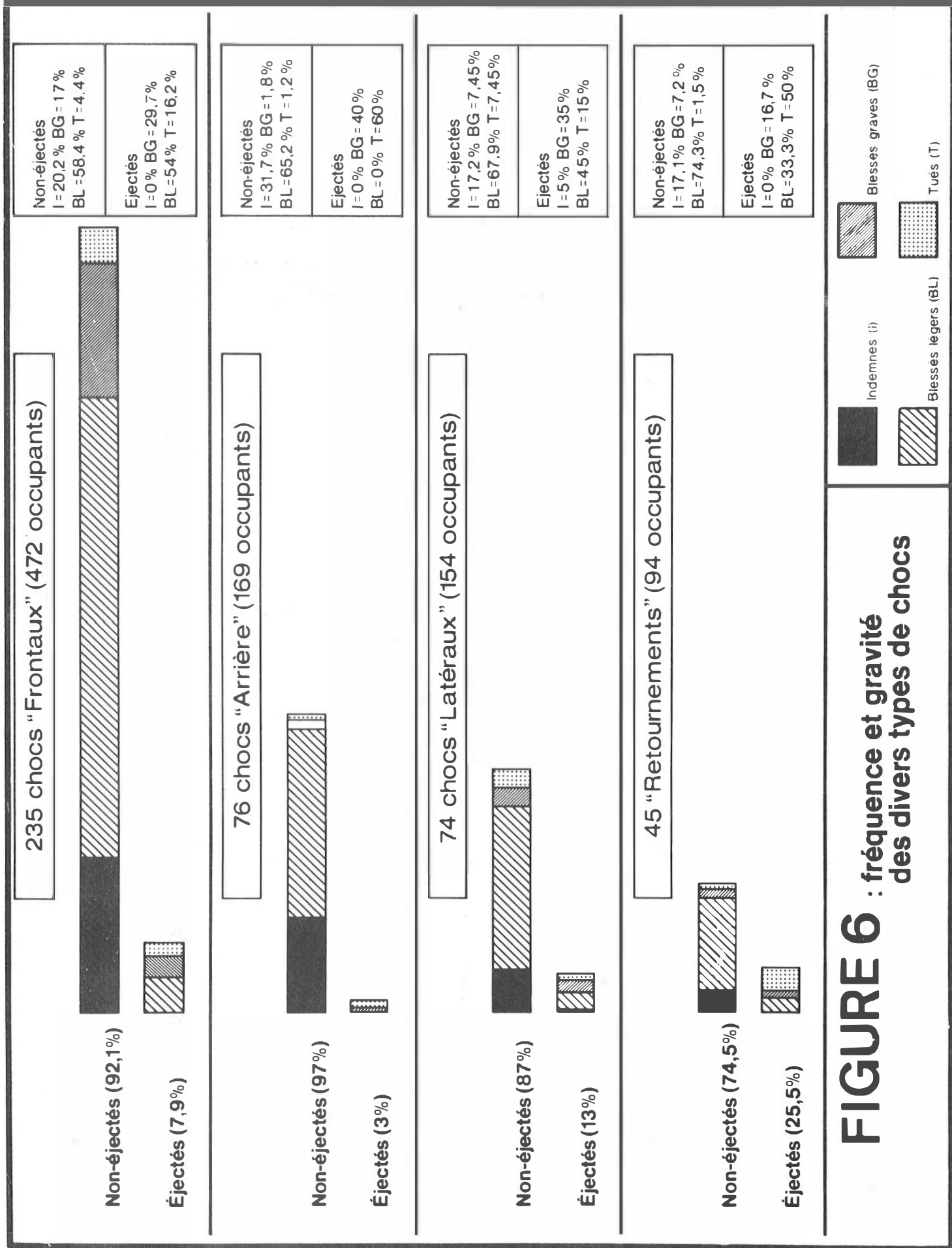


FIGURE 6 : fréquence et gravité des divers types de chocs

L'autopsie révèle un hématome sous-dural de la région pariétale gauche et des méninges molles prédominant au niveau des régions pariétales et de la face inférieure des lobes occipitaux.

Cet accident a été analysé en détail dans une publication antérieure (7) Les traces d'impact à l'intérieur de l'habitacle ne laissent subsister aucun doute sur les trajectoires suivies par les deux occupants des places avant et sur la cause de leurs lésions fatales. Malgré la violence de la collision, les deux occupants auraient probablement été sauvés par le port d'une ceinture.

