

# RENAULT LAGUNA

Le Cx varie de 0,30 à 0,29 et SCx de 0,627 à 0,613



MOTORISATIONS	1.8	2.0	V6 3.0	2.2D
Cylindrée (cm <sup>3</sup> )	1794	1998	2963	2188
Alésage/course (mm)	82,7x83,5	82,7x93	93x72,7	87x92
Rapport volumétrique	9,7:1	9,8:1	9,6:1	23:1
Injection	monopoint	multipoint	multipoint	mécanique
Puiss. maxi kW (Ch DIN)	68,5 (95)	83 (115)	123 (170)	61,3 (85)
Régime (tr/mn)	5 750	5 250	5 500	4 500
Couple maxi Nm (mkg)	142 (14,8)	168 (17,5)	235 (24,5)	142 (14,8)
Régime (tr/mn)	2 750	3 500	4 500	2 250
% couple maxi disponible plage régime (tr/mn)	90% 1900/4700	90% 1750/5250	90% 1700/5500	90% 1500/4600
% couple maxi disponible plage de régime (tr/min)	95% 2200/4000	95% 2250/4750	93% 2300/5300	95% 1500/4300

La dernière née des "voitures à vivre" apparaît bien comme Safrane en réduction. Une manière habile et tout à fait contemporaine, de jouer sur tous les tableaux.

Tirer la quintessence des dimensions de la voiture, tel était, dans le cahier des charges, la définition du produit. Cette préoccupation, très souvent citée par les constructeurs cible l'importance du marché M2 dans lequel se situe la Laguna. Ce marché représente en Europe 20 % des ventes et il est particulièrement intéressant pour les constructeurs parce que globalement, le prix de vente moyen des modèles y est relativement élevé.

La Laguna inaugure une plate-forme totalement nouvelle, avec par rapport à la défunte 21, des cotes sensiblement identiques, caractérisée par des voies larges et un empattement long. Côté design, on notera un capot autoclave, qui revient sur les ailes avant, les vitres avant affleurantes et la lunette arrière à double courbure. C'est une première pour une aussi grande surface, puisque jusqu'à présent seul le petit déflecteur fixe avant de la XM utilisait cette technique. La Laguna est proposée en quatre motorisations, dont trois essence et un Diesel, multisoupapes inédit.

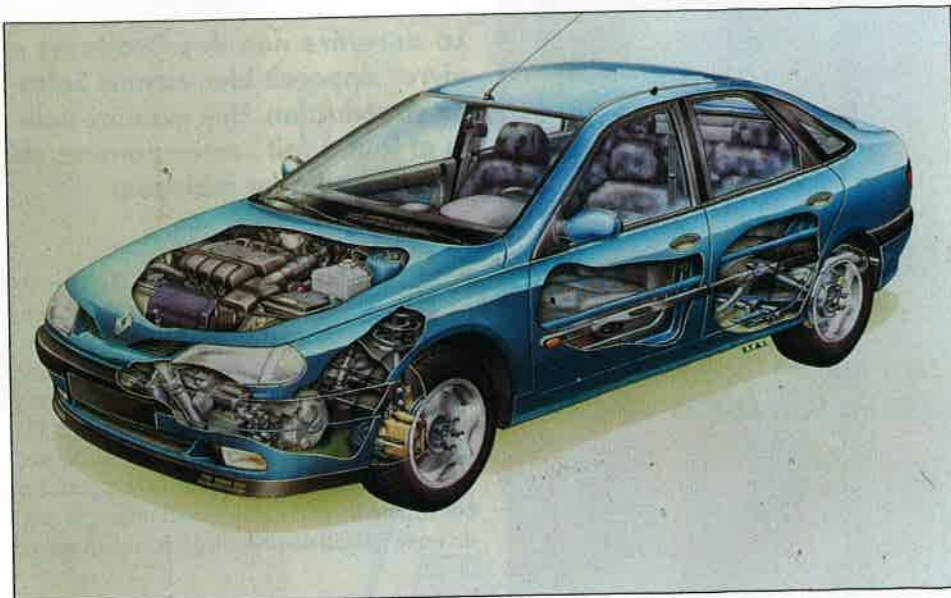
Le moteur 1.8 (1794 cm<sup>3</sup>) première motorisation de la gamme Laguna dérive du F3P apparu pour la première fois sur la Renault 19. Il se caractérise par un carter en fonte, des fûts intégrés et des chambres de combustion "partagées" entre la culasse et les pistons permettant d'en réduire la hauteur et par conséquent les frottements.

Le moteur 2.0 (1998 cm<sup>3</sup>) constitue la motorisation centrale de la gamme. Il s'agit d'un nouveau bloc de la famille F, qui reprend la même architecture que le 1.8, il est du type longue course et sa mise au point a cherché l'optimisation de la courbe de couple.

Le moteur V6 3.0 (2963 cm<sup>3</sup>) est pratiquement identique à celui de la Safrane et se distingue seulement par son inclinaison et son allumage à trois bobines double sortie.

