

FACULTE DE MEDECINE



ANNEE 1993

THESE N°

1061



106 016165 7

LES DISPOSITIFS DE RETENUE POUR ENFANTS

T H E S E

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

présentée et soutenue publiquement le : 12 Février 93.

PAR

**Olivier LOUSTAUNAU**

Né le : 21 Août 1962 à LIMOGES (87).

EXAMINATEURS DE LA THESE

Monsieur le Professeur <b>BOUQUIER</b> .....	Président
Monsieur le Professeur <b>BOULESTEIX</b> .....	Juge
Monsieur le Professeur <b>DUMONT</b> .....	Juge
Monsieur le Professeur <b>PIVA</b> .....	Juge
Monsieur le Docteur <b>LONGIS</b> .....	Membre invité
Monsieur le Docteur <b>VERGNENEGRE</b> .....	Membre invité



lex: 2

Sibil: HH6 815

F A C U L T E   D E   M E D E C I N E

ANNEE 1993

THESE N° 106

LES DISPOSITIFS DE RETENUE POUR ENFANTS

T H E S E

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN MEDECINE

présentée et soutenue publiquement le : 12 Février 93.

PAR

**Olivier LOUSTAUNAU**

Né le : 21 Août 1962 à LIMOGES (87).

EXAMINATEURS DE LA THESE

Monsieur le Professeur <b>BOUQUIER</b> .....	Président
Monsieur le Professeur <b>BOULESTEIX</b> .....	Juge
Monsieur le Professeur <b>DUMONT</b> .....	Juge
Monsieur le Professeur <b>PIVA</b> .....	Juge
Monsieur le Docteur <b>LONGIS</b> .....	Membre invité
Monsieur le Docteur <b>VERGNENEGRE</b> .....	Membre invité

U N I V E R S I T E D E L I M O G E S

F A C U L T E D E M E D E C I N E

- DOYEN de la FACULTE : Monsieur le Professeur BONNAUD
- ASSESSEURS :                   Monsieur le Professeur PIVA  
                                  Monsieur le Professeur COLOMBEAU

PERSONNEL ENSEIGNANT

. PROFESSEURS DES UNIVERSITES

ADENIS Jean-Paul	Ophthalmologie
ALAIN Luc	Chirurgie infantile
ALDIGIER Jean-Claude	Néphrologie
ARCHAMBEAUD Françoise	Médecine Interne
ARNAUD Jean-Paul	Chirurgie orthopédique et traumatologie
BARTHE Dominique	Histologie, Embryologie, Cytogénétique
BAUDET Jean	Clinique obstétricale et Gynécologie
BENSAID Julien	Clinique médicale cardiologique
BONNAUD François	Pneumologie
BONNETBLANC Jean-Marie	Dermatologie
BORDESSOULE Dominique	Hématologie et Transfusion
BOULESTEIX Jean	Pédiatrie
BOUQUIER Jean-José	Clinique de Pédiatrie
BOUTROS-TONI Fernand	Biostatistique et informatique médicale
BRETON Jean-Christophe	Biochimie et biologie moléculaire
CAIX Michel	Anatomie
CATANZANO Gilbert	Anatomie pathologique
CHASSAIN Albert	Physiologie
CHRISTIDES Constantin	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
COLOMBEAU Pierre	Urologie
CUBERTAFOND Pierre	Clinique de chirurgie digestive
DARDE Marie-Laure	Parasitologie
De LUMLEY-WOODYEAR Lionel	Pédiatrie
DENIS François	Bactériologie-Virologie
DESCOTTES Bernard	Anatomie
DESPROGES-GOTTERON Robert	Clinique Thérapeutique et Rhumatologique
DUDOGNON Pierre	Rééducation Fonctionnelle
DUMAS Michel	Neurologie
DUMAS Jean-Philippe	Urologie
DUMONT Daniel	Médecine du travail
DUPUY Jean-Paul	Radiologie et traitement de l'image
FEISS Pierre	Anesthésiologie et Réanimation chirurgicale

GAINANT Alain	Chirurgie digestive
GAROUX Roger	Pédopsychiatrie
GASTINNE Hervé	Réanimation médicale
GAY Roger	Réanimation médicale
GERMOUTY Jean	Pathologie Médicale et Respiratoire
HUGON Jacques	Histologie, Embryologie, Cytogénétique
LABADIE Michel	Biochimie et Biologie Moléculaire
LABROUSSE Claude	Rééducation Fonctionnelle
LASKAR Marc	Chirurgie thoracique et cardio-vasculaire
LAUBIE Bernard	Endocrinologie et Maladies métaboliques
LEGER Jean-Marie	Psychiatrie d'Adultes
LEROUX-ROBERT Claude	Néphrologie
LIOZON Frédéric	Clinique Médicale A
LOUBET René	Anatomie Pathologique
MALINVAUD Gilbert	Hématologie et transfusion
MENIER Robert	Physiologie
MERLE Louis	Pharmacologie
MOREAU Jean-Jacques	Neurochirurgie
MOULIES Dominique	Chirurgie infantile
OLIVIER Jean-Pierre	Radiothérapie et Cancérologie
OUTREQUIN Gérard	Anatomie
PECOUT Claude	Chirurgie orthopédique et traumatologie
PERDRISOT Rémy	Biophysique et traitement de l'image
PESTRE-ALEXANDRE Madeleine	Parasitologie
PILLEGAND Bernard	Hépatologie, Gastrologie, Entérologie
PIVA Claude	Médecine légale
PRALORAN Vincent	Hématologie et transfusion
RAVON Robert	Neurochirurgie
RIGAUD Michel	Biochimie et Biologie moléculaire
ROUSSEAU Jacques	Radiologie et traitement de l'image
SAUTEREAU Denis	Hépto-Gastro-Entérologie
SAUVAGE Jean-Pierre	Oto-Rhino-Laryngologie
TABASTE Jean-Louis	Gynécologie-Obstétrique
TREVES Richard	Thérapeutique
VALLAT Jean-Michel	Neurologie
VALLEIX Denis	Anatomie
VANDROUX Jean-Claude	Biophysique et traitement de l'image
WEINBRECK Pierre	Maladies infectieuses

SECRETAIRE GENERAL DE LA FACULTE, CHEF DES SERVICES  
ADMINISTRATIFS

POMMARET Maryse

A mes Parents,

sans lesquels je n'aurais pu  
apprendre la médecine.

Veillez accepter cette thèse comme  
remerciement de votre dévouement et  
votre gentillesse, qu'elle soit une  
récompense de vos efforts et  
sacrifices.

Avec tout mon amour.

A ma soeur,

pour ton aide durant ce travail et  
en remerciement de ton soutien moral  
et ta présence durant toutes ces  
années.

A mes frères.

en remerciement de votre attention.

A Monsieur le Professeur **BOQUIER**,

Professeur des Universités de Pédiatrie,  
Médecin des Hôpitaux,  
Chef de Service.

Nous avons pu apprécier au cours  
des stages hospitaliers votre  
disponibilité et votre capacité à  
nous apprendre la médecine avec  
simplicité.

En hommage à la richesse de votre  
enseignement, veuillez trouver ici  
le témoignage de notre gratitude et  
de notre profond respect.

A Monsieur le Professeur **BOULESTEIX**,  
Professeur des Universités de Pédiatrie,  
Médecin des Hôpitaux,  
Chef de Service,

Vous nous avez fait l'honneur de  
bien vouloir accepter de juger ce  
travail.

Veillez trouver ici l'expression  
de notre gratitude et de notre  
profond respect.

A Monsieur le Professeur **PIVA**,

Professeur des Universités de Médecine  
Légale,  
Médecin des Hôpitaux,  
Chef de Service.

Nous vous sommes très reconnaissant  
du soutien humain et des conseils  
pratiques que vous nous avez apportés  
au cours de notre cursus universitaire.

Nous tenons à vous exprimer toute  
notre gratitude pour votre partici-  
pation à ce jury.

A Monsieur le Professeur **DUMONT**,

Professeur des Universités de Médecine  
du Travail,  
Médecin des Hôpitaux.

Vous nous avez fait l'honneur de bien  
vouloir accepter de juger ce travail.

Veillez trouver ici l'expression de  
notre gratitude et notre respect.

A Monsieur le Docteur **LONGIS**,

Chirurgien pédiatrique,  
Assistant.

Nous avons pu apprécier aux décours  
de ce travail votre gentillesse et  
votre disponibilité.

En hommage à la richesse de vos  
conseils, veuillez trouver ici  
le témoignage de notre gratitude et  
de notre profond respect.

A Monsieur le Docteur **VERGNENEGRE**,

Docteur en Pneumologie,  
Praticien Hospitalier, responsable de  
l'unité fonctionnelle d'information  
médicale.

Vous nous avez fait l'honneur de bien  
vouloir accepter d'être membre du jury.

Veillez trouver ici l'expression  
de notre gratitude et notre respect.

S O M M A I R E

+ - + - +

INTRODUCTION

CHAPITRE I : CAS CLINIQUES - DISCUSSION

1 - METHODOLOGIE

2 - RESULTATS

3 - DISCUSSION

4 - CONCLUSION

CHAPITRE II : LEGISLATION

1 - IL EXISTE UN VIDE JURIDIQUE

2 - L'ENFANT ET LES ACCIDENTS DE LA  
CIRCULATION

3 - APERCU DES DISPOSITIONS LEGALES RELA-  
TIVES A LA PROTECTION DES ENFANTS EN  
VOITURE DANS LA C.E.E.

4 - COMMENT AMELIORER LA SITUATION ?

5 - LES EFFETS DE LA LOI SUR LE COMPORTEMENT  
HUMAIN

6 - CONCLUSION

CHAPITRE III : DISPOSITIF DE RETENUE POUR ENFANT

- 1 - OBJECTIF D'UN DISPOSITIF DE RETENUE  
POUR ENFANT
- 2 - COMPARAISON DES REGLEMENTS EN MATIERE  
DE DISPOSITIF DE RETENUE POUR ENFANT
- 3 - CARACTERISTIQUES FONDEES SUR LE GROUPE  
D'AGE ET DE POIDS
- 4 - COMMENT CHOISIR UN DISPOSITIF DE  
PROTECTION ?
- 5 - LES ENFANTS BLESSES QUOIQUE BIEN  
MAINTENUS
- 6 - RECHERCHES EN MATIERE DE DRE
- 7 - CONCLUSION

#### **CHAPITRE IV : TESTS - ACCIDENTOLOGIE - BIOMECANIQUE**

- 1 - STRATEGIE GLOBALE EN MATIERE DE SECURITE  
SECONDAIRE
- 2 - TESTS EFFECTUES SUR LES DISPOSITIFS DE  
RETENUE POUR ENFANT EN VUE DE LEUR  
HOMOLOGATION

**CONCLUSION**

**BIBLIOGRAPHIE**

**TABLE DES MATIERES**

**SERMENT D'HIPPOCRATE**

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

Dans notre société, les moyens de transports ont connu un essor formidable. Etant donné que l'on se déplace de plus en plus et que ces déplacements s'effectuent dans la plupart des cas en voiture, le nombre d'enfants exposés au risque d'accident de la voie publique en tant que passager, ne cesse d'augmenter.

Les accidents d'automobile sont une des causes principales de mortalité et de morbidité infantile.

Un an après le port obligatoire de la ceinture de sécurité aux places arrières, c'est au tour des enfants de devoir circuler maintenus dans des dispositifs de retenue homologués.

En effet, malgré la mise sur le marché depuis plusieurs années de systèmes de retenue et bien que des campagnes de sensibilisation du public soient faites, le taux de mortalité infantile en France par accident de la route et par nombre d'habitant demeure le plus élevé d'Europe.

Au travers de 30 cas d'enfants de 0 à 10 ans victimes d'accidents de la route, nous avons observé qu'un des facteurs principaux de gravité des blessures est l'éjection. Pour éliminer ce facteur, le gouvernement a légiféré en imposant le port de systèmes de retenue homologués pour les enfants de 0 à 10 ans, ceci étant corrélé à des campagnes d'informations du grand public.

Une étude des modèles de dispositifs de retenue nous a permis de juger de leur efficacité, de leur fiabilité et de leur facilité d'emploi.

L'analyse des différentes techniques d'approche en matière de prévention nous a fait voir quels sont les problèmes auxquels les responsables de la Sécurité Routière sont confrontés et les progrès que l'on peut attendre de la recherche en matière de biomécanique et de tests en chocs simulés ou réels.

CHAPITRE I :  
CAS CLINIQUES  
DISCUSSION

## 1 - METHODOLOGIE

Notre étude a consisté à répertorier dans les services de Pédiatrie et de Chirurgie pédiatrique du C.H.R.U. de LIMOGES, les cas cliniques d'enfants, âgés de 0 à 10 ans, impliqués dans des accidents de voitures comme passagers du véhicule, sur les années 1988, 1989, 1990, 1991 et 1992.

Nous avons retenu 30 cas correspondant à des enfants munis ou non d'un DRE (dispositif de retenue pour enfant), tous étaient installés à l'arrière du véhicule.

Au cours de la révision des dossiers, nous avons été confrontés à plusieurs problèmes :

- classement des dossiers fait selon la pathologie principale et non selon la cause de celle-ci,
- observation ne retraçant que succinctement ou pas du tout les circonstances de l'accident : type de choc, type de retenue, position de l'enfant avant le choc,
- peu d'informations concernant les enfants transférés dans d'autres centres hospitaliers pour rapprochement familial après avoir effectué les premiers soins au C.H.R.U..

Pour palier à ces difficultés, nous avons pris contact auprès des familles d'enfants impliqués et cela a permis effectivement de connaître quels étaient les systèmes de retenue employés, la place des enfants dans la voiture, le type du choc, l'évolution de l'enfant depuis ce traumatisme.

Nous nous sommes abstenus de contacter les familles endeuillées.

## 2 - RESULTATS

Les résultats sont réportés sur les tableaux ci-après. Nous pouvons tirer quelques conclusions de cette étude :

- \* sur les 30 enfants : 23 garçons,  
7 filles.
- \* age variant de 4 mois à 10 ans, l'âge moyen étant de 3,5 ans.
- \* le type de choc n'a pu être déterminé dans 3 cas, il a été frontal dans 24 cas,  
latéral dans 3 cas.
- \* l'enfant a été éjecté à l'extérieur du véhicule dans 5 observations, projeté dans l'habitacle contre les structures dans 5 cas.
- \* le nombre d'enfant muni d'un système de retenue est de 12. Le système de retenue est très variable :
  - ceinture de sécurité classique à 3 points d'attache ou ceinture abdominale,
  - couffin, landeau,
  - siège auto,
  - baby relax.
- \* les lésions sont nombreuses et certaines sont graves. On dénombre pour 30 enfants :
  - traumatisme cranien léger (sans perte de connaissance : 8 cas,

- traumatisme cranien grave (avec perte de connaissance, obnubilation, embarrure, hématomes...) : 15 cas (cf photos),
- traumatisme facial grave : 2 cas,
- fracture de fémur : 7 cas,
- fracture de tibia : 3 cas,
- fracture de bassin : 1 cas,
- luxation de hanche : 1 cas,
- fracture de l'humérus : 2 cas,
- contusions abdominales : 3 cas,
- rupture de rate : 1 cas,
- rupture d'anses intestinales : 1 cas,
- traumatisme thoracique grave : 2 cas.

Il est plus intéressant de comparer les lésions subies selon que l'enfant est maintenu ou non. 12 enfants étaient maintenus, les lésions observées sont :

- fracture de fémur : 1
- fracture de tibia : 2
- traumatisme cranien léger : 3
- traumatisme cranien grave : 1
- traumatisme facial grave : 1
- traumatisme thoracique grave : 1
- traumatisme abdominal : 3
- rupture de rate : 1
- rupture d'anses intestinales : 1

18 enfants n'étaient pas maintenus, les lésions observées sont :

- fracture fémur : 3
- traumatisme cranien grave : 13
- traumatisme cranien léger : 4
- fracture tibial : 1
- fracture humérus : 1

- traumatisme abdominal : 1
- décès : 2

\* la durée d'hospitalisation moyenne est de 17 jours avec des extrêmes de 1 jour à 4 mois.

\* l'évolution est très variable : 2 enfants sont décédés à la suite d'un oedème cérébral majeur.

\* les séquelles sont parfois importantes :

- troubles psychiatriques,
- syndromes pyramidaux,
- troubles oculaires,
- troubles mnésiques,
- troubles de l'attention,
- anxiété,
- néphrectomie,
- splénectomie,
- hémiplégie,
- déficit hypothalamo-hypophysaire,
- retard scolaire.

Les 12 enfants maintenus présentent comme séquelles :

- hernie hiatale,
- splénectomie et néphrectomie (ceinture abdominale stricte),

Les 18 enfants non maintenus présentent comme séquelles :

- déficit hypothalamo-hypophysaire,
- troubles mnésiques,
- troubles oculaires,
- surdité gauche,
- syndrome pyramidal,
- retard scolaire,
- troubles psychiques.

AGE	Sexe	Dispositif de retenue pour enfant	CHOC	AUTRE BLESSE	BLESSURES	EVOLUTION	SEQUELLES	DUREE HOSPI
1 1991 4 mois	M	Baby relax attaché au siège	Frontal + éjection extérieurement véhicule	Mère : fract. vert. + fémur G Grd-mère : Fract. 2 chevilles	Fracture fémur droit déplacée.	traction membre inférieur droit pendant 3 semaines, puis plâtre	0	30 j. + 3 sem. plâtre
2 1979 7 mois	M	Couffin non attaché	Latéral gauche + projection sur habitacle	0	Coma Stade I - Fract. temporale gche, frontale dte + déplacements ventriculaires latéraux. Trait de fract. occipito-pariétal gche. Déficit hémicorps dt important avec fixité du regard ==> intervention neuro-chirurgicale - méningite microbienne	Revu en CS régulièrement : est retrouvé un déficit statural de - 2DS. Se sert de son hémicorps gche de façon préférentielle (suivi par psychomotricien et orthophoniste). En 89, âge statural de 9 ans - 2DS, âge osseux de 9 ans pour 11 ans ==> traité par hormone de croissance jusqu'à la fin de sa croissance. Déficit hypothalamo-hypophysaire en hormone de croissance. Expertise faite et impliquant l'AVP dans l'origine de ce trouble de croissance.	1 mois	
3 1992 7 mois	M	Siège auto "Petit Clac"	Frontal	Mère : blessures légères	Fract. des 2 extrémités inférieures du tibia. TC sans PC.	Traitement orthopédique	0	4 j.
4 1991 7 mois et ½	M	Couffin non attaché	Frontal + éjection sur habitacle avant	Père	TC + PC. Coma profond. Difficultés respiratoires Fract. sus trochantérienne du fémur dt. Scanner : oedème cérébral important	DCD		4 j.
5 1989 7 mois ½	M	Baby relax attaché	Latéral	Chauffeur	TC. Lame d'hydroma sous dural au scanner. Fract. Lefort stade III non op.	Ponction de l'hématome sous dural à 2 reprises	0	1 mois

AGE	Sexe	Dispositif de retenue pour enfant	CHOC	AUTRE BLESSE	BLESSURES	EVOLUTION	SEQUELLES	DUREE HOSPI
6 1991 8 mois	M	Baby relax : fixé siège arr. : brisé après choc	Frontal	Chauffeur : blessure minime	TC sans PC. Egratignure arcade sourcillière droite	Bonne	0	1 j.
7 1990 8 mois	M	Aucun moyen de retenue	Frontal	4 décès ds AVP	TC + coma. Fract. fronto-pariéto-temporale dte + lame de sous dural en regard. Embarrure frontale gche. Fract. 1/3 moyen fémur gche. Fract. malaire gche	Bonne		2 mois
8 1990 1 an	F	Landeau attaché au siège	Frontal	Chauffeur	Plaie frontale due à un éclat de verre	Bonne	0	1 j.
9 1989 1 an 7 mois	F	Siège auto + ceinture	Frontal violent		TC sans PC. Enfant descendue dans son siège. Incision sous mentonnière due à la ceinture du siège	Bonne	0	2 j.
10 1992 1 an 8 mois	M	Siège auto + ceinture	Frontal	Chauffeur	trauma thoracique : volet costal gche. Oxygénodépendance pendant 24 h. Présence de sang dans estomac.	Bonne	TOGD 6 mois plus tard : hernie hiatale	16 j.
11 1992 1 an 10 mois	M	Siège auto + ceinture	Frontal	Chauffeur	Fract. extrémité sup. tibia dt. RAS par ailleurs	Bonne	0	1 j.
12 1991 2 ans 1/2	M	Ceinture adulte	Frontal	Frère : trauma abdo	Trauma abdominal. Plaie jambe gche. Echo normale, EEG normal	Bonne	0	5 j.
13 1990 3 ans	M	Aucun	Frontal	1 frère + 1 soeur : TC	TC sans PC + épistaxis	Bonne	0	2 j.

AGE	Sexe	Dispositif de retenue pour enfant	CHOC	AUTRE BLESSE	BLESSURES	EVOLUTION	SEQUELLES	DUREE HOSPI
14 1990 3 ans 2 mois	M	Aucun probablement		Chauffeur	TC sans PC. Hématome temporal. Fract. fémorale bilatérale	Traité par traction puis plâtre	0	30 j.
15 1989 3 ans 3 mois	M	Aucun	Frontal : éjecté à l'avant	Chauffeur	Coma + mydriase. Fract. fémur gche. Scanner : oedème + léger effet de masse	Cécité corticale bilatérale transitoire	0	1 mois
16 1990 3 ans 9 mois	F	Aucun probablement		Soeur cadette DCD Mère : fract orbit. dte	Coma stade II. Fract. 1/3 sup. humérus dt. Fract. 1/3 inf. fémur gche Oedème cérébral	Disparition oedème cérébral	Troubles mnésiques Troubles oculaires	1 mois
17 1990 4 ans 1/2	F	Aucun probablement	Ejecté du véhicule	Chauffeur	TC + PC + signes de décompensation. Otorragie dte Fract. fémoral gche	Intubée, ventilée pendant 11j. Hémiplégie dte, paralyse faciale	Surdité gche de 20 DB. Psychoréhabilitation. Syndrome pyramidal global, surprotection maternelle considérable.	2 mois
18 1990 5 ans	M	Aucun	Frontal + éjection	0	TC + PC. Agitation puis somnolence. Fract. ouverte stade I 1/3 inf. jambe dte Plaie 1/3 sup. Scanner : contusion hémorragique + sang intraventriculaire	Episode d'engagement intubé ventilé	Neuro : normal Suivi par éducateur en 90 - 91 En 92, entre en cours préparatoire sans éducateur	1 mois
19 1990 5 ans	M	Non attaché	Frontal	1 soeur TC 1 frère TC	TC + impact fronto-malair dt. Intubé, ventilé. Suspicion d'embarrure fronto-temporale dte	Bonne	Enurésie passagère Anxiété lors des transports	8 j.
20 1992 5 ans	M	Aucun probablement	Latéral. Ejecté hors du véhicule	Mère DCD Frère DCD	Fract. 1/3 moyen humérus dt broché. Fract. crâne : pariéto-occipital dt. Scanner : oedème cérébral	Bonne	Totale récupération physique mais difficulté psychique.	3 j. puis transfert autre centre

AGE	Sexe	Dispositif de retenue pour enfant	CHOC	AUTRE BLESSE	BLESSURES	EVOLUTION	SEQUELLES	DUREE HOSPI
21 1989 5 ans 1 mois	M	0	Frontal		Fract. écaille occipitale TC sans PC. Fract. pariétale gche. Brèche méningée	Bonne	0	10 j.
22 1989 5 ans 5 mois	M	0	Frontal		Coma stade III d'emblée. Scanner : hémorragie intraventriculaire	DCD		1 j.
23 1991 6 ans	M	Ceinture de sécurité adulte	Frontal	Frère + Chauffeur	Trauma abdo + hématurie. TC + épistaxis Inhalation pulmonaire	Bonne Examens complémentaires normaux	0	5 j.
24 1988 6 ans 3 mois	M	0	Frontal impliquant 4 voiture	3 DC 7 blessés	TC + PCI. Coma stade I Hématomes frontaux. Scanner + écho normaux	Bonne	0	4 j. puis autre C.H.U.
25 1990 9 ans	M	Non attaché	Frontal	Chauffeur	TC. Obnubilation. Scanner : oedème hémisphérique gche	Bonne	0	2 j.
26 1990 9 ans 4 mois	F	0	Frontal. Ejection à l'avant du véhicule	Chauffeur	TC + PC. Plaie frontale. Vomissements. Glasgow 5 Rx : fract. frontale + embarrure. Scanner : brèche méningée opérée	Bonne	0	10 j.
27 1991 9 ans ½	M	Ceinture abdo unique	Frontal. Proje té contre siège avant, siège arrière arraché	Chauffeur	Ventre de bois. TC sans PC Rupture de rate, éclatement du 2è et 3è duodénum Brèche sur veine porte. Brèche pleurale + hémorax	Néphrostomie dte	Splénectomie Néphrectomie dte	sup. à 4 mois

AGE	Sexe	Dispositif de retenue pour enfant	CHOC	AUTRE BLESSE	BLESSURES	EVOLUTION	SEQUELLES	DUREE HOSPI
28 1990					TC. Coma stade II. Fract. clavicule dte. Disjonction pubienne sacro-iliaque dte Luxation hanche dte. Scanner : contusion fronto-temporale gauche sans oedème Echo : épanchement intra-péritonéal	Bonne		4 j. puis trans fert dans autre CHU
9 ans ½	F	0	Frontal Ejectée	Père DCD				
29 1990 10 ans	F	0	Frontal	2 frères : TC	TC sans PC Trauma cheville dte	Bonne	0	1 j.
30 1990 10 ans	M	Ceinture sécurité arrière	Frontal	Chauffeur	TC sans PC	Bonne	0	1 j.

### 3 - DISCUSSION

Nous avons observé que dans tous les cas, les enfants étaient installés aux places arrières. Ceci s'explique de part l'obligation en 1975 d'installer les enfants de moins de 10 ans aux places arrières.

Des 30 observations, on constate que 80 % des chocs sont frontaux et 10 % latéraux. Le pourcentage de choc frontaux est nettement supérieur à celui de la moyenne nationale (60 %).

Ces 30 cas sont peu exhaustifs, mais permettent de comparer les traumatismes subis chez des enfants libres de tous mouvements et ceux munis d'un système de retenue quel qu'il soit.

Il est difficile de faire des conclusions objectives sur l'efficacité de chaque système de fixation, mais il est intéressant de noter que les blessures subies par l'enfant maintenu sont dans l'ensemble moins graves que dans les autres cas.

Il faut remarquer que les 2 seuls décès sont survenus chez des enfants âgés de 7 mois et demi et 6 ans et demi, tous deux n'étant protégés par aucun moyen de retenue.

Cependant, il faut tempérer cette affirmation par la violence du choc, la qualité du maintien. 4 cas sont particulièrement intéressants parmi les enfants maintenus :

- cas n° 3 : choc frontal, présentant une fracture des 2 extrémités inférieures du tibia dûe au siège avant,

- cas n° 11 : choc frontal, 2 fractures extrémités supérieures du tibia,
- cas n° 9 : choc frontal, plaie sous mentonnière dûe à la ceinture, l'enfant ayant glissé sous la ceinture,
- cas n° 27 : choc frontal, traumatisme abdominal avec rupture de rate, plaie veine porte, perforation digestive dûe à une ceinture abdominale exclusive.

Ces deux derniers cas démontrent l'utilité d'avoir d'une part un système de retenue adapté à la classe d'âge et de poids, et d'autre part, que ce système assure un bon maintien, ceinture réglée au niveau de la racine supérieure des cuisses ou ceinture passant entre les cuisses de l'enfant.

Il paraît évident que les risque de blessures et/ou de séquelles varient selon la violence du choc. Il est difficile d'appréhender ce critère, néanmoins on constate dans les 30 cas un nombre important de blessés associés.

Dans les 30 cas étudiés, nous pouvons noter un taux élevé d'atteinte cranio-faciale subie au décours du choc. Ceci est à rapporter au fait que la masse et le volume de l'encéphale sont proportionnellement plus importants chez l'enfant de moins de 10 ans que chez l'adulte et au fait que la musculature et la charpente (rachis, ligaments) céphalique infantile sont beaucoup plus frêles que chez l'adulte.

Dans les cas étudiés, on ne note aucun traumatisme rachidien et en particulier de tétraplégie, ceci venant peut être de notre choix d'observations.

On note que l'éjection, qu'elle soit partielle (projection de l'arrière vers l'avant sur le tableau de bord ou autres structures de l'habitacle) ou complète (projection hors du véhicule) est toujours un élément de gravité pour l'enfant.

On constate que les séquelles enregistrées après les accidents sont beaucoup plus importantes en nombre et en gravité pour les enfants non maintenus, à l'exception du cas n° 27.

Conclusion de cette étude clinique :

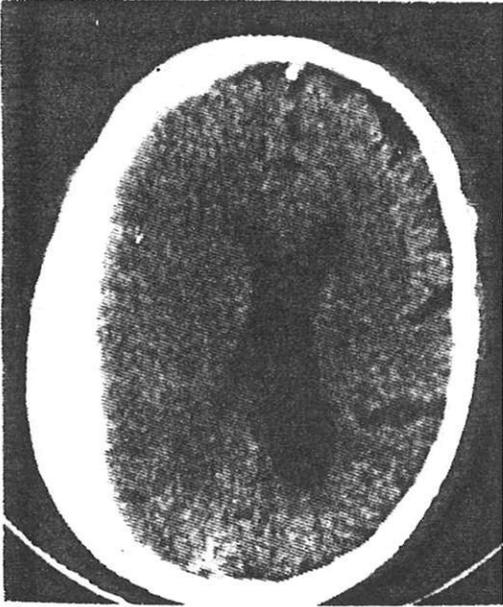
- 30 enfants,
- peu sont maintenus,
- il existe une forte proportion de chocs frontaux,
- quantité importante de traumatismes craniens.

**4 - CONCLUSION**

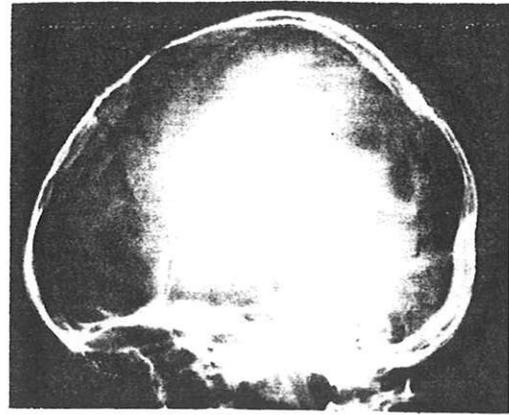
Au terme de cette étude de 30 cas, nous nous rendons compte que les accidents de la circulation de l'enfant de moins de 10 ans constituent un des problèmes majeurs de santé publique.

En effet, bien que statistiquement un accident de la route soit un évènement peu fréquent, il n'en demeure pas moins que ses conséquences sont majeures et ne peuvent être sous estimées :

- conséquences familiales : décès, atteinte physique, troubles neurologiques et psycho-comportementaux, retards scolaires,
  
- conséquences sociales : frais d'hospitalisation, éducateurs, appareillage, arrêt de travail des parents, pertes en vies humaines.



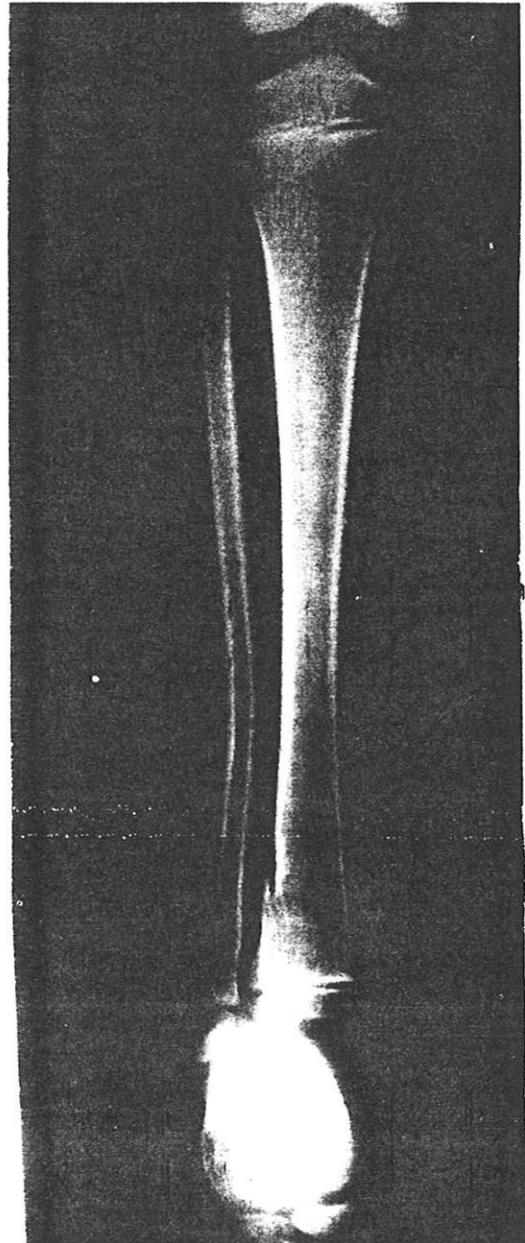
Hématome hyperdense en croissant limite interne concave avec effet de masse



Disjonction traumatique de la suture coronale enfant de 10 ans



Fracture du crane linéaire pariétale



Fracture extrémité inférieure du tibia droit enfant de 6 ans

CHAPITRE II :

LEGISLATION

Les accidents représentent un lourd fardeau pour un pays ou une communauté si l'on tient compte des vies ainsi perdues. C'est pourquoi il faut insister énergiquement sur le fait que la prévention des accidents de la voie publique permet de sauver des vies : qu'y a-t-il de plus précieux dans notre société ? (45, 53, 82, 93).

Cette étude de 30 enfants, bien que peu nombreux par rapport à 5 300 enfants blessés ou tués dans la C.E.E. par accident de la route nous permet de comprendre quels sont les problèmes : que fait la loi pour éviter ce massacre ? (45, 60, 82).

### 1 - IL EXISTE UN VIDE JURIDIQUE

Malgré la gravité de ce bilan, la loi en FRANCE n'imposait pas, jusqu'en 1992, l'utilisation de dispositifs de sécurité pour le transport des enfants.

En effet, l'obligation qui était faite depuis 1975 d'installer les enfants de moins de 10 ans à l'arrière du véhicule était loin de suffire à leur totale protection.

Par ailleurs, la ceinture de sécurité, dont le port est obligatoire aux places arrières depuis le 1er Décembre 1990, ne concernait dans la pratique qu'essentiellement les adultes. En effet, ce système de retenue n'est pas adapté à la morphologie de l'enfant (71). On a relevé plusieurs cas de blessures abdominales, de fracture de colonne lombaire secondaires au traumatisme de la sangle abdominale des ceintures adultes auprès de jeunes enfants (11).

\* ENFANTS, VICTIMES DESIGNÉES

L'enfant, jusqu'alors même assis à l'arrière, est le plus souvent debout entre les sièges avants ou à genoux sur la banquette arrière ou encore allongé sur le hayon arrière. Rien ne le protège au moment du choc. Même à très basse vitesse, il est projeté contre les éléments rigides (montant de portière, tableau de bord, armature des sièges avants), voire éjecté du véhicule (71, 88, 120).

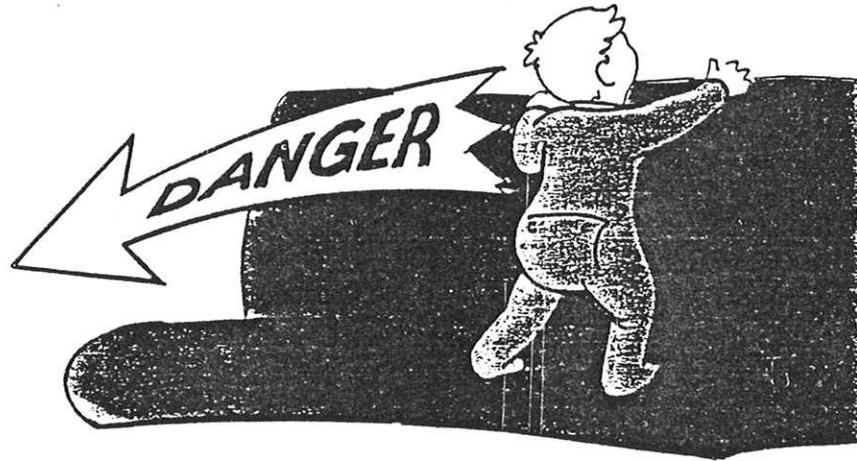


Schéma 1 (69)

L'éjection multiplie par 6 le risque d'être tué. Elle est toujours suivie de conséquences graves voire mortelles.

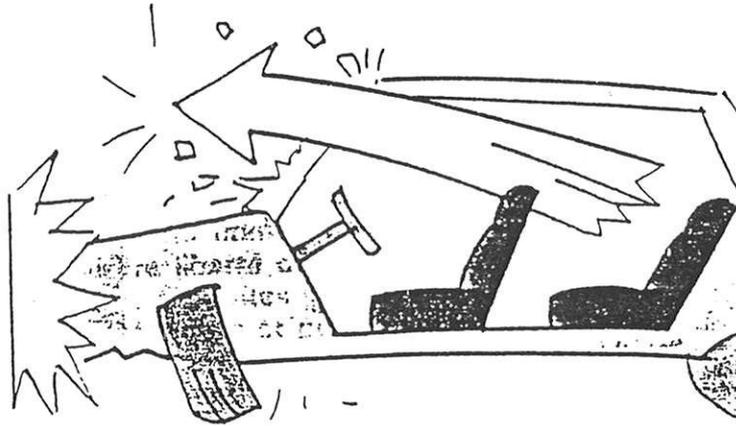


Schéma 2

En cas d'accidents, 17 % des enfants non attachés sont éjectés et les blessures sont le plus souvent localisées à la tête (83, 120).

## 2 - L'ENFANT ET LES ACCIDENTS DE LA CIRCULATION

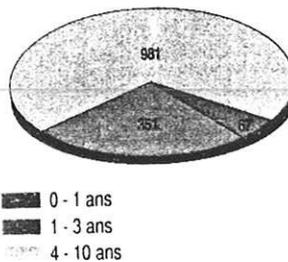
Bien que le nombre d'enfants âgés de 0 à 10 ans morts dans les accidents de la voie publique ait diminué de 50 % entre 1970 et 1985, ceci grâce aux différents règlements adoptés (limitation de vitesse en 1970, installation des enfants de moins de 10 ans à l'arrière en 1975, port de ceinture de sécurité obligatoire à l'arrière en 1991...), le problème de la sécurité des enfants passagers de voitures légères reste préoccupant et constitue un problème majeur de santé publique (51, 82, 104).

La part des accidents de la route dans l'ensemble des causes de décès accidentels de l'enfant

augmente régulièrement avec l'âge. Elle dépasse 50 % à l'âge de 6 ans et atteint 60 % autour de 10 ans (13, 30, 64, 98).

Une étude de 1399 cas d'accident mortels touchant les enfants de 0 à 10 ans retrouve une proportion de :

- 75 % des enfants de 4 à 10 ans,
- 25 % des enfants de 1 à 3 ans
- 5 % des enfants de 0 à 1 an



Déjà en 1985, une estimation d'une chute de 80 à 90 % de la mortalité et de la morbidité de cette population d'âge était envisageable, mais pour cela la condition était de pallier à l'insuffisance des taux d'équipements dans les voitures du port de dispositifs et de leur utilisation correcte. A ce moment là, la Communauté Européenne avait alors inscrit ce thème comme priorité pour les années 1989 - 1990 (13, 17, 26, 73).

En 1990, 200 enfants de moins de 10 ans sont décédés dans des accidents de la voie publique en FRANCE et plusieurs milliers ont été blessés. L'exemple d'autres pays peut permettre de juger des résultats à attendre de la généralisation des systèmes de retenue pour enfants (65).

En Suède par exemple, le taux d'utilisation des DRE est de 80 % (devrait être de 100 % car une loi en impose l'utilisation depuis 1988) et le taux de mortalité infantile dans les voitures est le plus faible de tous les pays européens. Le risque d'être tué en tant que passager de voiture rapporté au nombre d'habitants est 5 fois plus élevé en France qu'en Suède (58, 72).

En 1991, on constate que seulement 20 à 25 % des enfants sont correctement retenus en France alors que sont proposés sur le marché depuis quelques années des DRE homologués, mais leur emploi n'est pas obligatoire. Ces chiffres en 1991 sont très en dessous de la moyenne des différents pays européens. On estime alors que 8 % des causes de décès entre 1 et 15 ans sont liées à l'absence d'utilisation de DRE (32, 36).

Les enfants de moins de 10 ans tués lors d'un accident de la circulation le sont pour la moitié en tant que passagers de voitures particulières. On déplore ainsi chaque année dans cette catégorie près de 200 morts et plus de 1 000 blessés graves.

Une enquête menée par l'INRETS (Institut National de Recherche sur les transports et leur Sécurité) en 1990 fait apparaître que les dispositifs de protection pour les enfants sont insuffisamment utilisés, 10 % seulement des enfants de moins de 10 ans sont protégés. La non utilisation des DRE résulte de la méconnaissance ou d'idées fausses sur les conséquences des accidents :

- 70 % des accidents ont lieu sur de courts trajets (15 kms du domicile),

- même à vitesse réduite, un enfant n'est pas protégé lorsqu'il est maintenu dans les bras d'un adulte. Un enfant de 25 kgs soumis à un choc à 50 km/h se transforme en un projectile d'une tonne (17, 83, 120).