3.3.- L'enfoncement de l'habitacle.-

3.3.1.- Analyse de l'accident ayant provoqué les plus grandes déformations de l'échantillon.-

Dans une collision fronto-frontale très spectaculaire entre deux berlines à moteur arrière, la distance de déformation totale due à l'écrasement complet des deux habitacles a atteint 2,8 m environ. Les deux conducteurs ne furent que blessés légèrement (I.S.L. 2 et 3).

Cet accident a déjà été présenté (9) car il possède la particularité d'être, pour notre échantillon, le cas de collision le plus violent aux conséquences les plus favorables pour les occupants, en l'absence de ceinture.

a) Circonstances et conséquences.- Choc frontal, légèrement décalé, entre deux voitures semblables (RENAULT 8). Le véhicule, présenté sur la FIG.9 subit, en outre, deux autres chocs secondaires par la suite. On peut estimer le ΔV , pour le choc principal, compris entre 55 et 60 km/h.

Le conducteur (1,80 m, 67 kg, 20 ans - ISL:2), seul à bord et sans ceinture, n'a souffert que d'un traumatisme crânien avec perte de connaissance et de quelques plaies mineures.

On remarque un volant fortement déplacé par remontée de colonne dans l'habitacle (la jante est intacte, ce qui semble exclure le contact avec le conducteur). La déformation de l'habitacle est considérable puisque la planche de bord pénètre jusqu'au niveau du pied-milieu du côté du conducteur (le raccourcissement atteint 1,80 m sur ce véhicule).

b) Commentaires.- On peut penser qu'un certain couplage a eu lieu entre conducteur et paroi antérieure de l'habitacle, sur une distance relativement longue de décélération étant donné que les deux R.8 (voiture à moteur arrière) présentent une grande capacité de déformation pour une violence moyenne, accrue dans cet accident par un enfoncement très important des habitacles.

Ces explications valent aussi, bien sûr, pour les occupants de la voiture adverse:- Le conducteur n'a eu qu'un ISL de 3, le passager, éjecté, a eu un ISL de 6.

Les traces d'impact de ce dernier, très nettes sous la planche de bord, prouvent que l'éjection a bien été secondaire à la projection contre les parois antérieures. Il est légitime de penser que la sévérité des lésions a été aggravée par l'éjection.

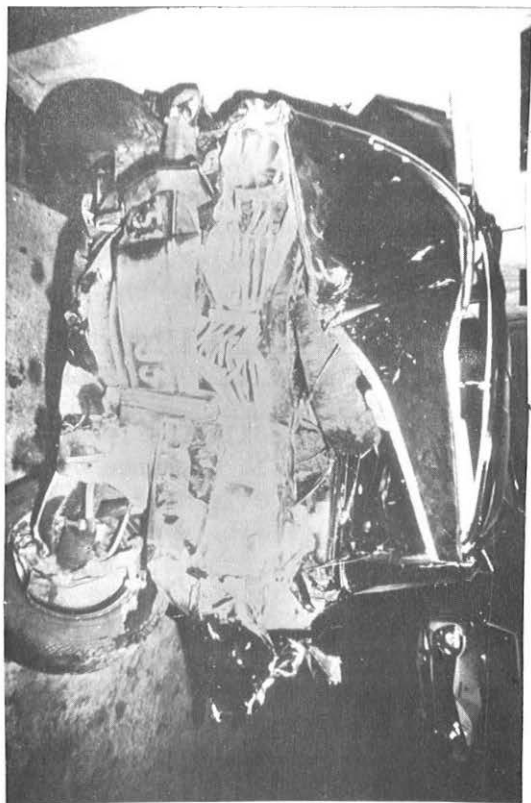
3.3.2.- Analyse d'un autre cas où la déformation de l'habitacle a provoqué la mort du conducteur.-

Il s'agit d'une collision mortelle pour un conducteur porteur d'une ceinture, dont l'habitacle n'offrait plus d'espace résiduel disponible pour le ralentissement de l'occupant. La violence est exceptionnelle (ΔV de 70 km/h environ).