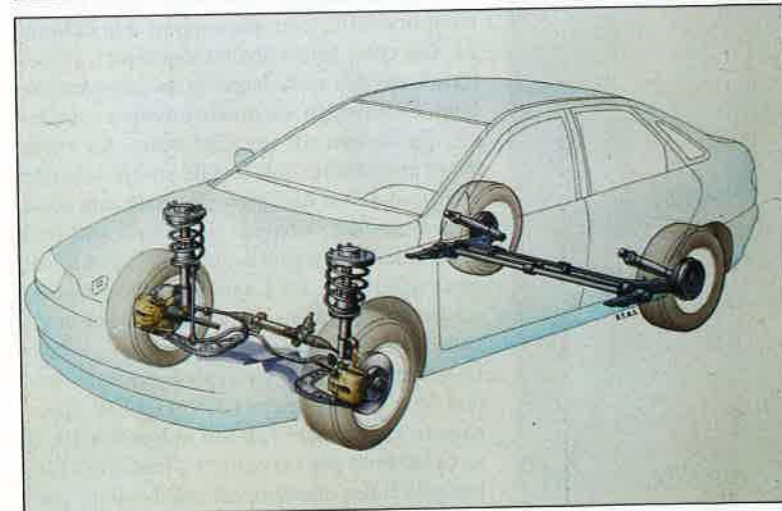
Le Diesel (Type G 8T, famille G) quand à lui est entièrement nouveau. Il s'agit d'un 2188 cm<sup>3</sup> à 3 soupapes par cylindre. Un carter cylindres en fonte avec fûts intégrés et carter-chapeaux de paliers de vilebrequin a été retenu pour plus de rigidité et une meilleure acoustique. La culasse est en alliage léger. Un arbre à cames en tête commande les soupapes par des linguets avec butées hydrauliques. Le collecteur d'admission long, à quatre fois deux conduits favorise le couple par un très bon remplissage à bas régime. L'admission est atmosphérique. Il sera commercialisé quelques mois après les versions essence.

## J'AI RÉDUIT LA SAFRANE



◀ Des voies larges (148/1,47 m AV/AR) et un empattement de 2,67 m déterminent une vaste assise. Les poids oscillent de 1225 kg à 1390 kg.

Distribution des forces sur la structure pour 3 directions d'impact. A l'avant, les longerons inférieurs et supérieurs comportent des parties fusibles. Noter aussi l'importance du tunnel central.



Les trains roulants sont similaires à ceux de la Safrane, avec le fameux bras en forme de boomerang ancré à l'intérieur du berceau avant.

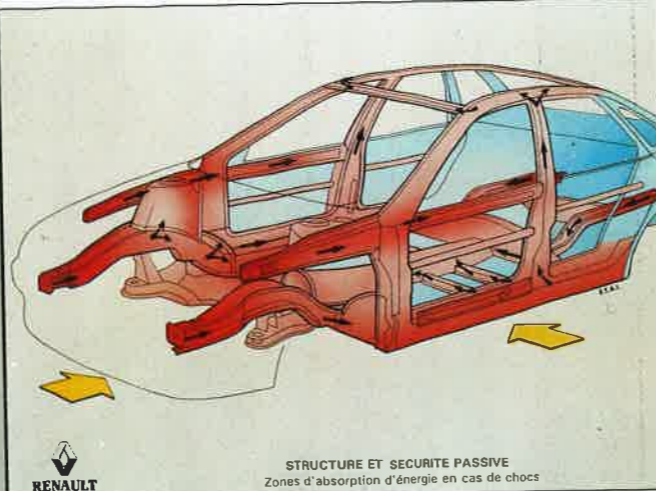
Pas de nouveautés en ce qui concerne les transmissions et les trains roulants, qui font appel à des solutions déjà existantes dans la "banque" Renault. La boîte accouplée au V6 est à trois arbres. Le train avant reprend la technologie Safrane, avec un Mac Pherson à bras inférieur en forme de boomerang. Ses articulations sont raides à l'avant pour encaisser les efforts transversaux et plus souple à l'arrière, pour absorber les phénomènes verticaux de percussion du pneu. Le train arrière de la Laguna reprend également l'architecture Safrane à épure programmée, constituée de deux bras tirés reliés par un profil souple en V, de quatre barres de torsion transversales et de deux amortisseurs hydrauliques obliques. Tous les modèles peuvent être équipés de l'ABS.

La structure est composée de 174 pièces principales au lieu de 215 pour la 21. Au niveau du plancher, deux traverses sont installées sous

les sièges avant, ainsi qu'un renfort entre longeron et bavolet. Dès la commercialisation du véhicule, l'air bag conducteur sera disponible, et à terme, celui du passager. Pré-tensionneurs pyrotechniques de ceintures AV et appuis-tête verrouillables font partie de l'équipement.

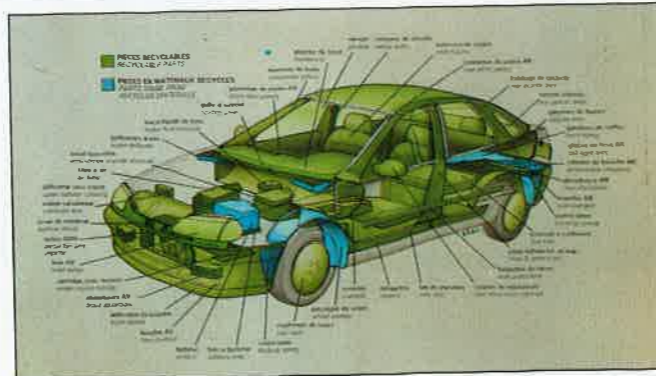
La Laguna est recyclable à plus de 90%. Le polypropylène, matériau facile à recycler a été largement utilisé pour la fabrication des pare-chocs, baguettes latérales ou même l'insert de planche de bord. Les pièces plastiques dans leur quasi totalité sont marquées. Pas de cadmium pour protéger les pièces métalliques, ni d'amiante pour les joints de culasse et les éléments de friction de l'embrayage et des freins. Certaines pièces de la Laguna sont déjà fabri-

quées avec des matériaux recyclés : batterie, protections de passage de roues et moquette de coffre. Le caisson central de bouclier arrière est par exemple entièrement réalisé à partir d'anciens boucliers collectés dans le réseau commercial Renault en Europe. Par ailleurs, comme pour (la) Twingo, dès le lancement de la voiture, un cahier des charges de traitement précisant les pièces à démonter, identifiant les matériaux et donnant des conseils de démontage sera mis à la disposition des spécialistes du traitement des véhicules hors d'usage.