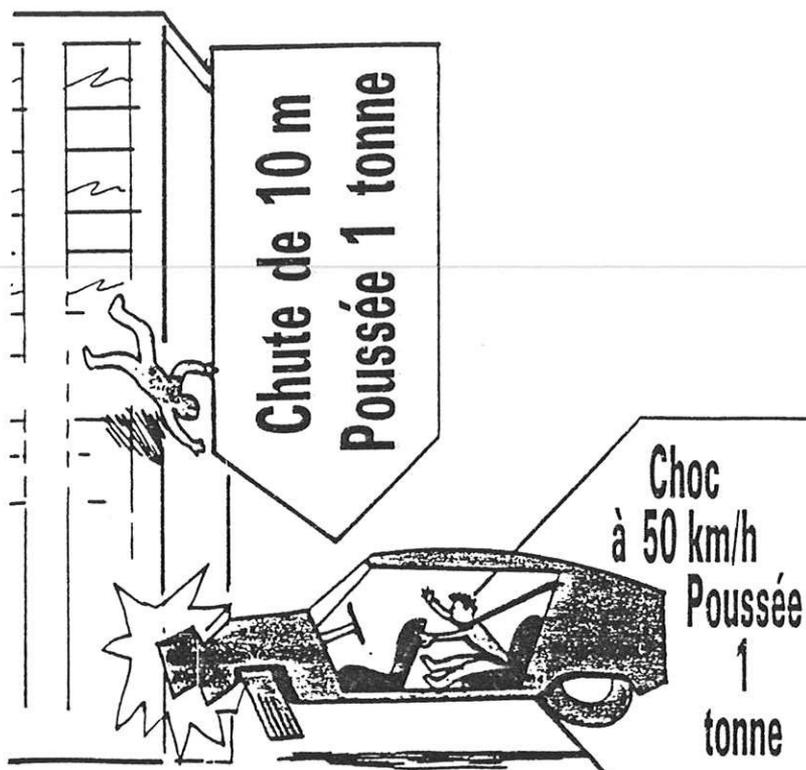


Schéma 3 (69)

Par l'utilisation de dispositifs adaptés visant à rendre l'enfant solidaire de l'habitacle évitant ainsi les risques d'éjection et la transformation de l'enfant en projectile, la gravité des accidents de la voie publique de l'enfant pourrait être considérablement réduite. Ce sont les mêmes raisons qui avaient présidé à la mise en place par étapes du port obligatoire de la ceinture à l'avant comme à l'arrière des véhicules (17, 83).

**3 - APERCU DES DISPOSITIONS LEGALES RELATIVES A LA PROTECTION DES ENFANTS EN VOITURE DANS LA C.E.E.**

Le chapitre vise à comparer les règlements nationaux concernant la manière d'installer les enfants en voiture et les mesures de protection en vigueur dans chaque état membre de la C.E.E.. Les dispositions légales en vigueur en Suède ont été incluses de manière à permettre la comparaison avec un pays européen disposant d'un système performant de normes de sécurité routière. Nous avons réuni sous forme de tableau les dispositions légales de chaque état membre de la C.E.E.. (60) (Tableau I).

	Ceintures de sécurité arrière équipement	utilisation	âge limite années
Belgique	optionnel	facultative	12
RFA	obligatoire	obligatoire	12
Danemark	optionnel	facultative	15
Espagne	optionnel	facultative	12
France	obligatoire	facultative	10
G.-Bretagne	optionnel	facultative	14
Grèce	optionnel	facultative	10
Irlande	optionnel	facultative	17
Italie	optionnel	facultative	10
Luxembourg	optionnel	facultative	10
Pays-Bas	obligatoire	facultative	12
Portugal	optionnel	facultative	12
Suède	obligatoire	obligatoire	7

Tableau 1 : Dispositions légales relatives aux ceintures de sécurité de voitures et à la place des enfants en voiture

L'aperçu donné au tableau I montre qu'en 1989, l'âge limite légal pour les enfants voyageant à l'avant des voitures est très variable (7 à 17 ans). Même s'il n'est pas possible d'obtenir des données sur le pourcentage de passagers en voiture pour la C.E.E., on peut estimer que sur plus de 90 % de tous les trajets, les passagers enfants sont placés à l'arrière.

Cependant en 1989 en Espagne et au Danemark, un enfant peut théoriquement occuper la place du passager avant et ce quelque soit son âge. Contrairement au cas de la Suède, en 1989, il n'existe généralement pas d'expériences spécifiques en matière de sécurité dans la C.E.E. pour les places arrières qui sont certainement celles que les passagers enfants occupent le plus souvent (60) (Tableau II).

	Enfants en voiture		
	sur le siège passager autorisé	avant condition	à l'arrière protection/ caractéristiques
Belgique	NON	-	aucune
RFA	OUI	avec CRS	CRS recommandé
Danemark	OUI	port de la ceinture	aucune
Espagne	OUI	port de la ceinture*	aucune
France	NON	-	aucune
G.B.	OUI	port de la ceinture enfants en bas âge à partir d'un an	dans CRS
Grèce	NON	-	aucune
Irlande	OUI	port de la ceinture	aucune
Italie	OUI**	avec CRS à partir de 4 ans	aucune
Lux	NON	-	aucune
P.B.	OUI	avec CRS	aucune
Portugal	NON	-	aucune
Suède	OUI	avec CRS	CRS obligatoire

\* seulement en dehors des agglomérations et sur autoroute.

\*\* depuis 1989.

Tableau II

Dès 1988, une analyse suédoise des accidents dont sont victimes les enfants, confirme le fait qu'une protection élevée peut être atteinte pour les nourrissons et les enfants en bas âge. Le nombre d'enfants protégés par un système de retenue augmentant chaque année, c'est dans le groupe d'âge de 0 à 3 ans que la diminution du nombre de décès d'enfants passagers enregistrés en Suède est la plus nette. Dans cette catégorie d'âge, aucun enfant n'a subi de blessure mortelle depuis 1987 (21, 58, 60, 120) (Tableau III).

Nourrissons et enfants de moins de 3 ans

	% d'enfants attachés	Décès dans des accidents de voiture
1983	18	4
1984	30	5
1985	34	2
1986	62	3
1987	69	1
1988	79	3

Tableau III

Une analyse de 2 763 cas d'accidents de voiture impliquant des enfants en Suède a permis d'établir un pourcentage de risque de blessures en fonction du système de retenue (tableau IV (60)).

---

L'analyse de 2 763 accidents de voiture impliquant des enfants a permis d'établir un pourcentage de risque de blessures :

Non attachés.....	15,6 %
Attachés par la ceinture de sécurité arrière.....	8,9 %
Avec CRS traditionnel.....	6,9 %
Avec CRS monté dans le sens contraire à la marche	1,2 %

---

Tableau IV : risque d'accident pour les enfants en  
voiture

Dans ce tableau, on peut conclure d'une part sur l'efficacité d'un système de retenue par rapport au fait que l'enfant ne soit pas retenu et d'autre part, de l'utilité d'un DRE inversé pour les enfants de moins de 3 ans.

L'étude suédoise analyse l'effet de protection des CRS en comparant les informations en provenance de divers pays. La méthode utilisée consiste à calculer le taux de mortalité infantile dans les accidents pour un million d'enfants âgés de moins de 6 ans. Le tableau suivant permet de classer certains pays européens par ordre croissant pour ce qui est de la sécurité des passagers enfants (tableau V (60)).

	Population	Nombre d'enfants	Taux
	en millions	décédés en	de
		voiture	mortalité
France	4.55	117	25.7
Danemark	0.32	6	18.8
Espagne	2.90	52	17.9
Belgique	0.73	10	13.7
RFA	3.60	39	10.8
Royaume-Uni	4.40	41	9.3
Grèce	0.77	7	9.1
Pays-Bas	1.06	8	7.6
Suède	0.58	4	6.8

Tableau V : Taux de mortalité infantile annuel par million d'habitants pour les enfants de moins de 6 ans

Selon les statistiques de 1989, la France est donc lanterne rouge pour les accidents de passagers automobiles dans la tranche des 0 - 6 ans (23, 120).

#### **4 : COMMENT AMELIORER LA SITUATION ?**

Par l'étude de 1991 montrant le taux très faible d'utilisation des DRE (environ 10 %), on s'aperçoit que malgré l'information donnée par les médias, les centres scolaires, la population de parents d'enfants de 0 à 10 ans ne se sent que très peu concernée (46, 77).

#### **4 - 1 : LEGISLATION**

#### **\* INTRODUCTION**

Dans le domaine de la santé publique, légiférer et réglementer ne constituent pas les modes les plus usuels de prévention. En effet, de telles procédures sont choisies face à des problèmes de santé particulièrement fréquents, potentiellement source d'une mortalité élevée ou d'invalidités au poids économique très lourd. Ce mode de prévention peut également être perçu comme la meilleure réponse à des problèmes pour lesquels la compliance est particulièrement faible même lorsque sont utilisés des stratégies préventives du type éducation, information pour la santé (3, 15, 18, 28, 46, 95, 118).

#### \* LES TEXTES

##### - Les textes réglementaires

**1969** : Arrêté de Février :

Obligation pour les constructeurs de doter les places avants des véhicules légers de ceinture de sécurité.

**1973** : Décret du 28 Juin :

application des articles R53 et R104 du Code de la Route :

Le port de la ceinture de sécurité pour le conducteur et les occupants des places avants latérales des véhicules légers circulant hors agglomération est obligatoire à dater du 1er Juillet 73... Sont dispensés les enfants et les personnes justifiant d'une contre-indication médicale.

- 1974** : Décret du 28 Décembre :  
Extension de l'obligation en agglomération sur les voies exclusivement réservées à la circulation des véhicules légers et entre 22 h et 6 h sur toutes les catégories de routes. Extension de la dispense aux conducteurs de taxis.
- 1975** : Arrêté du 16 Juillet :  
Obligation d'équiper de ceintures de protection les véhicules légers mis en service entre le 1er Juillet 1968 et le 1er Avril 1970 et ultérieurement aux mises en circulation entre le 1er Septembre 1966 et le 1er Juillet 1968.
- 1979** : Obligation pour les constructeurs d'équiper de ceintures de sécurité les places arrières des véhicules légers.
- 1989** : Décret du 4 Décembre :  
Le port obligatoire de la ceinture de sécurité est étendue aux petits camions et camionnettes.
- 1990** : Arrêté du 9 Juillet :  
Le port de la ceinture de sécurité est obligatoire aux personnes occupant les places arrières des véhicules automobiles d'un poids total autorisé en charge n'excédant pas 3,5 tonnes déjà équipés de ceintures de sécurité à compter du 1er Décembre 1990.
- 1991** : Décret et arrêté du 27 Décembre :  
Pour les enfants de moins de 10 ans, l'utilisation d'un système de retenue pour enfants, homologué, adapté à leur taille et à leur poids, est obligatoire en circulation.

Ces dispositions sont applicables à compter du 1er Janvier 1992.

Actuellement, le port de la ceinture de sécurité n'est pas obligatoire pour l'occupant de la place centrale à l'arrière du véhicule.

Pour l'avenir, une directive de la C.E.E. est à l'étude et une circulaire devrait prévoir la pose systématique d'une ceinture de sécurité à la place centrale arrière dans tous les nouveaux véhicules (66).

- Les dérogations à l'utilisation  
d'un système de retenue

**Articles 4, 5, 6, arrêté du 27 Décembre 1991 (Journal Officiel du 29 Décembre 1991).**

**Art. 4 :** Pour les enfants de moins de 10 ans, l'utilisation d'un dispositif de retenue n'est pas obligatoire :

- lorsqu'ils justifient d'une contre-indication médicale attestée par un certificat médical comportant le symbole d'exemption figurant en annexe au présent arrêté,
- lorsqu'ils sont transportés dans les taxis, voitures de grande et de petite remise et tous les autres véhicules affectés au transport public de personnes.

**Art. 5 :** L'interdiction de transporter aux places avants d'un véhicule automobile les enfants de moins de 10 ans définie à l'alinéa 6 de l'article R53-1 du Code de la Route n'est pas applicable dans le cas :

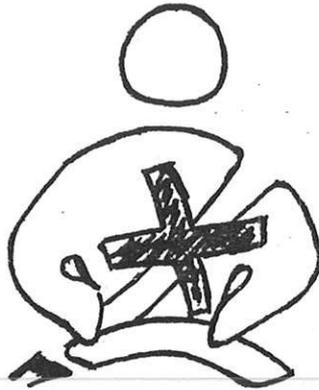
- de véhicule ne comportant pas de siège arrière,
- de véhicules dont les sièges arrières sont momentanément inutilisables,
- de voitures particulières transportant des enfants en nombre tel qu'ils ne peuvent être tous placés à l'arrière ou dont les dispositifs de retenue à l'arrière sont tous utilisés par des enfants,
- de véhicules de transport en commun de personnes, à condition que tous les autres sièges soient occupés par des enfants.

**Art. 6 :** Les systèmes de retenue homologués pour les enfants de moins de 10 ans ne doivent pas être utilisés aux places avant des véhicules automobiles sauf dans le cas où :

- conformément au 6ème alinéa (a) de l'article R53-1, l'enfant est transporté face à l'arrière dans un siège spécialement conçu à cet effet,
- il y a impossibilité de transporter des enfants à l'arrière dans les cas définis à l'article 5 ci-dessus.

**Art. 8 :** Les dispositions du présent arrêté sont applicables à compter du 1er janvier 1992.

Symbole d'exemption à l'utilisation d'un DRE  
et au port de la ceinture de sécurité



L'avènement de cette loi est un pas énorme en matière de sécurité à l'échelon national, mais aussi Européen. En effet, cette loi prend effet pour tous les états membres de la C.E.E..

Cette nouvelle réglementation introduit la responsabilité du conducteur : "tout conducteur d'un véhicule d'un PTAC de moins de 3,5 tonnes équipé de ceintures de sécurité doit s'assurer qu'en circulation les passagers âgés de moins de 13 ans qu'il transporte sont retenus soit par un système homologué de retenue pour enfant, soit par la ceinture de sécurité ; le conducteur contrevenant à cette clause est justifiable des mêmes sanctions que pour la ceinture de sécurité à savoir d'une amende forfaitaire de 2ème classe, 250 francs par enfant non retenu. Celle-ci peut être ramenée à 150 francs en cas de paiement immédiat (99). Cette amende peut paraître disproportionnée par rapport aux risques encourus par les enfants non retenus, mais pénalisation qui permet toutefois de renforcer l'adhésion de la population en matière d'application de cette nouvelle législation.

**\* FACTEURS INFLUENCANT LE SUCCES OU L'ECHEC  
DE LA MESURE PROPOSEE**

- Acceptabilité de la mesure proposée

Plusieurs études indiquent que toute mesure qui demande aux individus une importante quantité d'efforts ou une répétition d'action (boucler la ceinture) sont mal acceptées (107, 118, 124, 125).

L'atteinte à la liberté individuelle est un argument (souvent magnifiée par les médias) si fort qu'il peut conduire à l'abrogation d'une loi comme ce fût le cas pour la loi sur la ceinture dans le Massachussetts après une enquête d'opinion (79, 113, 122).

Tout le problème est de caractériser "l'atteinte à la liberté individuelle". Le coût induit par la mesure joue un rôle prépondérant dans le cas de dispositifs pour enfants très chers. Ils sont par ailleurs vécus comme source d'inconfort et de sacrifice du plaisir de l'enfant (7, 48, 87, 118).

- Facteurs individuels

Ces facteurs limitants les modifications de comportements attendues ont été abordés dans de nombreuses études dont les résultats sont convergents.

- les facteurs démographiques ont été  
particulièrement étudiés

- l'âge de l'enfant passager :  
le pourcentage d'enfants retenus baisse régulièrement avec l'âge dans toutes les études,
  
- l'âge et le sexe de l'adulte :  
les études des enfants de mères âgées de moins de 20 ans sont moins souvent retenus que les autres. Chez les adolescents, le port de la ceinture diminue régulièrement avec l'âge entre 16 et 18 ans. Les femmes utilisent plus la ceinture que les hommes.

- Facteurs socio-économiques et  
culturels

Le bon niveau éducatif, l'absence de vie maritale des parents, la faiblesse des revenus, le nombre élevé d'enfants dans la fratrie, la consommation de tabac pendant la grossesse de la mère, l'absence d'allaitement au sein ont été identifiés comme facteurs associés à la non contention des enfants en voiture (102, 118).

Il est probable que ce sont les facteurs socio-économiques et culturels qui expliquent les différences observées selon l'ethnie dans les pays dans lesquels les données statistiques sont analysées en tenant compte des facteurs ethniques. Ainsi à partir des données de la National Health Interview Survey, on a pu constater que le pourcentage de jeunes enfants retenus en voiture était aux U.S.A. de 16 % parmi les familles noires, 38 % parmi les familles blanches non hispaniques.

Plusieurs études indiquent qu'il existe chez les usagers de la route une estimation tout à fait personnelle subjective et inadéquate du risque dans la

circulation. Ainsi les trajets courts sont vécus comme sans danger et ne justifiant pas l'utilisation d'un système de retenue. Le mythe d'un enfant mieux protégé s'il est tenu serré sur les genoux d'un parent, reste profondément ancré. L'usage des systèmes de retenue correspond finalement à l'introduction d'un nouveau comportement dans le répertoire des comportements culturellement acceptés et transmis. Par ailleurs, le degré de compliance est le plus bas chez les personnes le plus à risque d'accident, et il existe notamment une forte corrélation entre la conduite en état d'ivresse, le non port de la ceinture, le non respect de signalisation et l'excès de vitesse. Ces mêmes sujets ont également plus que d'autres recours au tabac et à la drogue. Devant cette résistance à toute forme de prévention et cette faible compliance malgré le risque de pénalisation et malgré les effets objectivement positifs des lois, on est amené à s'interroger sur des facteurs psychologiques profonds (118).

Derrière les nombreux arguments "objectifs" exposés par les parents pour ne pas attacher leurs enfants en voiture (coût, difficultés d'installation, mécontentement de l'enfant), s'attacher eux-mêmes, réduire la vitesse..., se cachent probablement le refus de la frustration, la non acceptation du principe de réalité (le risque et la nécessité de la prévention) au détriment du principe de plaisir (la liberté de mouvement, la vitesse) et enfin le besoin de scotomisation de la mort. En effet, attacher son enfant, c'est reconnaître implicitement l'éventualité de l'accident et l'éventualité de sa mort (7, 118).

**4 - 2 : CONCEPTION D'UNE CAMPAGNE VISANT A  
AMELIORER LA SECURITE DES PASSAGERS  
ENFANTS**

L'objectif d'une telle campagne est de faire prendre conscience aux parents du problème (60).

**\* PRESENTATION DU PROBLEME**

Il est relativement aisé de convaincre les gens du fait que les enfants peuvent être blessés dans les virages en cas de freinage brusque s'ils ne sont pas attachés. Il reste néanmoins beaucoup plus difficile de leur faire prendre conscience de l'importance des forces d'inertie qui entrent en jeu en cas de collision frontale. En cas de choc frontal à 50 km/h, tous les passagers du véhicule sont soumis à une force représentant 20 à 30 fois leur propre poids. Il apparaît clairement que cette charge ne peut être absorbée que par un système de retenue solide et pouvant absorber l'énergie qui sera ensuite transmise au corps humain de façon atténuée de manière à diminuer le risque de blessure (16, 59, 76, 102).

**\* METHODES UTILISEES**

- Films : prises à grande vitesse de crash-test effectués dans les laboratoires à l'aide de mannequins (films montés et diffusés à la demande de la Prévention Routière, du Ministère de la Santé et des Transports, des constructeurs automobiles et de sièges auto, des compagnies d'assurance, d'associations diverses à caractère social...) (18, 50, 60, 103).

- Campagnes d'informations du public : la distribution aux jeunes parents d'informations leur

exposant les risques pour leur bébé si celui-ci n'est pas attaché en voiture, ce dès son premier voyage à la sortie de l'Hôpital (fait aux USA, Canada, Nouvelle-Zélande) (35, 51, 102).

- Campagnes auprès des écoles : par le biais des enfants en leur distribuant des schémas simples montrant des figurines munies de DRE (schéma 1 et 2). Une autre façon d'aborder le problème auprès des enfants est de leur demander comment ils voyagent pour venir à l'école. Une enquête réalisée dans une école maternelle auprès de 277 enfants du département des Vosges, leur demandant comment ils voyagent dans la voiture de leurs parents, montre que seulement 10,1 % sont toujours attachés. Cette campagne de sensibilisation avait d'ailleurs amélioré provisoirement les situations dans le département, mais le peu de participation des parents en a limité l'impact (18, 24, 75, 94) (Tableau VI).

Tableau II. Évolution des indicateurs de protection en fonction de différentes variables.

Enfants	Prétest		Mesure Post-test 1		Post-test 2	
	Nombre	(%)	Nombre	(%)	Nombre	(%)
Présents	14 321	(100,0)	13 597	(100,0)	13 576	(100,0)
En voiture <sup>a</sup>	12 749	( 89,0)	12 229	( 89,9)	12 345	( 90,9)
À l'arrière <sup>b</sup>	9 694	( 76,0)	9 895	( 80,9)	10 084	( 81,7)
Ceinturés <sup>c</sup>	3 054	( 31,5)	4 557	( 41,0)	4 754	( 47,1)
Protégés <sup>d</sup>		( 24,0)		( 37,3)		( 38,5)

<sup>a</sup> Proportion d'enfants à risque: enfants en voiture/enfants présents; <sup>b</sup> proportion d'enfants à l'arrière: enfants à l'arrière/enfants en voiture; <sup>c</sup> proportion d'enfants ceinturés: enfants ceinturés/enfants à l'arrière; <sup>d</sup> proportion d'enfants correctement protégés: enfants à l'arrière et ceinturés/enfants en voiture.

Tableau VI : évolution des indicateurs de protection en fonction de différentes variables.

- Campagnes diffusées : par les médias à destination d'un public tout venant et comportant des messages très courts invitant les parents à protéger leurs enfants mais sans explications (17, 75, 94) (Schéma 3).

- Programme de prêt et de location de DRE  
(16, 35, 59, 74, 102)

- dépositaires de DRE
- certaines maternités
- Caisse Primaire d'Assurance Maladie
- Ligue contre la violence routière
- Mutualité de la Haute Vienne

Ce dernier système d'information très au point en Suède a contribué à l'augmentation d'utilisation des DRE et est à développer en France (Documentation fin de chapitre).

Des études en hôpitaux ont été menées auprès de jeunes futures mamans de manière à les informer sur les possibilités d'accidents et les risques encourus par leur progéniture en cas d'accident. Cette information a été couplée à un système de prêt de DRE pour un prix modique de manière à ce que la sécurité de leur enfant ne soit pas un problème pécunier (12, 44).

Il est important que ces campagnes de sensibilisations fournissent d'abord une information claire sur les raisons qui doivent amener à retenir un enfant et non une présentation brutale d'images d'enfants blessés ou handicapés à la suite d'un accident. Les images choquantes peuvent inciter à la prudence pendant un certain temps, mais elles sont vite oubliées de même que les bonnes résolutions (75).

En France depuis 1973, le Comité Interministériel de la Sécurité Routière (CISR) placé sous l'autorité du Premier Ministre organise en moyenne trois campagnes d'informations par an sur les principaux thèmes de sécurité routière. Des moyens d'informations de masse sont utilisés (affiches, films, messages radio...) (75).

#### 4 - 3 : PRISE EN CHARGE DU PROBLEME PAR LES PROFESSIONNELS DE LA ROUTE

Il est nécessaire que la profession médicale, notamment Pédiatres, Chirurgiens Pédiatriques et Généralistes, agisse en faveur de la sécurité des enfants (37, 46, 84, 85, 128). Ils sont ceux qui peuvent adresser une information claire et qui sera peut-être la mieux acceptée et donc retenue par les parents (54, 89).

Il y a nécessité également d'une coordination entre les professionnels médicaux, ceux de la sécurité routière, des constructeurs automobiles et de DRE pour améliorer l'efficacité des DRE et augmenter leur taux d'utilisation, donc d'accroître la prise de conscience des parents (12).

Au Canada, USA, Suède, des informations sont faites de manière systématique (dépliants, photos dans les salles d'attente...) à chaque visite médicale (16, 41, 59, 76).

#### 4 - 4 : AMELIORATION DU RESEAU ROUTIER

En effet, la prévention des accidents nécessite une modification du réseau routier actuel, en améliorant l'état des routes et leur environnement.

Plusieurs études ont montré qu'en cas de chocs latéraux et/ou frontaux contre des objets fixes (arbres, pylones...), le taux de mortalité était très supérieur aux autres cas de figure (76).

Il serait donc peut-être judicieux d'éliminer ou de diminuer les obstacles fixés le long des routes pouvant augmenter les risques d'accidents et la gravité des blessures (43). Une estimation américaine prévoit une diminution de 50 % des morts sur la route en changeant moins de 25 % des objets rigides sur la route (89).

#### 4 - 5 : AMELIORATION DU PARC AUTOMOBILE

Depuis plusieurs années, des efforts considérables ont été effectués dans ce sens là (46). En effet, les véhicules actuels ont un pouvoir de déformabilité et donc d'absorption d'énergie très supérieur aux véhicules anciens. Néanmoins, il convient de faire des efforts dans ce domaine :

- recherches sur le pouvoir d'absorption, de déformabilité des structures de l'habitacle de manière à minimiser les blessures lors de projection des occupants sur ces structures (89),
- recherches sur la résistance des véhicules en cas de chocs latéraux, où l'intrusion dans l'habitacle est source de bon nombre de décès ou de blessures très graves (89),
- la vitesse des véhicules qui est croissante est un facteur de risque considérable. Au delà d'une certaine force d'impact, aucune structure actuelle n'est fiable et le taux de tolérance maximale humaine au choc est dépassé (89).

## 5 - LES EFFETS DE LA LOI SUR LE COMPORTEMENT HUMAIN

Dans les pays où cette loi a été promulguée, bon nombre d'études ont été pratiquées de façon à étudier le comportement des gens face à cette loi. Il s'avère que tous les facteurs pouvant influencer l'acceptation ou non de la loi ont été vérifiés. Dans des proportions différentes selon les pays, les facteurs socio-culturels ont une importance capitale. Le comportement des gens est différent selon les pays (exemple : Suède, Canada, USA, Nouvelle-Zélande...). Plusieurs grandes lignes communes dans chaque pays ont pu être entrevues (1).

Des études montrent que plus une loi est appliquée, plus les gens ont tendance à la suivre, ceci est surtout valable aux USA et Canada. On a fait une relation directe entre le nombre de procès verbaux infligés et le taux d'utilisation des DRE (90).

Dans chaque pays a été noté une augmentation prometteuse du taux d'utilisation des DRE au moment de l'avènement de la loi, mais hélas, existe un phénomène d'érosion quant à l'assiduité des parents pour attacher leurs enfants. Que les parents soient informés et/ou obligés de mettre leurs enfants en sécurité, cette érosion est notée dans tous les pays où cette loi a été votée depuis plusieurs années (100).

Dans chaque pays, des moyens énormes ont été mis en oeuvre pour faciliter l'accès des gens à l'information sur les DRE et l'utilisation de ceux-ci par des programmes éducatifs faits par des médecins, secouristes, des programmes de locations de DRE, des programmes d'information auprès des classes scolaires,

de gens pauvres (67). Après les campagnes, on note une élévation des taux d'utilisation (16, 108), entre autre, sur la population des 0 - 1 an, puis une diminution très importante des taux d'utilisations à partir de 1 jusqu'à 4 ans et une hausse encore plus flagrante à partir de 4 ans (109). Les taux d'enfants maintenus sur les genoux sont toujours très importants (6, 78, 108).

Nous voyons donc que l'effet seul d'une loi est insuffisant car, même avec celle-ci, les taux d'utilisation sont très insuffisants (2).

Malgré l'information claire donnée aux gens, le taux de mauvaise utilisation des DRE est estimé à environ 70 % aux USA (43). On note une diminution supérieure à 40 % du nombre de décès infantiles dûs aux accidents de la voie publique, une diminution très nette de la sévérité des blessures en utilisant les DRE (1, 47, 58, 73, 123).

Selon KAHAN (41), on estime l'utilité d'un DRE selon son efficacité :

- s'il est correctement utilisé :
  - . diminution de 71 % du risque de décès,
  - . diminution de 67 % du risque de blessure grave,
  
- s'il est mal utilisé :
  - . diminution de 45 % du risque de décès,
  - . diminution de 48 % de blessure sérieuse.

Aux USA, on estime que 93 % des décès pourraient être évités lors d'accidents de la voie publique si tous les enfants étaient attachés (96, 113).

Une éducation de la population est à faire pour que celle-ci prenne conscience du problème et accepte d'utiliser un système de retenue, ce qui est loin d'être acquis (exemple : en Nouvelle-Zélande, une estimation sur l'efficacité d'un programme de location montre que seulement 19 % des mères qui louent un DRE l'utilisent pour tous les voyages de leur bébé de moins de 3 mois !!!) (51, 124).

Une étude américaine se révèle peu optimiste quand à la prise de conscience de la population et révèle que le meilleur moyen d'améliorer le taux de protection passera par une amélioration de la sécurité passive (sans effort des conducteurs), mais n'augmentera pas le taux d'utilisation des DRE (5).

## 6 - CONCLUSION

Nous voyons donc à l'issue de ce chapitre que l'amélioration du niveau de protection des enfants en voiture passe :

- d'une part par l'obligation de les maintenir attachés dans un DRE,
- d'autre part d'utiliser un DRE adapté à la catégorie d'âge et de poids de l'enfant.

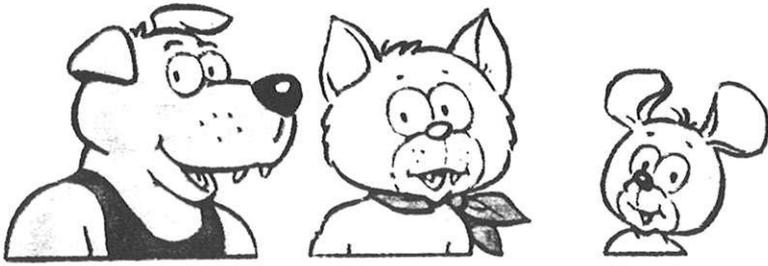


prevention

# aventure périlleuse

La ceinture...

Scénario 2



Malabar

Edgar

Sissi



Scénario de Michel Rapemal. Illustrations d'Olivier Vaillon.

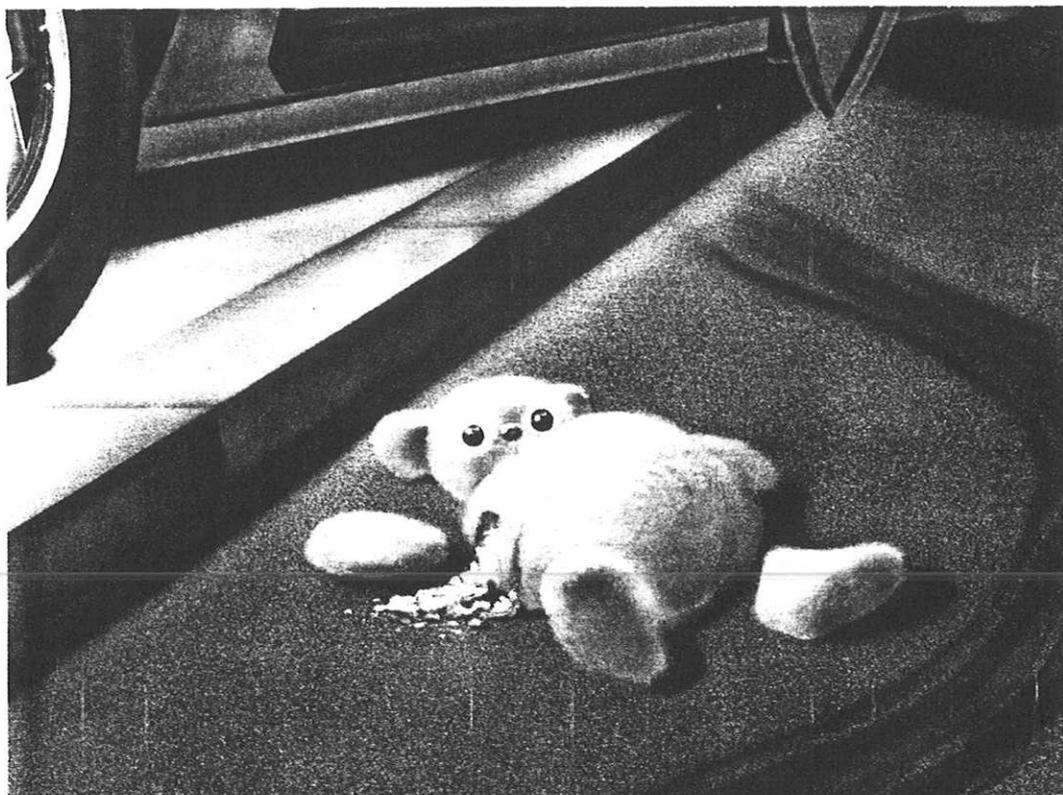
O. VAILLON 92.



Schéma 3

**...le siège enfant.»**





## **NE JOUEZ PAS AVEC LA SECURITE DE VOS ENFANTS :**

- VOUS CONDUISEZ PRUDEMMENT...  
MAIS SUR LA ROUTE VOUS N'ETES PAS SEULS
- LE TRAJET EST COURT...  
MAIS QUELQUES SECONDES PARFOIS SUFFISENT

**EN VOITURE, POUR EUX, COMME POUR VOUS, MEME POUR LES TRAJETS COURTS,**

# **UTILISEZ LES DISPOSITIFS DE PROTECTION**

**LES RECENTES MESURES GOUVERNEMENTALES RENDENT OBLIGATOIRE A PARTIR DU 1<sup>er</sup> JANVIER 1992  
L'UTILISATION DES DISPOSITIFS DE SECURITE HOMOLOGUES POUR TOUT ENFANT DE MOINS DE 10 ANS**



**INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE  
SUR LES TRANSPORTS ET LEUR SECURITE**

**LIGUE CONTRE LA VIOLENCE ROUTIERE**  
**Le Pré Bouaran - 87110 BOSMIE-L'AIGUILLE**  
**Tél. 55 39 09 41**

C.P.A.M.	L.C.V.R. 87	MUTUALITÉ
22, av. J.-Gagnant	Le Pré Bouaran	39, av. Garibaldi
87000 LIMOGES	87110 BOSMIE-L'AIGUILLE	87007 LIMOGES
Tél. 55 45 98 50	Tél. 55 39 09 41	Tél. 55 79 53 25

DATE EFFECTIVE POUR LES NOUVELLES DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES :

**1<sup>er</sup> JANVIER 1992**

Les âges et les différents systèmes de retenue correspondants mis à votre disposition par la LCVR - la CPAM - la MUTUALITÉ de la Haute-Vienne :

- De 0 à 9 mois : location de lit-nacelle (LCVR-CPAM-MUTUALITÉ)
- De 0 à 9 mois : location de siège-auto (LCVR-CPAM-MUTUALITÉ)
- De 0 à 3/4 ans : Vente à prix réduit de siège-auto (Mutualité) (ces sièges se mettent "dos à la route" de 0 à 9 mois, et "face à la roufe" de 9 mois à 3/4 ans)
- De 3/4 ans à 10 ans : vente à prix réduit de réhausseurs (Mutualité) (ces deux dernières solutions sont réservées aux titulaires d'une mutuelle)

La LCVR vous conseille de vous adresser le plutôt possible à l'organisme concerné pour réserver le système de retenue qui vous intéresse.

La LCVR rappelle d'autre part que seule la morphologie de l'enfant permet d'utiliser le système de retenue le mieux approprié ; les âges n'étant donné qu'à titre de référence.

**BON DE RÉSERVATION pour location de lit-auto ou de siège pour enfant de 0 à 9 mois à renvoyer à : LCVR - Le Pré Bouaran - 87110 BOSMIE-L'AIGUILLE**

NOM :	_____	PRÉNOM :	_____
ADRESSE :	_____		
N° TÉL. :	_____	DATE DE NAISSANCE DU BÉBÉ :	_____

SANOFIC COLLEUR Limoges - Tél. 55 04 26 15



## LIGUE CONTRE LA VIOLENCE ROUTIERE

*Le Pré Bouaran - 87110 BOSMIE-L'AIGUILLE*

*Tél. 55 39 09 41*

La LIGUE CONTRE LA VIOLENCE ROUTIERE se tient également à votre disposition pour tout ce qui touche la sécurité des enfants, que ce soit pour les systèmes de retenue pour les trajets en voiture ; que ce soit pour leur sécurité pendant leur scolarité (abords des écoles, trajets école/domicile, transports scolaires).

Elle est à l'origine de la mise en place de deux actions visant à améliorer la sécurité des enfants :

- opération LITS-NACELLES
- opération TISSUS-FLUOS

Ces deux opérations ont été menées en collaboration avec le Conseil Général et la Préfecture de la Haute-Vienne.

La LCVR est à votre écoute pour tous les problèmes de sécurité routière que vous voudrez bien lui signaler, pour toute étude d'amélioration de carrefour, abord d'école, transport scolaire vétuste, point noir sur le réseau routier de votre commune...

La LCVR se tient également à la disposition et à l'écoute des victimes ou des familles de victimes d'accident de la route, en vue de leur aider à constituer leur dossier pour les assurances, de les conseiller dans toutes les démarches civiles, juridiques, consécutives à l'accident. Ceci afin d'éviter à des personnes déjà meurtries moralement et physiquement, d'avoir en plus à subir des contraintes financières qui ne feraient qu'ajouter à leur désarroi.

Pour cela, la LCVR met gratuitement à votre disposition une équipe constituée de professionnels de la route (assureur, expert automobile, moniteur d'auto-école, ...) qui mettront leur expérience au service de personnes dans le besoin. La LCVR s'est attachée également les services d'un avocat qui pourra, à la demande, après une première consultation gratuite, et à la demande des personnes intéressées, s'occuper du dossier. (la LCVR se mettra en contact avec les assurances concernées pour qu'elles prennent en charge les frais de constitution du dossier).

**VOUS QUI ETES VICTIMES, OU QUI AVEZ DES MEMBRES DE VOTRE FAMILLE VICTIMES D'ACCIDENT DE LA CIRCULATION, N'HESITEZ PAS, CONTACTEZ-NOUS ; NOUS SOMMES A VOTRE ECOUTE, NOUS SOMMES LA POUR VOUS AIDER.**

# Secours-Assistance 87

**AMBULANCES - V.S.L.**

**TRANSPORT DE CORPS AVANT MISE EN BIÈRE**



32, rue Gallieni

87100 LIMOGES

**Tél. 55 79 34 13**

**24 H / 24 - TOUTES DISTANCES**

R.C.S. 353 576 754

# Déclaration des droits de l'enfant

- 1 *L'enfant doit jouir de tous les droits énoncés dans la présente Déclaration. Ces droits doivent être reconnus à tous les enfants sans exception aucune, et sans distinction ou discrimination fondées sur la race, la couleur, le sexe, la langue, la religion, les opinions politiques ou autres, l'origine nationale ou sociale, la fortune, la naissance, ou sur toute autre situation, que celle-ci s'applique à l'enfant lui-même ou à sa famille.*
- 2 *L'enfant doit bénéficier d'une protection spéciale et se voir accorder des possibilités et des facilités par l'effet de la loi et par d'autres moyens, afin d'être en mesure de se développer d'une façon saine et normale sur le plan physique, intellectuel, moral, spirituel et social, dans des conditions de liberté et de dignité. Dans l'adoption de lois à cette fin, l'intérêt supérieur de l'enfant doit être la considération déterminante.*
- 3 *L'enfant a droit, dès sa naissance, à un nom et à une nationalité.*
- 4 *L'enfant doit bénéficier de la Sécurité sociale. Il doit pouvoir grandir et se développer d'une façon saine; à cette fin, une aide et une protection spéciales doivent lui être assurées ainsi qu'à sa mère, notamment des soins prénatals et postnatals adéquats. L'enfant a droit à une alimentation, à un logement, à des loisirs et à des soins médicaux adéquats.*
- 5 *L'enfant physiquement, mentalement ou socialement désavantagé doit recevoir le traitement, l'éducation et les soins spéciaux que nécessite son état ou sa situation.*
- 6 *L'enfant, pour l'épanouissement harmonieux de sa personnalité, a besoin d'amour et de compréhension. Il doit, autant que possible, grandir sous la sauvegarde et sous la responsabilité de ses parents et, en tout état de cause, dans une atmosphère d'affection et de sécurité morale et matérielle; l'enfant en bas âge ne doit pas, sauf circonstances exceptionnelles, être séparé de sa mère. La société et les pouvoirs publics ont le devoir de prendre un soin particulier des enfants sans famille ou de ceux qui n'ont pas les moyens d'existence suffisants. Il est souhaitable que soient accordées aux familles nombreuses des allocations de l'Etat ou autres pour l'entretien des enfants.*
- 7 *L'enfant a droit à une éducation qui doit être gratuite et obligatoire au moins aux niveaux élémentaires. Il doit bénéficier d'une éducation qui contribue à sa culture générale et lui permette, dans des conditions d'égalité de chances, de développer ses facultés, son jugement personnel et son sens des responsabilités morales et sociales, et de devenir un membre utile de la société.  
L'intérêt supérieur de l'enfant doit être le guide de ceux qui ont la responsabilité de son éducation et de son orientation; cette responsabilité incombe en priorité à ses parents.  
L'enfant doit avoir toutes possibilités de se livrer à des jeux et à des activités récréatives, qui doivent être orientés vers les fins visées par l'éducation; la société et les pouvoirs publics doivent s'efforcer de favoriser la jouissance de ce droit.*
- 8 *L'enfant doit, en toutes circonstances, être parmi les premiers à recevoir protection et secours.*
- 9 *L'enfant doit être protégé contre toute forme de négligence, de cruauté et d'exploitation. Il ne doit pas être soumis à la traite sous quelque que forme que ce soit. L'enfant ne doit pas être admis à l'emploi avant d'avoir atteint un âge minimum approprié; il ne doit en aucun cas être astreint ou autorisé à prendre une occupation ou un emploi qui nuise à sa santé ou à son éducation, ou qui entrave son développement physique, mental ou moral.*
- 10 *L'enfant doit être protégé contre les pratiques qui peuvent pousser à la discrimination raciale, à la discrimination religieuse ou à toute autre forme de discrimination. Il doit être élevé dans un esprit de compréhension, de tolérance, d'amitié entre les peuples, de paix et de fraternité universelle, et dans le sentiment qu'il lui appartient de consacrer son énergie et ses talents au service de ses semblables.*

CHAPITRE III :  
DISPOSITIF DE RETENUE  
POUR ENFANT

Depuis le 1er Janvier 92, l'utilisation d'un dispositif de retenue pour enfant (DRE) est devenue obligatoire pour le transport des enfants de moins de 10 ans à toutes les places des véhicules équipés de ceintures de sécurité. Avec cette dernière mesure, ce sont plus de 20 ans d'efforts pour la mise en place d'une législation cohérente en faveur de la sécurité routière qui trouvent leur aboutissement (99).