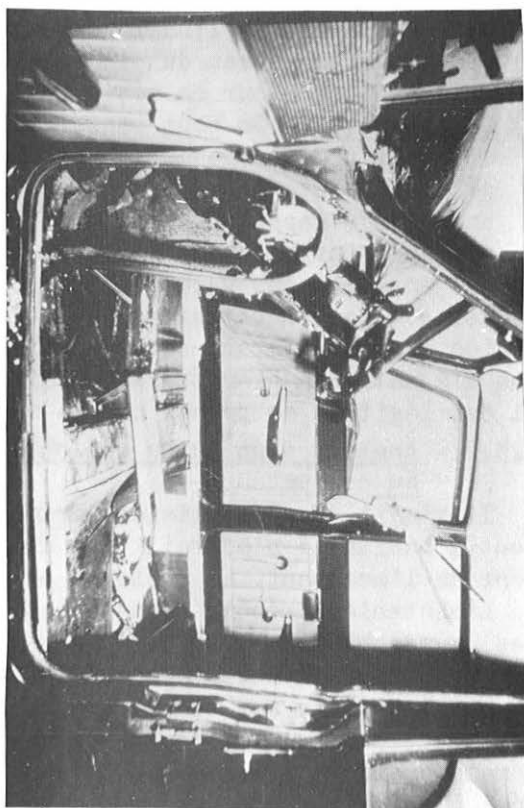
L'obstacle a pénétré dans l'habitacle; le volant atteint le pied-milieu entre les deux portes.

La ceinture n'a été d'aucune utilité; à peine l'amortisseur a-t-il été sollicité; seul un brin sur cinq présente une trace d'étirement. Mais, dans ce cas, l'autopsie révèle des lésions cérébrales associant des hémorragies de la convexité et un hématome situé au dessus du corps calleux. L'hémorragie hépatique avait été maîtrisée; il n'y avait pas de sang dans le péritoine.

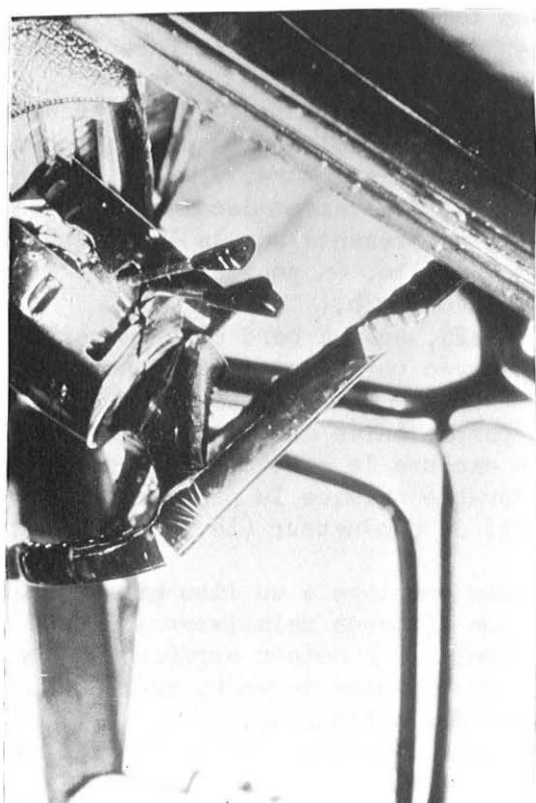
FIG 7



(A)



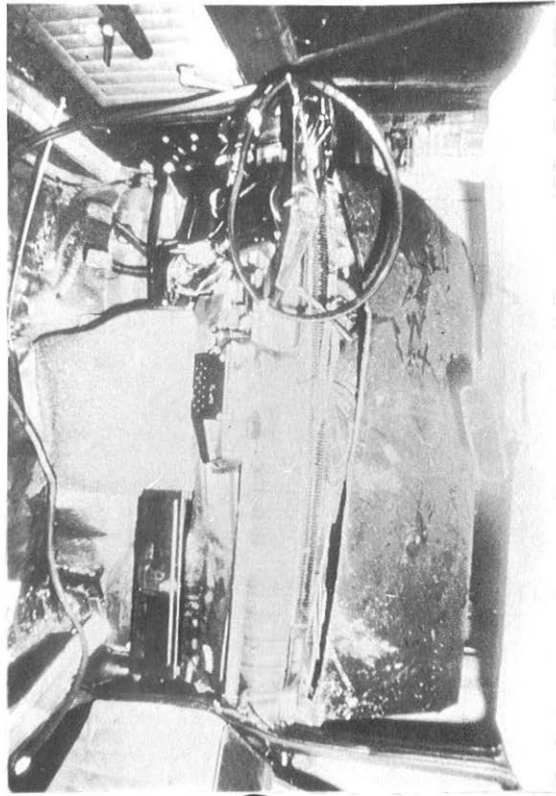
(B)



