



s é c u r i t é
r o u t i è r e

Les dispositifs

de retenue pour enfants

en
1994

Utilisation et efficacité



**Observatoire National
Interministériel
de Sécurité Routière**





OBSERVATOIRE NATIONAL INTERMINISTERIEL
DE SECURITE ROUTIERE

Les dispositifs de retenue pour enfants en 1994

La **documentation** Française

Rédaction 1^{re} partie : Maryvonne Dejeammes
Blandine Le Breton
Aline Alauzet
et la participation d'Hossein Moussavi,
de l'Institut National de Recherche sur les
Transports et leur Sécurité
(antenne de Bron)

2^e partie : – Claude Got
Sophie Cuny,
de l'Institut de Recherches
Biomécaniques et Accidentologiques
à l'Hôpital Ambroise Paré
– Laboratoire d'Accidentologie et de
Biomécanique PSA Peugeot
Citroën/Renault

Pour tous renseignements, s'adresser à :
l'Observatoire national interministériel de sécurité routière
La Grande Arche
92055 Paris-La Défense Cedex 04
Téléphone : 40 81 80 42 - 40 81 80 28

*"En application de la loi du 11 mars 1957 (art. 41) et du code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992, toute reproduction partielle ou totale à usage collectif de la présente publication est strictement interdite sans autorisation expresse de l'éditeur.
Il est rappelé à cet égard que l'usage abusif et collectif de la photocopie met en danger l'équilibre économique des circuits du livre."*

Conception-photogravure : EPBC 42 85 18 76 - Impression : Imprimerie nouvelle de Viarmes 30 34 67 10

Sommaire

PRÉFACE	P. 5
LIMINAIRE	
La réglementation	P. 7
1^E PARTIE	
EVOLUTION DE LA PROTECTION DES ENFANTS EN VOITURE EN 1991 ET 1992	
I. POSITIONNEMENT DE L'ENQUETE	P. 4
II. REGLEMENTATION ET TYPES DE DISPOSITIFS	P. 14
III. PROTECTION DES ENFANTS LORS DE "GRANDES MIGRATIONS"	P. 16
III. 1. Méthodologie d'enquête	P. 16
III. 2. Caractéristiques des échantillons	P. 16
III. 3. Taux d'utilisation de dispositifs	P. 17
III. 4. Protection par lit-auto	P. 19
III. 5. Protection par porte-bébé	P. 20
III. 6. Protection par siège à harnais	P. 20
III. 7. Protection par rehausseur	P. 21
III. 8. Protection par harnais	P. 22
III. 9. Protection par ceinture	P. 23
III. 10. Protection par réceptacle	P. 23
III. 11. Appréciation des dispositifs spécifiques	P. 23
III. 12. Appréciation des ceintures de sécurité	P. 24
III. 13. Non protection	P. 25
IV. PROTECTION DES ENFANTS LORS DE COURTS TRAJETS	P. 26
IV.1. Méthodologie d'enquête	P. 26
<i>IV.1.1. Enquête sur panel</i>	P. 26
<i>IV.1.2. Enquête - Observation</i>	P. 27
IV.2. Caractéristiques des échantillons	P. 27
IV.3. Présence ou possession d'un dispositif de protection	P. 29
IV.4. Taux d'utilisation	P. 29
IV.5. Installation du dispositif dans la voiture	P. 31
IV.6. L'enfant dans son dispositif	P. 32
IV.7. Taux de protection correcte	P. 35
IV.8. Sources de difficultés	P. 36
V. DISCUSSION DES RÉSULTATS	P. 38
VI. CONCLUSION	P. 39
VII. BIBLIOGRAPHIE	P. 41
ANNEXES	P. 42