En effet, toutes les études accidentologiques montrent que l'utilisation des dispositifs de retenue pour enfant permet de diviser par deux le risque de blessure des enfants transportés. Elle permettra de réduire sensiblement le nombre de jeunes passagers victimes des accidents de la route qui restent en France une des premières causes de décès accidentel (99).

#### **1 - OBJECTIF D'UN DISPOSITIF DE RETENUE POUR ENFANT**

Le principe de fonctionnement des DRE est fondamentalement identique à celui de tous les systèmes de retenue. La gravité des blessures subies par les passagers lors d'accidents est fonction de l'impact secondaire du corps sur les parties structurelles de la voiture. L'utilité d'un DRE est de prévenir tout contact entre le corps et les structures rigides de l'habitacle. Les forces libres du corps devraient être strictement supportées par le DRE, c'est-à-dire que le corps devrait participer à la décélération du véhicule. Ce mécanisme est valable sans restriction pour adultes et enfants et pour chaque place dans la voiture (59, 60, 89).

Toutefois la protection des enfants soulève certains problèmes particuliers :

- il doit être possible d'ajuster le DRE afin qu'il suive la croissance de l'enfant étant donné qu'une protection optimum ne peut être atteinte qu'avec un DRE bien ajusté. Un DRE pour lequel l'enfant est trop petit ou déjà trop grand présente des risques de blessures supplémentaires. Nous en avons vu un exemple dans notre étude (cas n° 9).
  
- il est essentiel que le DRE maintienne le corps dans une position spécifique tout au moins jusqu'à un certain point. Toutefois, l'expérience a montré que les enfants éprouvent des difficultés à rester assis calmement dans une position donnée pendant une longue période ce qu'impliquent les voyages en voitures. D'où un conflit permanent opposant l'enfant et son droit au confort à des dispositifs de protection efficaces (60).

## 2 - COMPARAISON DES REGLEMENTS EN MATIERE DE DISPOSITIF DE RETENUE POUR ENFANT

### 2 - 1 : CATEGORIES DE DISPOSITIF DE RETENUE POUR ENFANT

Jusqu'au 3.11.91, les règlements français et européens en matière de tests décrivent de manière similaire leur champ d'application, mais les critères d'application varient. Le règlement français ne distinguait que 2 catégories de DRE alors que le règlement européen en distinguait 3 (tableau I) (60).

Norme ECE 44	FRANCE
Universelle	Universelle
Semi-spéciale	
Spéciale	Spéciale

Tableau I : catégories de CRS

- les DRE appartenant à la "catégorie universelle" conviennent à tous les types de voiture,
- "catégorie spéciale" de DRE qui, en raison de leur conception, ne peuvent être utilisés que dans un certain type de voiture,
- "catégorie semi-spéciale" ; l'usage des DRE a été étendue à d'autres types de véhicules.

**2 - 2 : REGLEMENTS EN MATIERE DE DISPOSITIF DE RETENUE POUR ENFANT**

Jusqu'au 3.12.91, la France appliquait un règlement national en matière de test de DRE et n'avait pas adopté la norme ECE44 adoptée par les autres pays de la C.E.E. à l'exception des Pays-Bas et du Royaume-Uni où l'application de leur règlement national tend à s'appliquer de plus en plus à la norme ECE44. La Suède, pays novateur en matière de sécurité routière, a adopté cette norme ECE44 depuis de nombreuses années (60).

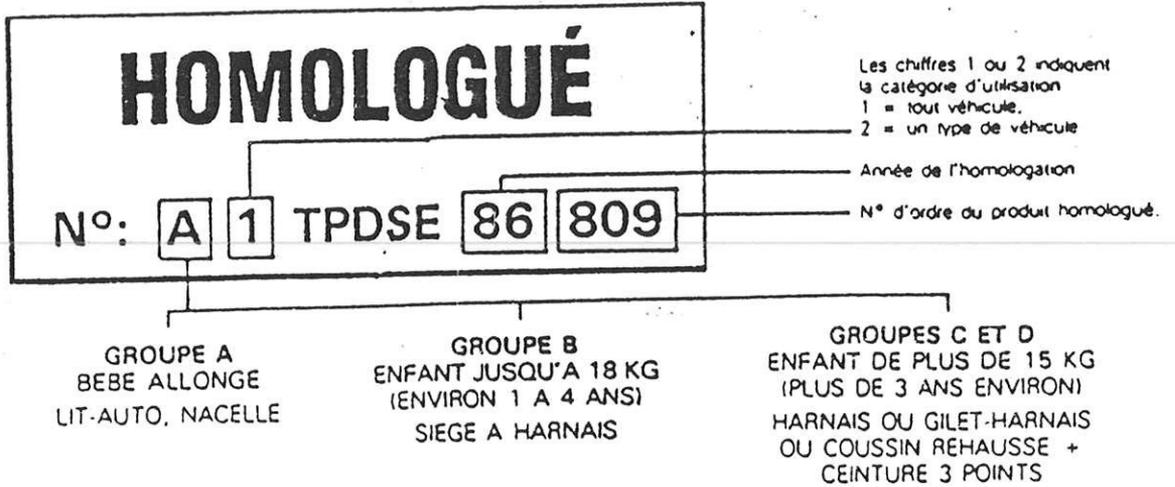
- l'**homologation** est obligatoire pour que le DRE soit fiable : l'acheteur pourra rencontrer deux homologations sur les modèles actuellement commercialisés : l'une est française, l'autre européenne, pour l'achat d'un dispositif. Ces deux homologations sont valables (99) (Schéma 1).

Ce sigle d'homologation figure sur le produit. S'il n'y est pas ou si le sigle est différent, le système n'est pas conforme aux normes. A compter du 1er Mai 1992, la commercialisation de lits, sièges, rehausseurs non homologués, sera interdite (Article du 3 et 4 Novembre 1991, Journal Officiel du 13 Décembre 1991).

La Commission de Sécurité des Consommateurs dans un avis du 4 Décembre 1991 préconise que l'identification, le numéro du lot, l'âge ou le poids des enfants, le mode d'utilisation ainsi qu'un résumé de la notice d'emploi, soient portés de façon visible, lisible et indélébile sur les dispositifs eux-mêmes (66).

Pour bénéficier de l'homologation des dispositifs pour enfants, ils doivent satisfaire à tous égards aux exigences formulées dans le Cahier des Charges précis, défini par le Ministère Chargé des Transports (31) (Schéma 2).

## HOMOLOGATION FRANCAISE



## HOMOLOGATION EUROPEENNE

Dispositif pouvant être monté sur toutes les voitures

**UNIVERSEL**  
**15 - 25 kg**

Correspondant à une gamme de poids de 15 à 25 kg

**E4**

Homologué aux Pays-Bas

N° d'homologation \_\_\_\_\_ **022439**

Schéma 1

## Récapitulatif des principaux tests imposés pour l'obtention d'une homologation

### Tests sur composants

- *Pièces métalliques*: Essai de corrosion
- *Boucle*: Force d'ouverture avec charge, sans charge; Résistance à la traction
- *Sangle*: Conditionnement à la lumière, au froid, à la chaleur, à l'abrasion; Résistance à la rupture
- *Dispositifs de réglage*: Test de facilité de réglage; Essai de micro-glissement
- *Pièces de fixation*: Résistance à la traction
- *Combustibilité*
- *Toxicité*: Pour les matériaux pouvant être atteints par la bouche

### Tests sur l'ensemble du dispositif

- *Essai dynamique*: Choc frontal à 50 km/h
- *Essai de retournement*: Pivotement complet sur 360°
- *Essai d'absorption d'énergie*: Pour toutes les surfaces susceptibles d'être impactées par la tête

### Schéma 2

## 3 - CARACTERISTIQUES FONDÉES SUR LE GROUPE D'AGE ET DE POIDS

Les règlements européens et français répartissent les enfants en différents groupes de poids et d'âge . (Schéma 3)

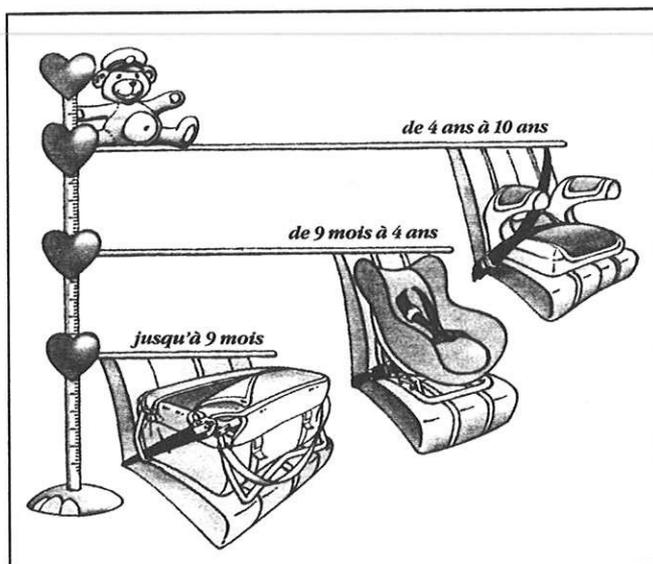
**3 - 1 : GROUPE A ou GROUPE 0 : moins de  
9 kgs, jusqu'à 9 mois**

\* Lits nacelles  
Coût (300 à 1 200 F)

Schéma 4 - 5 - 6

N'ayant pas de musculature suffisamment développée pour être assis, les bébés doivent être installés dans des lits nacelles qui doivent être fixés au véhicule grâce à leurs propres sangles montées aux points d'ancrage des ceintures arrières. Ces nacelles

# *Pour protéger la vie de vos enfants en voiture*



**1<sup>er</sup> JANVIER 1992**  
**POUR SAUVER LA VIE DE VOS ENFANTS,**  
**L'UTILISATION DE SYSTEMES**  
**DE SECURITE ADAPTES EST OBLIGATOIRE.**  
**C'EST LA LOI.**



**sécurité  
routière**

Fig. 3. — Nacelle.

Fig. 3. — Car bed.

Fig. 4. — Siège « dos à la route ».

Fig. 4. — Backward facing seat.

Fig. 5. — Siège à harnais.

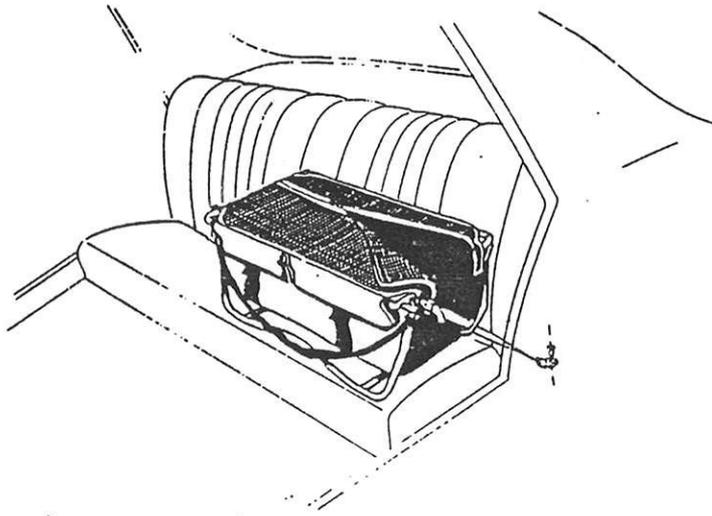
Fig. 5. — Harness seat.

Fig. 6. — Siège + table bouclier.

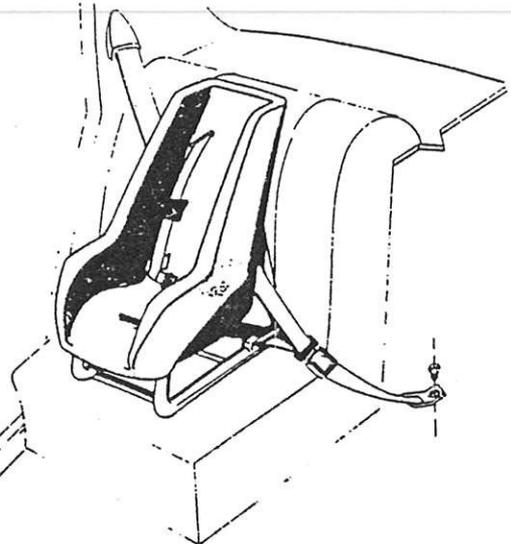
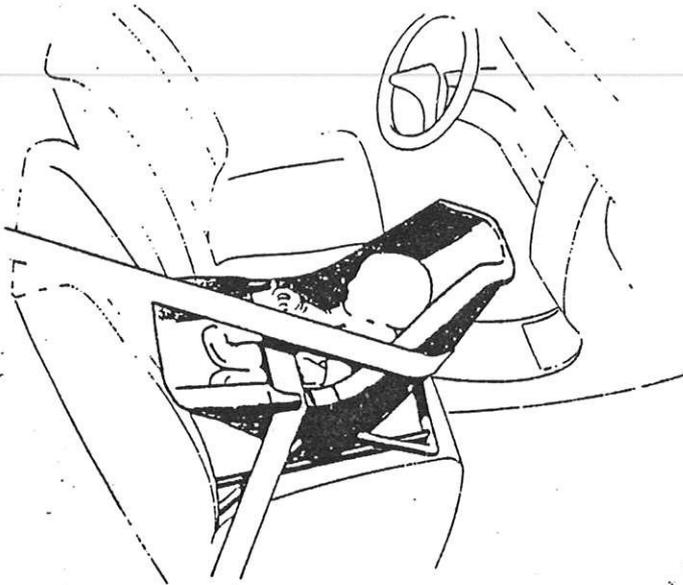
Fig. 6. — Table shield.

Fig. 7. — Rehausseur.

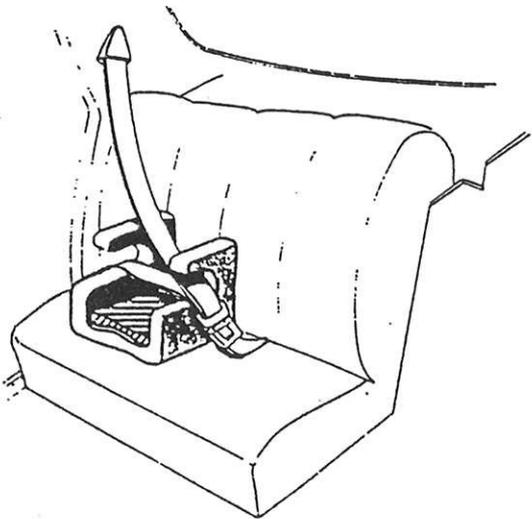
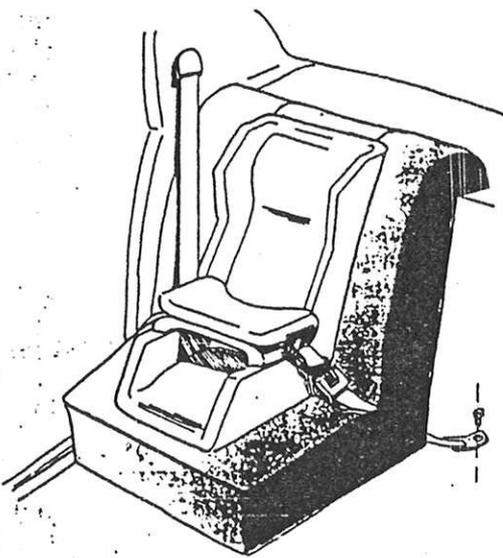
Fig. 7. — Booster.



3



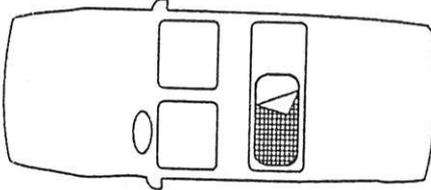
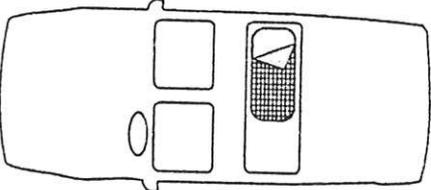
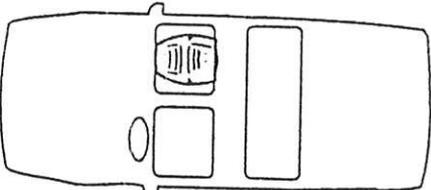
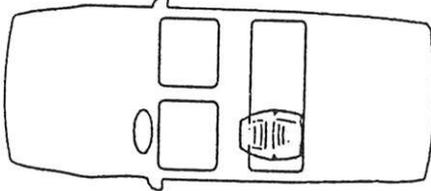
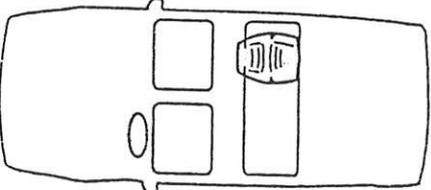
5

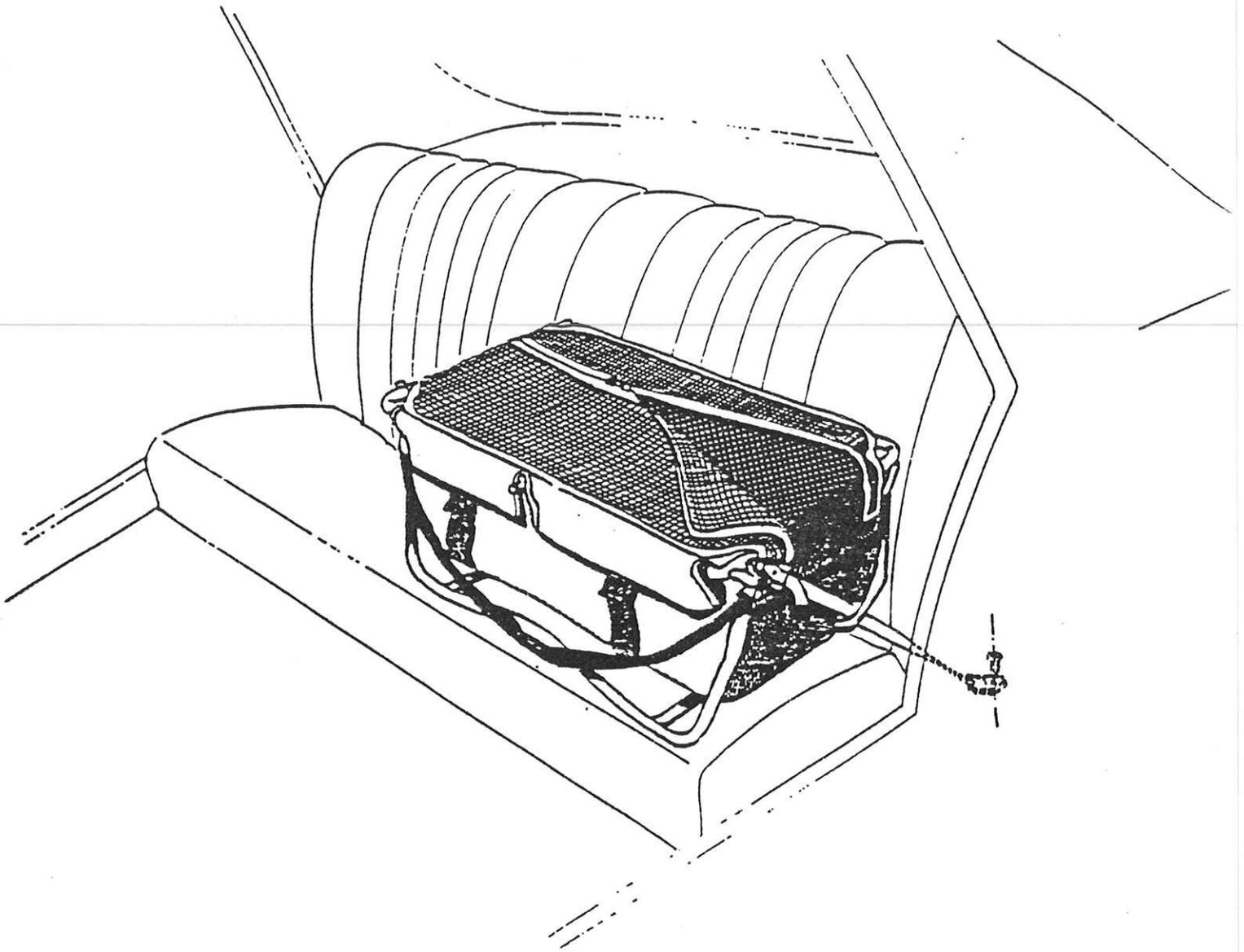


7

# GROUPE 0

(0 - 9 KG)

<u>POSITION DE L'ENFANT</u>	<u>EMPLACEMENT DU DISPOSITIF</u>	<u>FIXATION DU DISPOSITIF</u>	
<i>Couché dans un lit-auto</i>	<i>Perpendiculaire au sens de la marche à l'arrière du véhicule uniquement</i>	<i>Ancrage spécifique 2 points</i>	
<i>ou</i>		<i>ou</i>	
		<i>ceinture 2 ou 3 points du véhicule</i>	
<i>semi-couché dans un siège-auto</i>	<i>Dos à la route, à l'avant ou à l'arrière du véhicule</i>	<i>Ceinture 3 points du véhicule</i>	  



**Lit auto posé sur la banquette arrière transversalement, fixé par des sangles aux points d'ancrage du plancher ; l'enfant maintenu par un filet.**

Schéma 5

## NOTICE D'INSTRUCTION DU TRANSBEBE

GROUPE 0 HOMOLOGATION E2 021023

CATEGORIE UNIVERSELLE : - 10 Kg

### 1- DEPLIAGE DU TRANSBEBE.

Déplier les pieds du lit en les écartant, disposer les entretoises F et F1 de façon à maintenir les deux pieds écartés. Les fixer à l'aide des boulons de 6 x 30 et des boutons B. Disposer les entretoises D et D1 comme indiqué sur le schéma ainsi que les pinces de serrage de sangle E et E1, les bloquer à l'aide des boulons de 6 x 50 et des boutons B. Disposer le matelas au fond du lit et le bouclier sur le flan avant du lit.

### 2- FIXATION SUR LA BANQUETTE ARRIERE DU VEHICULE.

- Poser le TRANSBEBE sur la banquette arrière comme indiqué sur le schéma ci contre.
- Faire passer la ceinture de sécurité du passager au dessus de la barre diagonale D, ou D1 puis au-dessus des deux barres transversales T et T1 et l'accrocher dans la boucle centrale.
- Après avoir tendu les sangles de la ceinture, bloquer le brin arrivant du haut entre la barre de renfort diagonale et le fermoir E ou E1.
- S'assurer que les sangles ne sont pas vrillées.
- Fermer le filet de sécurité.

### 3- TISSU IGNIFUGE.

Nous attirons votre attention sur le fait que les articles ayant reçu le traitement d'ignifugation ne peuvent être lavés. Nous vous prions de bien vouloir en tenir compte ou en faire part à vos clients ainsi que poseurs, le cas échéant.

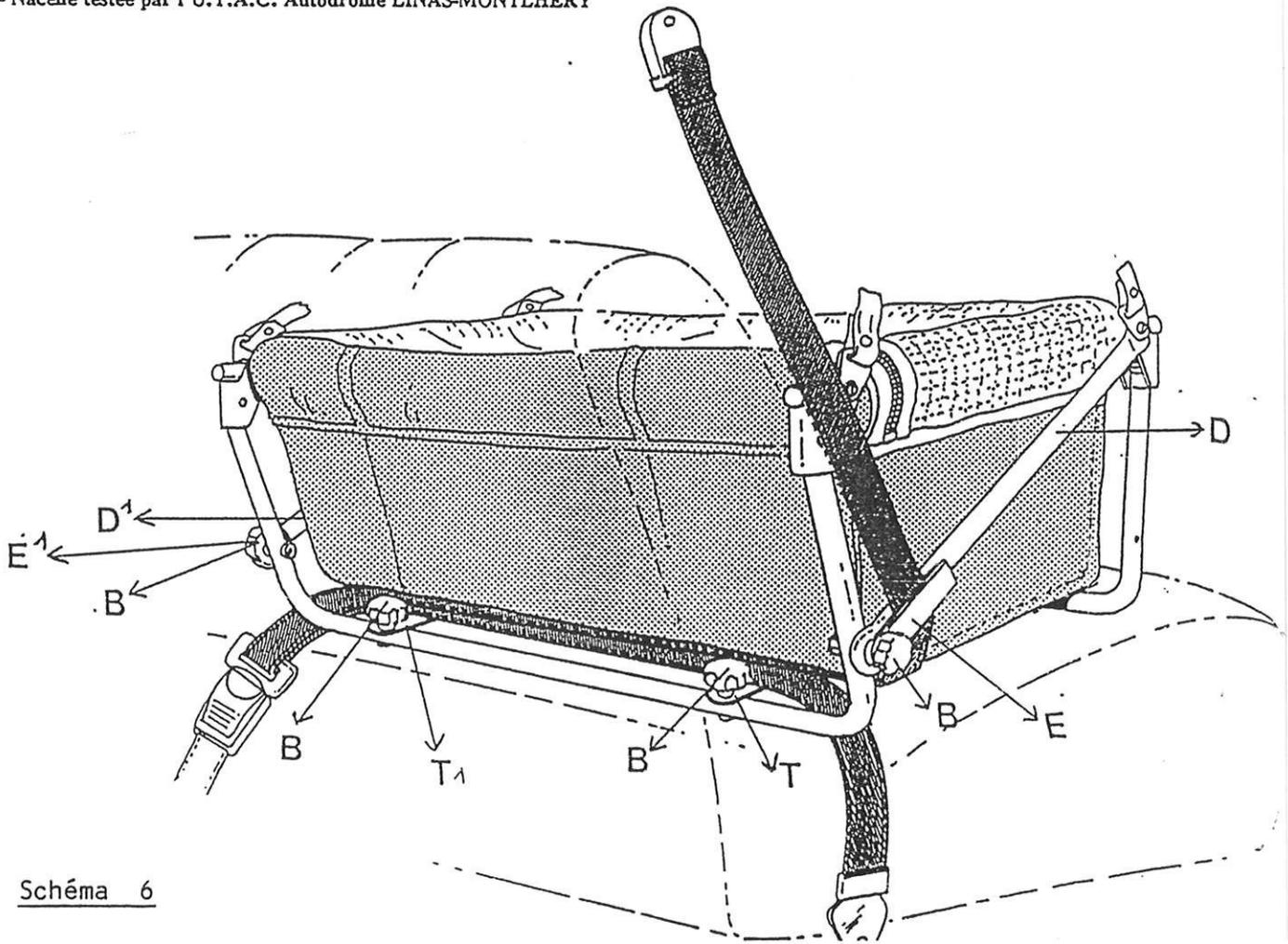
### 4- NE PAS REUTILISER CETTE NACELLE APRES ACCIDENT.

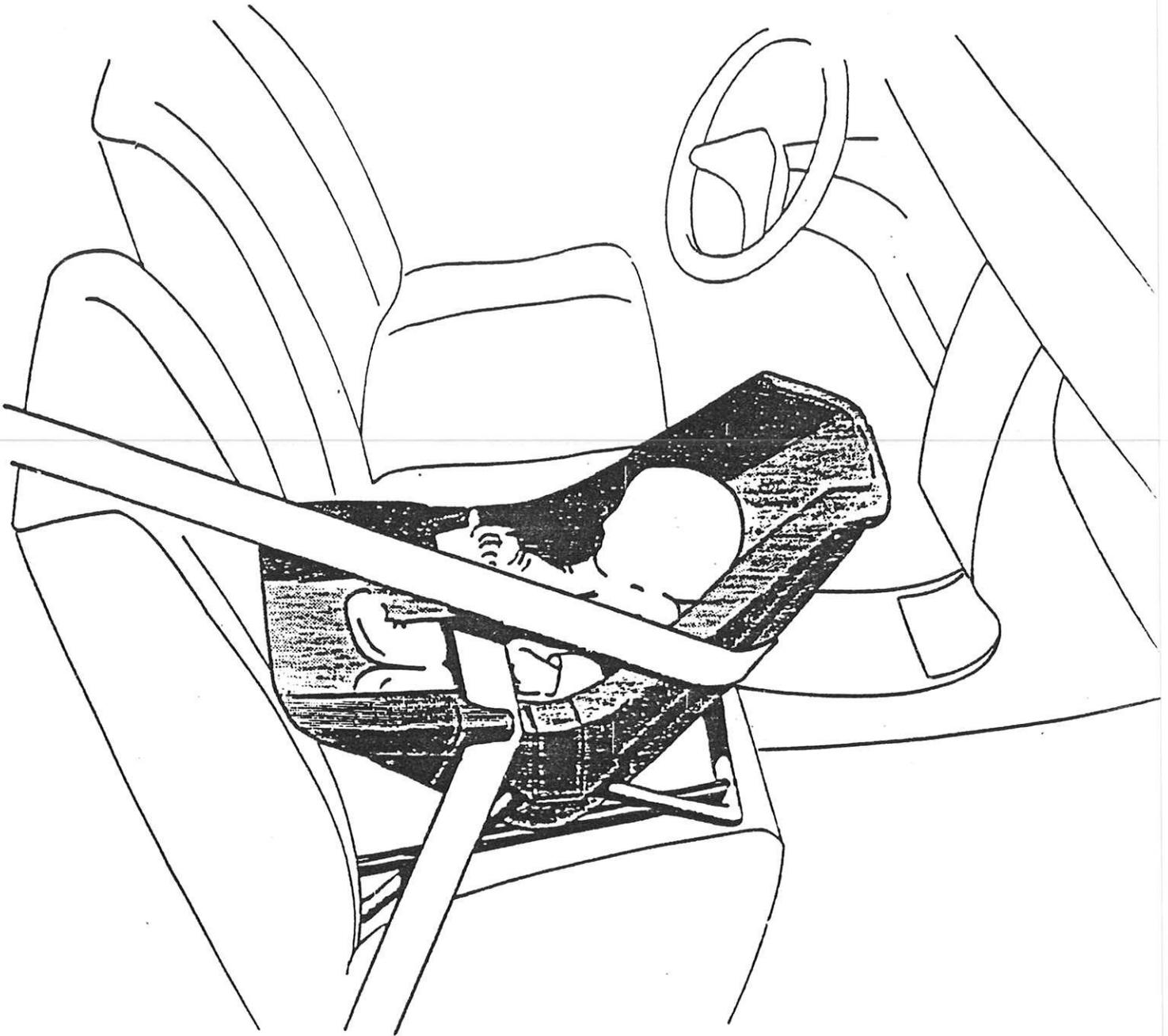
### 5- NE PAS LAISSER L'ENFANT SANS SURVEILLANCE.

### 6- SE CONFORMER STRICTEMENT AUX INDICATIONS CI-DESSUS.

Nous consulter pour toute adaptation différente ou toute modification.

### 7- Nacelle testée par l'U.T.A.C. Autodrome LINAS-MONTLHERY





Porte-bébé sur le siège avant, dos à la route, fixé par la ceinture de sécurité ;  
l'enfant dos à la route, maintenu par un harnais.

Schéma 8

sont équipées d'un filet de protection destiné à éviter l'éjection. Les modèles commercialisés peuvent être montés soit dans l'axe du véhicule ou transversalement sur la banquette, soit uniquement en position transversale. Les spécialistes conseillent pour une meilleure sécurité d'installer le lit nacelle parallèle au dossier de la banquette arrière (29, 68, 83).

### IMPORTANT

Il vaut mieux placer le lit en long sur le siège arrière, perpendiculaire à la route, pour éviter un tassement de la colonne vertébrale en cas de choc.

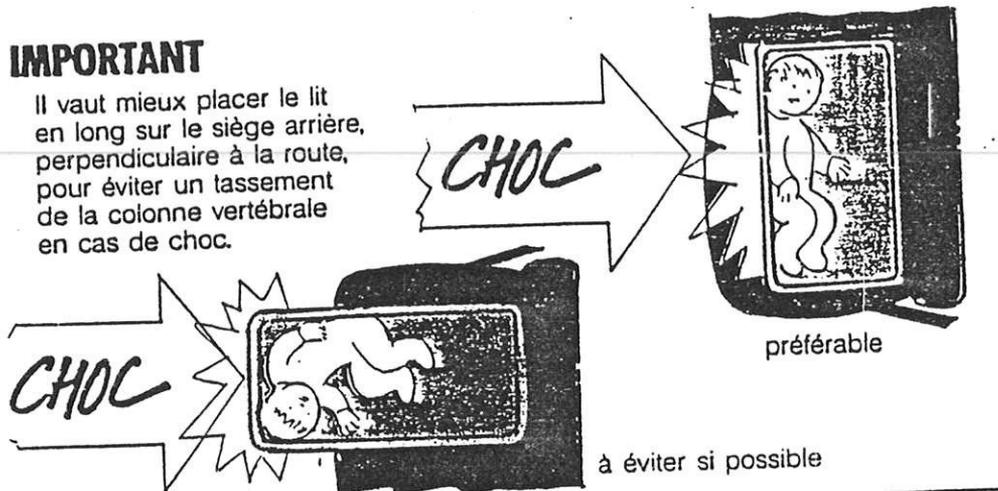


Schéma 7

Comme nous le voyons sur ce schéma, la surface corporelle de l'enfant au décours d'un choc est beaucoup plus importante dans le cas du lit nacelle installé transversalement que dans l'autre position où le risque de traumatisme crânio-cervical n'est pas exclu ainsi que le risque de rupture de la toile maintenant l'enfant (49, 69, 88, 89).

\* Siège installé dos à la route  
Coût (375 à 700 F)

Schéma 8

Inventé en Suède par ALDERMAN en 1964, celui-ci s'est inspiré des principes de recherche spatiale quant à la protection des astronautes pour limiter les effets et les risques de blessures lors de la forte accélération au départ d'une fusée. Actuellement, il existe 2 types de DRE dos à la route (29, 68) :

- 1 pour les enfants de 0 à 6 mois installé sur le siège avant par leur propre système d'attache, avec la ceinture de sécurité seulement (obligatoire depuis 35 ans en Suède) (60),
- 1 de 6 mois à 4 ans ; celui-ci est le plus souvent installé à l'avant car, en plus de l'attache de la ceinture de sécurité, existe un point d'attache sur le tableau de bord du véhicule (21).

La réglementation permet désormais d'utiliser des portes-bébés homologués dos à la route. Ce sont des systèmes spécifiquement conçus et homologués pour une utilisation dos à la route. Ils assurent une qualité de sécurité équivalente aux systèmes classiques utilisés face à la route et optimale dans le cas où ils peuvent être utilisés à l'arrière (83).

En effet, dans le cas de collision frontale (supérieure à 60 % des accidents), si l'enfant est retenu face à la route, sa tête (proportionnellement très lourde) est projetée vers l'avant avec le risque de lésions vertébrales qui s'ensuit, alors que dans un équipement solidement fixé, retenu dos à la route, sa tête et son dos sont seulement plaqués avec force contre le dossier plat et rembourré. Cette position est

donc indéniablement la plus sûre. Il s'agit là de portes-bébés spéciaux conçus pour le transport en voiture et en aucun cas de n'importe quel porte-bébé ou transat tels ceux prévus uniquement pour la maison.

Ce dispositif facilite la surveillance du bébé par le conducteur si ce dernier est installé à l'avant. Toutefois, lors du transport d'un autre adulte à bord du véhicule, il est recommandé d'installer le porte-bébé sur la banquette arrière dans les conditions prévues. En effet, installé à l'avant, l'enfant est plus exposé qu'à l'arrière tant en cas de choc latéral qu'en cas de collision frontale à vitesse élevée (intrusion, éclat de verre...) (49, 88).

3 - 2 : GROUPE B ou GROUPE I : 9 - 18 kgs,  
9 mois - 3 / 4 ans

Les dispositifs destinés aux enfants de cette catégorie leur permettent de voyager en position assise. Il existe 2 types de dispositifs et 2 positionnement possibles dans le véhicule (29) (Schéma 9).

\* Siège baquet ou harnais  
Coût (400 à 1 500 F)

Schéma 10.

La coque ou l'armature de ce siège est fixée grâce à la ceinture du véhicule. L'enfant est retenu dans le siège par un harnais fermé par une boucle de sécurité. Certains de ces sièges sont inclinables de façon à faciliter le sommeil de l'enfant. Il existe des versions conçues pour être utilisées à l'avant ou à l'arrière dos à la route et homologués à cet effet (68).

# GROUPE 1

(9 - 18 KG)

POSITION DE L'ENFANT

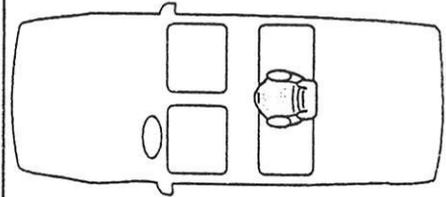
*Assis dans un siège-auto*

EMPLACEMENT DU DISPOSITIF

*Face à la route et à l'arrière du véhicule de préférence*

FIXATION DU DISPOSITIF

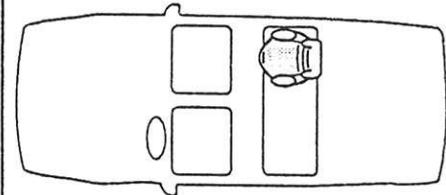
*Ceinture 2 ou 3 points du véhicule*



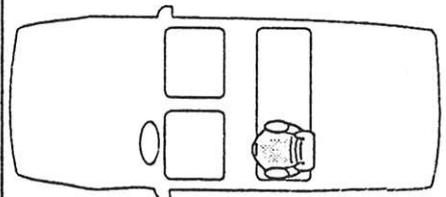
*ou*

*ou*

*ancrage spécifique*

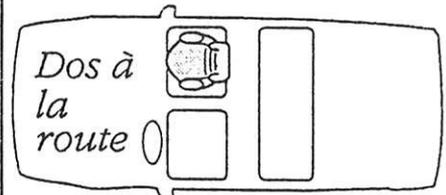


*ou*



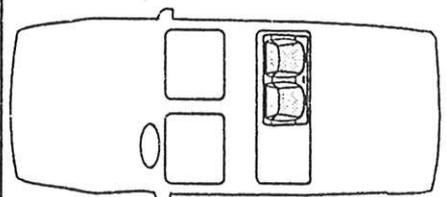
*ou*

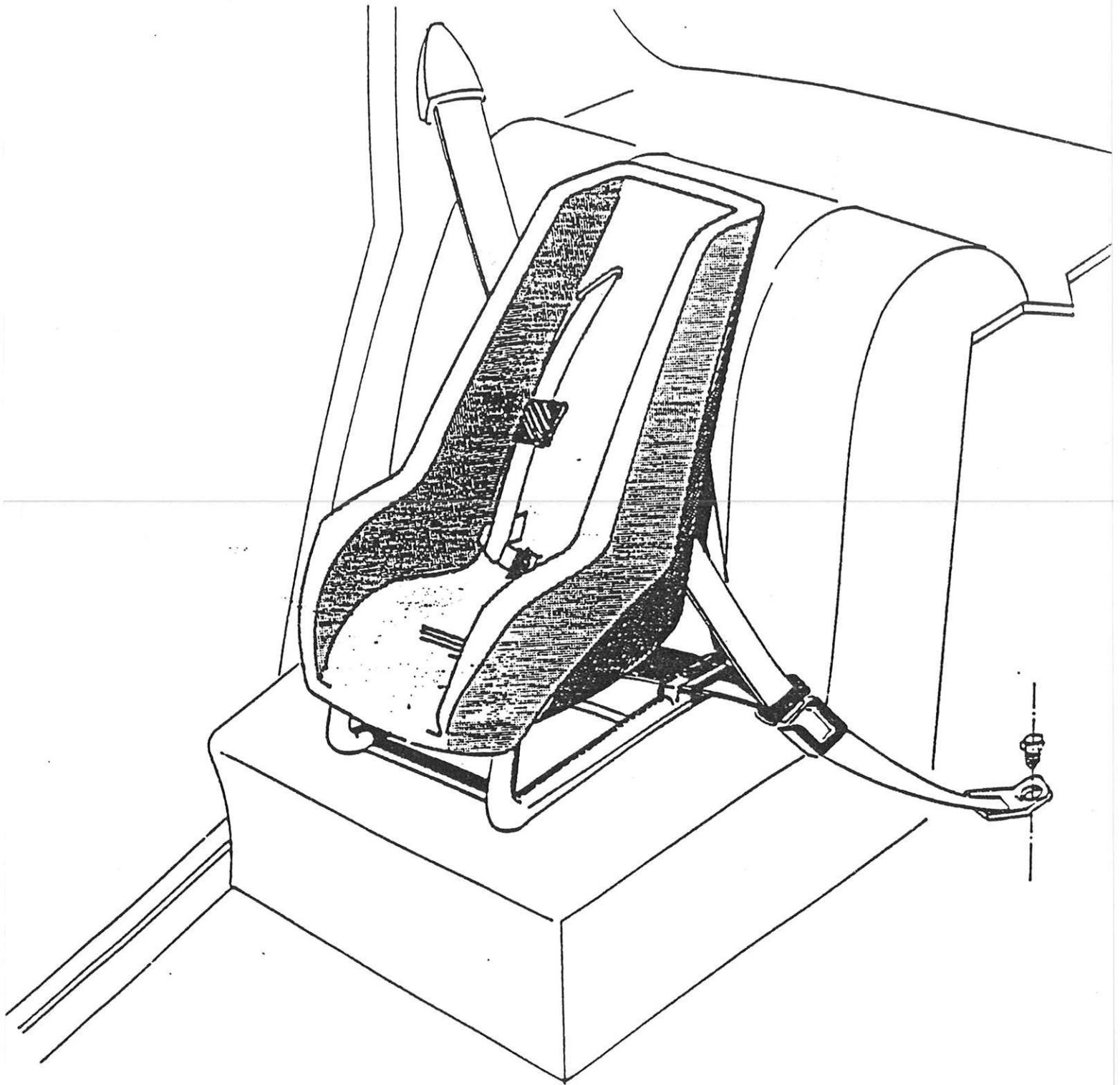
*Dos à la route*



*ou*

*Siège biplace (2 enfants) qui permet de laisser une place libre à côté*





**Siège baquet posé sur la banquette arrière, fixé par la ceinture de sécurité ;  
l'enfant face à la route, maintenu par un harnais.**

Schéma 10

**BON**

Le harnais doit être ajusté à la taille de l'enfant et la boucle de sécurité doit être verrouillée juste au-dessus des cuisses pour maintenir les hanches et non le ventre.