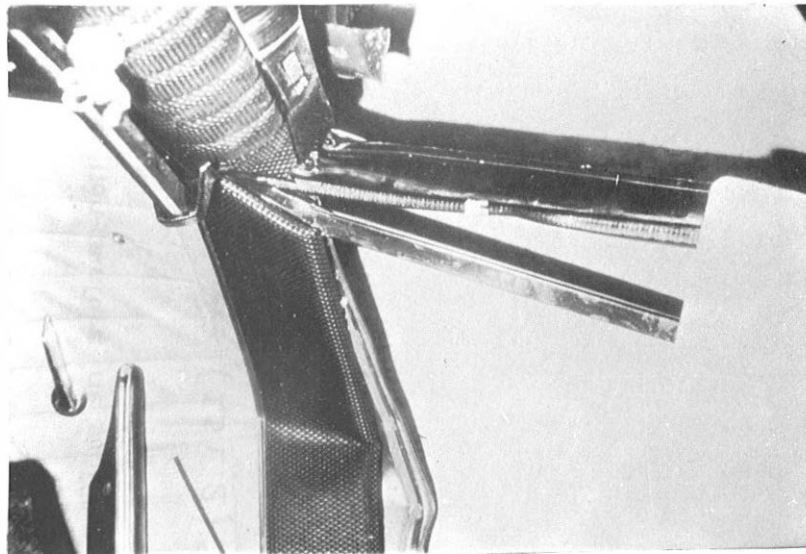
(C)



Ⓒ



Ⓐ



Ⓑ

FIG 8

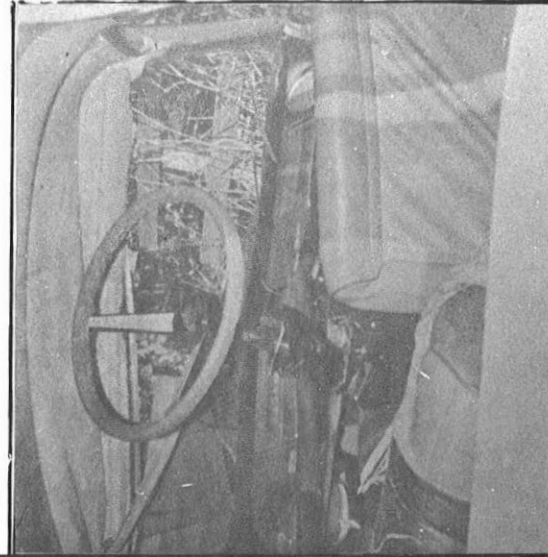
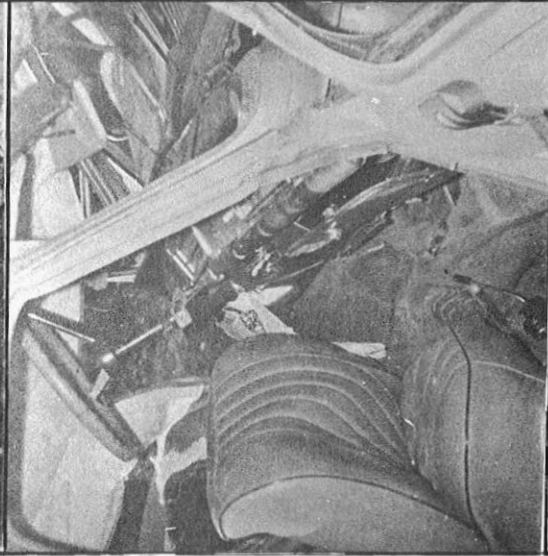
Fig. 9 Cas "H"

ACCIDENT SANS CEINTURE DE GRANDE VIOLENCE

R8 $\Delta V \approx 55$ km/h

Le conducteur, jeune, non-ceinturé, ne souffre

que de blessures très modérées (IS.L.2)



Rien ne distingue ces lésions de celles qui ont provoqué la mort, dans un habitacle intact, par projection contre les parois.