RENAULT

STRUCTURE ET SECURITE PASSIVE  
Zones d'absorption d'énergie en cas de chocs



# CRASH TEST

## LA LAGUNA AU PIED DU MUR

Quel degré de sécurité offre une structure ? Question primordiale pour une automobile, à laquelle il est très difficile de répondre. Pour la première fois, un constructeur nous a permis d'assister en direct à un crash test de son nouveau modèle. A défaut de pouvoir juger, nous relatons ici les principes selon lesquels la Laguna a été optimisée en sécurité passive, et les résultats chiffrés et commentés d'un test mené dans les conditions d'accident les plus meurtrières sur les routes européennes.



### LES OUTILS DE LA SÉCURITÉ

Pour l'ingénieur chargé de la sécurité passive, il s'agit tout autant d'absorber l'énergie cinétique résultant de la masse et de la vitesse du véhicule, que de limiter au maximum la décélération que pourront subir les occupants dans un impact,

ou garantir une "cellule de survie". On gagne donc du temps et des centimètres par la déformation programmée de la carrosserie, par les rétracteurs de ceinture, et on préserve l'intégrité de l'habitacle, par des renforts qui la rendent aussi indéformable que possible. Les outils de ce programme sont : l'accidentologie, le calcul des structures, la biomécanique et la médecine, et enfin les essais. Toute la recherche s'appuie d'abord sur l'accidentologie, qui répertorie, analyse et met en

fiche des accidents réels. C'est à partir de cette banque de données que se définissent les grandes options. La biomécanique a pour objet de déterminer les limites de tolérance du corps humain et améliorer la représentativité des mannequins utilisés dans les essais. La transformation des données biomécaniques en modèles mathématiques permet aussi de multiplier les essais à moindre frais par des simulations sur écran. Les résultats observés dans les crash tests

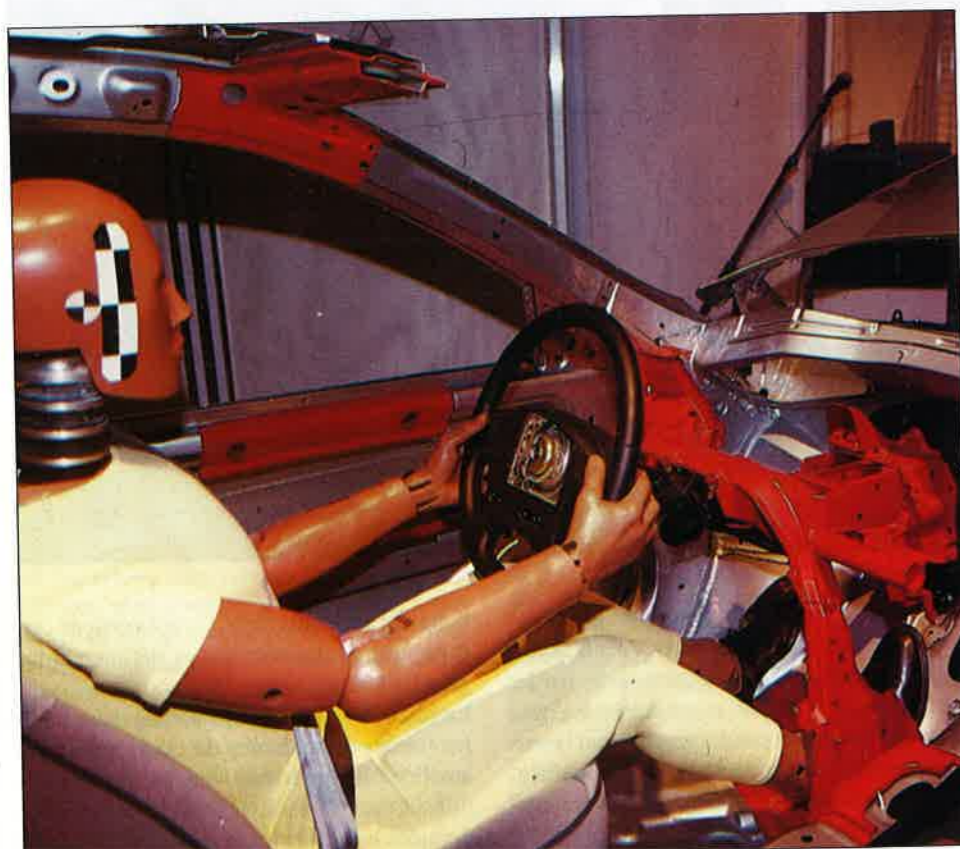


**Claude Tarrière, Directeur du Département des Sciences de L'Environnement Renault. " Soyons modestes dans l'utilisation du HIC et refusons de dire que deux voitures diffèrent quand des HIC sont aussi peu différents que 500 ou 800 et 1100 et 1400, par exemple. "**