**MAUVAIS**

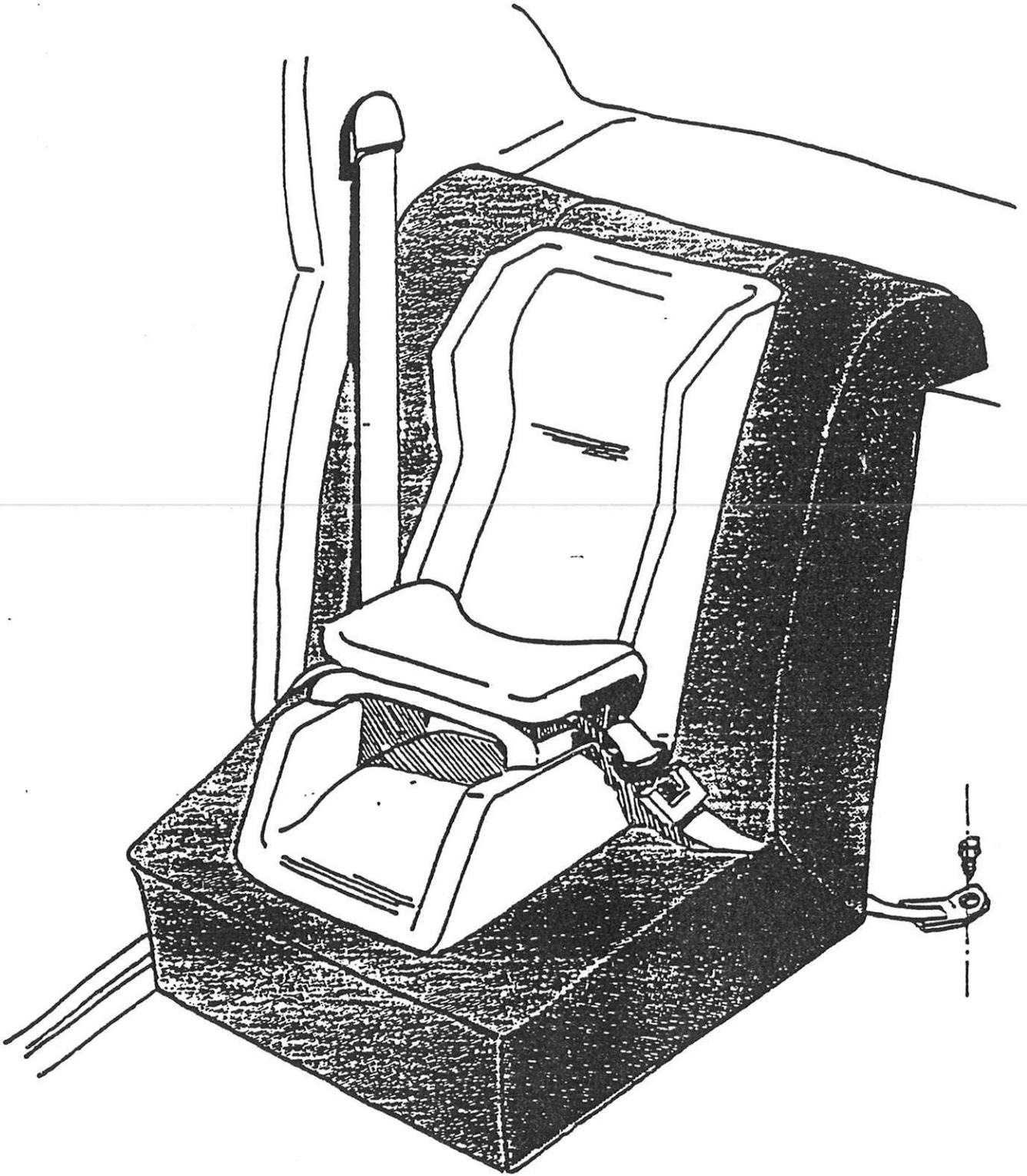
Si les ceintures de sécurité du siège auto sont verrouillées trop haut, l'enfant, en cas de choc, risque de glisser sous les ceintures : "le sous-marinage".



Schéma 11



Photo 1



Siège à réceptacle (table bouclier) posé sur la banquette arrière ; l'enfant, face à la route, est maintenu par la sangle ventrale de la ceinture de sécurité.

Schéma 12

Le harnais doit être ajusté à la taille de l'enfant et la boucle de sécurité verrouillée juste au dessus des cuisses pour maintenir les hanches et non le ventre. Si le harnais est verrouillé trop haut, l'enfant en cas de choc risque de glisser sous les ceintures (sous marinage) et ainsi provoquer des traumatismes thoraciques et/ou abdominaux ( cas clinique n° 27) (69) (Schéma 11).

Certains constructeurs ont d'autre part mis sur le marché, des sièges autos adaptés pour jumeaux dans le but de faciliter le travail des parents et réduire quelque peu leurs frais (69) (Photo 1).

\* Sièges baquets à réceptacle  
Coût environ 500 F

Schéma 12.

L'enfant est retenu par le réceptacle, positionné devant le corps ce qui lui laisse ainsi plus de liberté de mouvements. Ce siège est fixé soit aux points d'ancrage, soit par la ceinture de sécurité (68).

Dans cette catégorie, il faut souligner que les dispositifs "dos à la route" pouvant être installés à l'avant permettent une utilisation plus judicieuse des places offertes dans le véhicule. Un adulte seul peut ainsi transporter 3 à 4 enfants protégés dans sa voiture.

3 - 3 : CATEGORIE C OU D OU CATEGORIE II :  
enfants de 3 / 4 ans - 10 ans,  
supérieurs à 15 kgs, inférieurs à  
25 kgs

Schéma 13.

On dénombre 3 sortes de DRE :

\* **Rehausseur**, coût (150 à 700 F)

Schéma 14, 15, photo 2.

Les rehausseurs sont les dispositifs de retenue pour les enfants qui sont le mieux adaptés à leur évolution morphologique permettant d'assurer leur protection depuis l'âge de 3 ans environ jusqu'à l'adolescence et l'âge adulte (112). Ils s'utilisent en combinaison avec la ceinture arrière du véhicule (interdits aux places avants). Ce dispositif rehausse l'enfant afin que la ceinture soit positionnée correctement sur son corps et qu'elle ne vienne pas s'appliquer sur le cou (68).

Ce siège rehausseur se pose facilement sur la banquette arrière. L'enfant et le réhausseur sont maintenus par la ceinture. Il convient simplement de s'assurer que la sangle ventrale de la ceinture passe bien, suivant les modèles, soit sous les accoudoirs du rehausseur, soit dans les encoches prévues à cet effet, à plat sur le haut des cuisses (83).

Ce type de DRE présente l'avantage de prendre relativement peu de place dans le véhicule même lorsque l'on ne transporte pas d'enfant et l'enfant peut lui-même l'installer sur la banquette arrière. D'autre part, ce type de DRE peut être utilisé également dans la maison (23) (Schéma 16, 17).

Dans cette catégorie, existe aussi des rehausses équipées d'un dossier qui apporte plus de confort à l'enfant qui dort en voiture (ceinture rete-

nue par le dossier au lieu de s'appuyer sur le cou de l'enfant) (8) (Photo 3).

A noter qu'un simple coussin ne peut en aucune manière remplacer un rehausseur ! (83).

#### **\* Tables boucliers**

Contrairement aux rehausseurs, ils ne surélèvent pas l'enfant. Celui-ci est assis sur la banquette de la voiture ; l'enfant et le bouclier sont retenus par la ceinture qui passe dans l'angle tronc - cuisse de l'enfant. Le principe de protection est de répartir les efforts sur le thorax, l'abdomen, le bassin et les cuisses en cas de choc frontal et d'absorber l'énergie au cours du choc. Par leur conception enveloppante, ils assurent ainsi un bon maintien latéral de l'enfant. Ils présentent l'avantage de pouvoir être utilisés soit avec une ceinture trois points, soit avec une ceinture deux points seulement. Ils peuvent donc être mis en place centrale arrière qui est la place la plus sûre dans un véhicule pour la protection à la fois en choc frontal et en choc latéral (111, 120) (Schéma 18) (60).

#### **\* Harnais : coût environ 350 F**

ou bien ceintures trois sangles adaptées à la classe d'âge. Dans les deux cas, il s'agit de dispositifs classiques de ceintures ou de harnais, réalisés dans une taille adaptée au gabarit de l'enfant. Le harnais est relié aux ancrages inférieurs des ceintures de sécurité ; harnais constitué d'une ceinture sous abdominale et de bretelle (30, 37, 91, 99) (schéma 19) (Photo 4).

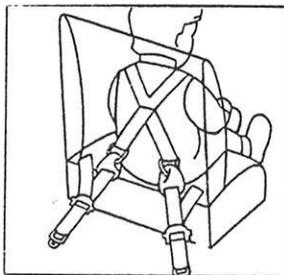


Schéma 20

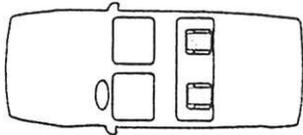
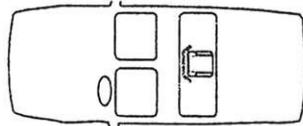
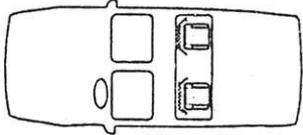
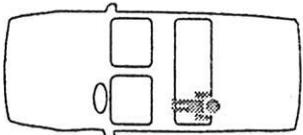
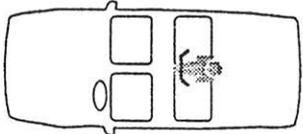
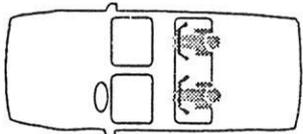
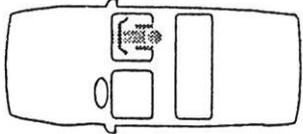
En fait, à l'heure actuelle, les seuls harnais disponibles sont fixés uniquement aux ancrages inférieurs des véhicules ce qui aboutit à une mauvaise qualité de la retenue sur le plan de la sécurité, équivalente à un adulte qui serait retenu uniquement par une ceinture de bassin.

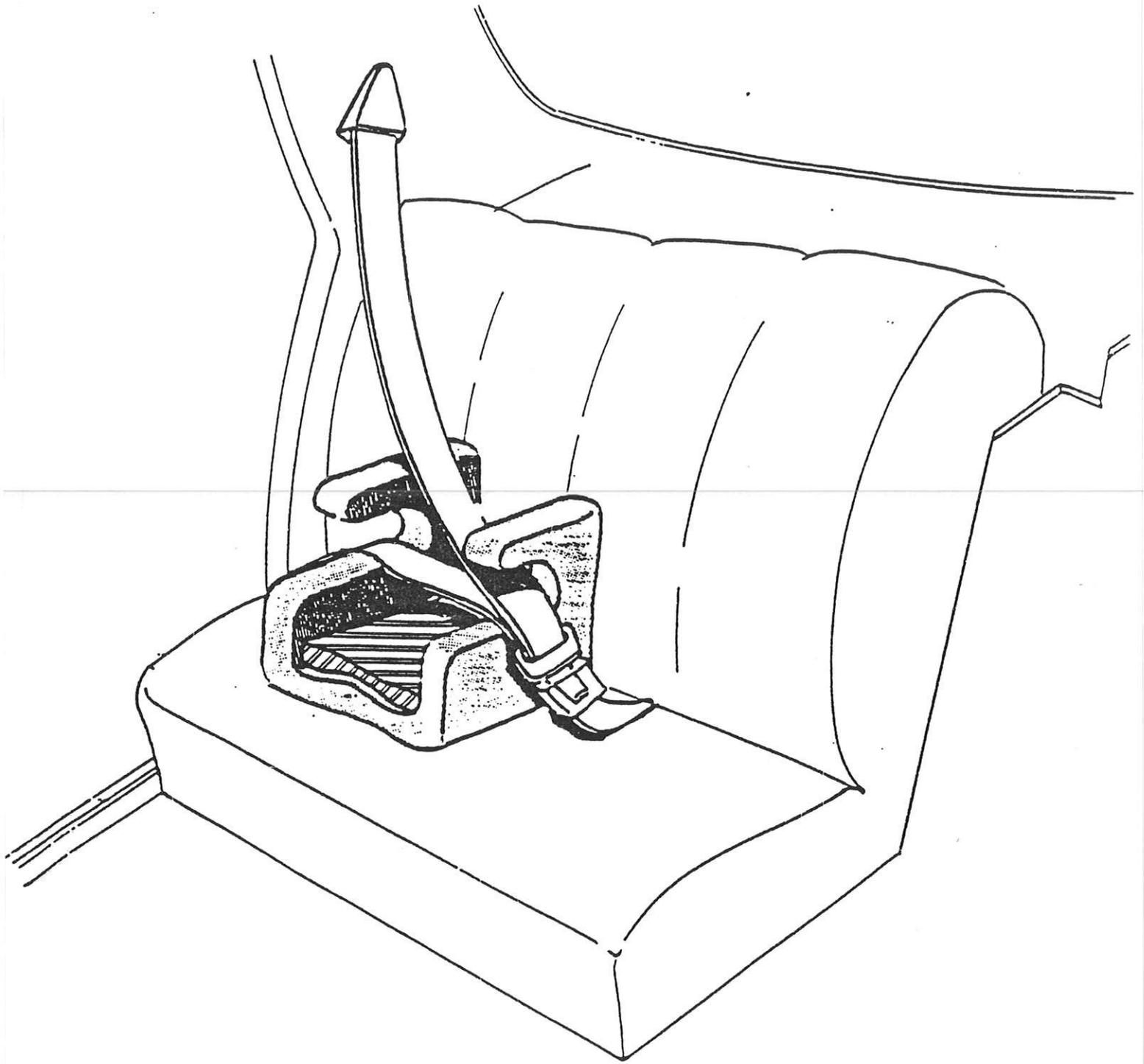
Pour qu'un tel système assure une protection efficace, il devrait pouvoir être fixé en plus à un ancrage haut spécifique équivalent à l'ancrage supérieur de la ceinture trois points de l'adulte. Un tel ancrage n'est pas disponible sur les véhicules actuels. De plus, il devrait comporter deux sangles pelviennes de préférence à une sangle unique passant à l'entre-jambe de l'enfant, à la racine des cuisses pour éviter le sous-marinage.

Pour ces différentes raisons, il n'est pas recommandé d'utiliser des harnais pour les enfants. Ils sont loin de procurer une protection aussi efficace que les rehausseurs ou les tables boucliers en complément de la ceinture adulte (3 points). Ils permettent certes d'éviter l'éjection de l'enfant hors du véhicule en cas

# GRUPE 2

(15 - 25 KG)

<u>POSITION DE L'ENFANT</u>	<u>EMPLACEMENT DU DISPOSITIF</u>	<u>FIXATION DU DISPOSITIF</u>	
<i>Assis sur un rehausseur</i>	<i>Face à la route à l'arrière du véhicule de préférence</i>	<i>Rehausseur sans bouclier :</i> <ul style="list-style-type: none"><li>• L'enfant utilise la ceinture 3 points du véhicule.</li></ul>	
<i>ou</i>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Rehausseur avec bouclier : la ceinture 2 ou 3 points maintient le rehausseur</li></ul>	 
<i>assis sur la banquette, avec un harnais</i> <i>ou</i>		<ul style="list-style-type: none"><li>• Harnais : relié à la ceinture 2 ou 3 points du véhicule</li></ul>	
<i>assis sur la banquette avec un bouclier</i>		<ul style="list-style-type: none"><li>• La ceinture 2 ou 3 points du véhicule maintient le bouclier</li></ul>	 <i>ou</i>  <i>ou</i> 



Réhausseur posé sur la banquette arrière ; l'enfant, face à la route, est maintenu par la ceinture de sécurité.

Schéma 14

# INSTRUCTIONS D'EMPLOI<sup>92</sup>

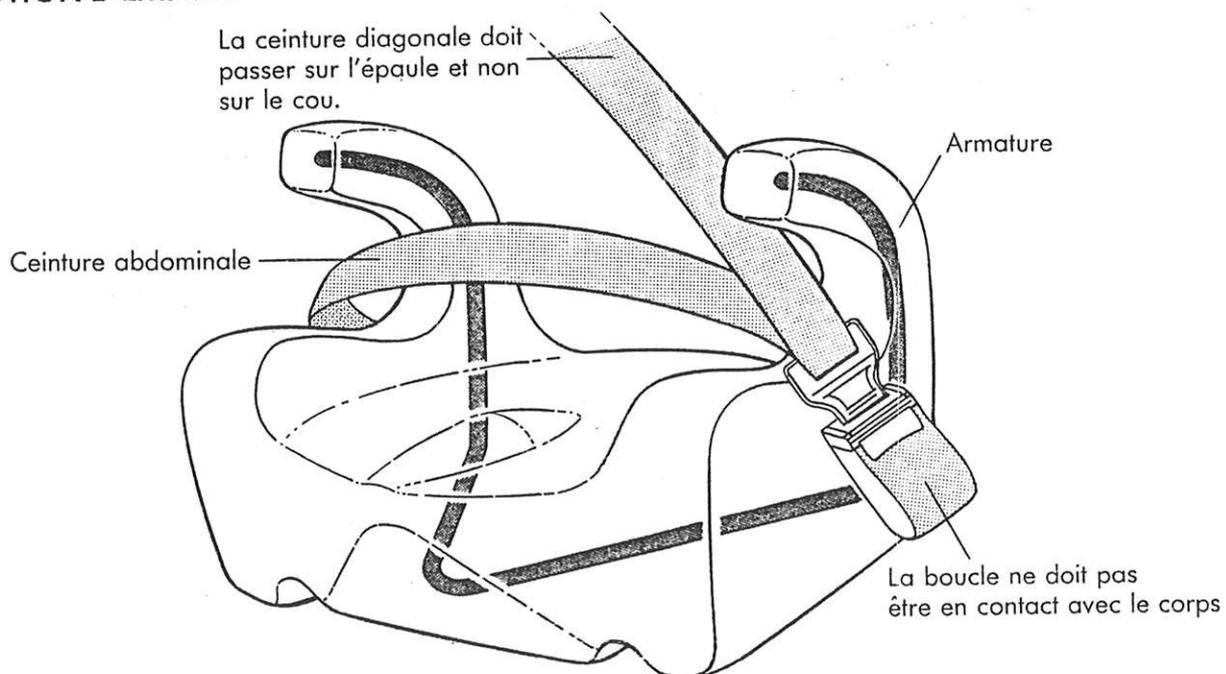
REHAUSSE SÉCURITÉ AUTO POUR ENFANT de 15 à 25 kg (3 à 10 ans environ)

## 1 - MONTAGE



## 2 - PRÉCAUTION D'EMPLOI

La ceinture diagonale doit passer sur l'épaule et non sur le cou.



**ATTENTION :** la rehausse ne doit pas être réutilisée après un accident grave.

## 3 - ENTRETIEN

Housse amovible lavable à l'eau savonneuse à 40° C ou nettoyage à sec.



Photo 2

Pour montage sur banquette AR à gauche ou à droite.

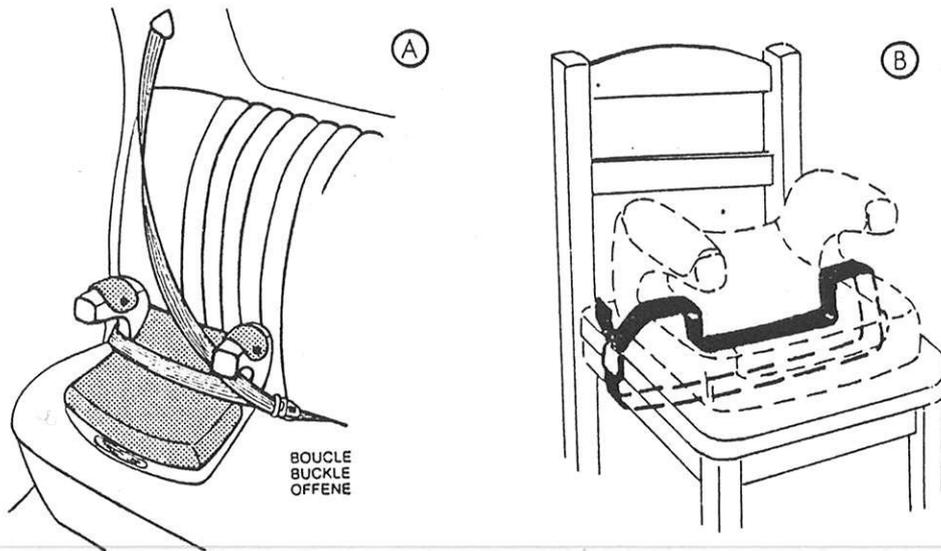


Schéma 16



Rehausseur : un simple coussin ne peut en aucune façon remplacer un rehausseur.

---

Schéma 17

Photo 3

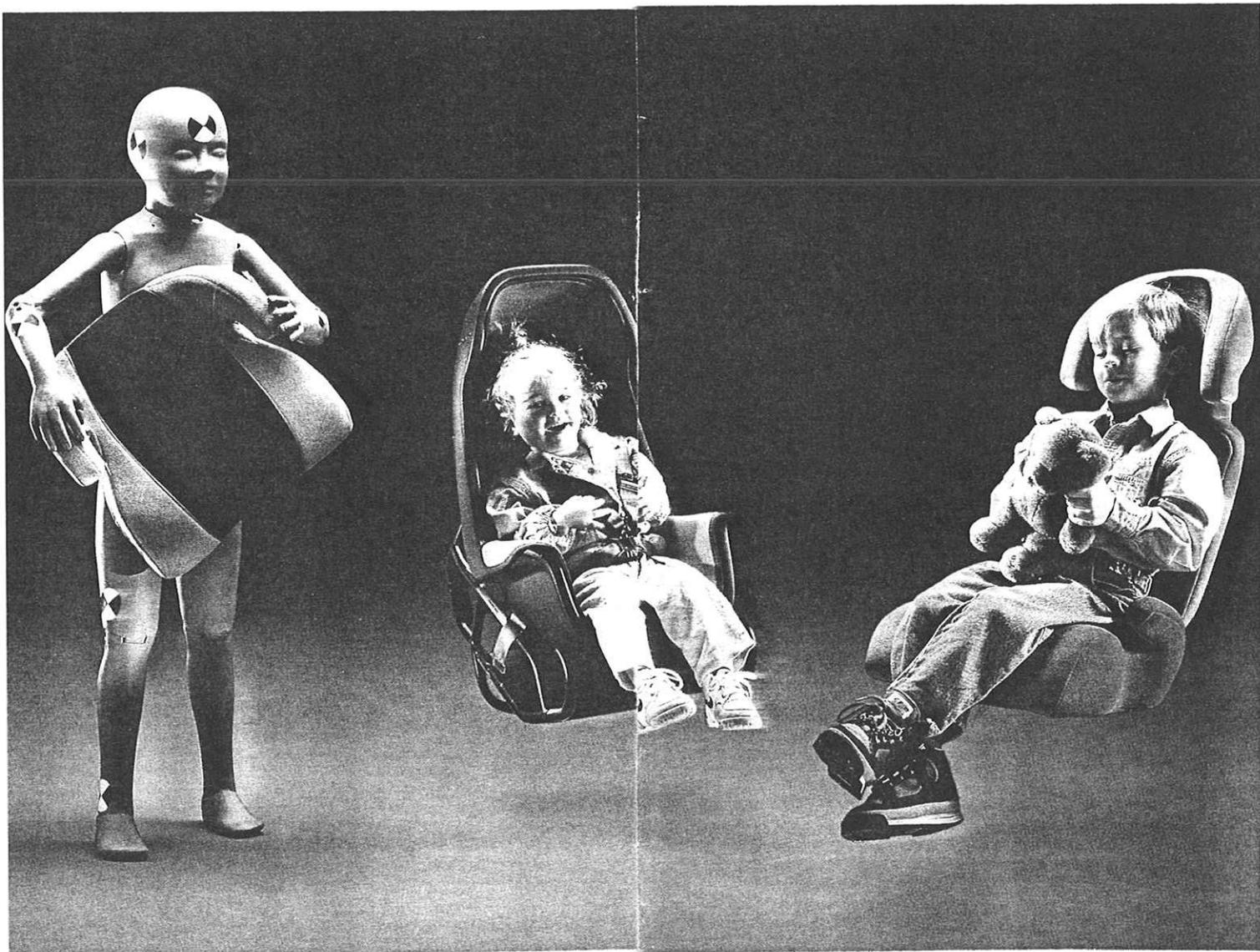


Photo 3

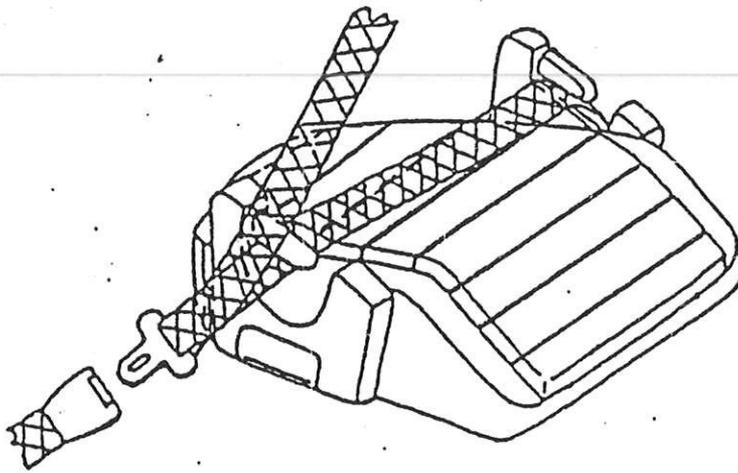
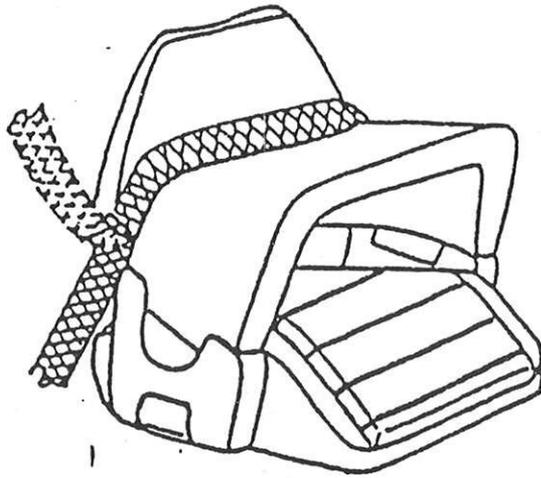


Schéma d'un système à coussin surélevé et ceinture d'origine avec bouclier amovible, conception européenne /30/

Schéma 18



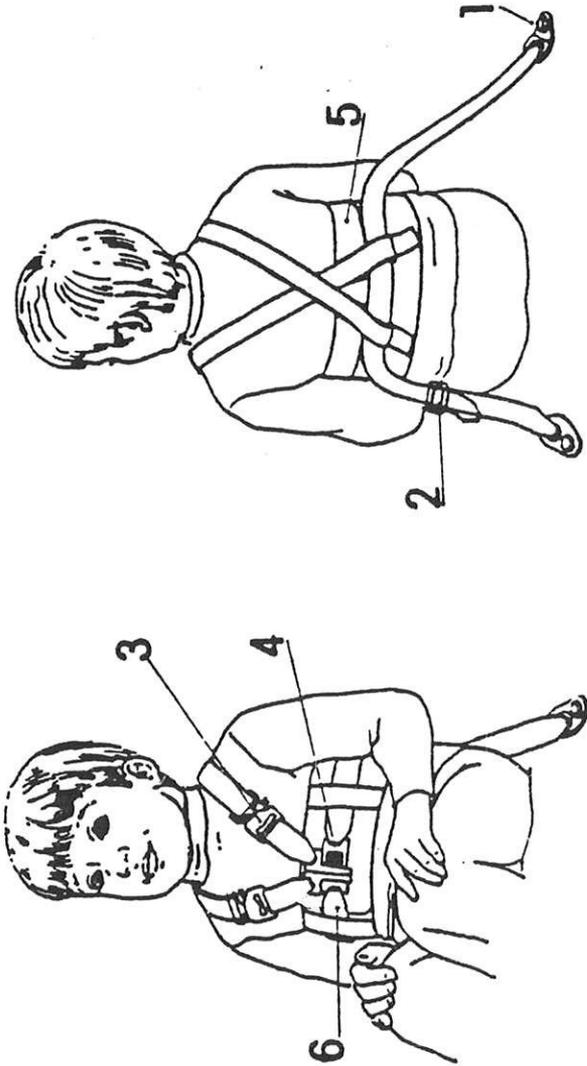
CEINTURE DE SECURITE YOUPA-LA

UTILISATION : Ceinture de Sécurité homologuée B TPDS 89 139.  
L'enfant est maintenu, mais reste libre de tous mouvements.  
Libération rapide.  
S'installe uniquement sur le siège arrière du véhicule.

NOTICE DE MONTAGE

A- INSTALLATION DE LA CEINTURE DE FIXATION

- Dégager les points de fixation arrière du véhicule (sur le plancher du coffre arrière, habituellement obturés par des bouchons en plastique).
- Glisser les extrémités (appelées bélières) de la ceinture de fixation du harnais entre le dossier et la banquette arrière du véhicule.
- Boulonner les bélières aux points de fixation arrière du véhicule (1).
- Tendre la sangle au niveau du passant (2).



B- REGLAGE DU HARNAIS SUR L'ENFANT

- Ajuster le coussinet (5) autour du ventre de l'enfant au moyen de la fermeture velcro.

Ajuster la ceinture avec la boucle anti microglissement (6) et fermer la boucle (4).

- Ajuster la hauteur des bretelles au moyen des boucles anti microglissement (3).

C- BOUCLAGE DU HARNAIS

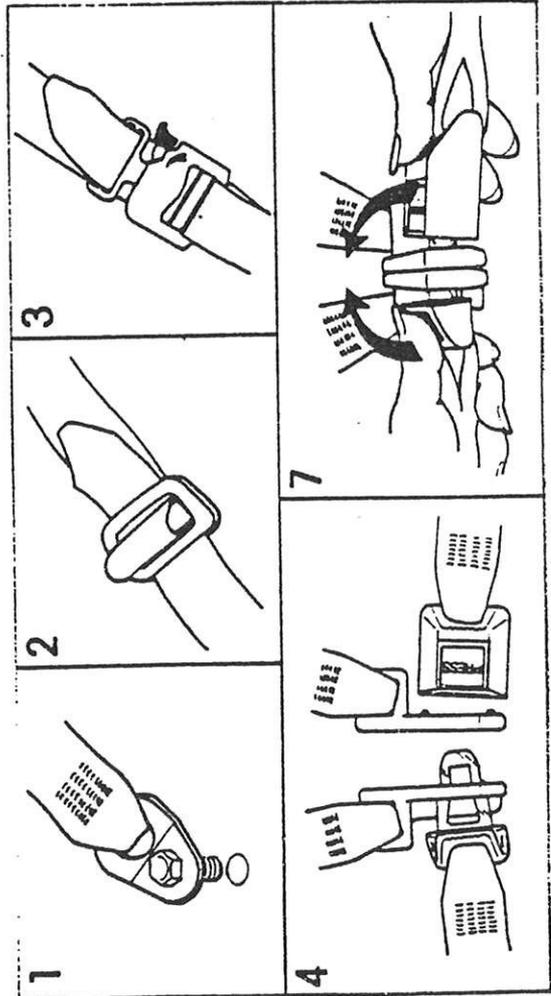
- Fermer en serrant les deux côtés du devant de la boucle entre le pouce et l'index de la main (7).

D- DEBOUCLAGE DU HARNAIS

- Appuyer sur la partie rouge de la boucle (1) marquée "PRESS".

NOTICE D'ENTRETIEN

Coussinet : nettoyage à sec, ou lavage à 40° maximum.



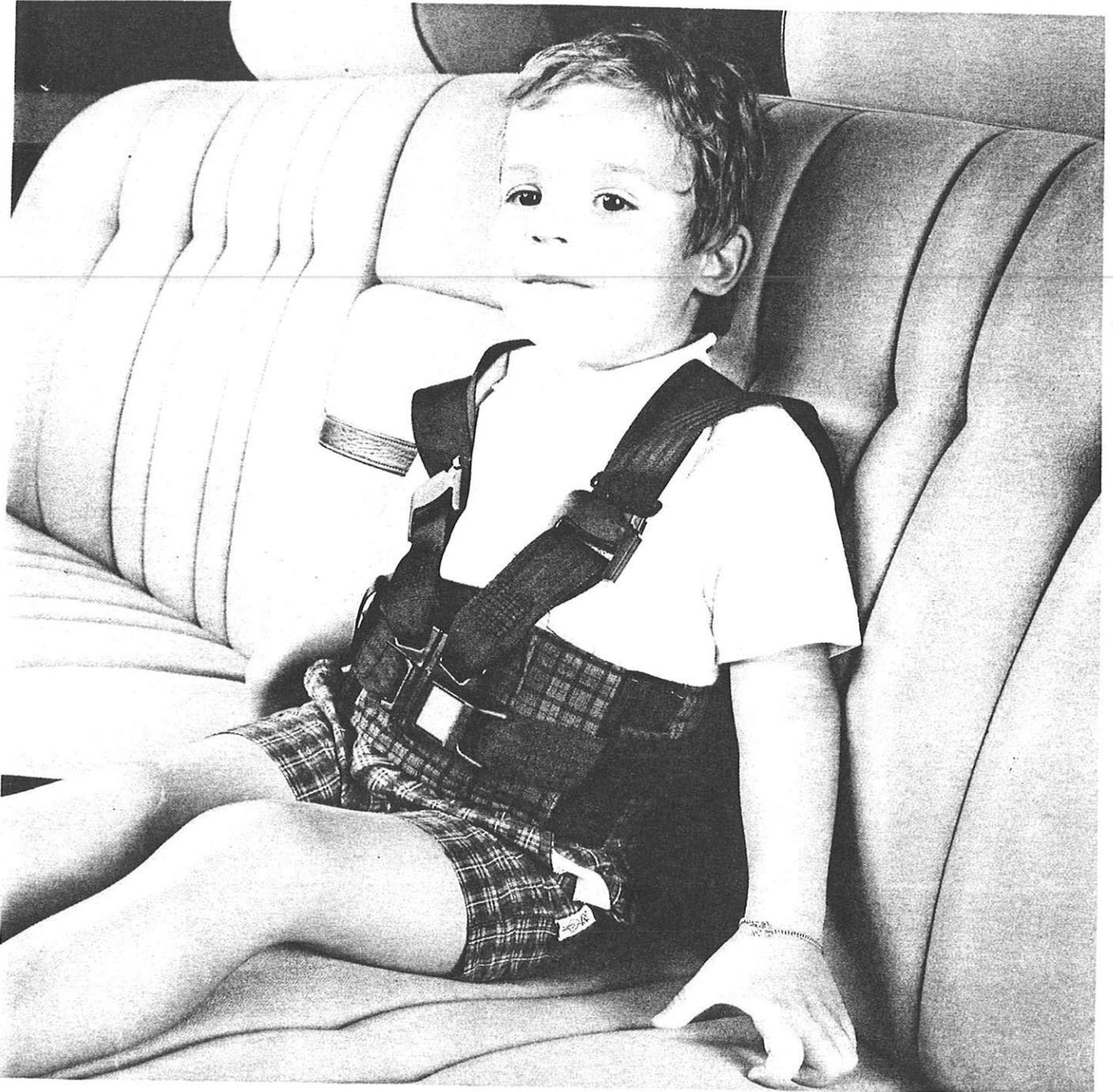


Photo 4

de chocs multiples ou de retournement , mais ils n'empêchent pas la projection de l'enfant contre certaines parties rigides de l'habitacle. De plus, le risque de lésions abdominales sévères en choc frontal est important (110).

#### 4 - COMMENT CHOISIR UN DISPOSITIF DE PROTECTION ?

Dans le but d'améliorer l'adhésion et l'utilisation des DRE, le CIRPAE (Centre d'Information et de Rencontre pour la Prévention des Accidents d'Enfants) a publié en Avril 92, un fascicule répondant à 30 questions correspondant aux interrogations du public face à l'obligation du port d'un DRE (68).

Outre sa fonction de protection, le dispositif est conçu pour maintenir la posture de l'enfant de façon à ce qu'il voyage dans de bonnes conditions de confort (69, 83, 99).

Confronté à l'achat de matériel, un parent aura donc soin de :

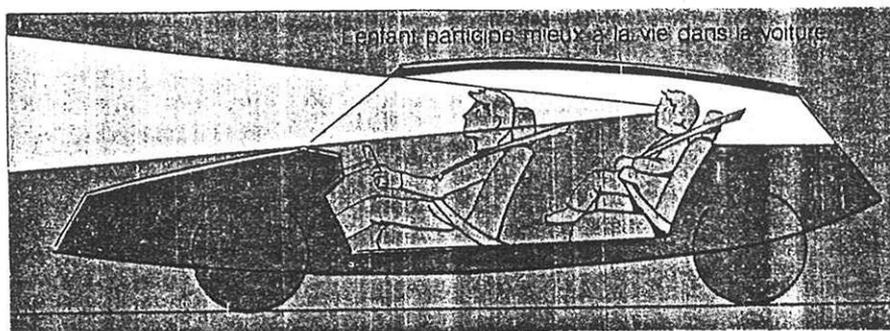
- s'assurer d'un maintien adéquat de la posture.

L'enfant a une morphologie qui évolue et le dispositif doit correspondre au groupe de poids (donc de taille) qu'il aura pendant l'utilisation,

- favoriser le confort

Pour la possibilité de repos : l'enfant a besoin de sommeil et le voyage en voiture l'endort facilement. Il est intéressant que le dispositif ait des appuis latéraux largement dimensionnés ainsi que deux ou plusieurs positions d'inclinaisons.

Pour le champ de vision, l'enfant a besoin de participer au voyage. Il cherche à regarder le paysage. Il est bon que le dispositif le surélève suffisamment.



Pour les possibilités de mouvements, sans laisser l'enfant totalement libre (sécurité oblige), le dispositif doit lui laisser le plaisir de bouger les bras, la tête et les jambes. Ses activités de détente aideront à la tranquillité des parents, surtout du conducteur.

Pour la qualité du revêtement et sa facilité d'entretien ; l'enfant supporte peut-être un appui ferme (coque "plastique" par exemple), mais il appréciera que le revêtement ne soit ni froid en hiver, ni chaud en été. Il faudra pouvoir le laver et donc l'enlever aisément (69, 83, 99).

- Vérifier la facilité d'emploi

\* pour le réglage des sangles

L'enfant va grandir, il porte des vêtements plus ou moins épais, il faudra donc manoeuvrer les dispositifs de réglage (coulissement) ; de même pour les sangles de fixation à la voiture (68, 83, 99).

\* pour le fonctionnement de la boucle

Deux opérations sont nécessaires : engager le pêne (et quelquefois plusieurs) dans la boucle et décrocher celle-ci. Un jeune enfant ne doit pas pouvoir le faire

seul, mais l'adulte doit pouvoir "presser le bouton sans difficulté (69, 83, 99).

\* pour l'accès aux points d'arrimage des sangles de fixation

L'extrémité arrimée sur le dispositif doit être facilement accessible si on doit changer le dispositif de place. Les DRE actuels utilisent les ceintures de sécurité montées en séries aux places latérales arrières depuis Octobre 1978 (4).