Cette dernière observation peut, d'ailleurs, être généralisée. L'analyse détaillée des lésions par segment corporel, notamment pour la tête, montre les mêmes blessures chez l'éjecté et le non éjecté, c'est-à-dire quelle que soit la nature de l'obstacle heurté: paroi intérieure ou chaussée, par exemple (7).

3.4.- Contre-mesures de sécurité qui auraient été nécessaires et suffisantes pour éviter toute blessure grave à ces victimes de lésions fatales.-

L'analyse en profondeur d'un nombre limité de cas d'accidents a permis de préciser, avec le concours d'ingénieurs spécialisés, les contre-mesures de sécurité qui auraient été nécessaires et suffisantes pour assurer une protection telle que les victimes de lésions fatales auraient subi, tout au plus, des blessures mineures d'indice de sévérité 2, ces contre-mesures n'entraînant qu'un coût financier jugé par nous acceptable dans notre contexte socio-économique (TABLEAU III).(7).

- 59 cas sur 61 ont pu être analysés: dans 18, la ceinture apporte une protection suffisante, dans 11 autre cas, la ceinture nécessaire n'est plus suffisante et exige certains renforcements assurant le maintien des portes fermées (pour maintenir la résistance du côté de caisse en compression et, aussi - en cas de retournement - des éjections partielles),
- dans 5 autre cas, divers renforcements de structure complémentaires aux précédents sont nécessaires (conservation d'un espace résiduel de ralentissement de l'occupant dans sa ceinture),
- dans 4 cas, une barrière anti-encastrement adaptée à l'arrière des poids-lourds est un complément nécessaire des ceintures,
- dans 5 autres cas, un aménagement de la face interne des parois de l'habitacle est également un complément nécessaire.

En ce qui concerne les chocs arrière (4 cas sur 59 dans notre échantillon), l'appui-tête est nécessaire dans un cas; dans les trois autres cas il est insuffisant et nécessite un renforcement complémentaire du système "siège-ancrage" au plancher.

Au total, la mesure la plus efficace est, de très loin, la ceinture, suffisante dans 18 cas sur 59 et nécessaire (ou complémentaire) dans 44 cas sur 59.

Enfin, il reste 12 cas particuliers:

- pour 2 de ces cas, les renforcements de structure nécessaires sont trop importants pour être envisagés. Ils supposent une mesure complémentaire: la diminution de l'agressivité du véhicule adverse (8).
- pour 5 autres de ces cas, c'est la conception même du véhicule qui est en cause.
- De plus, certaines lacunes dans l'aménagement routier sont en cause pour 3 autres cas.

4.- DISCUSSION.-

4.1.- Signification de "l'espace de survie".-

L'absence de corrélation entre le taux de réduction de l'habitacle et la sévérité des lésions observées constituent une critique fondamentale de l'espace dit "de survie". Les termes d'espace de survie imposent l'idée d'un espace minimal au moins égal à l'enveloppe des volumes segmentaires (tête-thorax, etc...) nécessaire pour éviter l'écrasement de l'individu impliqué dans une collision.

En fait, la lésion par écrasement qu'évoque l'idée d'absence d'espace de survie dans un habitacle très déformé est exceptionnelle (*). L'occupant n'est jamais

(*)- Le seul exemple dont nous disposons a été décrit dans une communication récente: "Efficacité des ceintures 3 points en accidents réels". Il s'agit de circonstances très particulières: retournement d'une berline sur un poteau de clôture qui a fait intrusion dans l'habitacle. La tête du conducteur a été écrasée entre le poteau et le pied-milieu de la voiture.

écrasé malgré une paroi qui fait intrusion car il n'est jamais prisonnier interposé entre ce qui serait le marteau et l'enclume. En fait d'enclume, le siège qui le supporte est une structure déformable qui cède sous les seules forces d'arc-boutement d'un homme normal.

L'espace de survie est donc une notion sans réalité. Seule compte la variation de vitesse lors de la rencontre avec la paroi, que celle-ci soit à sa place normale dans l'habitacle (il s'agit d'une projection) ou qu'elle soit intrusive. Cela ne veut pas dire que la rigidification des habitacles ne doit pas être recherchée; elle constitue, au contraire, un élément essentiel des contre-mesures nécessaires pour améliorer la protection de l'occupant (cf. 3.4.).