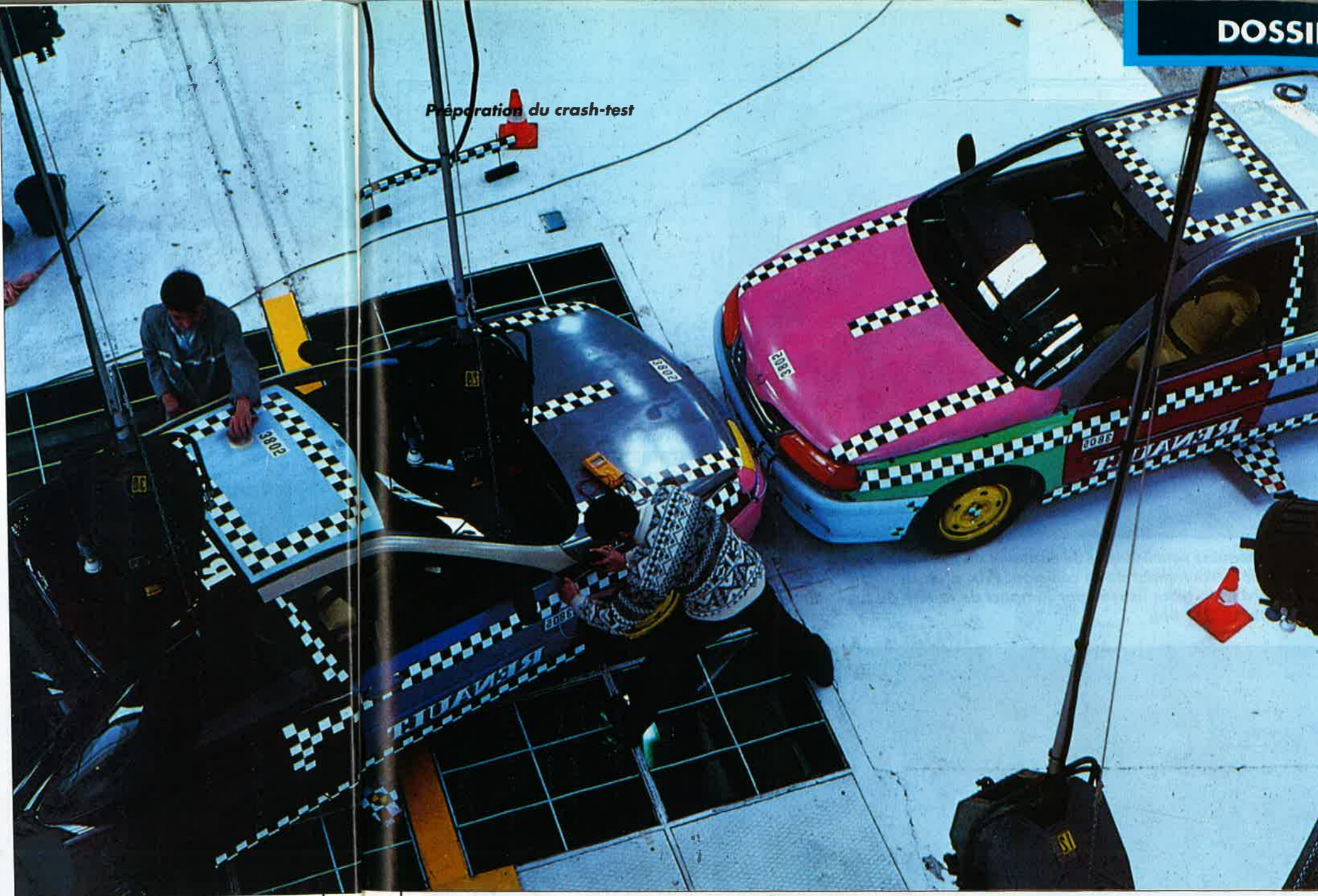
confirment avec fidélité ces simulations de structures, comme l'explique Philippe Ventre, Directeur des Études Renault. " Au niveau des structures, et pour autant qu'on ait un appareillage précis (notre précision est de l'ordre de 0,1 km/h !), c'est assez reproductible. C'est plus difficile au niveau des mesures de mannequins, compte tenu du nombre très élevé de paramètres. Sur le HIC, par exemple, on peut avoir un écart de 25%, ce qui fait que pour ne pas dépasser la limite de 1000, notre objectif est de 750 durant toute la phase de développement. Un de nos collaborateurs a passé une thèse sur la modélisation du cerveau, qui "marche" assez bien, et nous avons également travaillé à la modélisation du corps humain. Mais c'est extrêmement complexe du fait de la masse de calcul. Il faut des ordinateurs de très grande capacité."

### UN CAS CRITIQUE

On sait que le choc frontal est le plus fréquent et le plus meurtrier. Mais il importe selon le professeur Claude Tarrière, Directeur du Département des Sciences de l'Environnement Renault, de préciser le pourcentage de recouvrement (surface de contact entre les deux véhicules). Un essai mis au point en Allemagne par des organismes indépendants prévoit un



**Coupe des éléments de renforts de la partie avant de l'habitacle**



**Préparation du crash-test**

recouvrement de 50%, type de test très meurtrier pour les structures et contre lequel C. Tarrière s'insurge car il ne représente pas la réalité des accidents graves, qui seule importe. "En France, 65% des blessés graves et des tués sont observés en collision frontales. Pour une MAIS de 3+ (Maximum Abbreviated Injury Scale, correspondant à des blessures graves et plus), dans 63% de ces collisions, on observe un recouvrement supérieur à 60%. Un recouvrement inférieur à 40% correspond à 20% de ces collisions. Ce type de répartition est observé également en Grande Bretagne et il n'y a pas lieu de penser que ce pourcentage soit différent dans d'autres pays européens... pour un MAIS 3+. Si cette répartition change, c'est que le degré de gravité n'est plus le même !" Les blessures varient en fonction du taux de recouvrement pour le conducteur. Pour les forts recouvrements, elles sont 3 fois plus fré-

quentes et concernent toutes les parties du corps, notamment le thorax et la tête. En revanche, pour de faibles recouvrements, les blessures restent surtout localisées au niveau du fémur et du bassin et sont la conséquence de l'impact des genoux sur la planche de bord. Pour des taux de recouvrement faibles, le passager est rarement blessé sévèrement.

Pour ce crash destiné à représenter le cas type, Renault a donc choisi un angle de recouvrement de 85%, qui représente le choc où le risque d'être tué est maximum.

La trajectoire est de 15°. la réalité routière fait apparaître un angle moyen de 13 degrés. La vitesse de collision est de 112 km/h. Pour un indicateur MAIS 3+, la vitesse de collision est de 108 km/h en moyenne.