\* en pensant aux possibilités de double usage

Certains dispositifs peuvent être utilisés à la maison et dans la voiture. Ce sont en particulier les lits auto et les coussins rehausseurs ; cela peut être pratique, économique, à condition de pouvoir le faire facilement (69, 83, 99).

#### - Recommandations

Avant chaque utilisation, une série de manipulations simples permettent de s'assurer que le dispositif est toujours bien utilisé :

- . raidir les sangles pour assurer une bonne stabilité et la meilleure sécurité,
- . pour les nacelles, fermer complètement le filet anti-éjection,
- . attacher le harnais à la ceinture en utilisant toutes les sangles prévues sur le dispositif,
- . positionner les sangles juste au ras des cuisses pour maintenir les hanches et non le ventre ; ajuster les sangles sur les hanches et le thorax,
- . dans le cas du rehausseur, passer les ceintures sous les accoudoirs à pattes prévues sur le dispositif (63, 97, 116).

**5 - LES ENFANTS BLESSES QUOIQUE BIEN**  
**MAINTENUS (43)**

Le risque de blessure chez un enfant bien maintenu existe, ne serait-ce qu'en raison de la violence particulière de l'accident. Il s'agit de cas sans solution actuellement disponible où les tolérances de l'enfant à l'impact sont alors dépassées (120). C'est le cas de l'observation n° 1 de notre étude clonique où le système de retenue a été arraché de ses attaches.

Il existe d'autre part des cas où la violence est non exceptionnelle, mais où des problèmes spécifiques apparaissent. Ils ne peuvent être détectés que par l'analyse d'échantillons importants d'enfants impliqués en accidents réels alors qu'ils utilisent des DRE. C'est pour cette raison que Renault a pris l'initiative de créer un groupe d'action international pour l'amélioration des DRE. Il apparaît alors que le risque de blessures corresponde aux limites de protection inhérente à chaque système particulier (120).

Les blessures les plus fréquentes, certaines très graves voire fatales, sont la conséquence d'une mauvaise utilisation du DRE (43, 63) :

- Exemple :
- fracture de phalange suite à un mauvais réglage de longueur de la ceinture de sécurité arrière (115) (Photo n° 5).
  - enfant décédé suite à une mauvaise utilisation d'un harnais, des deux sangles en abdominal (18).
  - fracture odontoïde secondaire à un mauvais réglage de harnais de siège auto face à la route (3, 14, 88) (Photo 6 et 7).



Photo 5  
Fracture 1ère phalange index droit.

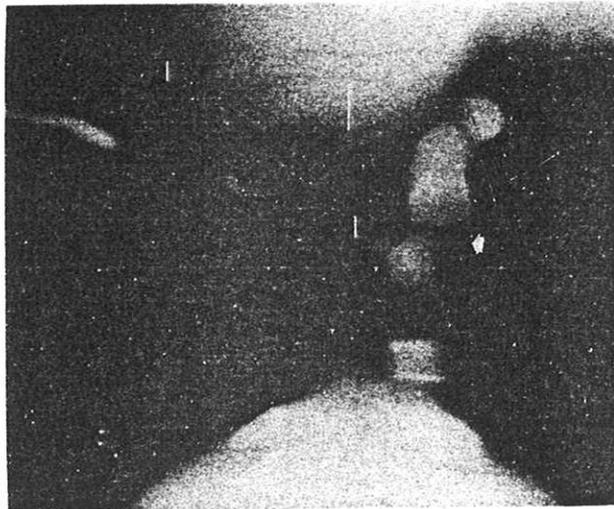


Photo 6  
Tomographie de fracture odontoïde type II.

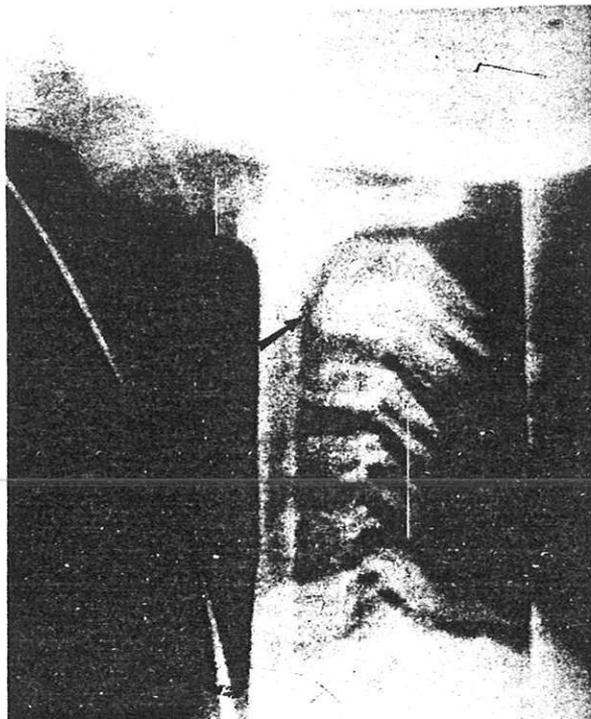


Photo 7

Fracture odontoïde type II

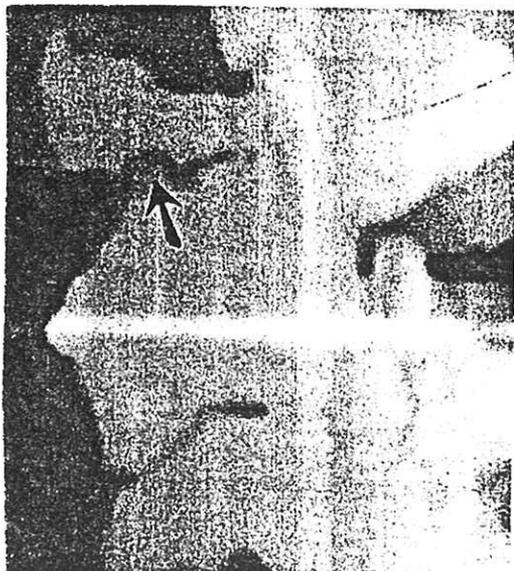


Photo 8

Fracture de l'épineuse vertèbre L4.

Ne prenons que les cas d'enfants blessés quoique bien maintenus, ce qui suppose des DRE bien utilisés.

- \* enfants très jeunes de la naissance à 2 ans utilisant des sièges avec harnais face à la route.

Une vulnérabilité cervicale propre à cette tranche d'âge fait que plusieurs cas d'enfants ont été victimes d'une lésion cervicale gravissime (tétraplégie) alors que les circonstances de l'accident étaient telles que l'enfant aurait dû être indemne. Donc, s'il est exceptionnel, le risque est trop terrifiant pour ne pas recommander la solution la plus radicale qui est le recours au "DRE dos à la route" pour cette tranche d'âge (33, 42, 57, 120).

Malgré la sécurité de ce type de siège dos à la route, il a été répertorié un traumatisme du plexus brachial avec déficit moteur et sensitif, ceci dû à une pression trop forte et surtout de durée trop longue sur la clavicule (80).

- \* cas de blessures qui peuvent arriver avec tout DRE, mais où les configurations sont autres que frontales et plus particulièrement en collision latérale.

Pour l'enfant, comme pour l'adulte, il n'y a guère de chance d'éviter les blessures éventuellement très graves (4, 120).

- \* cas de blessures à type de fracture tibiale bilatérale ou non malgré l'utilisation de DRE type siège auto ou type dos à la route, ont été

collationné. On découvre donc avec ces différents types de DRE une "nouvelle" traumatologie chez l'enfant (20, 119). Les cas n° 3 et 11 de notre étude correspondent à ce type de lésions.

\* blessures d'enfants de plus de 6 ans en place centrale arrière.

Le DRE utilisé est le rehausseur avec utilisation de la ceinture abdominale exclusive. En cas de choc frontal, il y a risque majeur de lésion abdominale et /ou rachidienne (25, 48) (Photo n° 8). Le cas n° 27 de notre étude clinique en est un exemple avec comme séquelle splénectomie + néphrectomie. Certains constructeurs automobiles se sont penchés sur ce problème (Renault, Volvo...) et ont mis au point la ceinture trois points à ancrage supérieur mobile pour, justement, pallier à ce problème, mais ceci ne concerne que très peu de modèles automobiles et reste donc isolé.

#### DRE pour enfants médicalement fragiles

Très peu d'informations et d'études sont faites pour ces enfants. Ceux-ci sont quotidiennement véhiculés dans des DRE hors normes, non adaptés pour leurs problèmes orthopédique, respiratoire, neurologique : prématuré, hydrocéphale, dysplasie bilatérale de hanche, respiration artificielle.... Les DRE classiques ne sont pas d'une sécurité optimum pour eux. et des modifications, des programmes de recherches sont en cours d'élaboration (19, 105, 129).

On constate à l'issue de ce chapitre que l'efficacité d'un DRE, même bien conçu, n'est jamais absolue. Quelles que soient les circonstances de

l'accident, cela prouve l'importance capitale d'une vérification du bon maintien des enfants avant chaque transport. Une vigilance permanente est donc nécessaire.

## 6 - RECHERCHES EN MATIERE DE DRE

### 6 - 1 : SIEGES INTEGRES (Photo 23, 24)

L'intérêt majeur d'un DRE intégré à une voiture donnée est de pouvoir disparaître entièrement sans consommer de volume de rangement, sans nécessiter de déplacement à l'intérieur ou à l'extérieur du véhicule (Photos 9, 10, 11, 12, 13).

Le DRE intégré permet la compatibilité adulte-enfant pour une même place assise. C'est d'ailleurs une des difficultés à surmonter pour que le confort de l'un et de l'autre occupant possible ne soit pas dégradé par cette implantation.

Les premières réalisations connues, les rehausses de Renault et Volvo, le siège enfant dos à la route de la Renault Cover, correspondent à cette définition de DRE intégré (Photo 9).

Un autre intérêt du DRE intégré est de réaliser de manière optimale, sa fixation au véhicule alors qu'elle laisse trop souvent à désirer, soit par sa conception, soit par la négligence de l'utilisateur dans l'utilisation courante des DRE universels. Il est difficile à ces derniers d'être parfaitement adaptés à la diversité des aménagements intérieurs du parc automobile.

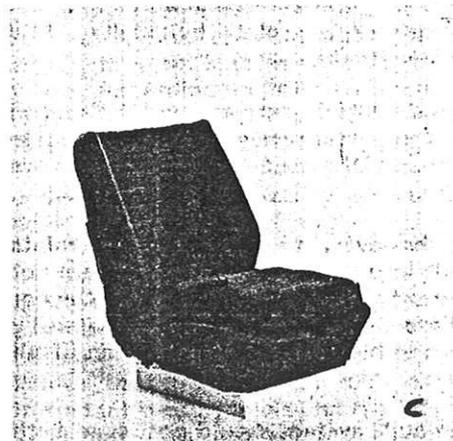
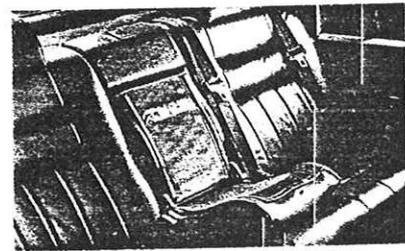
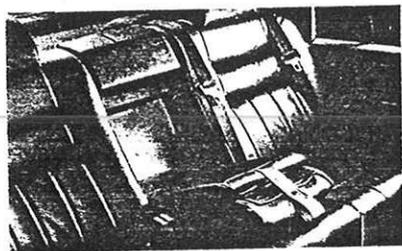
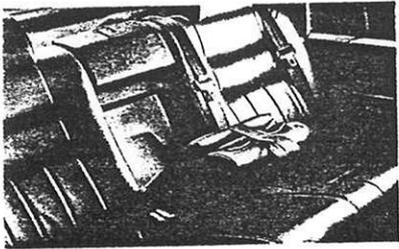
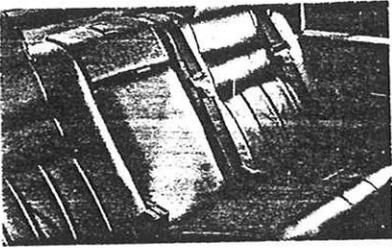


Photo 9



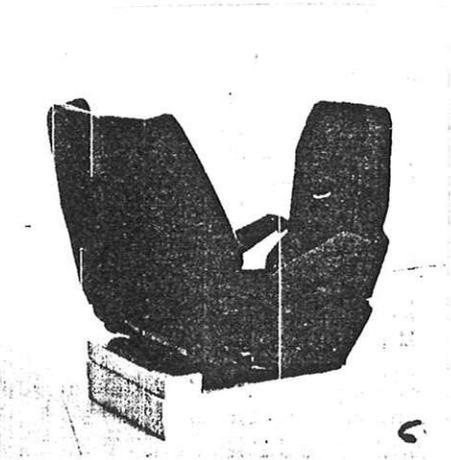
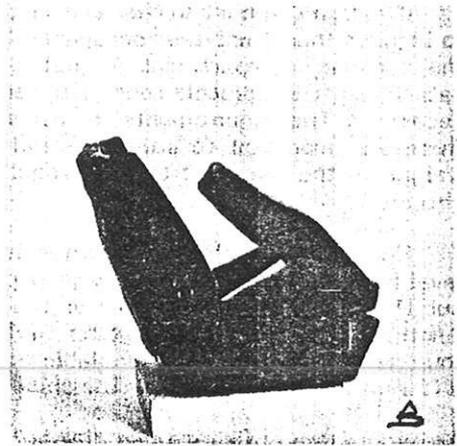
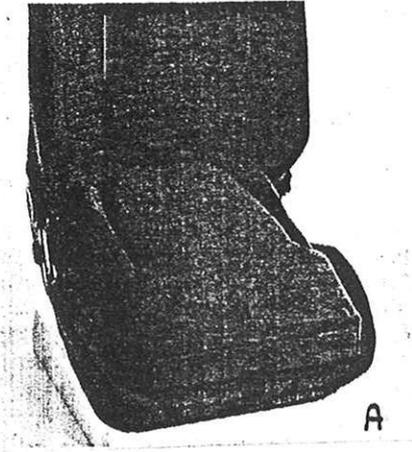


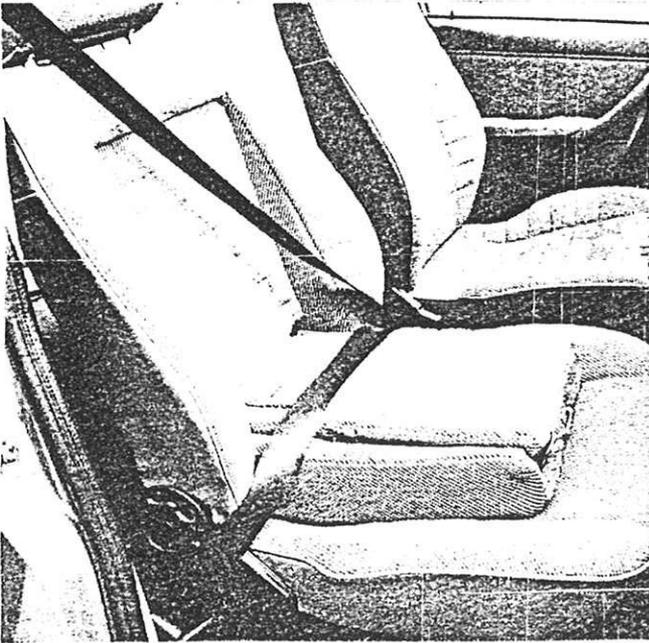
Photo 10



A



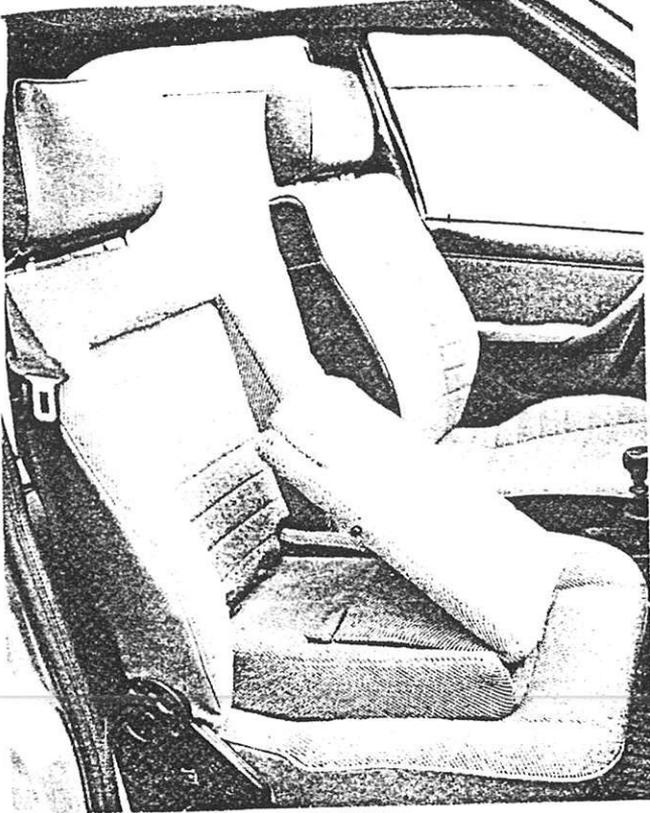
B



C

Photo 11

DRE intégré faisant rehausseur et  
siège dos à la route



D



E

Photo 11

DRE dos à la route intégré

Cependant un inconvénient existe, c'est l'impossibilité d'utiliser le même DRE à différentes places d'une même voiture et surtout de voitures différentes.

Les DRE intégrés resteront longtemps une solution marginale disponible sur une part très limitée des véhicules neufs et les DRE universels continueront à être utilisés pour d'autres places dans la voiture (plusieurs enfants) ou dans d'autres voitures (multi-motorisation familiale, transports d'enfants par parents, mais aussi grand-parents...) (110).

#### 6 - 2 : LE RECOURS AUX FIXATIONS STANDARDISEES

Une solution alternative a été proposée par les suédois sous l'appellation "Iso Fix". Elle consiste à doter les DRE universels de fixations particulières qui s'adaptent par simple enquillement dans des dispositifs complémentaires fixés à demeure sur la voiture.

Son intérêt réside dans la possibilité de conserver l'usage universel d'un même DRE à toutes places et dans tous véhicules équipés de ces fixations spécifiques standardisées (54, 110).

#### 6 - 3 : DRE SPECIFIQUES DE CERTAINES VOITURES D'UN OU PLUSIEURS CONSTRUCTEURS

Il existe une autre voie pour améliorer l'adaptation d'un DRE au véhicule. Elle consiste à concevoir ce DRE en tenant compte des caractéristiques communes à certaines voitures et à compléter la fixation habituelle par un ou plusieurs ancrages spécifiques.

L'existence de ces derniers justifient l'exigence d'une homologation spécifique du DRE à l'intérieur de l'habitacle auquel il est destiné (110).

## 7 - CONCLUSION

Les différents DRE étudiés dans ce chapitre assurent une sécurité adaptée à chaque type de catégorie d'âge et de poids. Ils sont le résultat d'études de laboratoires cherchant à créer une sécurité optimum pour les transports de nos enfants. (Photo 14)

Photo 12  
Rehausseur intégré

Photo 13  
Rehausseur intégré

Photo 14

L'ensemble des DRE.

CHAPITRE IV :

TESTS

ACCIDENTOLOGIE

BIOMECHANIQUE

La recherche d'une plus grande sécurité doit porter sur la réduction des conséquences des accidents car ceux-ci, malgré les résultats escomptés, resteront encore nombreux pendant longtemps, c'est le domaine de la sécurité secondaire. Celle-ci doit viser à réduire l'agressivité potentielle des véhicules et de l'environnement routier vis à vis des usagers.

Cet objectif peut être atteint d'une part au moyen d'une conception appropriée du matériel, et d'autre part en interposant des dispositifs de protection destinés à absorber une part importante de l'énergie cinétique des véhicules et des occupants pendant le choc (121).

## 1 - STRATEGIE GLOBALE EN MATIERE DE SECURITE SECONDAIRE

La sécurité routière représente une branche de régulation complexe entre l'homme, le véhicule et la route (schéma n° 1).

La sécurité passive (secondaire) entre en jeu à partir du moment où l'accident est devenu inévitable. Elle repose essentiellement sur la notion de protection. Il s'agit donc de prendre les mesures techniques qui permettront d'éviter ou de minimiser les conséquences d'un accident.

Les travaux en accidentologie et en biomécanique de l'impact permettent aujourd'hui de définir précisément ce qu'il faut faire ou ne pas faire (121).

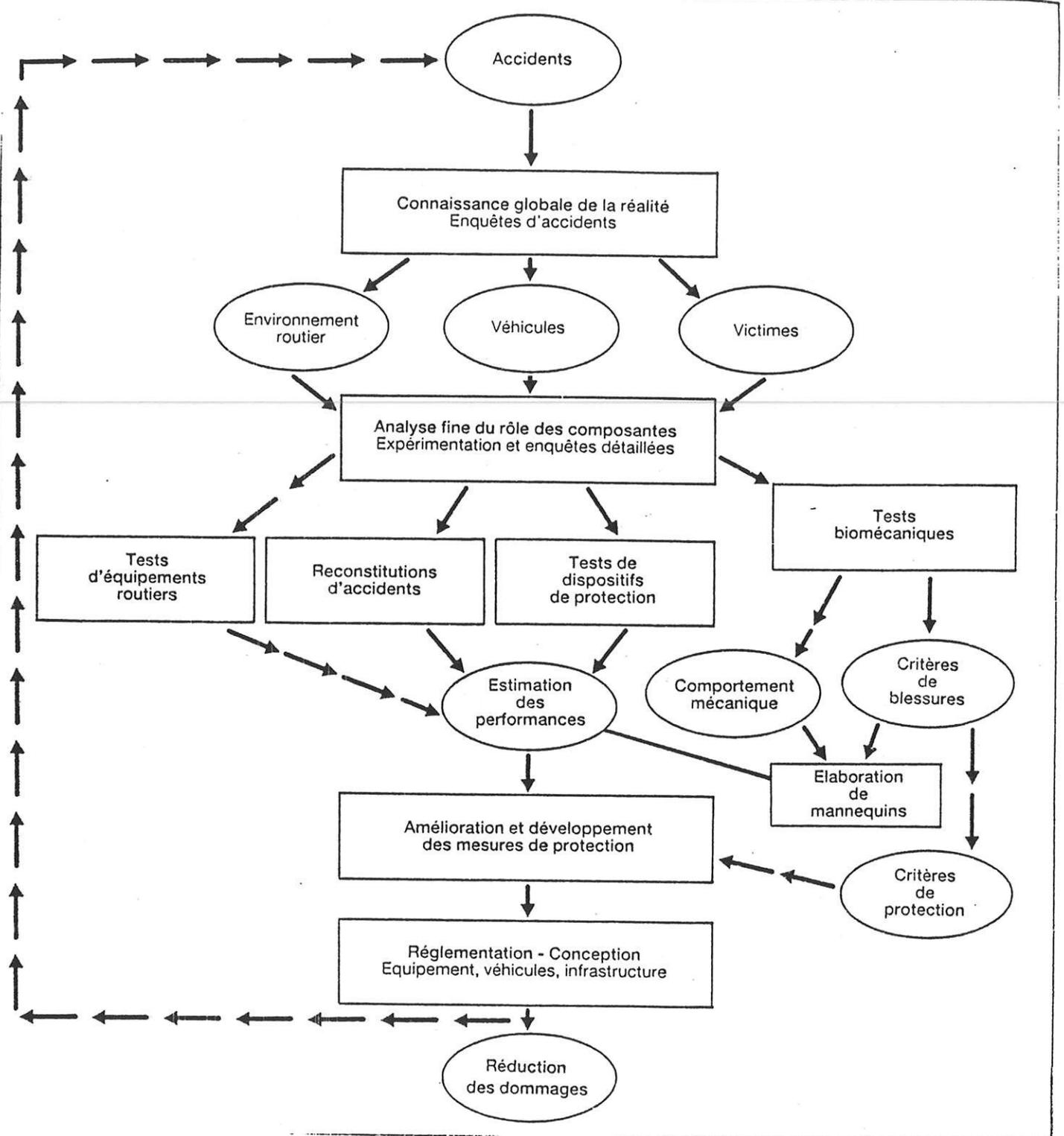


Schéma 1 : stratégie globale en sécurité secondaire.

## 1 - 1 : ACCIDENTOLOGIE

La démarche suivie pour atteindre l'objectif de réduction des dommages est illustrée par le schéma précédent.

Comme toute approche scientifique, elle débute par une phase d'observation de la réalité : ce sont les enquêtes (menées par INRETS, groupe d'action international pour l'amélioration du DRE, par les constructeurs automobiles...) qui permettent d'avoir une vue globale des accidents et en favorisent la répartition en terme de fréquence et de qualité en fonction de leur type. Elles servent également à identifier un certain nombre de facteurs qui conditionnent cette gravité. Elles conduisent, de ce fait, à définir des priorités de recherche et d'action.

Pour mener une action efficace, il faut comprendre par quels mécanismes sont produits les dommages, en particulier les dommages corporels. On peut analyser les dommages subis par rapport aux accidents, mais ceux-ci sont des phénomènes où de nombreuses variables sont impliquées. De ce fait, les enquêtes même détaillées ne fournissent pas toutes les données pour quantifier la sévérité des chocs.

La vitesse d'impact, par exemple, ne peut être qu'estimée assez grossièrement de façon indirecte à partir des déformations subies par les véhicules ce qui limite les possibilités de comparaison entre accidents.

D'autres informations ne sont pas du tout accessibles comme les forces d'impact ou de décélération subies par les différents segments

corporels des victimes. Il est donc nécessaire, d'une part de décomposer les accidents en situations plus simples et de contrôler les multiples sources de variation , et d'autre part, de procéder à une détermination expérimentale des informations manquantes.

Depuis plusieurs années, différents organismes ont pratiqué des enquêtes sur la typologie des lésions lors d'accidents d'enfants (accidents de la circulation). Ces différentes enquêtes ont abouti à des conclusions imposant ou non une transformation des moyens de transports (véhicules, DRE, attitude des usagers) (121).

**1 - 1 - 1 : Une enquête de 1973**, menée par l'Organisme National de Sécurité Routière à propos de 95 accidents, a mis en évidence une gravité importante des lésions d'enfants en choc frontal, surtout pour ceux placés à l'avant du véhicule. D'autre part, lors d'éjection, le risque est toujours important quelque soit le type de choc.

La conclusion finale de cette enquête montrait la nécessité absolue d'interdire les places avants aux enfants et dans la mesure du possible, les maintenir par un DRE aux places arrières. Depuis 1975, obligation aux enfants de moins de 10 ans d'être à l'arrière (30).

**1 - 1 - 2 : Une enquête de 1983** menée par l'INRETS sur la typologie des lésions chez les enfants occupants d'automobiles, réalisée sur deux années (82 - 83) dans plusieurs services hospitaliers d'urgence, réunissait 6 459 dossiers.

Le pourcentage des enfants de 0 à 15 ans impliqués dans les accidents représentait 8,2 %. Durant cette enquête, il avait été très difficile de faire préciser la notion de retenue pour les enfants et plus encore la conformité de celle-ci, les fichiers de police ou de gendarmerie ne relevant pas l'information (86).

- Typologie des blessures selon l'âge

De 0 - 4 ans : schéma 2

Les lésions sont essentiellement des atteintes cranio-faciales. Dans près d'un tiers des cas, l'atteinte crânienne est sévère (fracture, dislocation) alors que les atteintes faciales sont essentiellement à type de plaies et contusions. C'est cette classe d'âge qui présente le moins de lésions des extrémités (ceci lié à leur petite taille et leur extrême souplesse) (56, 86).

**TYPLOGIE LESIONNELLE DES ENFANTS DE 0 A 4 ANS**

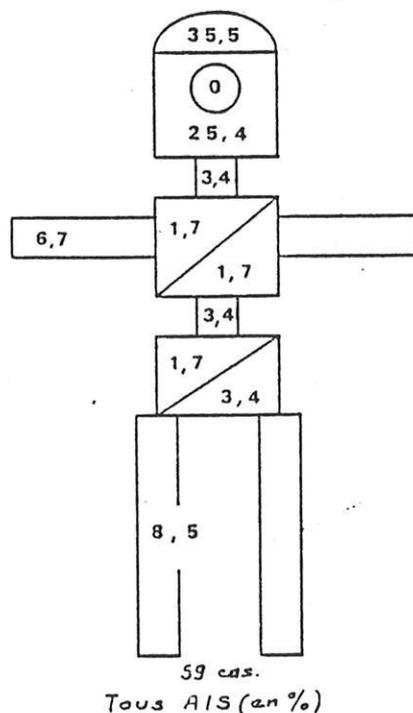
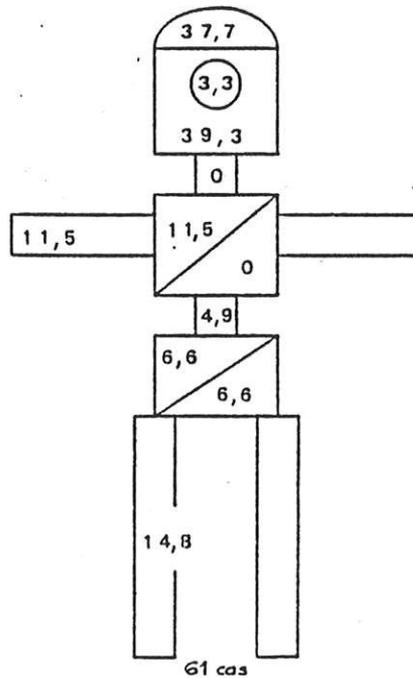


Schéma 2

De 5 - 9 ans : schéma 3

Ils présentent un nombre moyen de lésions beaucoup plus élevé (1,36) avec toujours un nombre important de lésions cranio-faciales. Par contre, le massif facial est ici plus sévèrement atteint que chez les enfants plus jeunes. les lésions thoraciques sont le plus souvent à type de contusions ainsi que les lésions du bassin osseux. Les viscères abdominaux atteints sont classiquement dans les 3 groupes d'âges des ruptures de rate. On voit apparaître dans ce groupe un nombre plus important de lésions des membres, particulièrement des membres inférieurs, celles-ci dûes à l'encastrement sous le siège (56, 86).

**TYOLOGIE LESIONNELLE DES ENFANTS DE 5 A 9 ANS**



Tous A.I.S. (en %)

Schéma 3

De 10 - 14 ans : schéma 4

Ils ressemblent plus à l'accidenté de type adulte encore que l'atteinte cranio-faciale soit toujours plus importante, mais souvent à type de plaie ou de contusion ; au niveau du cou, un nombre important de luxations simples sans trouble neurologique. On voit apparaître des lésions osseuses thoraciques, plus rares chez le jeune enfant au thorax très déformable. Les lésions des membres sont plus fréquentes que pour les autres tranches d'âges (56, 86).

**TYOLOGIE LESIONNELLE DES ENFANTS DE 10 A 14 ANS**

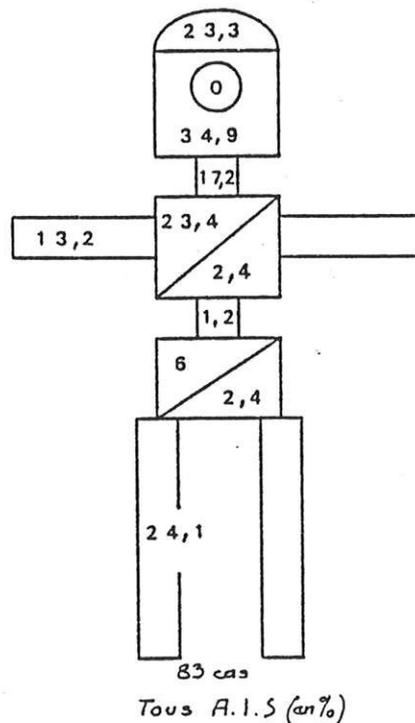


Schéma 4

Les mécanismes lésionnels sont intéressants à étudier :

- L'enfant est situé à l'avant (enfant de plus de 10 ans) ; il va heurter, comme l'adulte, l'entourage de l'habitacle avant avec les points durs inévitables.

- Assis sur les genoux d'un parent, il présente des risques élevés car le poids du corps de l'adulte va l'écraser contre les structures.

- A l'arrière, les dossiers du siège forment une barrière finalement peu dangereuse même si elle est à l'origine de nombreuses plaies de la face. Les membres inférieurs des enfants les plus grands sont souvent coincés sous les sièges (56, 86).

- En fait, le mécanisme le plus grave est l'éjection qu'elle soit partielle ou totale.

La conclusion de cette enquête montrait :

- que les places arrières sont généralement moins génératrices de lésions graves,
- que l'éjection est toujours un élément de gravité,
- que les moyens de rétention devraient être plus utilisés et mieux employés (56, 86).

**1 - 1 - 3 : Une enquête de 1990** a été menée par le laboratoire d'accidentologie et biomécanique PEUGEOT SA/RENAULT à propos de 275 accidents mortels d'automobiles dans lesquels au moins un enfant de moins de 10 ans était impliqué.

Dans cette étude, on se proposait de dresser les caractéristiques à rechercher en analysant les paramètres suivants :

- conditions de transport des enfants,
- circonstances des accidents,
- DRE utilisés.

Cela est fait grâce aux procès verbaux ( de police et de gendarmerie) dans lesquels on a un plan détaillé de l'accident, photos, descriptif sommaire des véhicules et des anomalies constatées. De plus, on y retrouve les compte-rendus des déclarations des impliqués et des témoins, le bilan médical des blessés, le constat de la présence ou non d'un DRE.

La conclusion de cette enquête montre les points suivants :

- en diminution depuis au moins 10 ans, les cas d'occupants en surnombre (supérieurs à 5 adultes ou enfants) ne représentent plus que 7 % dans les véhicules avec enfant au lieu de 12 % en 80 (114, 120).
- 40 % des enfants sont impliqués lors de trajets de proximité (inférieurs à 30 kms).
- seuls 14 % des enfants de moins de 10 ans utilisent un DRE (schémas 5 et 6) (120).

Aucune nacelle, destinée selon la réglementation aux 1 - 9 mois, n'était utilisée alors que les très jeunes enfants étaient transportés dans un couffin. On constate que 6 DRE sur 10 sont utilisés par des enfants de moins de 2 ans. Seulement 2 cas d'enfants utilisant un réhausseur n'avaient pas le poids adapté (120).

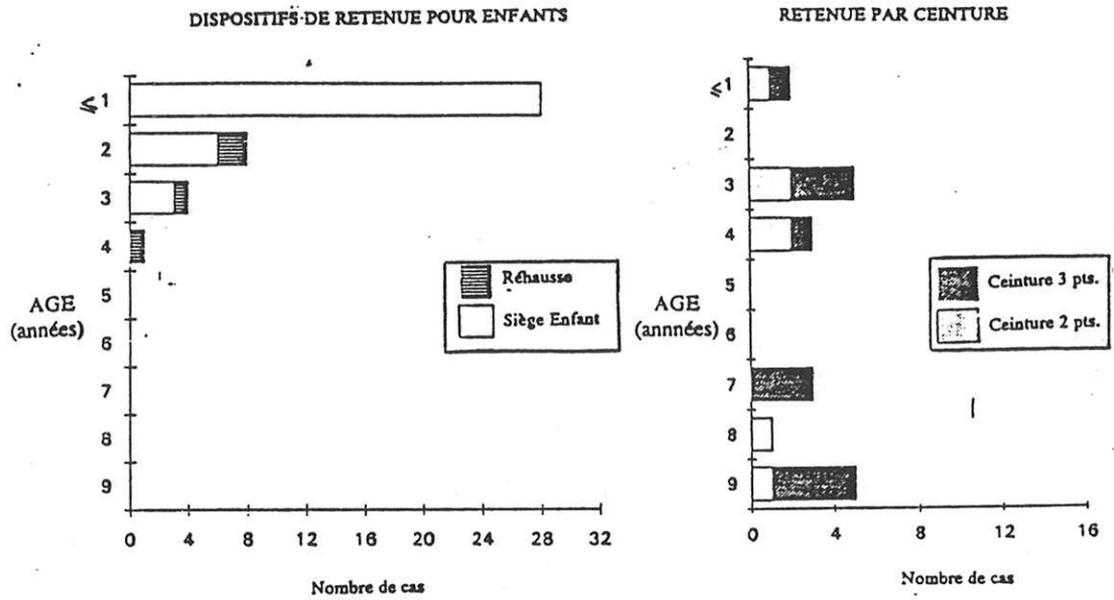


Schéma 5 : Type de retenue utilisé selon l'âge de l'enfant (N = 60)

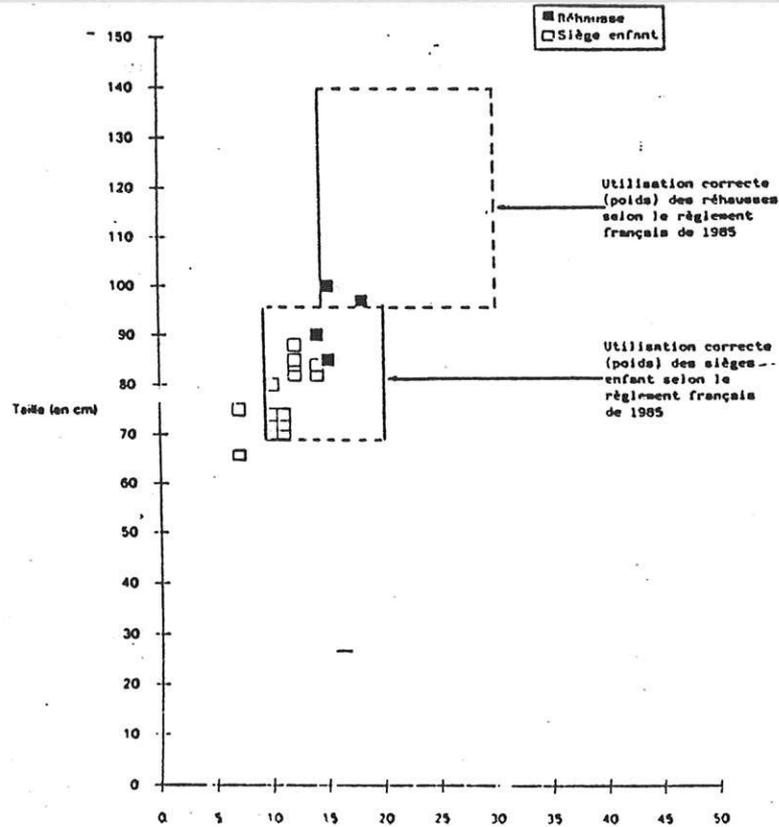


Schéma 6 : Distribution de la taille et du poids des enfants selon le dispositif de retenue spécifique utilisé

- en collision "voiture-voiture", la responsabilité de l'accident est imputable dans un tiers des cas seulement au conducteur transportant un enfant. La fréquence d'alcoolémie positive supérieure au taux légal est 4 fois supérieure chez les conducteurs sans enfant comparé aux conducteurs avec enfant (114, 120).
  
- 57 % des chocs sont frontaux contre 47 % pour l'ensemble des voitures. Les chocs latéraux (20 % des voitures avec enfants contre 30 % pour l'ensemble des voitures) surviennent dans 43 % contre une autre voiture, 25 % contre un véhicule utilitaire et seulement 18 % contre des obstacles, alors que 44 % des tués en chocs latéraux parmi l'ensemble des automobiles avec ou sans enfant, sont impliqués contre de tels obstacles (120).
  
- le taux de mortalité des enfants impliqués en choc frontal est le plus faible parmi l'ensemble des configurations :
  - . taux de mortalité 17 en frontal
  - 25 pour l'ensemble des chocs

La violence des chocs frontaux est particulièrement élevée : 60 % des cas d'accidents des voitures avec enfants sont supérieurs à 55 km/h.

- c'est en choc latéral que le taux de mortalité est le plus élevé : sur 100 enfants impliqués 44 sont tués par ce type de choc. L'intrusion directe sur la partie de l'habitacle où se trouvait l'enfant ainsi que l'éjection de celui-ci (consécutives à un choc souvent localisé sur le bloc avant ou arrière de la voiture) sont

observées dans une grande part des chocs latéraux (schéma 7) (62, 120).

- à l'arrière des voitures, la place centrale paraît comme la plus sûre (schéma 8) (120).
- les plus jeunes enfants sont les plus vulnérables 44 % de tués chez les 1 à 12 mois.
- 1 enfant tué sur 3 est victime de l'éjection. La fréquence de l'éjection des enfants est deux fois plus importante que celle des adultes :  
17 % et 8 %.  
Pour ces enfants, le risque d'être tué lorsque survient l'éjection est trois fois supérieur (58 % de tués) au taux de mortalité observé en l'absence de celle-ci (20 % de tués).
- en choc frontal, chez les enfants non décédés, la tête est le siège d'une lésion pour plus de la moitié des enfants. Pour les lésions de gravité élevée, les lésions abdominales sont prépondérantes et sont observées chez les victimes retenues par la seule ceinture de sécurité (schéma n° 9) (120).
- dans cette enquête, il n'est pas observé statistiquement de différence de taux de mortalité selon qu'il est fait usage ou non d'un DRE. La mauvaise utilisation de sièges auto (dont certains sont par ailleurs anciens ou non conformes aux normes retenues par les constructeurs automobiles français) explique en grande partie un tel résultat qui va à l'encontre de ce qui est observé dans d'autres pays (Suède, USA, Canada) (120).