4.2.- Signification des "pénétrations".-

Opposée à l'effondrement de l'habitacle avec intrusion plus ou moins complète d'une paroi, la "pénétration" évoque l'intrusion limitée d'un organe dans l'habitacle, la colonne de direction, par exemple.

En fait, là encore, toute pénétration n'est pas péjorative et un certain nombre de conducteurs ont, très probablement, été sauvés par la remontée de la colonne de direction dans l'habitacle: colonne et volant se sont, ainsi, interposés entre la tête et le pied du pare-brise ou le capot et la sévérité des lésions en a été réduite.

Par contre, les exemples sont nombreux de colonnes de direction ayant subi peu ou pas de déplacement à l'intérieur de l'habitacle et qui se sont pourtant révélées très dangereuses.

Faut-il parler de "pénétration" dans le cas illustré par la FIGURE 12 en (9) ? Non, il s'agit d'une projection: l'impact thoracique sur l'extrémité de la colonne n'est que la conséquence de la déformation du volant.

Dans cet accident de violence très modérée (ΔV de 30 km/h), la conductrice est morte d'une rupture d'aorte par projection contre l'ensemble de direction avec "tulipage" complet du volant retroussé autour de la colonne.

4.3.- Comment expliquer l'absence de corrélation entre taux de déformation du véhicule et sévérité des lésions subies ?

Le couplage de l'occupant avec la paroi, durant la phase de décélération de l'habitacle, permet d'expliquer l'association paradoxale de blessures graves mais non mortelles avec de grandes violences de collisions dont témoigne le taux de déformation de l'habitacle.

Nous avons même analysé des cas d'accidents encore plus surprenants où, à ces grandes violences avec taux de déformation de l'habitacle de 100% et plus, n'étaient associées que des blessures légères.

Certains facteurs peuvent, en effet, jouer un rôle favorable essentiel:

- a) le freinage énergétique du véhicule avant l'impact est suffisant pour projeter - sans dommage - l'occupant contre la paroi et le faire bénéficier ainsi d'une retenue très efficace car, lors du choc du véhicule contre l'obstacle, il n'y a plus de deuxième collision entre l'occupant et la paroi; l'occupant est, alors, décéléré selon la loi de la paroi.
- b) Compte tenu du couplage, la grande déformation du véhicule, habitacle compris peut, de manière paradoxale, jouer un rôle très favorable en augmentant de façon considérable la distance sur laquelle s'effectue la variation de vitesse de l'occupant (cf. 3.3.1.).

4.4.- La réduction de l'habitacle est-elle un facteur favorable à la protection de l'occupant ?

La variation de vitesse (ΔV) de l'occupant ainsi que le taux de réduction de l'habitacle sont étroitement liés (FIGURE 3) et rendent compte, l'un et l'autre, de la violence du choc. Comment peut-on, ainsi, expliquer que la sévérité des lésions croisse très vite avec le ΔV (FIGURE 5) alors qu'il n'en est pas de même avec le taux de réduction de l'habitacle (FIGURE 4) sans envisager que la réduction de l'habitacle puisse jouer un rôle favorable dans un nombre important de cas ?

4.5- Signification des "critères de blessures" pour prédire la qualité de protection offerte par un véhicule.-

L'analyse approfondie de la nature des blessures montre, qu'à quelques très rares exceptions près, leur cause commune est la projection contre les parois et que c'est le ΔV , lors de l'impact de chaque segment corporel contre un élément de l'habitacle, du véhicule ou de l'obstacle, qui fait la sévérité des blessures.

Cependant, la déformation du véhicule et celle de l'habitacle interviennent en modifiant les caractéristiques des éléments heurtés (géométrie et rigidité). Le ΔV ne suffit pas à prédire la sévérité des lésions dans un type d'accident. La déformation de l'habitacle peut agir dans un sens défavorable en rendant la paroi plus agressive, ou favorable en réalisant le couplage occupant-paroi.

Les critères de blessures mesurés sur le mannequin dans des tests représentatifs en type et sévérité des accidents réels constituent le seul moyen de maîtriser l'ensemble de ces facteurs complexes qui gouvernent la protection de l'occupant dans la réalité des accidents. Ces critères doivent être choisis pour rendre compte des contraintes principales qui s'exercent sur les occupants et doivent être spécifiques du type d'accident, voire du type de retenue (ils ne seront pas les mêmes pour évaluer les performances d'une voiture équipée de ceintures 3 points ou de sacs gonflables). La définition de ces critères de blessures et leur signification, compte tenu des mannequins utilisables, constituent des aspects très importants à préciser (10).