Le choix d'un choc Laguna contre Laguna répond à la nécessité de balayer la plus large



**Durant le crash-test, les véhicules sont filmés par 15 caméras à 1000 images/seconde. On peut mesurer jusqu'à 128 paramètres.**



Les mannequins sont équipés de capteurs de force et d'accélération enregistrant le déroulement de la collision. Prix d'un Hybrid III : 700 000 F. On notera ici la trace laissée par l'impact de la tête du mannequin, bien au centre de l'air bag

tranche possible de cas avec un seul test. Il faut ainsi deux voitures pour évaluer la protection, selon qu'il y a un air bag ou non, que les occupants sont des adultes ou des enfants, qu'il s'agisse d'un homme de taille moyenne ou d'un petite femme, d'un bébé de 9 mois ou d'un enfant de 3 ans, qu'il y ait ou non des bagages, etc... Toutes ces diversités se retrouvent dans les deux voitures."

Rappelons que pour deux structures identiques et de même poids, un choc à 112 km/h correspond pour chaque véhicule à un choc à 56 km/h contre un mur.

#### Véhicule heurtant :

vitesse de 112 km/h.

Angle d'incidence de 15°

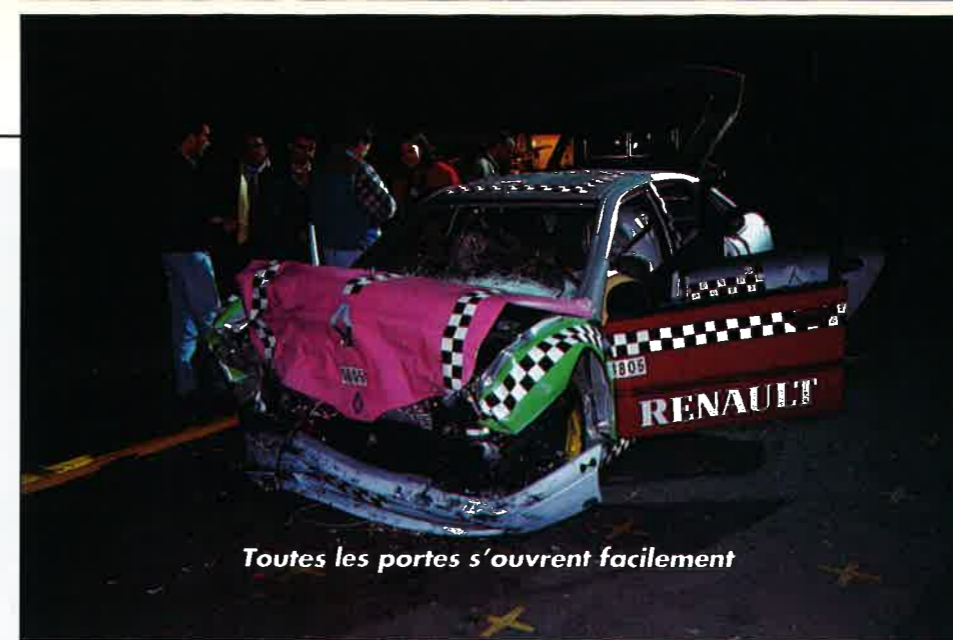
Décalage transversal de 200 mm avec le véhicule heurté. Occupants : 2 mannequins Hybrid III à l'avant et deux mannequins enfants de 9 et 6 mois à l'arrière avec moyens de retenue adaptés (siège dos à la route et rehausse intégrée au siège). Le conducteur dispose d'un air bag.

#### Véhicule heurté :

à l'arrêt.

Occupants : 2 mannequins Hybrid III à l'avant; un mannequin Hybrid III à l'arrière

Le véhicule heurtant immédiatement après le choc. Il était propulsé à 112 km/h le long d'un rail, par un moteur électrique.



Toutes les portes s'ouvrent facilement

## AFFAIRE DE DÉFORMATION

En guise de préambule aux commentaires, voici quelques propos de C. Tarrière, teintés d'un peu de polémique: " Quelques critères immédiatement perceptibles peuvent entrer en compte, comme la possibilité d'ouvrir les portières,

l'absence de fuite d'essence, la possibilité d'extraire un mannequin sans que le pied soit encastré, etc... Mais il importe d'abord de considérer les niveaux de contraintes imposées aux occupants. Une voiture sûre est une voiture qui se déforme...ce qui compte c'est la manière dont les occupants sont protégés."

#### Véhicule heurtant

Conducteur (air bag)