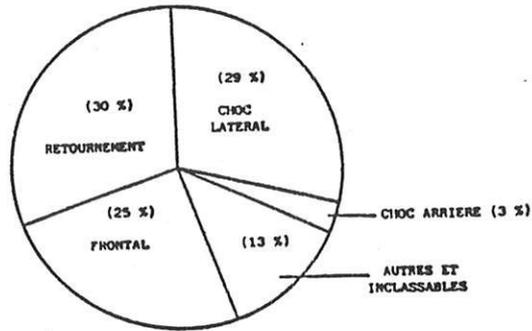


Schéma 7 : Répartition de 100 enfants éjectés selon le type de choc

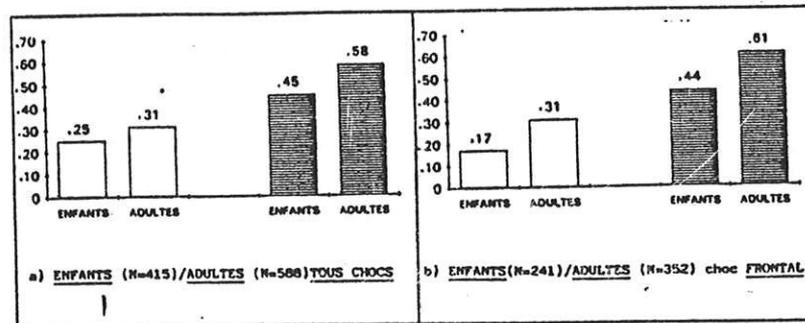


Schéma 8 : taux de mortalité  et taux de gravité  ches les enfants et les adultes

	<u>AIS 1</u>	<u>AIS 2</u>	<u>AIS 3</u>	<u>AIS 4-5</u>	<u>AIS 6</u>	<u>Fréquence d'atteinte %</u>	<u>Part des AIS &gt; 3 %</u>
TETE	6 (2)	6 (3)	-	1 (1)	2 (1)	52 (54)	30 (33)
COU	3 (6)	2	1	-	-	21 (22)	10 (7)
THORAX	5	3	1 (1)	-	-	31 (24)	10 (13)
COLONNE DORSO-LOMBAIRE	1	-	1	-	-	2 (5)	20 (7)
MEMBRES SUPÉRIEURS	1 (1)	-	-	-	-	3 (5)	-
BASSIN	2	-	-	-	-	7 (5)	-
ABDOMEN	3	-	-	4	-	24 (7)	40 (27)
MEMBRES INFÉRIEURS	3	-	-	-	-	10 (12)	-13

Schéma 9 : fréquence, sévérité et siège des lésions subies par les enfants retenus et non éjectés en choc frontal (autres chocs)  
 (N = 29 enfants en choc frontal)  
 (N = 12 enfants autres chocs)

## 1 - 2 : LES MOYENS D'ESSAIS DE L'INRETS

Après le travail d'enquête, la deuxième phase de la démarche est une analogie du rôle des éléments entrant en jeu au moment de l'accident (véhicule, infrastructures...). Celle-ci s'appuie sur des tests partiels de reconstitution complètes d'accidents. Par ces tests, on arrive à détecter les éléments des véhicules à modifier. Lorsque les solutions sont jugées satisfaisantes, elles sont appliquées par des réglementations de sécurité (120).

Parmi tous ces accidents relevés dans les enquêtes, il est donc nécessaire de décomposer ceux-ci et de les reproduire pour analyser les éléments entrant en jeu. C'est le rôle des centres d'essais..

Les équipements dont dispose le laboratoire des chocs et de biomécanique (LCB) lui permettent :

- de procéder à des expérimentations reproduisant des conditions de chocs analogues à celles rencontrées dans les accidents réels (moyens d'essais),
- d'effectuer la mesure des paramètres physiques qui permettent de quantifier des phénomènes transitoires (moyens de mesure),  
photo n° 1 (40).

### 1 - 2 - 1 : Les méthodes

Les essais permettent de réaliser, soit des chocs réels (grandeur nature), soit des chocs simulés (sans destruction) ou partiels (40).

#### 1 - 2 - 1 - 1 : Essais de chocs réels

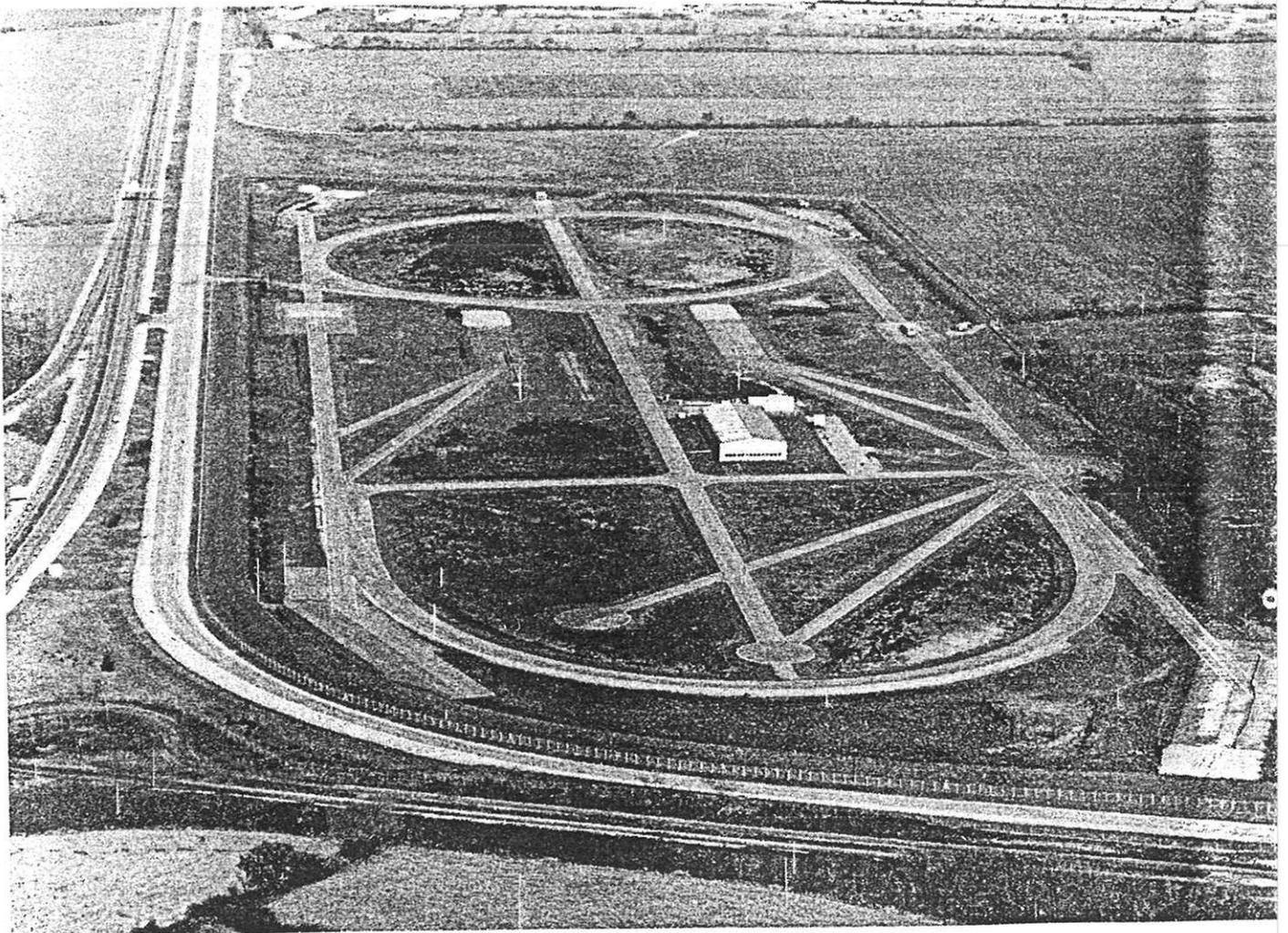


Photo 1

Des essais de chocs de véhicules contre des obstacles fixes (mur de choc, équipement routier de sécurité...) et des collisions véhicules-véhicules peuvent être réalisés à l'extérieur d'une piste et à l'intérieur sur catapulte.

\* Piste de Lyon-Satolas

Sur une surface de 20 ha, entièrement protégée par une clôture et un marlon de 2,5 m de haut, la piste comporte 4 kms de chaussées avec 16 zones d'impact, un mur de choc de 220 tonnes et un anneau routier de 15 kms.

Des zones de chocs sont équipées de dispositifs permettant de reproduire en grandeur réelle divers types d'infrastructures routières où sont installés les équipements routiers de sécurité à tester : bords de routes, talus, remblais, ouvrage d'art.

Une zone comprend 7 pistes d'accès "en étoile" et permet de réaliser des collisions entre deux véhicules en mouvement avec des angles compris entre 0 et 180° tous les 15°.

Toutes les zones de chocs sont équipées de rails de guidage encastrés dans la chaussée.

Un bâtiment de 1 000 m<sup>2</sup> comporte des bureaux, un atelier de préparation avec palan, fosse de visite et des zones de stockage du matériel.

Les moyens de lancement sont variables. Sur la piste, ils permettent de propulser des véhicules légers et des poids lourds suivant la nature du dispositif à tester, son lieu d'implantation et le type de véhicule. Plusieurs moyens de lancement peuvent être utilisés :

- téléguidage

Le véhicule est propulsé par son propre moteur. Ses direction, vitesse, freinage sont radiocommandés à partir d'un véhicule suiveur.

- fusée à vapeur

Dans un réservoir muni d'une vanne et d'une tuyère, l'eau est surchauffée. La poussée de la vapeur sert à propulser :

- soit le véhicule léger : la fusée et le véhicule sont guidés par un rail, la fusée pousse et est stoppée avant l'impact,
- soit des poids lourds : la fusée est embarquée dans le véhicule qui est en général un autocar, le véhicule est guidé par rail.

- traction

Un deuxième véhicule puissant (260 cv) tire avec un câble et des poulies de renvoi, le véhicule d'essai guidé par rail. Un treuil fixe à moteur thermique devrait être mis en place prochainement (Schéma 10) (40).

	type de véhicule	masse	vitesse	distance de lancement	remarque
téléguidage	VL	1,2 T	110 km/h	800 m	
	PL	38 T	70 km/h	1 500 m	
fusée à vapeur	VL	1,2 T	100 km/h	60 m	
	PL	12 T	70 km/h	60 m	
traction	VL	1,5 T	70 km/h	100 m	
		1,5 T	100 km/h	100 m	(treuil)
	PL	12 T	70 km/h	200 m	(treuil)

### Schéma 10

#### - catapulte

A Bron, dans un hall d'essais de 1 500 m<sup>2</sup>, une catapulte permet de réaliser des essais de chocs réels avec véhicules légers : véhicule léger contre mur de chocs (170 t), orthogonal ou incliné à 30°, véhicule léger contre véhicule léger (latéral ou frontal).

Ses caractéristiques sont :

- performances prévues :  
1,5 t lancée à 120 km/h sur 65 m
- performances testées :  
1,2 t lancée à 100 km/h sur 65 m
- précision de vitesse : + ou à - 92 km/h
  
- traction par un câble en boucle entre 2 poulies
- véhicule guidé par rails
- une des poulies est actionnée par 2 moteurs hydrauliques asservis en vitesse par un calculateur qui pilote un senovanne
- puissance 100 Kw
- caractéristiques hydrauliques : 10 accumulateurs emmagasinent 500 litres d'huile sous 350 bars.

Débit maximal : 600 l/mn

- la zone de choc est éclairée par une rampe de 18 projecteurs de 2 500 W à lampe à arc. Ces 45 KW d'éclairage en type lumière du jour (équivalent à 180 KW avec des lampes à filament) reproduisent l'équivalent du plein soleil sur une surface de 20 m<sup>2</sup>, sans échauffement gênant.

Schéma n° 11 (120).

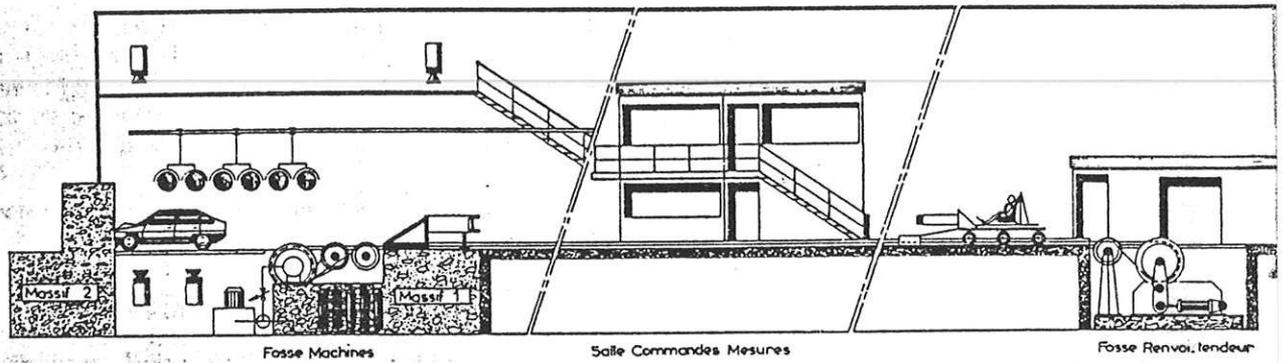


Schéma 11

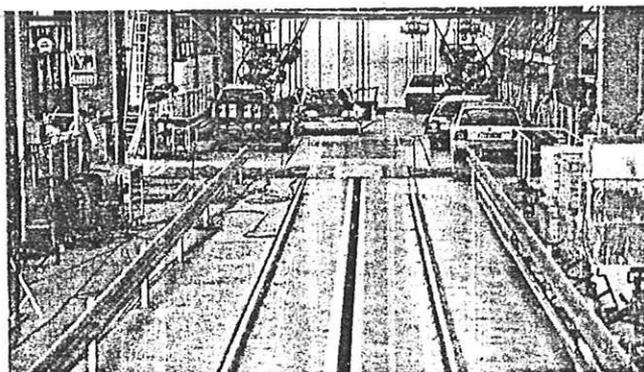
- Rampe essais piétons

1 - 2 - 1 - 2 : Essais de chocs simulés

Le hall d'essais de Bron abrite une deuxième catapulte qui permet de simuler des chocs où les vitesses, lors de décélérations, et distances d'arrêt sont maîtrisées, reproductibles et proches de celles de chocs réels. Ce dispositif est surtout utilisé pour les études des moyens de retenue (ceintures...), mais aussi pour les études de biomécanique (tolérance au choc, mannequins...).

- barre dynamique horizontale

Un chariot guidé par rail est propulsé par un treuil couplé à un volant d'inertie lancé à grande vitesse ; la distance de lancement est de 20 mètres. Ce chariot est arrêté contre un mur en béton par un système amortisseur à laminage de tubes polyuréthanes (Photo 2).



Rampe de lancement du laboratoire de sécurité.

Photo 2

Des structures d'essais adaptées pour chaque étude sont installées sur le chariot (sièges, supports de points d'ancrage, caisse de véhicules).

Les performances sont :

- masse 800 kg, vitesse 50 km/h
- masse 200 kg, vitesse 95 km/h
- prévision de vitesse : + ou - 1 km/h

La zone de chocs est éclairée par 9 projecteurs de 10 KW à lampes à incandescence qui sont allumés uniquement pendant l'essai.

- Grand chariot et butoir

La catapulte à moteur hydraulique ayant des possibilités importantes, un chariot de grandes dimensions (10 m<sup>2</sup>, 1,5 tonnes, 6 roues) a été construit.

Le chariot, jusqu'à 50 km/h, est arrêté contre un butoir fixé sur un bloc de béton (160 t) par l'intermédiaire d'un dispositif amortisseur à laminage de barres d'acier.

Le chariot permet, sans démontage, d'effectuer des essais avec des véhicules légers complets, des cabines de poids lourds, pour étudier des dispositifs de retenue sans destruction des véhicules.

Avec des structures plus légères et moins encombrantes, il permet d'embarquer des caméras rapides et d'observer les phénomènes sans déplacement relatif du mobile.

1 - 2 - 1 - 3 : Essais de chocs partiels,  
essais mécaniques

Diverses machines d'usage général ou très particulier, permettent d'effectuer des tests de matériaux, de composants, de mannequins ou des essais de biomécanique. Ces tests sont soit des chocs, soit des essais statiques.

Les plus importants sont :

- banc vertical : un chariot guidé et surélevé par gravité ; hauteur de chute 4,7 m  
masse 15 à 35 kg  
vitesse maxi 35 km/h, 50 km/h
- impacteur horizontal : un piston est accéléré à l'horizontale par 9 sandow ; masse 30 kg  
course 1 m  
vitesse 40 km/h
- installation de calibration des mannequins. Ce sont des machines spécialisées destinées à pratiquer des impacts sur des mannequins d'essais suivant des normes de procédures déterminées (schéma 12) (60)
- machines spéciales "équipements routiers". Elles sont destinées à tester ou à contrôler les sous ensembles, en dynamique ou en statique : verrin, manton, pendule, chariot d'impact
- presse hydraulique 10 tonnes utilisée pour la caractérisation des matériaux ou sous ensembles en statique.

### 1 - 2 - 2 : Moyens de mesure

L'observation et la quantification des phénomènes transitoires lors des essais de chocs nécessitent des moyens appropriés.

#### \* Mesure des grandeurs physiques

Cette opération est effectuée en utilisant le matériel selon le schéma : - lors de l'essai  
- après l'essai.

- Capteurs

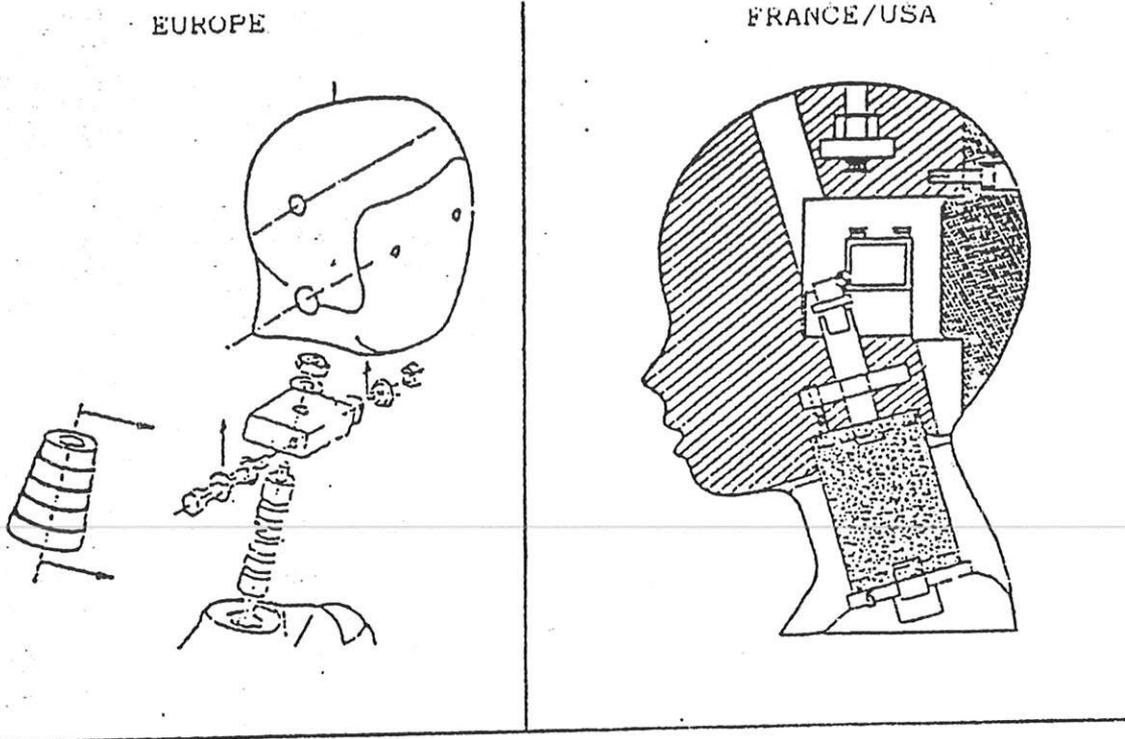
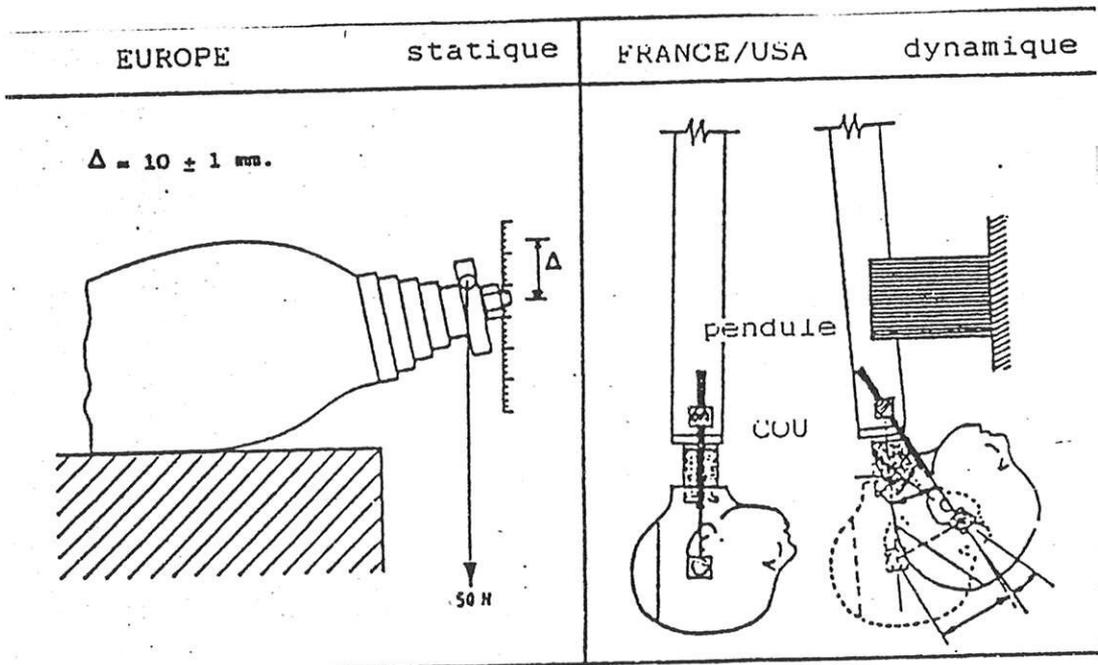


Schéma 12 : Haut : conception des mannequins, éléments du cou  
 Bas : procédures de calibrage



Le LCB (laboratoire choc biomécanique) dispose d'un parc de capteurs (supérieur à 300) qui permettent la mesure des accélérations, forces, déplacements, pressions. De type industriels ou miniatures, ils sont mis en place et démontés pour chaque type d'essai (Photos 3, 4, 5).

#### - Conditionnement et télémessure

Les signaux issus des capteurs sont conditionnés (amplifiés) et multipliés (mêlés) à bord des mobiles. Pour des distances de lancement faibles (100 mètres), un ou des câbles assurent la liaison avec l'enregistreur magnétique fixe (Photo 6).

Pour des distances importantes, des liaisons radioVHF assurent la transmission des signaux (1 km de portée).

#### - Exploitation des mesures

En laboratoire, les signaux enregistrés sont démultiplexés, filtrés, puis convertis sous forme numérique par un ensemble d'acquisition de signaux transitoires. Les données numérisées sont ensuite traitées par un ordinateur qui effectue calculs et tracés.

#### \* Observations et mesures des déformations et trajectoires

Des caméras cinémas à grande vitesse sont utilisées pour l'observation des chocs "au ralenti".

Le LCB dispose de plusieurs caméras rapides (500 à plus de 10 000 images par seconde) dont



Photo 3



Photo 4

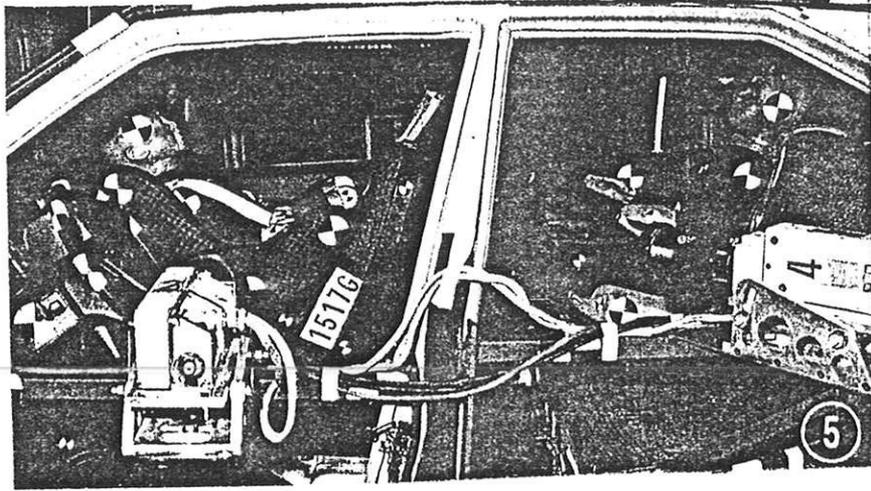


Photo 5

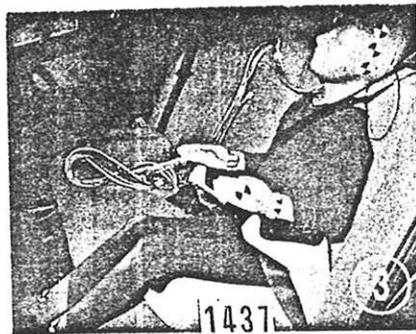


Photo 6

certaines sont embarquables à bord des véhicules et résistent aux chocs.

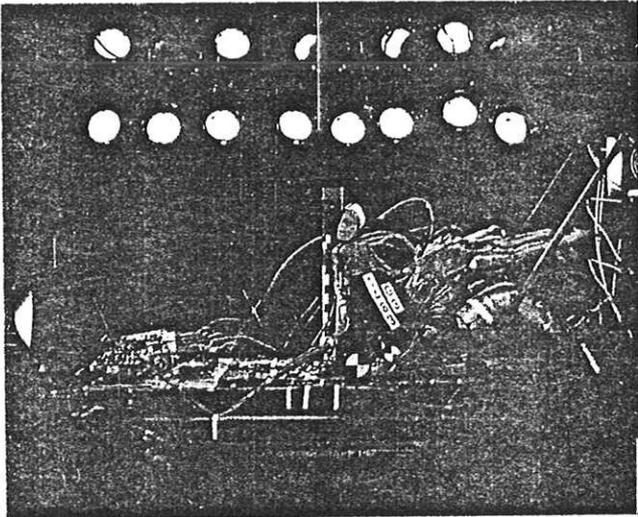
Une installation de projection spéciale associée à une table à digitaliser translucide permet d'effectuer des mesures de coordonnées sur les images et après traitement informatique, de tracer des trajectoires et d'associer les données images aux mesures physiques (Photo 7).

Dans la plupart des tests dont on vient de parler, l'estimation des performances servent à évaluer le risque pour les victimes potentielles d'accident. Le rôle spécifique des recherches biomécaniques est de fournir des données nécessaires à l'estimation de ce risque par simulation. Celle-ci consiste à remplacer, dans un accident reconstitué, la victime réelle par un mannequin antropomorphe sur lequel on procède à la mesure de paramètres physiques tels que l'accélération ou la force d'impact. Il est probable qu'à l'avenir, les modèles mathématiques permettront d'estimer le risque en simulant directement le comportement.

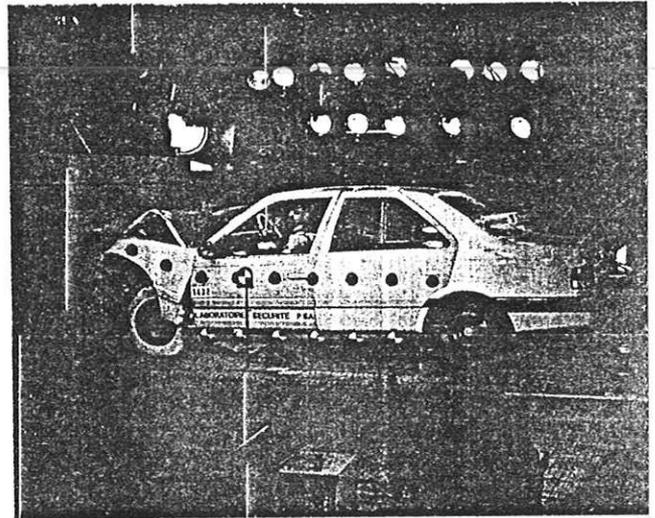
### 1 - 3 : BIOMECHANIQUE

Les données biomécaniques doivent donc indiquer d'une part quelles caractéristiques doit posséder le mannequin ou le modèle pour simuler correctement le comportement de l'homme, et d'autre part elles doivent définir les paramètres à mesurer sur le mannequin qui permettront d'estimer le risque et de quelle façon ce risque peut être estimé (121).

La difficulté essentielle de ces recherches provient du fait qu'elles s'intéressent à un évènement, l'accident, dont le résultat est d'altérer les



Essai sur chariot : l'absorption de l'énergie cinétique est faite par un vérin qui se substitue au véhicule.



Essai sur prototype.

Photo 7

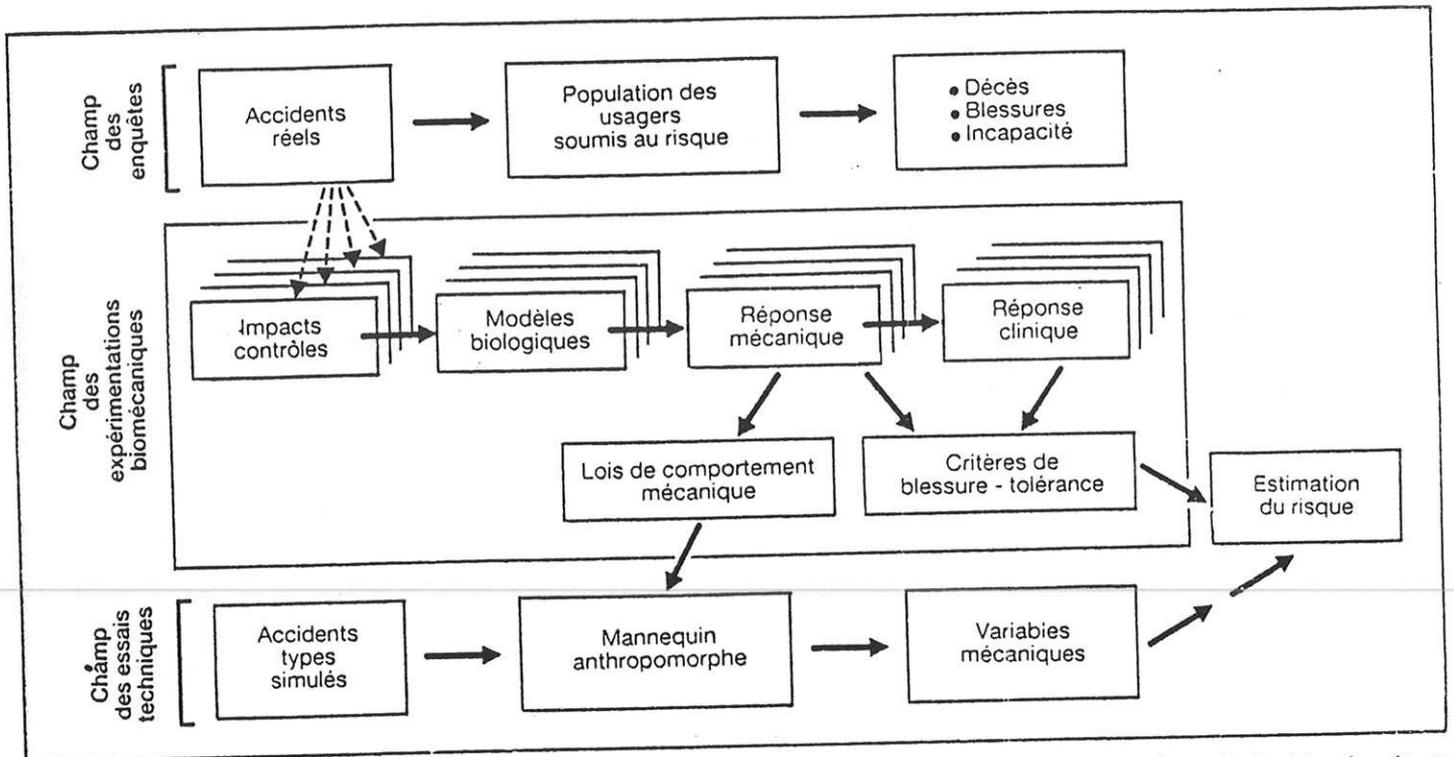
structures et les fonctions humaines de façon irréversible, de causer la mort. Ceci a pour conséquence immédiate d'interdire l'expérimentation directe (sur des êtres humains vivants) sous quelque forme que ce soit. Dans ces conditions, on peut développer une approche expérimentale, mais elle devra faire appel à des substituts de l'homme vivant.

D'autre part, dans les accidents réels, les blessures résultent de la combinaison de différents mécanismes correspondant à des modes de sollicitation des tissus qui varient avec les circonstances de l'accident.

Pour rendre compte de la variabilité des dommages subis dans des circonstances apparemment semblables, il faut donc tout d'abord identifier tous ces mécanismes, chacun correspondant à une typologie particulière de blessure. Il faut ensuite les étudier séparément afin d'établir des valeurs de tolérance pour chacun d'eux (121).

En outre, la tolérance est sous la dépendance de nombreux facteurs dont il faut préciser l'influence.

Pour ces différentes raisons, l'approche expérimentale de la tolérance paraît quelquefois passer par des chemins détournés alors que le principe général des expérimentations est assez simple (Schéma 13) (121).



processus menant à l'estimation du risque de blessure dans un accident simulé à partir des enquêtes, études biomécaniques et tests techniques

Schéma 13

Comme le montre cette figure, il consiste à appliquer dans des conditions parfaitement contrôlées, plus ou moins proches de la réalité, un impact sur une structure biologique plus ou moins représentative de l'être humain vivant. L'analyse du comportement au choc de cette structure ainsi que les dommages subis, permet d'approcher les lois du comportement mécanique du corps humain, les mécanismes de production des blessures et des relations entre la violence de l'impact et le degré de blessures. La référence au réel est constante au travers d'enquêtes ponctuelles spécialisées (66, 121).

**1 - 3 - 1 : Quels sujets utiliser pour l'expérimentation ?**

L'expérimentation ne peut être menée qu'avec des substituts de l'être humain compte tenu de la nature des résultats recherchés. Il existe différentes possibilités de substitution, chacune présentant avantages et inconvénients.

Elle fait appel à des cadavres humains au lieu et place des usagers réels. Au plan de l'anatomie, de la répartition des masses, il n'y a pas de meilleurs substituts bien sûr. Au plan de la résistance des tissus, la similitude est assez bonne pour l'os si l'on écarte les sujets trop âgés ou présentant des défauts majeurs des suites de maladies ou d'immobilisation prolongée. Pour les autres tissus, il apparaît des différences notables entre cadavres et vivants du fait de l'arrêt des fonctions qui assurent les équilibres physico-chimiques internes, arrêt qui entraîne des dégradations de structure et de résistance des tissus. Le tissu nerveux semble particulièrement sensible à ces changements. Il faut noter également qu'en raison de l'âge moyen relativement élevé des corps disponibles, on peut difficilement obtenir des données concernant les tranches jeunes de la population.

Enfin, il est un point essentiel sur lequel le cadavre ne peut donner d'information, c'est celui des perturbations fonctionnelles qui ne s'accompagnent pas nécessairement de dommages structurels. En effet, les anomalies de conduction électrique tissulaire responsables des comas traumatiques et des troubles du rythme cardiaque (atteintes dont le taux de mortalité est élevé) ne peuvent évidemment pas être produites chez le cadavre. Il faut donc recourir à d'autres substituts qui présentent les caractéristiques fonctionnelles et de résistance tissulaire du vivant.

L'animal satisfait ces exigences (schémas 14, 15) (30).

De plus son origine est parfaitement contrôlée de sorte que l'on peut utiliser des populations de sujets très homogènes, voire des sujets issus d'une même lignée. Par contre, il peut être très différent de l'homme du point de vue de l'anatomie, de la physiologie et de la répartition des masses.

Il n'y a donc pas de substitut idéal et pour approcher le comportement de l'homme vivant, il faut mettre à profit les données tirées de l'un et de l'autre en tenant compte des caractéristiques de chacun. Pour cela, il faut distinguer et quantifier l'influence sur la susceptibilité à la blessure des différences de masse, d'anatomie et de physiologie entre les différentes espèces animales employées et l'homme (121).

C'est ce qui conduit à procéder par étapes consécutives, chacune permettant d'identifier le rôle d'un paramètre particulier. Par exemple, en réalisant des tests de même nature sur des espèces très voisines par l'anatomie, mais très différentes par la taille, on peut appréhender l'effet dû aux variations de dimension et en tirer un des termes de loi de passage de l'animal à l'homme.

De même, l'effet des modifications post-mortem sur les propriétés mécaniques et la résistance des tissus peut être approché, en comparant les réponses de sujets de même espèce, les uns utilisés vivants, les autres préalablement sacrifiés et conservés, comme les cadavres humains, plusieurs jours au froid avant les tests (121).