2^E PARTIE

ANALYSE ACCIDENTOLOGIQUE DE LA PROTECTION DES ENFANTS DANS LES VÉHICULES AUTOMOBILES EN FRANCE

I. PARTICULARITÉS DU PROBLÈME	P. 47
II. LES DONNÉES STATISTIQUES EXHAUSTIVES DISPONIBLES EN FRANCE	P. 49
III. ANALYSE DES ACCIDENTS MORTELS D'ENFANTS EN 1990/1991	P. 50
III.1. Les conditions de transport des enfants	P. 50
III.2. Les circonstances des accidents	P. 51
III.3. Les dispositifs de retenue	P. 52
IV. ANALYSE DES ACCIDENTS IMPLIQUANT 1 629 ENFANTS EN 1992/1993	P. 53
IV.1. Méthodes	P. 53
IV.2. Résultats	P. 54
<i>IV.2.1. Nombre d'accidents et d'enfants concernés par l'étude</i>	P. 54
<i>IV.2.2. Usage d'un système de retenue</i>	P. 54
<i>IV.2.3. Les niveaux de sévérité lésionnelle chez l'enfant en fonction de la retenue</i>	P. 56
<i>IV.2.4. Les rôles des systèmes de retenue dans la prévention de l'éjection</i>	P. 65
<i>IV.2.5. Distribution des lésions entre les différents territoires corporels</i>	P. 66
IV.3. Facteurs de confusion dans l'évaluation de l'efficacité des DRE	P. 68
<i>IV.3.1. Les lieux des accidents avec ou sans retenue des enfants sont-ils identiques ?</i>	P. 68
<i>IV.3.2. Les conducteurs ont-ils des caractéristiques différentes ?</i>	P. 69
<i>IV.3.3. Les véhicules transportant des enfants retenus ou non-retenus sont-ils impliqués dans des accidents identiques ?</i>	P. 74
<i>IV.3.4. Peut-on envisager des différences d'efficacité des DRE indépendantes des grandes catégories de retenue (siège à harnais, rehausse, etc.) ?</i>	P. 77
<i>IV.3.5. Résumé des liens qui unissent les différents facteurs de risque indépendants de l'efficacité des DRE mais liés à leur usage</i>	P. 79
V. DISCUSSION	P. 81
V.1. Les principales expériences étrangères	P. 81
<i>V.1.1. Les Etats-Unis</i>	P. 81
<i>V.1.2. Le Canada</i>	P. 87
<i>V.1.3. La Grande-Bretagne</i>	P. 90
<i>V.1.4. La Suède</i>	P. 92
V.2. La situation française	P. 97
V.3. Les problèmes	P. 100
<i>V.3.1. L'évaluation de l'évolution de la mortalité doit tenir compte de la démographie et de l'exposition au risque</i>	P. 100
<i>V.3.2. De nombreuses études n'intègrent pas l'évolution de la vulnérabilité de l'enfant en fonction de son âge, en particulier au cours des premières années de la vie</i>	P. 101
<i>V.3.3. L'existence de discordances entre les résultats des études initiales faites au cours de la décennie 1970-1980 et les résultats obtenus depuis l'obligation d'usage des DRE</i>	P. 102
VI. CONCLUSION	P. 104
VII. BIBLIOGRAPHIE	P. 106

PRÉFACE

Les accidents de la route sont absurdes et déplorables. Dès lors qu'ils touchent les enfants, ils heurtent encore plus notre sensibilité. Notre société consent d'importants efforts à la réalisation de progrès permettant l'épanouissement harmonieux de nos enfants. La mortalité infantile a considérablement régressé dans notre pays comme dans les pays avoisinants. Sa valeur, rapportée à la population, est d'ailleurs un des principaux critères qui permettent d'apprécier le niveau de développement d'un pays. Il est donc d'autant plus inacceptable, même si les pertes ne sont pas du même ordre, d'assister au triste spectacle d'un enfant tué ou blessé sur la route.

L'anatomie des plus jeunes présente des aspects spécifiques qui les rendent souvent beaucoup plus vulnérables. Des dispositifs de protection existent depuis longtemps. Conçus et fabriqués sous initiative privée, ils ont peu à peu évolué pour satisfaire à des normes précises nationales, européennes et même internationales.

Mais leur emploi est-il suffisamment répandu ? Leur efficacité suffisamment démontrée ?

C'est à ces deux questions que tente de répondre cet ouvrage.

Après un point sur la réglementation qui fonde l'usage de ces matériels, la première partie va s'attacher, au travers de deux enquêtes réalisées par le Laboratoire de Biomécanique et Sécurité des usagers de l'INRETS de BRON, d'apprécier l'utilisation qui en est faite. Les comportements de sécurité pouvant dépendre des motifs des voyages et des déplacements, le champ de la première va couvrir les longs trajets du type départ en vacances, celui de la seconde va complémentarément appréhender les courts trajets, ceux qui sont effectués quotidiennement.

Les objectifs de ce dispositif sont clairs :

- *suivre l'évolution de comportements dans le temps à la suite de l'introduction de nouvelles mesures réglementaires, de campagnes d'information et de nouveaux types de matériels,*
- *pouvoir faire des rapprochements avec des analyses accidentologiques,*
- *mieux connaître l'appréciation du confort et de la commodité afin d'aider les fabricants de dispositifs et les constructeurs automobiles à améliorer leur matériel.*

La deuxième partie constitue l'étude d'efficacité des dispositifs de retenue pour enfants. L'exploitation des données du Fichier National des Accidents de la Route et une étude sur les accidents mortels à partir des procès-verbaux de la période février 1990 à février 1991, tout en posant la question de l'efficacité de ces matériels, n'avaient pas permis de les évaluer de façon fiable. C'est pourquoi, une enquête, suivie d'une étude spécifique, sur des accidents impliquant 1 629 enfants en 1992/1993 a été menée par le Professeur GOT, assisté de Sophie CUNY, de l'Institut de Recherches Biomécaniques et Accidentologiques à l'Hôpital Ambroise Paré en collaboration avec la Gendarmerie Nationale et la Direction de la Sécurité et de la Circulation Routières.

Enfin, un large balayage des études étrangères et françaises sur ce sujet permet d'éclairer, malgré certaines de leurs insuffisances, les pratiques en cours et les politiques d'emploi dans d'autres pays. D'ailleurs plusieurs recommandations présentées in fine sont tirées de ces études ou enquêtes, comme la recommandation tendant à développer l'utilisation des sièges "dos à la route".