HIC : 603

Déflexion thorax : 18 mm

Pas de sous-marinage

Fémurs : 475 daN

Passager

HIC : 523

Déflexion thorax : 34 mm

Pas de sous-marinage

Fémurs : 570 daN

(Résultats d'un test identique mené le 2/12/93

Voiture heurtée

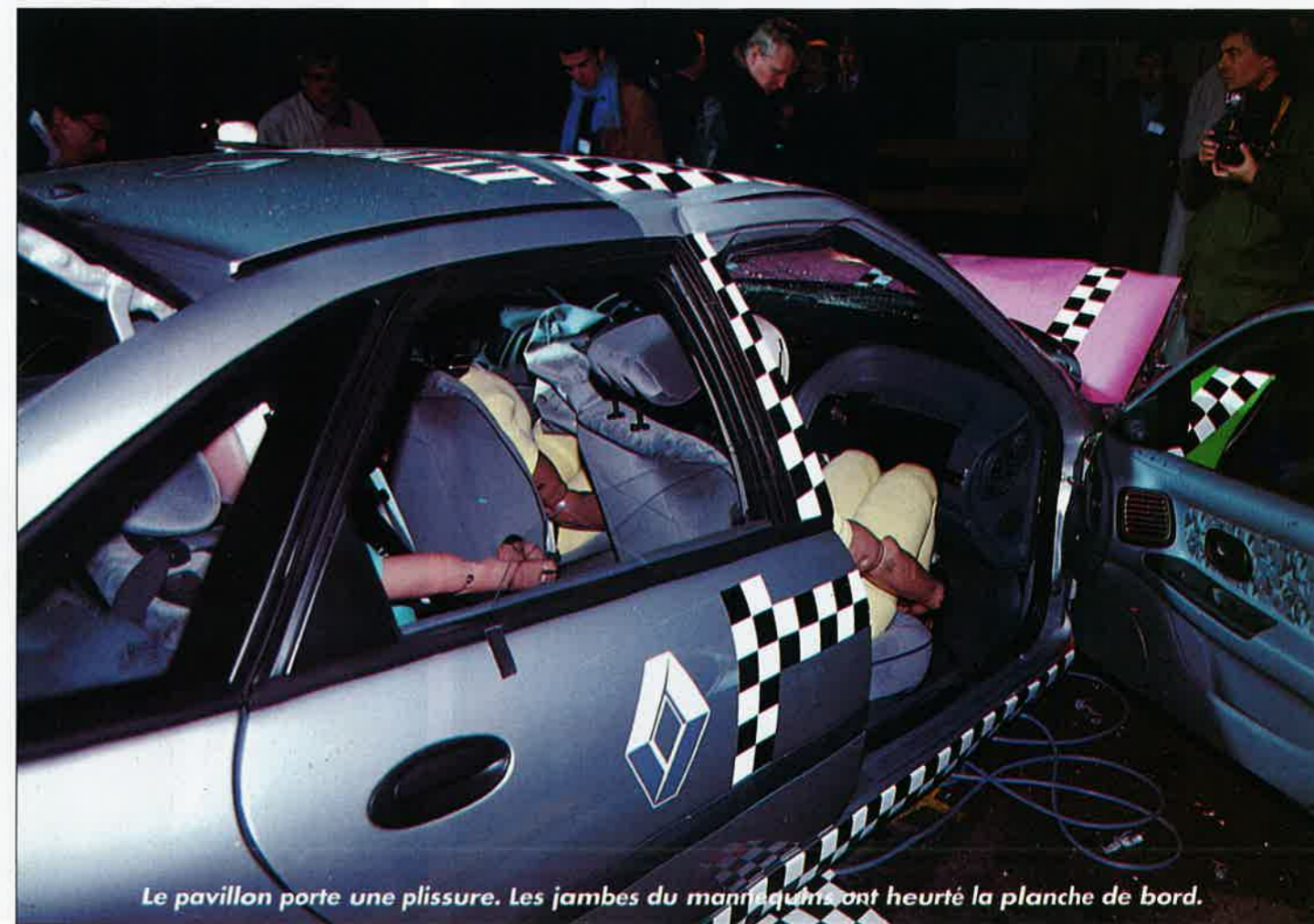
Conducteur

HIC : 913

Déflexion thoracique : 26 mm

Fémurs : 580 daN)

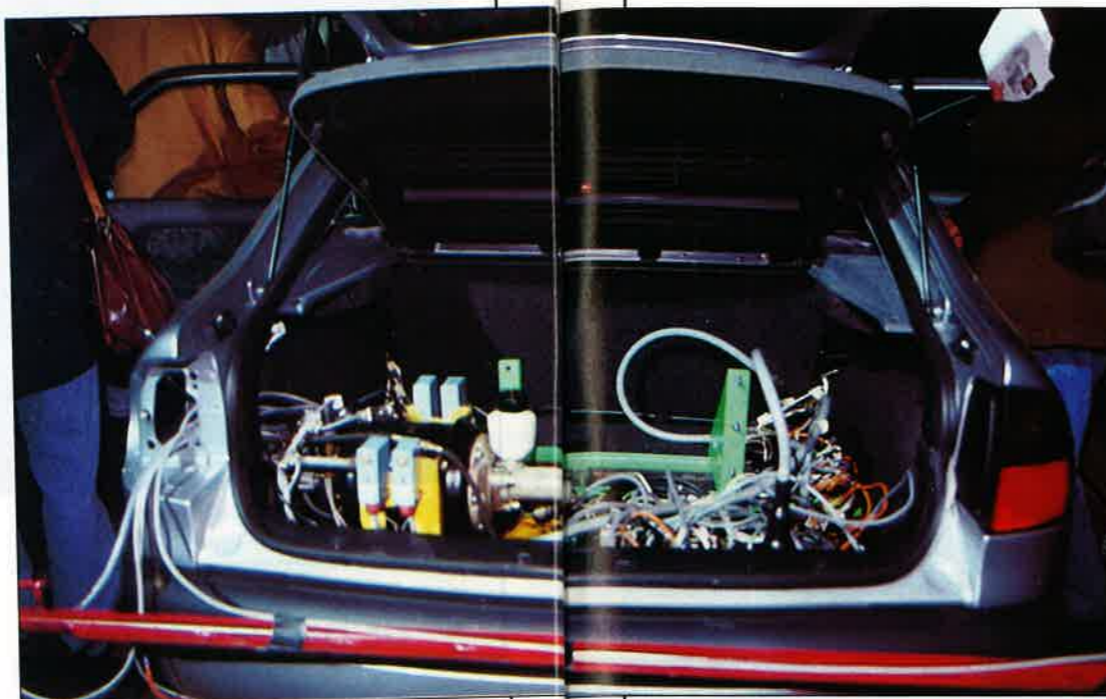
Le sac gonflable porte l'empreinte du visage du conducteur, exactement au milieu du sac. Le passager est un homme de taille moyenne. Ses genoux sont au contact de la planche de bord qui s'est déformée. L'enfant de 6 ans à droite sur une rehausse intégrée dans la banquette a sa ceinture guidée bien à plat à la racine des cuisses. C. Tarrière : " C'est fondamental car le bassin de l'enfant n'étant pas mur avant 8-10 ans, il y a risque graves de sous marinage. Un enfant de 6 ans utilisant une ceinture d'adulte n'a pas de poids suffisant pour avoir une très grande trajectoire et il n'a donc pas heurté le siège avant."