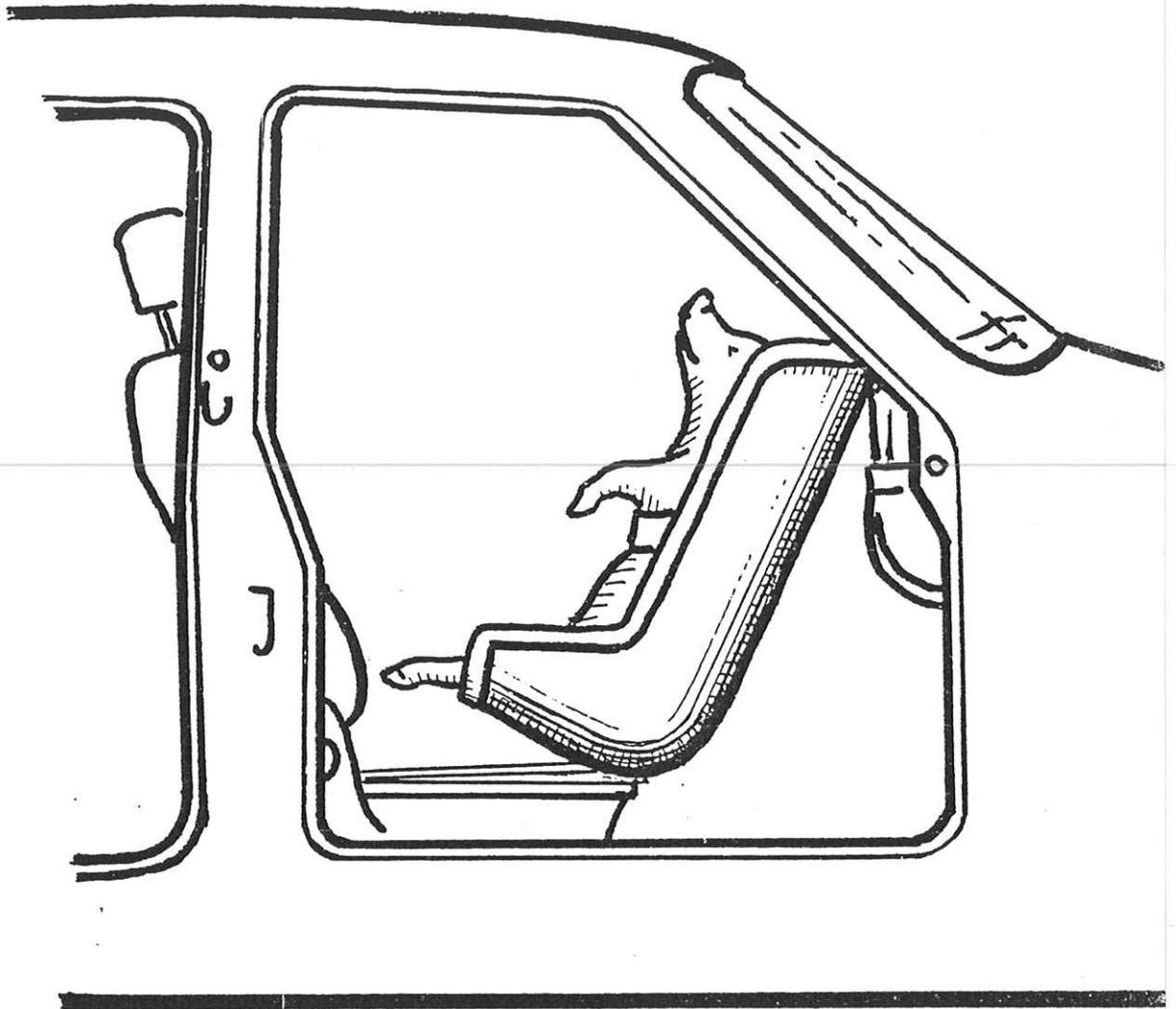


Schéma 14

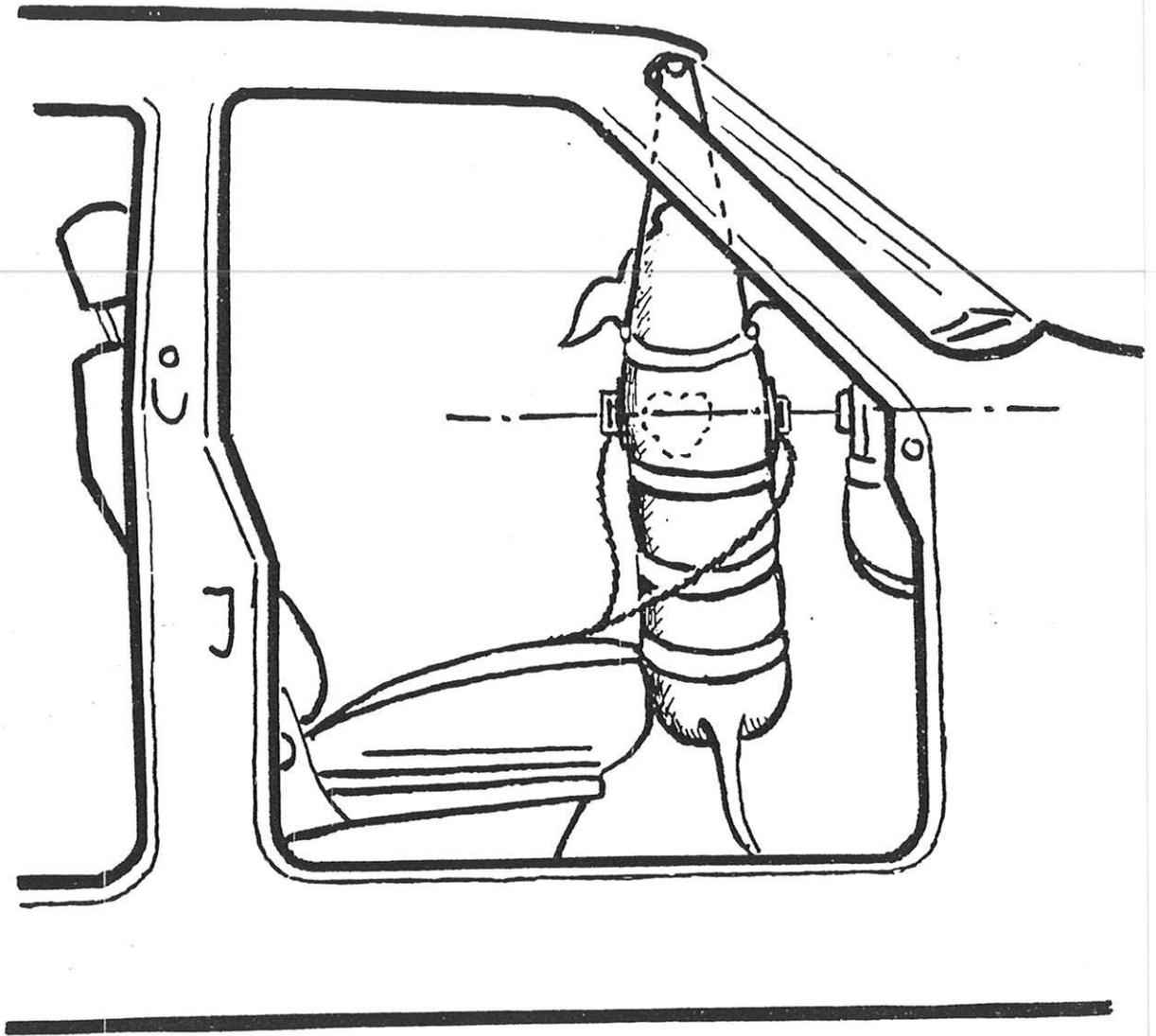
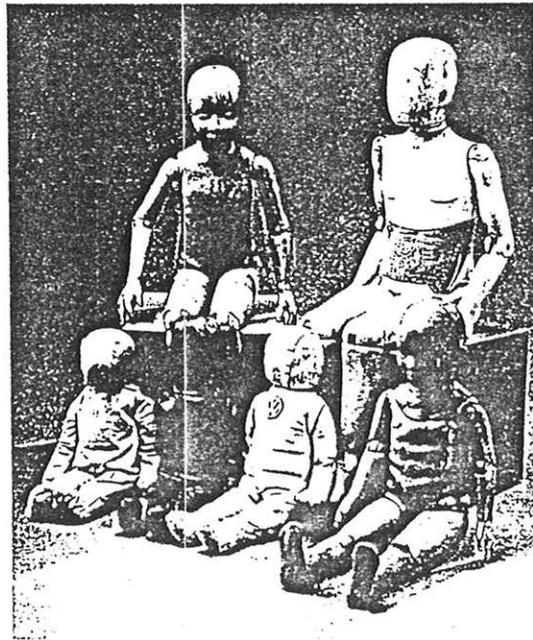


Schéma 15

Au travers de cette discussion et des exemples sus-cités, on se rend compte de la complexité de cette recherche biomécanique. Pour faciliter les expériences et de façon à pouvoir reproduire en situation "quasi" réelle les accidents, il a été nécessaire de créer des mannequins pouvant reproduire le comportement humain pendant le choc. En plus, ils fournissent des valeurs quantifiables des forces de déformation exercées pendant le choc et permettent une utilisation répétée.

Un des rôles important de la biomécanique consiste à améliorer la représentativité des mannequins utilisés dans les essais. On trouve des familles entières de mannequins : depuis les bébés jusqu'aux adultes de 98,5 kg et on a recours à eux lors d'essais se rapportant aux poids et aux dimensions (Photo 8).



Les mannequins, partenaires muets du développement.

Ces mannequins sont stockés dans des locaux climatisés. Leur utilisation dans le cadre de tests de collision fait l'objet d'une gestion particulière qui tient compte de leur type, de leur taille, de leur fréquence d'utilisation, de leur dureté entre les tests de calibrage (66).

Plusieurs générations de mannequins ont été mises au point portant dans leurs antres plusieurs mires et capteurs permettant de relever les efforts, les accélérations, les déformations subies durant les crashes-tests. Il est à noter que le mannequin bébé, n'est pas constitué sur la base d'un adulte miniature (17), mais doit comporter des différences de répartition des masses (tête, flexibilité du cou plus importante), de déformation plus ample de cage thoracique (moins rigide) (photos 9, 10, 11) (60, 66, 117).

Un mannequin a été réalisé aux USA de manière à améliorer ses caractéristiques principalement au niveau du cou, du thorax et colonne lombaire. Avec ce type de mannequin, des valeurs concernant les accélérations, forces de tractions, ont pu être connues pour un enfant subissant un accident de voiture tout en étant maintenu (photo 12) (schémas 16, 17) (52).

En France, le dernier né de ces mannequins est l'aboutissement d'une étude sur la protection des occupants d'automobile en cas de choc latéral. Celui-ci se nomme Eurosid, conçu pour intégrer les données biomécaniques les plus récentes. Son bassin et son système articulaire permettent la mesure de forces de compression latérale. D'autre part, la "chair" du mannequin qui était jusque là en Polyuréthane simple,

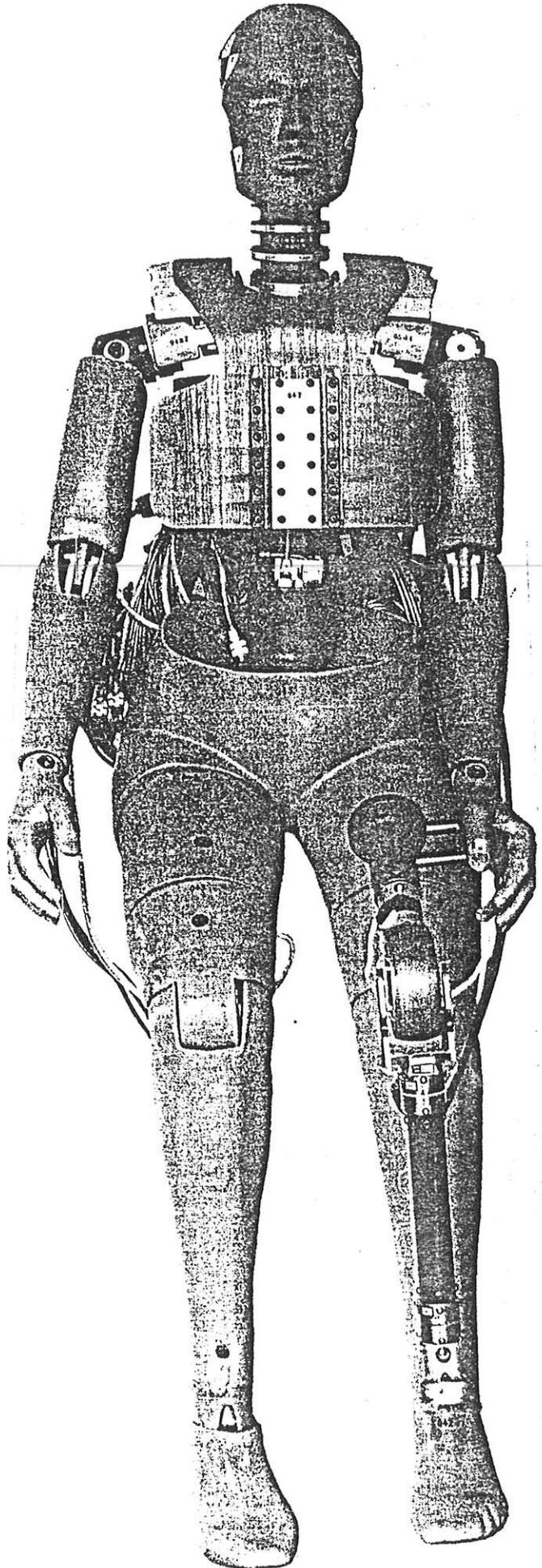


Photo 9



Figure 3.  
22 kg dummy on booster cushion. Before test.

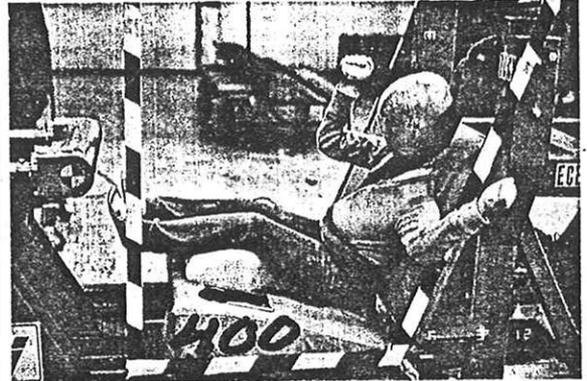


Figure 6.  
22 kg dummy on booster cushion. 40 mm extra  
slack in seat belt system. After test.



Figure 4.  
22 kg dummy on booster cushion. After test.



Figure 7.  
15 kg dummy on booster cushion. 40 mm extra  
slack in seat belt system. Before test.



Figure 5.  
22 kg dummy on booster cushion. 40 mm extra  
slack in seat belt system. Before test.

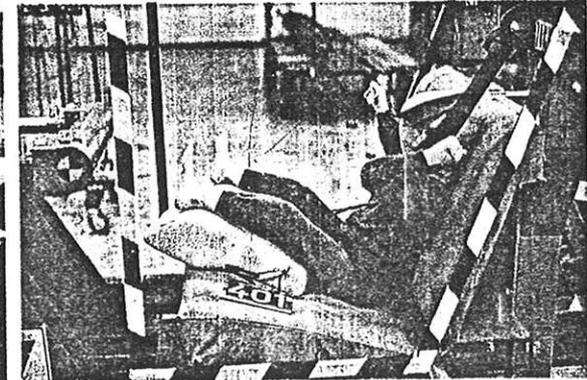


Figure 8.  
15 kg dummy on booster cushion. 40 mm extra  
slack in seat belt system. After test.

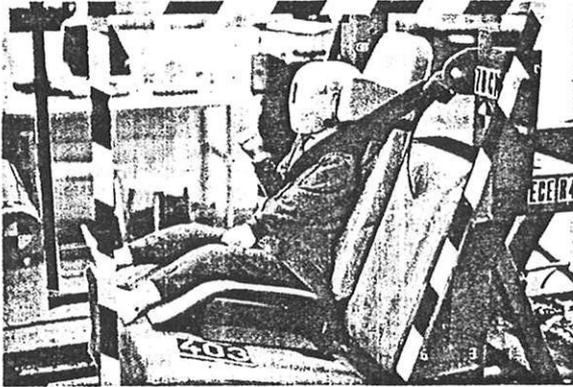


Figure 9.  
15 kg dummy on booster seat. 40 mm extra  
slack in seat belt system. Before test.



Figure 12.  
15 kg dummy in child seat. Before test.



Figure 10.  
15 kg dummy on booster seat. 40 mm extra  
slack in seat belt system. After test.



Figure 13.  
15 kg dummy in child seat.  
After test.



Figure 11.  
15 kg dummy in child seat.  
Before test.



Figure 14.  
15 kg dummy in child seat. After test.

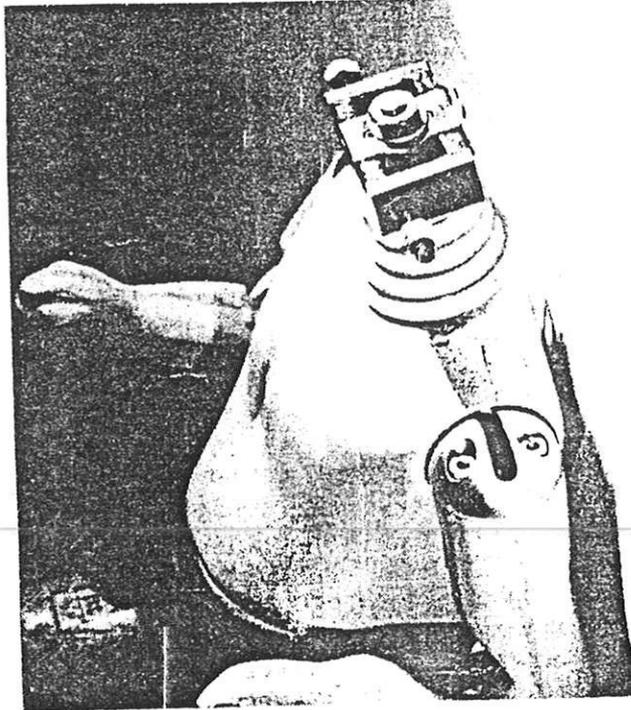
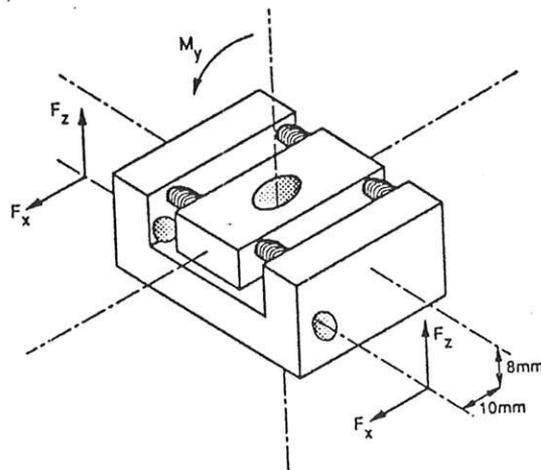
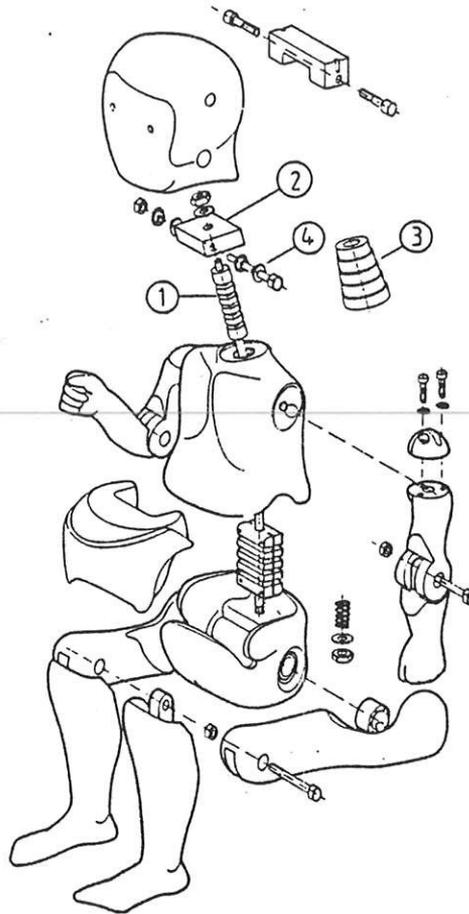


Photo 12



*Design principle of neck load transducer.*

Schéma 16



*Exploded view of TNO-P3/4 dummy.*

*Part 1 = inner vertebral elements;*

*Part 2 = Atlas-Axis block;*

*Part 3 = outer vertebral elements;*

*Part 4 = bolt and nut for head-to-neck connection.*

Schéma 17

est remplacée par un bloc de Sorbothane dont le comportement en cas de choc est le plus approchant de celui des tissus humains dont la visco-élasticité est difficile à reproduire avec d'autres matériaux (Photo 13), (Schémas 18, 19) (52, 121).

### 1 - 3 - 2 : Comment quantifier les blessures ?

Les tests fournissent des informations relatives au comportement mécanique des structures biologiques soumises à l'impact et aux dommages structurels et/ou fonctionnels subis par ces structures. C'est à partir de ces informations que l'on essaye d'établir des relations déterministes entre phénomène mécaniques et degré de gravité de l'atteinte.

Si les phénomènes mécaniques peuvent être, au moins en théorie, aisément quantifiés par un système d'unité universellement admis, la gravité des dommages subis se prête beaucoup moins bien à un chiffrage simple et qui fasse l'unanimité.

En effet, la gravité de dommages est une notion tout à fait relative car elle peut être envisagée sous différents angles par rapport à la probabilité de survie ou bien à la durée probable d'hospitalisation, ou à l'importance du déficit fonctionnel permanent ou encore au coût global pour la société.

Pour une même blessure, l'importance de ces divers aspects peut être très différente. Si une hémorragie massive potentiellement mortelle, est stoppée rapidement, elle ne laissera pratiquement pas de séquelles à long terme. A l'inverse, des dommages extensifs au squelette, ne présentant pas un risque

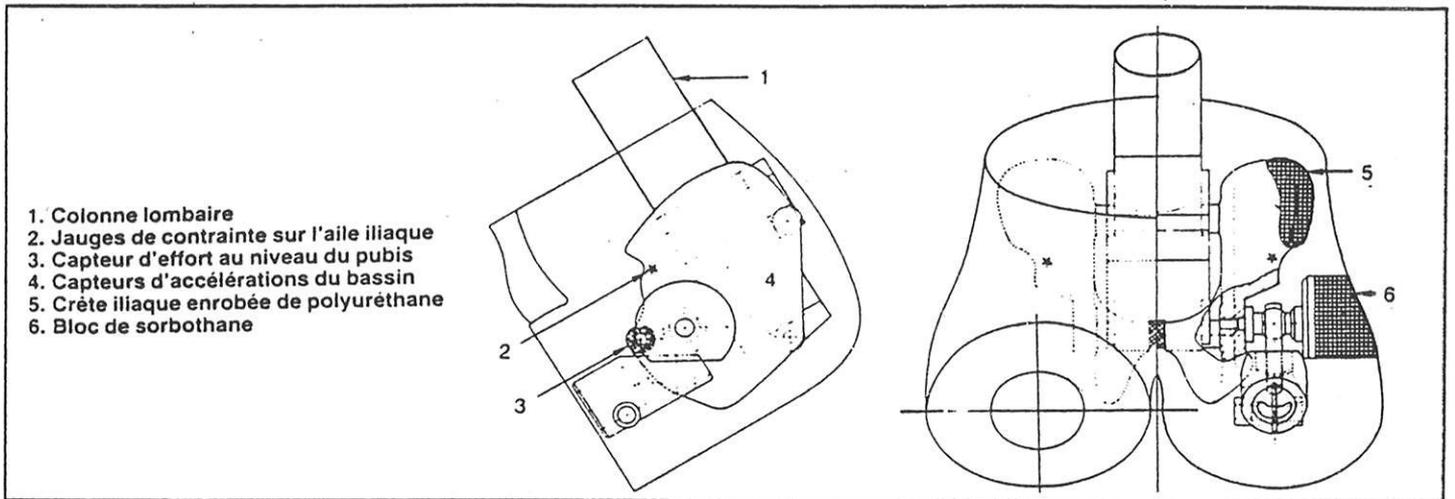
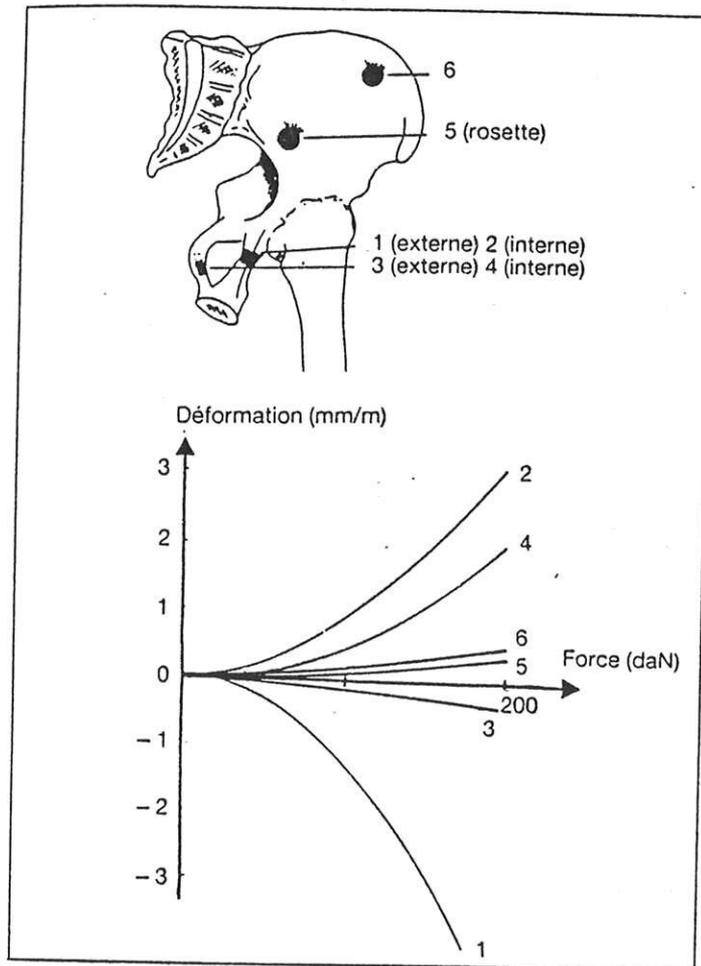


Schéma 18



: déformation d'un demi-bassin en essai de compression statique.

Schéma 19

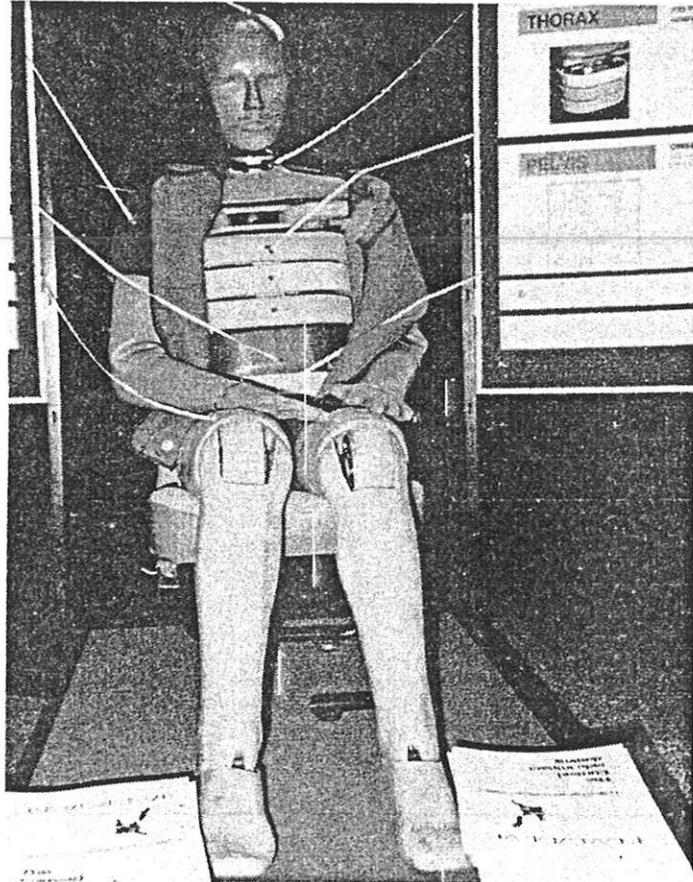


Photo 13

Photo du mannequin EUROSID

vital majeur, entraîneront une hospitalisation longue et une rééducation coûteuse sur le plan matériel et humain.

La gravité dépend de nombreux facteurs objectifs et subjectifs difficiles à dénombrer et dont l'influence, pour certains, ne peut être clairement établie.

Au plan individuel, l'âge et l'état de santé au moment de l'accident conditionnent le potentiel léthal d'une blessure et les possibilités de récupération. La rapidité et la qualité des soins apportés, l'évolution des techniques de réanimation, de réparation chirurgicale et de réadaptation fonctionnelle peuvent changer la gravité des conséquences d'une blessure donnée, selon le lieu géographique de l'accident par exemple.

L'estimation de la gravité des blessures est donc une chose difficile dans la mesure où l'analyse rationnelle des accidents implique que l'on puisse disposer des valeurs chiffrées aux fins de comparaison.

A l'heure actuelle, le moyen de cotation le plus répandu dans le monde en matière d'évaluation de la gravité des traumatismes est l' AIS (abbreviated injury scale), échelle en 6 points dont la valeur la plus élevée correspond à un traumatisme entraînant le décès immédiat. Cette échelle représente un compromis entre les divers aspects évoqués plus haut et se rapporte aux lésions constatées chez les victimes réelles d'accidents. Elle n'est, de ce fait, pas adaptée réellement à la cotation des résultats expérimentaux. Par exemple, les autopsies systématiquement réalisées après test, permettent d'observer et de

quantifier les lésions, beaucoup plus finement que chez les victimes réelles. De ce point de vue, l'échelle AIS n'est pas assez discriminative. De plus, elle ne peut être considérée comme une variable métrique. Il n'existe pas de gravité négative, ni supérieure à 6 et une blessure cotée 6 n'est pas deux fois plus grave qu'une autre cotée à 3. Cette échelle n'est donc pas d'un maniement aisé si l'on veut moyenner, comparer. C'est pourquoi il est souvent fait appel, pour les études en laboratoire, à des échelles de cotation autres que l'AIS, se prêtant plus facilement à l'analyse statistique et rendant mieux compte de la gradation des blessures.

### **1 - 3 - 3 : Critères de blessure et tolérance**

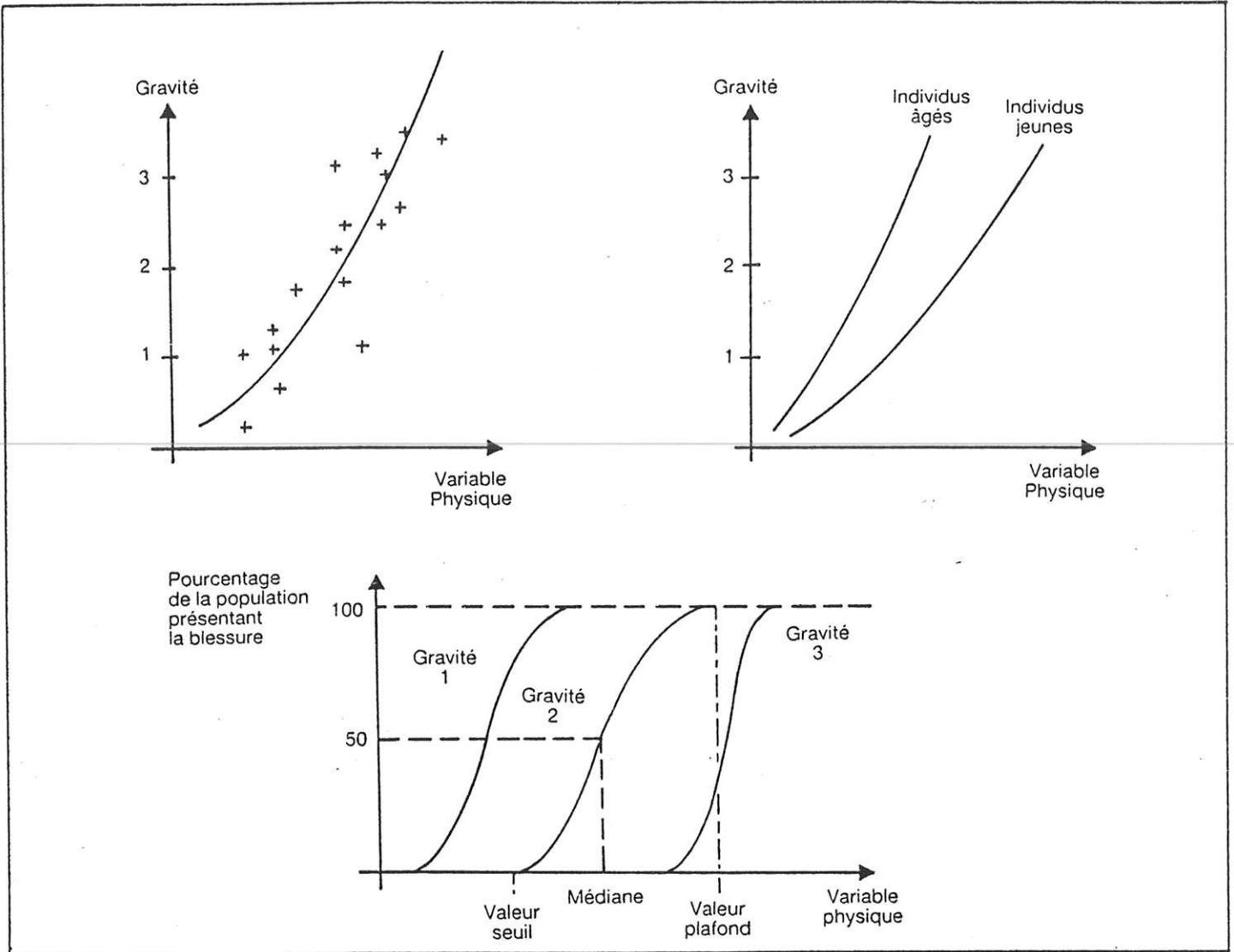
Le comportement mécanique du corps humain ou d'une autre être vivant peut être caractérisé comme celui des autres structures en procédant à des mesures d'accélération de vitesse, de déplacement ou de déformation et en les rapportant aux forces qui les ont produites. La connaissance de ce comportement permet de qualifier les différents substituts par rapport à l'homme et sert également à définir le cahier des charges des mannequins.

C'est au moyen des variables qui caractérisent cette réponse mécanique que l'on cherche à bâtir des indices prédictifs de blessure en essayant de corrélérer ces variables avec la gravité des lésions produites.

Dans cette tâche, on se heurte à un certain nombre de difficultés :

- tout d'abord, il existe un très grand nombre de blessures possibles résultant de plusieurs types de mécanismes. Dans chacun des cas, la variable qui tient mieux compte de la violence des phénomènes et de la probabilité de lésion, n'est pas nécessairement la même. Dans certains cas, plusieurs variables, conjointement ou à des moments différents, jouent ce rôle. L'estimation globale du risque de blessure, pour un segment corporel, doit donc prendre en compte les différents types de blessure et les différents mécanismes de production.
  
- Une autre difficulté vient de la dispersion des résultats recueillis, dûe à la variation des caractéristiques des sujets d'expérimentation. Cette dispersion est en général plus élevée avec le cadavre humain qu'avec l'animal que l'on peut sélectionner plus aisément. Elle entraîne une multiplication du nombre de tests à réaliser et laisse une marge d'incertitude dans la prédiction du risque.

A partir des corrélations obtenues entre les deux réponses, mécanique et clinique, on peut essayer d'établir ce que l'on appelle un critère de blessure, c'est-à-dire une loi permettant à partir de certaines variables physiques (définissant la nature et la violence du choc), d'estimer le risque potentiel de blessure pour une certaine catégorie de la population. Avec ces critères, on peut définir des courbes de tolérance pour la population comme le montre le schéma n° 20 (121).



critères de blessure et tolérance

- a) le critère de blessure est une relation entre la gravité d'une blessure et la valeur d'une variable physique exprimant la sévérité du choc.
- b) le même critère de blessure peut varier d'un individu à l'autre pour une même violence de choc ; les conséquences sont

généralement plus graves chez les sujets âgés que chez les jeunes.

- c) les courbes de tolérance, pour un type de blessure donné, indiquent la fraction de la population atteinte en fonction de la violence du choc.

Schéma 20

Pour un même segment corporel, il peut exister plusieurs critères correspondant à des mécanismes de blessure distincts et exprimés au moyens de variables physiques différentes. Chaque critère peut prendre des valeurs qui varient (paramètres, caractéristiques de la relation) selon les individus. Ainsi pour un même choc, selon l'âge des victimes, les conséquences ne sont pas les mêmes. Plus généralement, les courbes de tolérance indiquent la plage de variation (au sein de la population) des différents critères de blessures.

La courbe 3c exprime le pourcentage de la population présentant une blessure d'un type et d'une gravité donnée en fonction de la variable physique choisie pour ce critère de blessure. C'est par exemple la fracture du crâne en fonction de la force d'impact sur la tête ou bien la contusion pulmonaire en fonction de la surpression intra-thoracique. Pour une même variable physique, il existe donc une valeur seuil et une valeur plafond entre lesquelles le pourcentage d'individus présentant la blessure passe progressivement de 0 à 100.

Par conséquent pour définir une valeur de tolérance, il faut d'une part fixer le degré de gravité des blessures que l'on estime tolérable, et d'autre part fixer la proportion de la population pour laquelle ce degré ne doit pas être dépassé. Cette proportion doit tenir compte de ce que l'on appelle la "population exposée au risque". En effet, certains types d'accidents frappent davantage telle ou telle catégorie d'usagers.

Différentes études menées par les laboratoires de biomécanique de tous les pays

permettent de créer des modèles mathématiques de ces données biomécaniques (39).

**Exemple :** - tolérance du thorax à la contrainte appliquée par la ceinture de sécurité (121)  
Schéma 21.

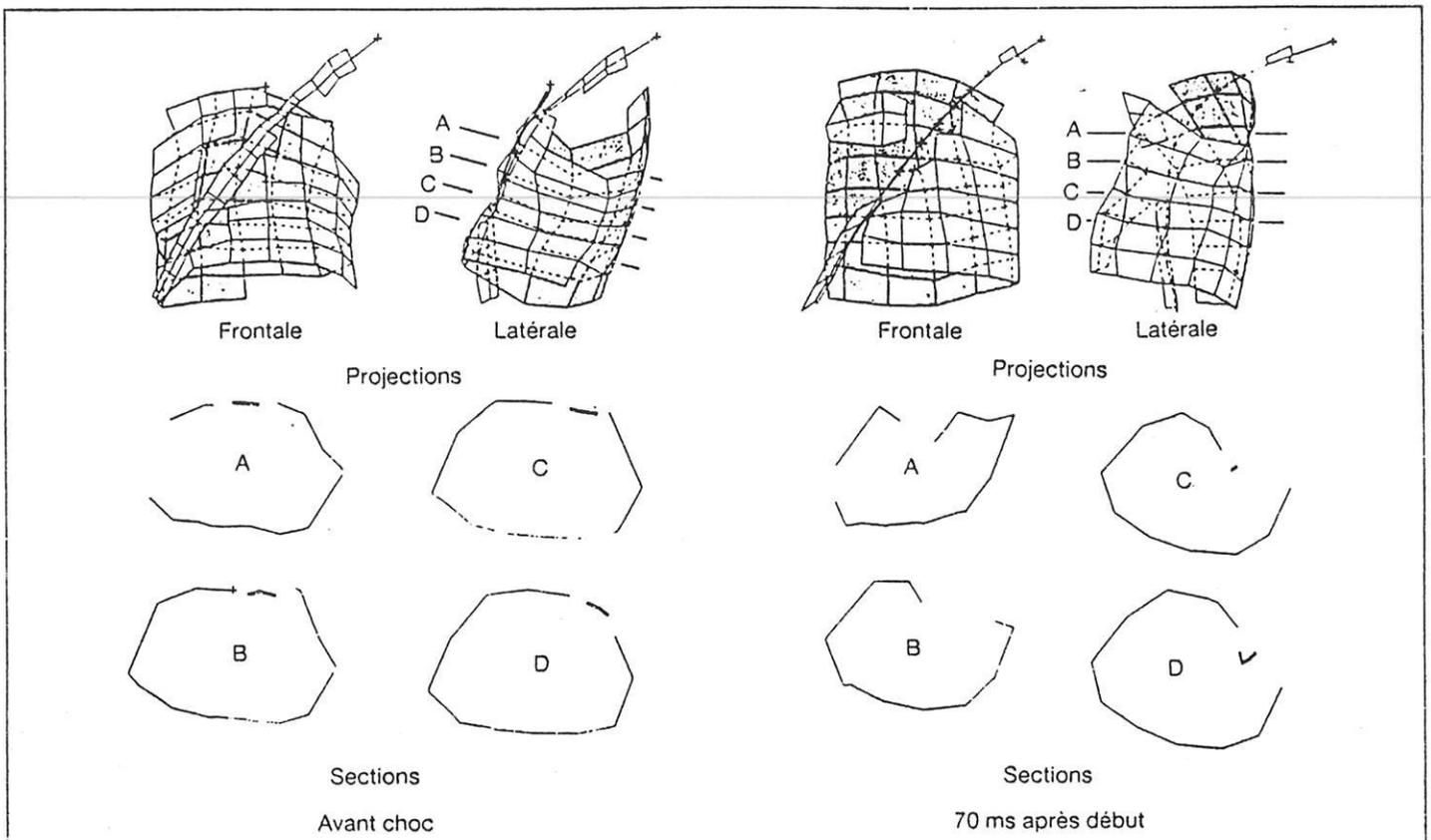


Figure 4 : visualisation des déformations du thorax d'un cadavre humain soumis à un impact frontal sévère et retenu par une ceinture de sécurité. La reconstitution du maillage dessiné sur la peau est faite par calcul à partir du dépouillement des films

d'essais. Les sections transverses montrent le degré d'enfoncement de la paroi antérieure sous l'action de la sangle (vitesse d'impact : 45 km/h - distance d'arrêt : 60 cm).

Schéma 21

La conclusion de cette étude a montré qu'il n'existait pas de relation entre nombre de fractures costales et gravité de l'atteinte viscérale.

- blessures intra-craniennes et comas traumatiques. Il a été possible de transformer les données biomécaniques en un modèle mathématique :

HIC = head injury criterium

a = acceleration

t1 t2 = 2 instants du choc choisis de telle sorte que la HIC soit maximum

$$HIC = \left[ \frac{1}{t_1 - t_2} \int_{t_1}^{t_2} a \times dt \right]^{2,5} \times (t_2 - t_1)$$

Malgré tout le calcul du HIC dans de nombreux essais biomécaniques et dans les reconstitutions d'accidents a montré que ce critère ne présentait aucune corrélation avec la gravité des blessures (121).

Nous nous apercevons donc que le calcul de la tolérance au choc et la définition des critères de blessures est loin d'être aisé. Le fait de se rapporter à des modèles mathématiques peu apporter beaucoup en matière de biomécanique, mais faut-il encore que ceux-ci soient adaptés à chaque cas précis.

## 2 - TESTS EFFECTUES SUR LES DISPOSITIFS DE RETENUE POUR ENFANT EN VUE DE LEUR HOMOLOGATION

### 2 - 1 : TESTS SUR LES COMPOSANTS

- Pièces métalliques : essai de corrosion,
- Boucle : force d'ouverture avec charge, sans charge, résistance à la traction,
- Sangle : conditionnement à la lumière, au froid, à la chaleur, à l'abrasion, résistance à la rupture,
- Dispositif de réglage : test de facilité de réglages, essais de microglissement,
- Pièce de fixation : résistance à la traction,
- Combustibilité,
- Toxicité : pour les matériaux pouvant être atteints par la bouche (31).

## 2 - 2 : TESTS SUR L'ENSEMBLE DU DISPOSITIF

- Essais dynamiques simulant un choc frontal à 50 km/h au cours duquel sont contrôlés le déplacement maximal de la tête dans l'habitacle, la décélération du thorax et l'absence de charge sur l'abdomen du mannequin simulant l'enfant.
- Essais de retournements : pivotement complet sur 360°. Ce test en tonneau avec DRE prévoit un déplacement vertical admissible de la tête, les mesures de glissement d'une sangle de maintien.
- Essais d'absorption d'énergie : pour toutes les surfaces susceptibles d'être impactées par la tête (31).

2 - 3 : CE QUI DIFFERENCIE LES ESSAIS RE-  
GLEMENTAIRES DES ESSAIS PRATIQUES  
PAR LES LABORATOIRES DE SECURITE  
AUTOMOBILES (63)

Conditions d'homologation	Conditions réelles d'utilisation appliquées par les laboratoires de sécurité de PSA - APR (Recherche)
* Assise rigide indéformable en souplesse et en avancée	* Assise souple en mousse Elle subit un effet d'enfoncement et déplacement vers l'avant
* Position des points d'ancrage imposée qui sont très en arrière alors que dans la plupart des voitures, les points d'ancrage arrières externes sont "avancés" pour réduire le risque de sous marinage	* Positions de points d'ancrage variables, spécifiques à chaque véhicule. Les points "bas" sont avancés pour éviter le sous marinage
* Ceinture statique	* Ceinture à enrouleur ce qui implique un jeu de glissement dans le montage des DRE
* Vitesse de 50 km/h	* Vitesse à 57 km/h
* Longueur du brin standart	* Longueur du brin-boucle variable d'un véhicule à l'autre
* Espace de fonctionnement du dispositif de retenue ne tenant pas compte de l'environnement	* Prise en compte pour le fonctionnement du dispositif de retenue de la présence et de la position des sièges avants, appuis-têtes...