5.- CONCLUSIONS.-

- 5.1.- La gravité des lésions est étroitement liée à la violence des chocs.
- 5.2.- Cette relation est bien mise en évidence par le facteur variation de vitesse (ΔV) pendant la période de déformation du véhicule et de l'obstacle heurté.
- 5.3.- Bien que le taux de réduction de l'habitacle soit lié au ΔV , la relation "gravité des lésions-violence de choc" n'apparaît pas nettement lorsque le taux de réduction de l'habitacle est utilisé comme indicateur de violence.
- 5.4.- C'est, qu'en effet, il n'y a pas de corrélation entre le taux de réduction de l'habitacle et la gravité des lésions.
- 5.5.- Cette absence de corrélation s'explique essentiellement par le fait que l'intrusion de la paroi antérieure de l'habitacle permet un couplage de l'occupant au véhicule et l'utilisation d'une partie de la capacité de déformation du véhicule ainsi que de celle de l'habitacle.
- 5.6.- Le couplage occupant-véhicule réalisé par l'intrusion de la paroi dans l'habitacle est d'autant plus favorable, à vitesse initiale d'impact contre obstacle équivalente, qu'il survient plus tôt dans la collision et que la distance parcourue, par rapport au sol, par l'occupant couplé à la paroi, est plus grande.
- 5.7.- On n'observe que de manière très exceptionnelle (de l'ordre de 1 0/00) des lésions graves ou mortelles dues à l'écrasement.
Les lésions présentées par les victimes de la route sont, pour l'essentiel, les mêmes, que l'habitacle ait subi ou non des déformations.
Le paramètre qui rend compte de la nature des lésions est la variation de vitesse lors de l'impact des divers segments corporels avec les éléments heurtés.
Cette conclusion ne s'applique pas aux percussions contre obstacles ponctuels qui agissent comme des poignards, mais elles sont si peu fréquentes qu'on peut les négliger.
- 5.8.- L'espace de survie comme espace résiduel nécessaire et suffisant pour éviter des lésions graves qui résulteraient d'un écrasement entre éléments rigides (à la manière d'un écrasement entre le pilon et l'enclume d'une presse) se révèle une notion erronée.
- 5.9.- A la notion d'espace de survie, il faut préférer la notion d'espace résiduel disponible pour le ralentissement de l'occupant, nécessaire au fonctionnement efficace des systèmes de retenue.
- 5.10.- Les "critères de blessures" telles que les accélérations subies par les principaux segments corporels (tête et thorax notamment) lors de l'impact contre les parois, permettent de juger la qualité de la protection offerte par le véhicule, qu'il y ait ou non déformation de l'habitacle; ils constituent ainsi un critère global unique qui couvre la quadri-totalité des problèmes essentiels posés par la protection de l'occupant.
- 5.11.- Pour satisfaire les "critères de blessures" le constructeur est contraint de rigidifier les structures pour éviter les grandes déformations d'habitacle incompatibles avec le fonctionnement efficace des systèmes de retenue et choisit le meilleur compromis moyen de retenue et performance obtenue par structure.