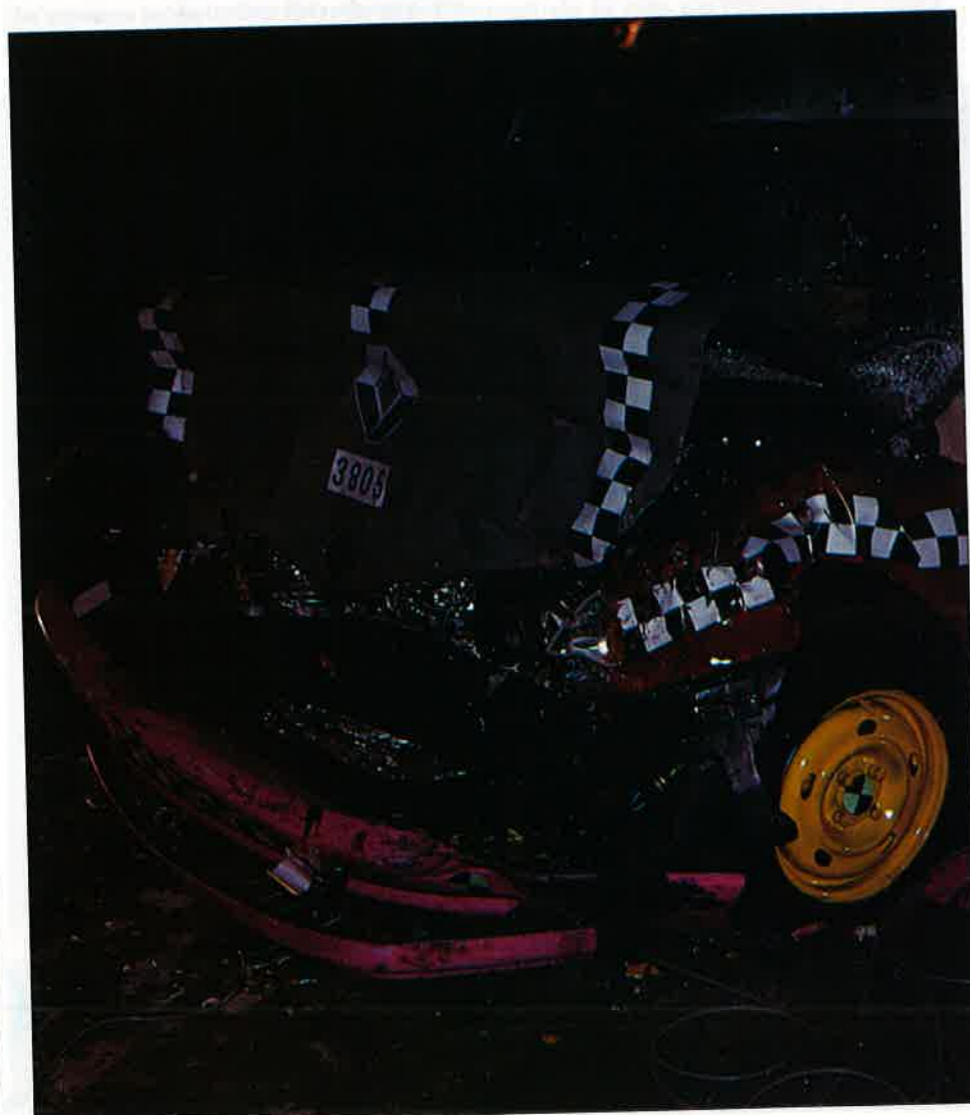
Le pavillon porte une plissure. Les jambes du mannequin ont heurté la planche de bord.



Nouveau siège enfant Renault/Volvo installé à l'arrière.



Appareillage embarqué sur le véhicule heurtant.



## LEXIQUE SÉCURITÉ

### Accélération

Variation de la vitesse par seconde. Se définit en m/s/s. Dans un choc entraînant l'immobilisation, un véhicule passe de sa vitesse initiale  $v$  à zéro en un temps  $x$ . La décélération est donnée par :  $g$  (m/s/s) =  $V$  (m/s)/ $t$  (s). La limite que peuvent supporter certains organes est donnée en  $G$  (accélération de la pesanteur).

### Loi de conservation de la quantité de mouvement

La quantité de mouvement d'un corps est égale au produit de sa masse par sa vitesse. Après un choc, les vitesses prises par chacun des véhicules qui sont entrés en collision sont inversement proportionnelles aux masses de ces véhicules.

$$M1V1 = M2V2 \text{ et } M1/M2 = V2/V1$$

### Différentiel de vitesse

C'est la variation de vitesse subie après un impact. Un camion très lourd roulant à une vitesse  $X$  et heurté de plein fouet par une voiture roulant à une vitesse  $Y$ , prendra après l'impact une vitesse positive  $X - Dv$ , tandis que la voiture, plus légère prendra une vitesse négative (elle part en sens inverse) -  $Dv$ .

Le différentiel de vitesse dans le cas de cette voiture sera de  $Y + Dv$ .

### Énergie cinétique

C'est l'énergie développée par un corps en mouvement.  
 $E$  (Joules) =  $1/2 M$  (en Newton)  $V^2$  (m/s)  
 On voit que sa valeur augmente avec la masse, mais aussi selon

le carré de la vitesse.  
**MAIS**

Pour coder la sévérité des lésions, les accidentologues utilisent une "échelle, la "Maximum Abbreviated Injury Scale", qui cote la gravité de 0 (occupant indemne à 6 (occupant tué).

### Compatibilité des structures

Les grandes voitures sont avantagées en cas d'impact par une zone de déformation plus vaste que les petites. Ces voitures lourdes sont privilégiées et devraient pouvoir absorber plus d'énergie que les petites. Cette question ne pourra être résolue que par le législateur.