2 - 4 : ENQUETE D'EVALUATION COMPARATIVE DES  
DIFFERENTS DISPOSITIFS DE RETENUE  
POUR ENFANT

Plusieurs enquêtes ont été pratiquées, ceci à la demande des constructeurs automobiles et de différents laboratoires de sécurité dans le but de contrôler leur efficacité et de proposer aux consommateurs les meilleurs types de DRE. Ces enquêtes permettent également de proposer aux constructeurs d'améliorer leur DRE de manière à diminuer le risque de mauvaises utilisations et à accroître la sécurité des enfants (81).

Une évaluation pratiquée en 1990 est orientée selon deux directions :

- performances dynamiques des DRE,
- éléments permettant un bon interface, siège du véhicule et DRE.

Au cours de cette étude, certaines insuffisances au niveau des procédures d'homologation ont pû être mise à jour et les différents problèmes rencontrés ont permis de poser les bases d'un cahier des charges par types de DRE (81).

\* Catégorie A

La plupart des nacelles sont solidarisiées par des sangles spécifiques aux points d'ancrage des véhicules et leur installation n'est pas toujours facile à faire sans erreurs.

D'autre part, l'encombrement d'une nacelle en transversal, la seule recommandable (la France étant le seul pays autorisant le montage en longitudinal),

correspond à 2 places dans le véhicule. Enfin, des risques non négligeables existent en cas de choc oblique ou latéral (lésions au niveau de la tête et du cou par compression).

Parmi les accidents notés pendant les tests, on relève :

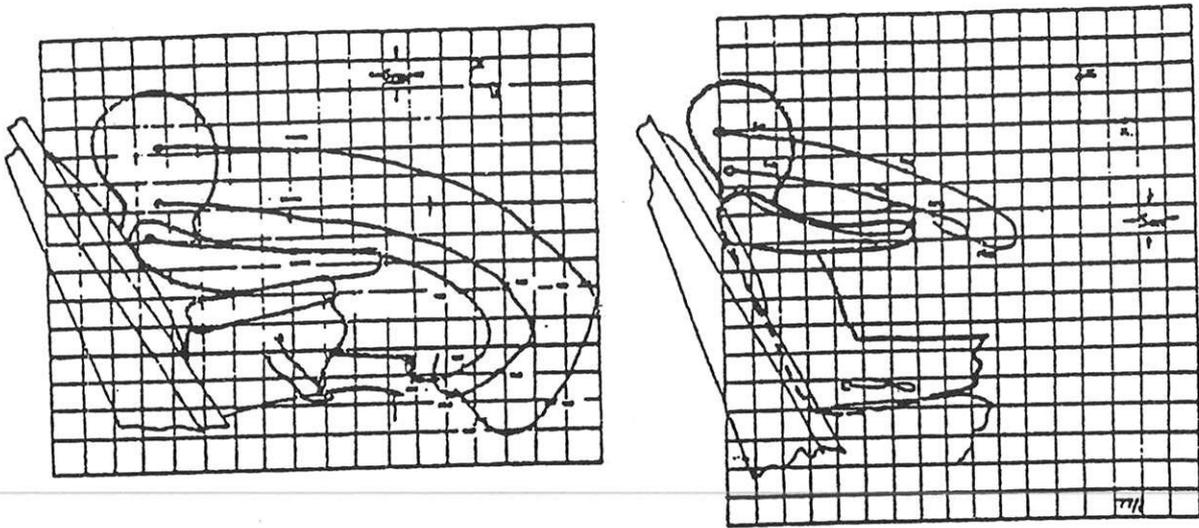
- mannequin en partie éjecté en cas de fermeture incomplète du filet,
- effondrement de la nacelle (dû à la fixation non adaptée au modèle du test),
- pour les dispositifs dos à la route, la fixation se fait en majorité avec la ceinture 3 points. Dans certains cas, lors de chocs, l'enfant prend appui sur le dossier du siège, celui-ci se vrille un peu sous la tension de la ceinture et le dispositif se "ferme" sur le dossier du siège avant dans la phase de rebond.

\* Catégorie B

- dispositif à réceptacle (base plastique soufflée + harnais),
- siège auto + harnais (armature tubulaire + coque plastique + harnais).

Dans les essais pratiqués, deux observations ont pû être faites :

- survenue fréquente d'impacts de tête + ou - violents contre le dossier du siège avant ou d'autres structures du véhicule.
- sous marinage + ou - flagrant.



Trajectoires des mouvements de la tête d'un sujet de  
10 ans décédé  
Gauche : système coquille, coussin antichoc  
Droite : coussin surélevé, harnais 4 points /22/

Schéma 22

Les impacts de tête résultent d'un cumul de déplacement de différents éléments :

- jeu de sangle de ceinture de sécurité retenant le siège permettant ainsi un déplacement transversal du siège,
- de plus, le mannequin retenu par le harnais 4 brins se déplace à l'intérieur du siège, la tête en avant (10, 25, 81).

Des recherches importantes sont encore à faire au niveau des harnais de façon à ce qu'ils aient un rôle d'absorption d'énergie et limitent le déplacement relatif tête - cou par rapport au reste du corps.

Il est certain que le harnais 5 brins ( un supplémentaire entre les jambes) permet d'éviter le sous marinage.

De façon générale, les dispositifs à réceptacle conduisent à des accélérations au niveau de la tête plus faibles. Ils semblent beaucoup plus adaptés à cette catégorie d'âge et permettent une sécurité supérieure à celles des sièges auto. Néanmoins, ces DRE face à la route, dans leur conception actuelle, ne garantissent donc pas une protection optimale en cas de choc frontal.

\* Catégorie C

La rehausse semble être la mieux adaptée à cette classe d'âge en test dynamique avec ceinture à 3 points.

2 - 5 : CONCLUSION

Nous voyons donc au terme de cet exposé à propos des tests d'homologation des DRE, que ceux-ci ne correspondent pas point par point à la réalité de tous les jours, que des progrès et modifications sur les DRE sont à faire (34, 63) :

- modifier le centre de gravité des DRE,
- modifier l'inclinaison des DRE,
- recherches dans de nouvelles configurations de DRE.

C O N C L U S I O N

De part l'étude des 30 cas, nous avons observé une différence de sévérité des lésions et séquelles subies par les enfants selon qu'ils étaient maintenus dans le véhicule ou non. On a relaté deux décès parmi les enfants non attachés.

On en déduit donc qu'il est nécessaire de maintenir les enfants dans des dispositifs de retenue.

Pour accroître le taux d'utilisation du DRE, un effort d'éducation de la population est à poursuivre. C'est dans ce but que le gouvernement français a rendu obligatoire le port du DRE le 1er Janvier 1992.

Les DRE proposés sont tous homologués pour pouvoir être mis sur le marché. Nous avons vu que les conditions d'homologation n'étaient pas celles rencontrées dans la réalité par les utilisateurs ce qui prêle à discussion sur la fiabilité des tests inscrits sur le Cahier des Charges.

Notre connaissance du comportement de l'enfant lors des accidents est très peu approfondie. En cela, nous sommes limités dans la réalisation d'un DRE parfaitement adapté à l'enfant.

B I B L I O G R A P H I E

- 1 - AGRAN P.F., CASTILLO D.N., WINN D.G.,  
Comparison of motor vehicle occupant injuries in  
restrained and unrestrained 4 to 14 years olds.  
Accident Analysis and prevention ; 1992, 24, n° 4,  
349 - 355.
  
- 2 - AGRAN P.F., DUNKLE D.E., WINN D.G.,  
Motor vehicle accident trauma and restraint usage  
patterns in children less than 4 years of age.  
Pediatrics ; 1985 Sept., 76 (3), 382 - 386.
  
- 3 - AGRAN P.F., WEHRLE P.F.,  
Injury reduction by mandatory child passenger  
safety laws (editorial).  
Am. J. Public Health ; 1985 Feb., 75 (2),  
128 - 129.
  
- 4 - AGRAN P., WINN D., DUNKLE D.,  
Injuries among 4 to 9 years old restrained motor  
vehicle occupants by seat location and crash  
impact site.  
Am. J. Dis. Child ; 1989 Nov., 143 (11),  
1317 - 1321.
  
- 5 - ALLAN F. Williams  
Restraint use legislation : its prospects for  
increasing the protection of children in cars.  
Accident Anal. et Prev., vol. 11, 255 - 260.
  
- 6 - APPLETON I.,  
Seatbelts and child restraints survey (letter).  
N. Z. Med. J. ; 1983 July 27, 96 (736), 586.

- 7 - ASSAILLY J.P.,  
Enfance, adolescence et peur de l'accident. Une  
approche psychogénétique en sécurité routière.  
RTS ; 22 Juin 1989, 49 - 54.
- 8 - Comment placer un enfant en voiture ?.  
Association Départementales d'éducation pour la  
santé du Rhône : l'enfant et la rue.
- 9 - ATTICO N.B., SMITH R.J., FITZPATRICK M.B.,  
KENEALLY M., FRIEDMAN M.A.,  
Auto seat belts : good prenatal, postpartum, and  
infant care (letter).  
Am. J. Public. Health ; 1985 Aug., 75 (8),  
892 - 893.
- 10 - Les enfants et l'auto.  
Auto Plus ; 1992, n° 105, 20 - 24.
- 11 - AVERY G.,  
Children in cars, are they safe ?.  
Practitioner ; 1988 May 9, 232 (1448), 497 - 498,  
501.
- 12 - AVERY J.G., HAYES H.R.,  
Restraint of babies in cars (letter).  
Br. Med. J. (Clin. Res. Ed.) ; 1986 Apr. 5, 292  
(6525), 959.
- 13 - BENJAMIN, IDBRA T.,  
L'amélioration durable de la protection des  
enfants passagers en automobile.  
Rencontre pluridisciplinaire "l'enfant passager  
automobile", MARSEILLE, 23/24 Octobre 1987.

- 14 - BODENHAM A., NEWMAN R.J.,  
Restraint of children in cars (editorial).  
B.M.J. ; 1991 Nov. 23, 303 (6813), 1283 - 1284.
- 15 - BODIWALA G.G., THOMAS P.D., OTUBUSHIN A.,  
Protective effect of rear-sat restraints during  
car collisions.  
Lancet ; 1989 Feb. 18, 1 (8634), 369 - 371.
- 16 - BRINK S.G., SIMONS-MORTON B.G., ZANE D.,  
A hospital based infant safety seat program for  
low-income families : assessment of population  
needs and provider practices.  
Health Education Quartely ; 1989, 16, n° 1,  
45 - 56.
- 17 - BRUN-LASSAN F., CAILLERET M.C., TARRIERE C.,  
Les apports de la biomécanique à la sécurité  
des enfants à l'intérieur des voitures.  
An. de Pédiatrie ; Mars 1992, vol. 39, n° 3,  
165 - 173.
- 18 - BULLM.J., BRUNER STROUP K., GERHART S.,  
Misuse of car safety seats.  
Pediatrics ; 1988, 81, n° 1, 98 - 101.
- 19 - BULL M.J., WEBER K., DE ROSA G.P., STROUP K.B.,  
Transporting children in body casts.  
J. Pediatr. Orthop. ; 1989 May-Jun., 9 (3),  
280 - 284.
- 20 - CAMERON B.H.,  
Injuries in children wearing seat belts (letter).  
Can. Med. Assoc. J. ; 1986 Feb. 15, 134 (4),  
308 - 309.

- 21 - CARLSSON G., NORIN H., YSANDER L.,  
Rearward facing child seats, the safest car  
restraint for children ?.  
Accid. Anal. Prev. ; 1991 Apr.-Jun., 23 (2-3),  
175 - 182.
- 22 - CASSAN F.,  
Le maintien des enfants à l'intérieur des  
voitures.  
Colloque CIRPAE ; 21-22 Nov. 1991.
- 23 - CHABROL A.,  
Quel siège pour votre bébé ?.  
Auto Moto ; Fév. 1991, n° 112, 60 - 63.
- 24 - CHANG A., DILLMAN A.S., LEONARD E., ENGLISH P.,  
Teaching car passenger safety to preschool  
children.  
Pediatrics ; 1985 Sept., 76 (3), 425 - 428.
- 25 - CHEVALIER M.T.,  
Essais comparatif : 16 harnais et sièges pour  
enfants.  
50 millions de consommateurs ; Février 1986,  
n° 181, 40 - 43.
- 26 - CHRISTIAN M.S., BULLIMORE D.W.,  
Reduction in accident injury severity in rear seat  
passengers using restraints.  
Injury ; 1989 Sep., 20 (5), 262 - 264.
- 27 - CHRISTOFFEL K.K.  
Child passenger safety. Past, present and future  
(editorial).  
Am. J. Dis. Child. ; 1989 Nov., 143 (11),  
1271 - 1272.

- 28 - CHRISTOPHERSEN E.R.,  
Accident prevention in primary care.  
Pediatr. Clin. North. Am. ; 1986 Aug., 33 (4),  
925 - 933.
- 29 - 7 réflexes pour choisir son siège auto.  
Colloque CIRPAE ; Novembre 1991.
- 30 - COTTE J.P., PRESLE M.M.,  
Proceedings of the international meeting on  
biomechanics of trauma in children.  
Comité International de Recherche sur la  
biocinétique de chocs, Juillet 1974, 1 - 322.
- 31 - DEJEAMMES M., LESCO BIARD R., CARRE J.R.,  
CAMBON DE LAVALETTE B.,  
Sécurité des enfants passagers d'automobiles.  
Recherche Transports Sécurité, INRETS, 1986.
- 32 - DEJEAMMES M., FRANCESSER R.,  
Les dispositifs de protection pour enfants, leur  
confort et facilité d'emploi.  
INRETS ; Octobre 87, rapport n° 56.
- 33 - DIEKEMA D.S., ALLEN D.B.,  
Odontoid fracture in a child occupying a child  
restraint seat.  
Pediatrics ; 1988 jul., 82 (1), 117 - 119.
- 34 - DORN M., ROY P.,  
Parameters affecting the performance of framed  
child seats.  
XIIIth International Technical Conference on  
Experimental Safety Véhicules ; 1991 nov., 1 - 13.

- 35 - DOUCET H.S., MORASSE R., BAUMGARTEN M., et al.  
Observations concernant l'utilisation des dispositifs de retenue chez les nouveau-nés à la sortie de l'hôpital.  
Canadian Journal of Public Health, 1987, 78, n° 6, 385 - 388.
- 36 - DUTAU G.,  
Le maintien des enfants à l'intérieur des voitures.  
Notes Pédiatriques ; Janvier 1992, 7.
- 37 - EATOUGH R., SWAGE T., WILLSON P., BROOMHALL J.,  
Children in cars : how are they being restrained ?  
Br. Med. J. (Clin. Res. Ed.) ; 1985 Oct., 291 (6502), 1092.
- 38 - EBRAHEIM N.A., SAVOLAINE E.R., SOUTHWORTH S.R.,  
HOBLITZELL R.M., ROSENBLATT H., JACKSON W.T.,  
Pediatric lumbar seat belt injuries.  
Orthopedics ; 1991 Sep., 14 (9), 1010 - 1013.
- 39 - EVANS L.,  
Rear seat restrain system effectiveness in preventing fatalities.  
Accid. Anal. Prev. ; 1988 Apr., 20 (2), 129 - 136.
- 40 - FERLAY M.,  
Les moyens d'essais du laboratoire des chocs et de biomécanique de l'INRETS.  
RTS ; 9-10 Juin 1986, 84 - 86.
- 41 - FOSS R.D.,  
Sociocultural perspective on child occupant protection.  
Pediatrics ; 1987, 80, n° 6, 886 - 893.

- 42 - FRIEDMAN D.,  
Inadequate head and neck protection of child  
seats.  
XIIIth Experimental Safety Vehicle Conference,  
4-7 Nov. 1991, 1 - 7.
- 43 - FUCHS S., BARTHEL M.J., FLANNERY A.M.,  
CHRISTOFFEL K.?  
Cervical spine fractures sustained by young  
children in forward-facing car seats.  
Pediatrics ; 1989 Aug., 84 (2), 348 - 354.
- 44 - GOFIN R., et Al.,  
The use of car restraints by newborns and  
mothers : knowledge, attitudes and practices.  
Isr. J. Med. Sci. ; 1990 May, 26 (5), 261 - 266.
- 45 - GOFIN R.,  
Use of car restraints for children : size of the  
problem, intervention strategies.  
Harefuah ; 1990 May, 119 (9), 520 - 522.
- 46 - GREENSHER J.,  
Recent advances in injury prevention.  
Pediatr. Rev. ; 1988 Dec., 10 (6), 171 - 177.
- 47 - GUERIN D., MACKINNON D.P.,  
An assessment of the California Child Restraint  
Requirement.  
Am. J. Public Health ; 1985 Feb., 75 (2),  
142 - 144.

- 48 - HAAGA J.,  
Children's seatbelt usage : evidence from the  
National health Interview Survey.  
Am. J. Public. Health ; 1986 Dec., 76 (12),  
1425 - 1427.
- 49 - HALPERN J.S.,  
How safe are child safety seats ?  
J. Emer. Nurs. ; 1990 May-Jun., 16 (3 Pt 1),  
151 - 155.
- 50 - HLETKO P.J., ROBIN S.S., HLETKO J.D., et al.  
Infant safety seat use. Reaching the hard to  
reach.  
Am. Journal of Diseases of Children ; 1987, 141,  
n° 12, 1301 - 1304.
- 51 - INDER T., GEDDIS D.C.,  
Factors influencing the use of infant car  
restraints.  
Accid. Anal. Prev. ; 1990 Jun., 22 (3), 297 - 300.
- 52 - JANSSEN E.G., MIEBOER J.J., VERSCHUT R.,  
HUJOKENS C.G.,  
Cervical Spine loads induced in restrained child  
dummies.  
XIIIth International Technical Conference on  
Experimental Safety Vehicles ; 1991 Nov.,  
447 - 467.
- 53 - JARDEL J.P.,  
L'amélioration de la sécurité routière : nouvelles  
approches.  
Série de Rapports Techniques (OMS), 1989, n° 781,  
7 - 68.

- 54 - KALBFLEISCH J., RIVARA F.,  
Principles in injury control : lessons to be  
learned from child safety seats.  
Pediatr. Emerg. Care ; 1989 Jun., 5 (2),  
131 - 134.
- 55 - KARLBSINK L., KRAFFT M., TINGVALL C.,  
Integrated child restraints in cars for children  
aged 0 - 10.  
XIIth International Technical Conference on  
Experimental Safety Vehicle ; 1989 Jun., 73 - 75.
- 56 - KARWACKI J.J., BAKER S.P.,  
Children in motor vehicles.  
J. Am. Med. Assoc. ; 1979, vol. 24, n° 26,  
2848 - 2851.
- 57 - KELLER J., MOSDAL C.,  
Traumatic odontoid epiphysiolysis in an infant  
fixed in a child's car seat.  
Injury ; 1990 May, 21 (3), 191 - 192.
- 58 - KRAFFT M., NYGREN C., TINGVALL C.,  
Rear seat occupant protection. A study of children  
and adults in the rear seat of cars in relation to  
restraint use and car characteristics.  
9th Int. Conf. on ESU ; 1982, 1145 - 1149.
- 59 - KRASSNER L.S.,  
Child restraint devices.  
Pediatr. Ann. ; 1983 Oct., 12 (10), 733 - 736.

- 60 - KURGER H.J.,  
Equipement de sécurité pour enfants en voiture.  
Commission des Communautés Européennes, Direction  
Générale des transports, Division B3, Sept. 1989,  
1 - 100.
- 61 - KRUGER H.J.,  
Protection of children in cars.  
XIIth International Technical Conference on  
Experimental Safety Vehicle ; 1989 Jun., 67 - 72.
- 62 - LANGWIEDER K., HUMMEL Th.,  
Children in cars. Their injury risks and the  
influence of child protection systems.  
XIIth International Technical Conference on  
Experimental Safety Vehicles ; 1989 Jun., 132.
- 63 - LANGWIEDER K., HUMMEL Th.,  
New aspects for optimizing child restraint system.  
Experiences from accidents, trolley tests and  
interviews.  
XIIIth International Technical Conference on  
Experimental Safety Vehicles ; 1991 nov., 1 - 36.
- 64 - Pour protéger la vie de vos enfants en voiture.  
L'Echo de La Presqu'île, 3 Janvier 1992, 19.
- 65 - Le système obligatoire de retenues obligatoires.  
L'Echo de l'Ouest, 24 Janvier 1992, 24.
- 66 - LEGROS J.P.,  
Protection des occupants des places arrières des  
véhicules et intérêts dans le dommage corporel.  
Labo. Med. Légale, Université de LIMOGES, 1992.

- 67 - LEHMAN G.R., GELLER E.S.,  
Educational strategies to increase children's use  
of safety belts : are extrinsic rewards neces-  
sary ?.  
Health Education Research, 1990, 5, n° 2,  
187 - 196.
- 68 - LEVEQUE B.,  
Comment bien utiliser les sièges auto pour  
enfants.  
CIRPAE ; Avril 1992, 1 - 17.
- 69 - L'éducation routière des enfants à l'école.  
Bulletin trimestriel L.C.V.R. (Ligue contre la  
violence routière), 1991, n° 10, 12 - 16.
- 70 - MALHOMME M.,  
L'INRETS, pour des transports en toute sécurité.  
Le Journal du Contrôle Technique ;  
Dec. 91-Janv. 92, 30 - 35.
- 71 - Enfants : sécurité d'abord.  
MAIF Information ; Sept. 91, n° 83, 10 - 11.
- 72 - Des enfants bien maintenus.  
MAIF Information ; Avril 92, n° 85, 16 - 17.
- 73 - MARGOLIS L.H., WAGENAAR A.C., LIU W.,  
The effects of a mandatory child restraint law on  
injuries requiring hospitalization.  
Am. J. Dis. Child ; 1988 Oct., 142 (10),  
1099 - 1103.

- 74 - MASON M.A.,  
Restraining infants in cars.  
British Medical Journal (Clinical Research Ed.) ;  
1988, 296, n° 6633, 1345 - 1346.
- 75 - MAUTE-DEVAUX K., MANCIAUX M., DEJEAMMES M., et  
Al.,  
L'intérêt des systèmes de retenue pour la sécurité  
des enfants de moins de 10 ans à bord des  
véhicules.  
Arch. Franç. Pédiat., 1991, 48, n° 2, 107 - 113.
- 76 - MOFENSON H.C., WHEATLEY G.M.,  
Prevention of childhood injuries : morbidity and  
mortality, an overview.  
Pediatr. Ann. ; 1983 Oct., 12 (10), 716 - 719.
- 77 - Child passenger restraint use and motor vehicle  
related facilities among children, United States,  
1982 - 1990.  
Morb Mortal Wkly Rep. ; 1991 Aug., 40 (34),  
600 - 602.
- 78 - MUCCI S.J., ERIKSEN L.D., CRIST K.A.,  
BERNATH L.A., CHAUDHURI P.K.  
The pattern of injury to rear seat passengers  
involved in automobile.  
J. Trauma. ; 1991 Oct., 31 (10), 1329 - 1331.
- 79 - NELSON G.D., MOFFIT P.B.,  
Safety belt promotion : theory and practice.  
Accident Analysis and Prevention ; 1988 feb., 20,  
n° 1, 27 - 38.

- 80 - PETERSON C.R., PETERSON C.M.,  
Brachial plexus injury in an infant from a car  
safety seat (letter).  
N. Engl. J. Med. ; 1991 Nov., 325 (22),  
1587 - 1588.
- 81 - PINCEMAILLE Y., BRUN-CASSAN F., CAILHIBOT P.,  
Propositions APR pour la protection des enfants  
en voiture.  
XIIIth ESV Conf. International Technical  
Conference an Experimental Safety Vehicle ; 4 - 7  
Nov. 1991, 1 - 17.
- 82 - POLEN M.R., FRIEDMAN G.D.,  
US Preventive Services Task Force.  
JAMA ; 1988, 259, n° 1, 76 - 80.
- 83 - Les systèmes de retenue pour enfants.  
Prévention Routière Info. ; Janvier 1992.
- 84 - PROEHL J.A., BRADSTREET D.,  
Child safety seats letter.  
Ann. Emerg. Med. ; 1987 Jun., 16 (6), 723.
- 85 - PROEHL J.A., BRADSTREET D.,  
Child safety seats letter.  
Am. Fam. Physician ; 1987 Jan., 35 (1), 30.
- 86 - RAMET M., VALLET G., DOLIVET C.,  
Typologie des lésions chez les enfants occupants  
d'automobile.  
Congrès "l'enfant et la route", MARSEILLE,  
23/24 Octobre 1987.

- 87 - RICHMOND P.W., SKINNER A., KIMCHE A.,  
Children's car-restraints : use and parental  
attitudes.  
Arch. Emerg. Med. ; 1989, 6 (1), 41 - 45.
- 88 - RIGHI F.C., KROZY R.E.,  
The child in the car. What every nurse should know  
about safety.  
Am. J. Nurs. ; 1983 Oct., 83 (10), 1421 - 1424.
- 89 - ROBERTSON L.S.,  
Motor vehicles.  
Pediatr. Clin. North Am. ; 1985 Feb., 32 (1),  
87 - 94.
- 90 - ROBITAILLE Y., LEGAULT J., ABBEY H., PLESS I.B.,  
Evaluation of an infant car seat programm in a  
low-income community.  
Am. J. Dis. Child ; 1990 Jan., 144 (1), 74 - 78.
- 91 - ROSS D.J., GLOYNS P.F.,  
Failure of child safety seat to prevent death.  
Br. Med. J. (Clin. Res. Ed.) ; 1986 Jun.,  
292 (6536), 1636.
- 92 - ROY A.P., HIPPI K.J., LOWNE R.W.,  
The performance of child restrained systems in  
side impacts.  
XIIIth International Technical Conference on  
Experimental Safety Vehicle ; Juin 1989, 50 - 61.
- 93 - RUSSO FRATTASI et Al.,  
The safe transportation of children in  
automobiles.  
Pediatr. Med. Chir. ; May-Jun. 1989, 11 (3),  
329 - 332.

- 94 - SALMI L., LOICHOT M., LOCARD E., et Al.,  
Evaluation d'une campagne de promotion des  
systèmes de retenue des enfants dans les  
automobiles.  
PEDIATRIE ; 1992, 47, n° 2, 145 - 149.
- 95 - SANDERS R.S., DAN B.B.,  
Bless the seats and the children : the physician  
and the legislative process.  
JAMA ; 1984, 252 (18), 2613 - 2614.
- 96 - SCHERZ R.G.,  
Fatal motor vehicle accidents of child passengers  
from birth through 4 years of age in Washington  
State.  
PEDIATRICS ; 1981, 68, 4, 572 - 575.
- 97 - SCHOETTLE B.M.,  
Car seat update.  
J. Pediatr. Health Care ; 1991 May-Jun., 5 (3),  
160 - 162.
- 98 - SCOTT OSBERG J., DI SCALA C.,  
Morbidity among pediatric motor vehicle crash  
victims : the effectiveness of seat belts.  
Am. J. of Public Health ; 1992, 82, n° 3,  
422 - 425.
- 99 - Système de retenue obligatoire pour le transport  
automobile des enfants de moins de 10 ans.  
Sécurité Routière ; Décembre 1991, 1 - 11.

- 100 - SEEKINS T., FAWCETT S.B., COHEN S.H., ELDER J.P.,  
JASON L.A., SCHENELLE J.F., WINETT R.A.,  
Experimental evaluation of public policy : the  
case of state legislation for child passenger  
safety.  
J. Appl. Behav. Anal. Fall ; 1988, 21 (3),  
233 - 243.
- 101 - SHALABY-RANA E., EICHELBERGER M., KERZNER B.,  
KAPUR S.,  
Intestinal stricture due to lap-belt injury.  
AJR. Am. J. Roentgenol ; 1992 jan., 158 (1),  
63 - 64.
- 102 - SHAW C.E., FLUKE D.M.,  
A proposed campaign to increase the use of  
restraint systems for young children who ride in  
cars.  
Public Health Rep. ; 1983 Sep-Oct., 98 (5),  
502 - 507.
- 103 - SIDERFIN A.M.,  
Childsafe Wessex.  
Midwives-Chron. ; 1991 Jul., 104 (1242),  
205 - 206.
- 104 - SLOTA M.C.,  
Child passenger safety in the car : are we  
involved enough ?.  
Crit. Care Nurse ; 1990 Apr., 10 (4), 72 - 79.
- 105 - SMITH P.S., TURNER B.S.,  
The physiologic effects of positioning premature  
infants in car seats.  
Neonatal-Netw. ; 1990 Dec., 9 (4), 11 - 15.

- 106 - SPITAL M., SPITAL A., SPITAL R.,  
The compelling case for seat belts on school  
buses.  
PEDIATRICS ; 1986 Nov., 78 (5), 928 - 932.
- 107 - SPRIGG S.J.,  
Passenger safety in cars.  
Arch. Dis. Child., Jul. 1985, 60 (7), 678 - 679.
- 108 - STULGINSKAS J.V., PLESS I.B.,  
Effects of a seat belt law on child restraint  
use.  
Am. J. Dis. Child. ; 1983 Jun., 137 (6),  
582 - 585.
- 109 - SUSAN C., PARTY K.A.,  
Lived saved by child safety from 1982 though  
1987.  
XIIth International Technical Conference on  
Experimental safety vehicule ; Juin 1989,  
50 - 55.
- 110 - TARRIERE C.,  
L'aménagement de la place centrale.  
Département des Sciences de l'Environnement,  
Direction des Etudes de Renault, 1 - 3.
- 111 - TARRIERE C.,  
Les enfants blessés quoique bien maintenus.  
Département des Sciences de l'Environnement,  
Direction des Etudes de Renault, 1 - 3.

- 112 - TARRIERE C.,  
L'enfant à l'avant dos à la route, qu'en  
penser ?.  
Département des Sciences de l'Environnement,  
Direction des Etudes de Renault, 1 - 3.
- 113 - TARRIERE C.,  
Les sièges intégrés, les sièges spécifiques et  
les fixations standardisées.  
Département des Sciences de l'Environnement,  
Direction des Etudes de Renault, 1 - 2.
- 114 - TARRIERE C., FROSSEILLE X.,  
Initial conclusion of an international task force  
on child restraining systems.  
13th ESV Conference ; 4 - 7 Nov. 1991, 1 - 18.
- 115 - TAIWO B., SLOAN J.,  
Hand injury in a child, a rare adverse effect of  
rear seatbelt use.  
Arch. Emerg. Med. ; 1991 Jun., 8 (2), 147 - 149.
- 116 - TEMPLETON J.M. Jr,  
Seat a child, save a life.  
Pa. Med. ; 1988 Jul., 91 (7), 41 - 42.
- 117 - TINGVALL C.,  
Children in cars.  
Acta Paediatrica Scandinavia ; 1987, suppl. 339.
- 118 - TURSZ A.,  
Evaluation of the application of laws or  
regulations.  
Rev. Epidemiol. Santé Publique ; 1991, Suppl. 39,  
843 - 850.

- 119 - UPHOLD R., HARVEY R., MISSELBECK W., HILL S.,  
Bilateral tibial fractures in properly restrained  
toddlers involved in motor vehicle collisions :  
case reports.  
J. trauma. ; 1991 Oct., 31 (10), 1411 - 1414.
- 120 - VALLEE A., CAILLIERET M.C., COLTAT J.C.,  
FAVEON G.,  
Les enfants impliqués dans les accidents mortels  
d'automobiles.  
XIIIth Conférence ESV, International Conference  
Experimental Safety Vehicel ; 4 - 7 Nov. 1991,  
1 - 17.
- 121 - VERNIEST J.P., CHAPON A., CESARI D., RAMET M.,  
La tolérance humaine aux chocs. Contribution du  
laboratoire des chocs et de biomécanique.  
RTS ; 9 - 10 Juin 1986, 47 - 55.
- 122 - WAGENAAR A.C., MOLNAR L.J., MARGOLIS L.H.,  
Characteristics of child safety seat users.  
Accid. Anal. Prev. ; 1988 Aug., 20 (4),  
311 - 322.
- 123 - WAGENAAR A.C., WEBSTER D.W.,  
Preventing injuries to children through  
compulsory automobile safety seat use.  
PEDIATRICS ; 1986, 78 (4), 662 - 672.
- 124 - WEBB G.R., BOWMAN J.A., SANSON-FISCHER R.W.,  
Studies of child safety restraint use in motor  
vehicles : some methodological considerations.  
Accident Analysis and Prevention ; 1988, 20,  
n° 2, 109 - 115.

- 125 - WEBB G.R., SANSON-FISHER R.W., BOWMAN J.A.,  
Psychological factors related to parental  
restraint of pre-school children in motor  
vehicles.  
Accident Analysis and Prevention ; 1988, 20,  
n° 2, 87 - 94.
- 126 - WEBER B., STCHERBATCHEFF G., BRIEN CASSAN F.,  
Protection of children more than three years  
old : presentation of a concealable device  
integrated in a seat.  
XIIth International Technical Conference on  
Experimental Safety Vehicles ; Juin 1989,  
76 - 79.
- 127 - WEBER K.,  
Comparison of car-bed and rear facing infant  
restraint systems.  
XIIth International Technical Conference on  
Experimental Safety Vehicle ; Juin 1989, 61 - 66.
- 128 - WIDNER-KOLBERG M.R.,  
Immobilizing children in car safety seats, why,  
when, and how.  
J. Emerg. Nurs. ; 1991 Dec., 17 (6), 427 - 428.
- 129 - WILLIAM N. EVANS, JOHN D. GRAHAM,  
An econometric estimate of the lifesaving.  
Effects of child restraint legislation.  
University of Maryland, Department of Economics  
Working Paper ; 108 - 128.

T A B L E   D E S   M A T I E R E S

<b>SOMMAIRE</b>	p 3
<b>INTRODUCTION</b>	p 13
<b><u>CHAPITRE I</u> : CAS CLINIQUES - DISCUSSION</b>	p 16
1 - METHODOLOGIE	p 17
2 - RESULTATS	P 18
3 - DISCUSSION	p 26
4 - CONCLUSION	p 28
<b><u>CHAPITRE II</u> : LEGISLATION</b>	p 31
1 - IL EXISTE UN VIDE JURIDIQUE	p 32
2 - L'ENFANT ET LES ACCIDENTS DE LA CIRCULATION	p 34
3 - APERCU DES DISPOSITIONS LEGALES RELATIVES A LA PROTECTION DES ENFANTS EN VOITURE DANS LA C.E.E.	p 38
4 - COMMENT AMELIORER LA SITUATION ?	p 42
4 - 1 : <u>Législation</u>	p 42
* <u>Introduction</u>	p 42
* <u>Les textes</u>	p 43
- Les textes règlementaires	p 43
- Les dérogations à l'utilisation d'un système de retenue	p 45
* <u>Facteurs influençant le succès ou       l'échec de la mesure proposée</u>	p 48

- Acceptabilité de la mesure proposée	p 48
- Facteurs individuels	p 48
- Facteurs socio-économiques et culturels	p 49
4 - 2 : <u>Conception d'une campagne visant à améliorer la sécurité des passagers enfants</u>	p 51
* <u>Présentation du problème</u>	p 51
* <u>Méthodes utilisées</u>	p 51
- Films	p 51
- Campagnes d'informations du public	p 51
- Campagnes auprès des écoles	p 52
- Campagnes diffusées	p 53
- Programme de prêt et de location de DRE	p 53
4 - 3 : <u>Prise en charge du problème par les professionnels de la route</u>	p 54
4 - 4 : <u>Amélioration du réseau routier</u>	p 54
4 - 5 : <u>Amélioration du parc automobile</u>	p 55
5 : LES EFFETS DE LA LOI SUR LE COMPORTEMENT HUMAIN	p 56
6 - CONCLUSION	p 58
<b><u>Chapitre III : DISPOSITIF DE RETENUE POUR ENFANT</u></b>	p 66
1 - OBJECTIF D'UN DISPOSITIF DE RETENUE POUR ENFANT	p 67

2 - COMPARAISON DES REGLEMENTS EN MATIERE DE DISPOSITIF DE RETENUE POUR ENFANT	p 68
2 - 1 : <u>Catégories de dispositif de retenue pour enfant</u>	p 68
2 - 2 : <u>Règlements en matière de dispositif de retenue pour enfant</u>	p 69
3 - CARACTERISTIQUES FONDEES SUR LE GROUPE D'AGE ET DE POIDS	p 72
3 - 1 : <u>Groupe A ou groupe 0 : moins de 9 kgs, jusqu'à 9 mois</u>	p 72
* Lits nacelles	p 72
* Siège installé dos à la route	p 79
3 - 2 : <u>Groupe B ou groupe I : 9 - 18 kgs, 9 mois - 3 /4 ans</u>	p 81
* Siège baquet ou harnais	p 81
* Siège baquet à réceptacle	p 86
3 - 3 : <u>Catégorie C ou D ou catégorie II : enfants de 3 / 4 ans - 10 ans, supérieurs à 15 kgs, inférieurs à 25 kgs</u>	p 86
* Rehausseur	p 87
* Tables boucliers	p 88
* Harnais	p 88
4 - COMMENT CHOISIR UN DISPOSITIF DE PROTECTION	p 100
5 - LES ENFANTS BLESSES QUOIQUE BIEN MAINTENUS	p 103

6 - RECHERCHES EN MATIERE DE DRE	p 108
6 - 1 : <u>Sièges intégrés</u>	p 108
6 - 2 : <u>Le recours aux fixations standardisées</u>	p 113
6 - 3 : <u>DRE spécifiques de certaines voitures d'un ou plusieurs constructeurs</u>	p 113
7 - CONCLUSION	p 114
<b><u>CHAPITRE III : TESTS - ACCIDENTOLOGIE - BIOMECANIQUE</u></b>	p 118
1 - STRATEGIE GLOBALE EN MATIERE DE SECURITE SECONDAIRE	P 119
1 - 1 : <u>Accidentologie</u>	p 121
1 - 1 - 1 : Enquête de 1973	p 122
1 - 1 - 2 : Enquête de 1983	p 122
1 - 1 - 3 : Enquête de 1990	p 126
1 - 2 : <u>Les moyens d'essais de l'INRETS</u>	p 133
1 - 2 - 1 : Les méthodes	p 133
1 - 2 - 1 - 1 : Essais de chocs réels	p 133
1 - 2 - 1 - 2 : Essais de chocs simulés	p 138
1 - 2 - 1 - 3 : Essais de chocs partiels, essais mécaniques	p 140
1 - 2 - 2 : Moyens de mesure	p 141

1 - 3 : <u>Biomécanique</u>	p 146
1 - 3 - 1 : Quels sujets utiliser pour l'expérimentation ?	p 149
1 - 3 - 2 : Comment quantifier les blessures	p 161
1 - 3 - 3 : Critères de blessure et tolérance	p 165
2 - TESTS EFFECTUES SUR LES DISPOSITIFS DE RETENUE POUR ENFANT EN VUE DE LEUR HOMO- LOGATION	p 170
2 - 1 : <u>Tests sur les composants</u>	p 170
2 - 2 : <u>Tests sur l'ensemble du dispositif</u>	p 171
2 - 3 : <u>Ce qui différencie les essais règlemen- taires des essais pratiques par les laboratoires de sécurité automobile</u>	p 172
2 - 4 : <u>Enquête d'évaluation comparative des différents dispositifs de retenue pour enfant</u>	p 173
2 - 5 : <u>Conclusion</u>	p 176
<b>CONCLUSION</b>	p 177
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	p 179
<b>TABLE DES MATIERES</b>	p 200
<b>SERMENT D'HIPPOCRATE</b>	p 206

SERMENT D'HIPPOCRATE

En présence des maîtres de cette école, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser les crimes.

Reconnaissant envers mes maîtres, je tiendrai leurs enfants et ceux de mes confrères pour des frères et s'ils devaient entreprendre la médecine ou recourir à mes soins, je les instruirais et les soignerais sans salaire ni engagement.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné à jamais de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole, et que je me parjure, puissè-je avoir un sort contraire.



BON A IMPRIMER N° 6

LE PRÉSIDENT DE LA THÈSE

Vu, le Doyen de la Faculté

VU et PERMIS D'IMPRIMER  
LE PRÉSIDENT DE L'UNIVERSITÉ

## RESUME

Aux décours d'une analyse de 30 observations d'enfants victimes d'accidents de la route, nous avons remarqué l'importance des lésions subies par les enfants et les avons comparées selon que l'enfant était maintenu ou non. On a relaté deux décès parmi les enfants non retenus. Nous en avons déduit la nécessité de maintenir les enfants attachés dans un DRE.

Pour accroître l'observance de ce conseil de sécurité, le gouvernement a rendu obligatoire le port d'un DRE lors des transports en voiture.

Une analyse détaillée des différents types de DRE montre qu'ils sont classés par âge et poids de l'enfant. Pour être mis sur le marché, ils doivent être homologués par des tests inscrits sur le Cahier des Charges. Différents laboratoires étudient le comportement humain aux décours des chocs et pratiquent des tests sur les DRE de manière à vérifier leur habileté. Ces tests sont différents de ceux pratiqués pour l'homologation et utilisent des mannequins (êtres humains reproduits en matière synthétique) dans lesquels sont incorporés des capteurs de manière à estimer les limites de la tolérance humaine aux chocs.

---

MOTS CLES : Dispositifs de retenue  
Prévention des accidents  
Enfant  
Modèle biomécanique de simulation