- BIBLIOGRAPHIE -

- (1) - VENTRE (P.) - Proposition de méthode d'analyse des vitesses de collisions en accidents réels.
Edit. R.N.U.R.- Publication intérieure - Janvier 1973.
- (2) - PROST-DAME (C.) - Rating Accident Severities for Occupants.
Fourth International Conference on Experimental Safety Vehicles - KYOTO, Japon - March 1973.
- (3) - TARRIERE (C.) - First Conclusions from Analysis of Highway Crashes.
2nd Internat. Conference on Experimental Safety Vehicle.
Department of Transportation N.H.T.S.A.-WASHINGTON 1971.
- (4) - HARTEMANN (F.), TARRIERE (C.), PATEL (A.), THOMAS (C.)-
Analyse médicale et technique des collisions sur autoroute.
Bilan de deux années d'investigations.
In Proceedings of the XIVth International Technical Congress of FISITA.
The Institution of Mechanical Engineers, 1 Birdcage Walk.
LONDON 1972.
- (5) - HARTEMANN (F.) - Enquête médicale et technique sur les accidents de la route.
Ingénieurs de l'Automobile, 1972, 12, 689-693.
- (6) - PATEL (A.), PASTEYER (J.) et TARRIERE (C.)-
Critères de sévérité des lésions causées par les accidents d'automobiles.
La Nouvelle Presse Médicale, 1, 17, 1972.
- (7) - PATEL (A.), GOT (C.), PASTEYER (J.) et TARRIERE (C.)-
Causes de la mort dans les accidents de circulation sur autoroute et en zone urbaine.
IV^o Congrès International de Médecine des Accidents et du Trafic - PARIS, 11-15 Septembre 1972.
- (8) - VENTRE (P.) - Une sécurité homogène est-elle possible dans un parc automobile hétérogène ?
3ème Conférence Technique Internationale sur les Véhicules Expérimentaux de Sécurité.
WASHINGTON D.C. Mai 1972-Edit. U.S. Department of Transportat.
- (9) - TARRIERE (C.) - Efficacité des ceintures 3 points en accidents réels.
Communication préparée par le C.C.M.C. à la 4ème Conférence Technique Internationale sur les Véhicules Expérimentaux de Sécurité. - KYOTO, Japon, 13-16 Mars 1973.
Edit. U.S. Department of Transportation.
- (10) - TARRIERE (C.) - De la réalité des blessures aux critères pris en compte dans les tests de sécurité.
Ingénieurs de l'Automobile 1972, 12, 694-700.

TABLEAU I.- CAUSES DE LA MORT POUR 80 AUTOPSIES.-

SIEGE DES LESIONS TYPE D'ACCIDENT	TETE + COU (C)	THORAX (T)	ABDOMEN (A)	ASSOCIATIONS				TOUTES ASSOCIAT. (A)	BRÛLÉ	DIVERS	TOTAL	DONT AUTOROUTE
				(C) +	(C) +	(T) +	(C) +					
EJECTES	13	2	2	5	1	3	2	11	0	0	28	21
VOITURE.....	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	61	
NON-EJECTES	18	1	1	3	3	1	1	8	1	4	33	19
"DEUX ROUES".....	6	0	1	0	1	0	1	2	0	0		9
PIETONS.....	4	0	0	2	1	1	0	4	0	2		10
TOTAL.....	41	3	4	10	6	5	4	25	1	6		80
TETE+COU: 61/80 - THORAX: 22/80 - ABDOMEN: 19/80 - BRULE: 1/80 - DIVERS: 6/80												

TABLEAU II.- CAUSES DE LA MORT ANALYSEES PAR SIEGE DE LESIONS.-

		EJECTES	NON EJECTES	TOTAL
TETE ET COU (46)	Dislocation.....	10	5	15
	Hémorragies intra-crâniennes.....	5	7	12
	Traumatisme crânien avec coma d'emblée..	6	13	19
	Cou.....	0	2	2
				<u>48</u>
THORAX (18)	Lésions pariétales et cardio-pulmonaires	12	6	18
				<u>18</u>
ABDOMEN (14)	Foie.....	4	5	9
	Rate.....	5	2	7
	Autres lésions (écrasement, hémopéritoine (reins....))	4	1	5
				<u>21</u>

TABLEAU III.- CONTRE-MESURES DE SECURITE PASSIVE QUI AURAIENT PU PROTEGER
LES OCCUPANTS DECEDES RECENSES DANS L'ENQUETE.-

	FRONTAL (33)	ARRIERE (5)	LATERAL (6)	RETOURNEMENTS (15)	TOTAL (*) (59)
Ceinture de sécurité seule.....	17	1	-	-	18
Ceinture de sécurité + maintien fermé des portes	4	-	1	6	11
Ceinture de sécurité + renfor- cement de structure du véhic.	2	-	-	3	5
Ceinture de sécurité + barrière anti-encastrément à l'arrière des poids lourds	4	-	-	-	4
Ceinture de sécurité + renfor- cement des structures + aména- gement des parois de l'habitacle	2	-	3	-	5
Ceinture de sécurité + appui-tête	-	1	-	-	1
Appui-tête + siège rigide.....	-	3	-	-	3
	29	5	4	9	<u>47/59</u>

(*)-61-2 cas rejetés pour imprécision quant au déroulement de l'accident.