### HIC

La valeur HIC (Injury Criteria) se définit à partir de l'accélération et du temps et mesure tout contact avec la tête. Un HIC de 1000 est considéré comme critique.

### Déflexion thoracique

Il était jusqu'alors d'usage de mesurer les accélérations. Mais on a montré récemment que l'enfoncement permettait une meilleure évaluation. Les normes actuelles retiennent 75 mm (50 mm chez Renault).

### Sous-marinage

On désigne ainsi la propension du bassin à passer sous la sangle de la ceinture de sécurité. La ceinture pénètre alors dans l'abdomen, créant des lésions très sévères. 36% des blessures **MAIS 3+** du passager sont abdominales. Renault a mis au point des capteurs.

Un enfant de 9 mois est installé dans le nouveau siège Renault/Volvo, dos à la route et destiné de 0 à 3/4 ans. Ce siège est fixé avec des ancrages spécifiques au plancher, ancrages qui seront sur la Laguna et les nouvelles Renault et Volvo. Les deux constructeurs proposeront également un kit pour tous les modèles déjà en circulation.

**Véhicule heurté**

Conducteur :  
HIC : 763  
Déflexion thorax : 21 mm  
Pas de sous-marriage  
Fémurs : 212 daN  
Passager  
HIC : 429  
Déflexion thorax : 48 mm  
Pas de sous-marriage  
Fémurs : 215 daN

Impact de la tête du conducteur (de taille moyenne) sur le volant. Les prétensionneurs de ceinture ont bien fonctionné. Pas de sous-marriage. Les sièges ont été conçus pour éviter ce phénomène. Le bassin s'enfonce dans la nappe qui le supporte et le dépassement est bloqué par une traverse sous les cuisses. De même, les sièges arrière possèdent un bossage transversal qui s'oppose au mouvement du corps. Le passager est une petite femme (Il n'y a que 5% de la population féminine plus grande qu'elle). Sa tête n'a rien heurté et la ceinture est bien positionnée sur le bassin. Le passager arrière est un homme de taille moyenne qui n'a pas sous-mariné et n'a pas heurté apparemment le siège avant. Dans le coffre, un sac a été projeté contre la banquette et a tordu le dossier, sans toutefois le décrocher totalement.

Dans les deux cas, les portes s'ouvrent relativement facilement à l'avant. La carrosserie est complètement écrasée dans sa partie avant. Le pavillon est plissé. Selon Philippe Ventre, "l'habitacle n'est pas effondré. Il reste encore 10 à 15 km/h de plus. Le résultats serait moins beau, les critères frôleraient probablement des limites sévères, mais cela ne veut pas dire pour autant que les occupants seraient morts."



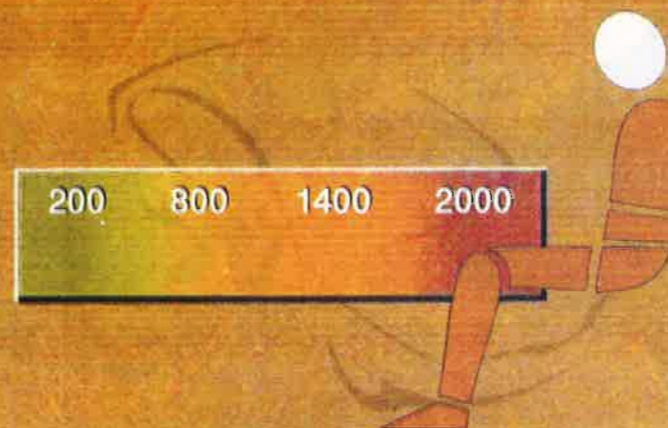
**Echelle internationale de sévérité des lésions M.AIS**

M.AIS 3+ Maximum Abbreviated Injury Scale	Tués	6
	Blessés graves (vie en danger)	4 - 5
	Blessés sérieux	3
	Blessés modérés	2
	Blessés légers	1
	Indemnes	0

**Critères mesurés par les mannequins**

- Accélération de la tête (HIC)
- Déflexion thoracique
- Abdomen
- Force dans les fémurs

**Les normes : Accélération de la tête (HIC)**



**Standard Head acceleration (HIC)**

1993	1998	1999
≤ 1000	≤ 1000 Si contact tête If head impact	≤ 1000 Si contact If head im

**Limites de contrainte maximales**

Partie du corps	Grandeurs mécaniques	Limites de contraintes
Corps entier	$a_x$ max $a_y$	40 ... 80g 40 ... 45g, 160 ... 220ms
Cerveau	$a_x$ max, $a_y$ max	100 ... 300g Courbe de contrainte avec 60g, $t > 45ms$ 1800 ... 7500 rad/s <sup>2</sup>
Boîte crânienne	$a_x$ max, $a_y$ max	80 ... 300g Selon la grandeur de la surface de choc
Front	$a_x$ max $F_x$	120 ... 200g 4000 - 6000N
Colonne cervicale	$a_x$ max Thorax $a_y$ max Thorax $F_x$ $\alpha$ max en avant $\alpha$ max en arrière	30 ... 40g 15 ... 18g 1200 ... 2600N Contrainte de cisaillement 80° ... 100° 80° ... 90°
Cage thoracique	$a_x$ max $F_x$ $\dot{x}$	40 ... 60g, $t > 3ms$ 60g, $t < 3ms$ 4000 ... 8000N 5 ... 6cm
Bassin-cuisses	$F_x$ $a_y$ max	6400 ... 12500N Engendrement des forces dans le genou 50 ... 80g (Bassin)
Tibias	$F_x$ $E_x$ $M_x$	2500 ... 5000N 150 ... 210Nm 120 ... 170Nm

VOLKSWAGEN AG