Cet ouvrage, dense, doit être un outil pour tous ceux qui œuvrent à améliorer la sécurité des plus jeunes, que ce soient les fabricants, ceux qui élaborent la réglementation et ceux qui évaluent et testent les matériels, sans oublier les parents qui parfois font preuve d'ignorance sur l'existence de ces dispositifs ou encore de maladresse dans leur utilisation.

En 1993, 154 enfants de moins de 10 ans ont été tués dans les voitures particulières, 581 blessés gravement. Ces deux chiffres méritent que les efforts entrepris soient poursuivis...

OLIVIER NOËL

Secrétaire Général de l'Observatoire National Interministériel de Sécurité Routière



LIMINAIRE

La réglementation applicable aux systèmes de retenue pour enfants transportés à bord des voitures particulières

• Depuis le **1^{er} janvier 1992**, l'utilisation de systèmes de retenue homologués et appropriés à la taille et au poids des enfants de moins de 10 ans, transportés à bord des voitures, a été rendue obligatoire. Cette mesure généralise ainsi l'obligation de port d'un système de retenue pour tous, adultes et enfants, à toutes les places équipées d'une ceinture de sécurité.

L'interdiction de transporter des enfants à l'avant a été maintenue, à l'exception des enfants transportés dos à la route dans des dispositifs spécialement conçus pour cet usage.

La responsabilité du conducteur du véhicule a aussi été introduite en ce qui concerne l'utilisation des moyens de retenue pour les passagers de moins de treize ans.

• Depuis le **1^{er} janvier 1992**, l'homologation des dispositifs de retenue pour enfants a aussi été profondément modifiée puisque la France a adhéré au Règlement n° 44 de Genève et accepte désormais les dispositifs conformes à ce Règlement. Aujourd'hui, la plupart des dispositifs vendus sont conformes à ce Règlement, qui est en vigueur dans la quasi totalité des pays européens.

• L'ensemble des dispositions réglementaires concernant l'homologation et l'usage des systèmes de retenue est contenu dans le décret du 27 décembre 1991, qui modifie l'article R 53-1 du Code de la Route, et dans les arrêtés du 4 et du 27 décembre 1991.

• Les dispositions concernant l'homologation des systèmes de retenue devraient prochainement évoluer et assurer encore une protection améliorée des enfants puisque :

– d'une part, les conditions d'homologation prévues par le Règlement européen n° 44 ont été récemment révisées et devraient entrer en vigueur courant 1995.

Les nouvelles dispositions assureront une amélioration de la représentativité des conditions d'essais des dispositifs, créeront une classe de poids supplémentaire, interdiront tout dispositif favorisant le sous-marinage et rendront obligatoire la sangle d'entre-jambes pour les dispositifs comportant un système à harnais faisant face à l'avant. Enfin la compatibilité des ceintures de sécurité équipant les véhicules et des sièges universels sera exigée ;

– d'autre part, la réglementation nationale devrait interdire la vente des dispositifs de la génération précédente, conformes à la réglementation mise en œuvre en 1985.

- Au-delà de ces prescriptions réglementaires, une meilleure connaissance de l'usage et de l'efficacité des différentes catégories de dispositifs de retenue sera recherchée dans le cadre d'enquêtes détaillées d'accident qui feront notamment appel aux équipes spécialisées de l'INRETS.

1^{RE} PARTIE
Evolution de la protection
des enfants en voiture
en 1991 et 1992



I. POSITIONNEMENT DE L'ENQUETE

En 1985, suite à un questionnaire diffusé dans le cadre de l'OCDE aux instituts compétents de leurs pays, une comparaison internationale a permis un premier bilan des mesures de protection pour les enfants (Dejeammes, 1986). Elle montrait la grande disparité des choix des pays sur les positions dans la voiture, l'âge et les dispositifs.

TABLEAU 1

*Mesures de protection des enfants en voiture dans différents pays
(Source Dejeammes, 1986)*

Loi d'obligation d'utilisation de dispositifs enfants			
NATION	DATE D'EFFET	AGE (OU POIDS)	PLACE
Australie	1976-1980	0 à 8 ans	Avant et arrière
Autriche	1978	0 à 12 ans	Avant
Canada	1982-1983	9 à 22 kg	Avant et arrière
Finlande	1984	0 à 15 ans	Avant
Pays-Bas	1977	0 à 4 ans	Avant
Royaume-Uni	1983	1 à 14 ans	Avant
Etats-Unis	1982-1984*	0 à 4 ans*	Avant et arrière

* selon les états.

Loi d'obligation d'utilisation de ceintures adultes			
NATION	DATE D'EFFET	AGE	PLACE-CEINTURE
Australie	1976-1980*	> 1 an*	Avant et arrière
Canada	1982-1983*	3 à 6 ans* > 5 ans	Avant, arrière-C. 2 pts Avant, arrière-C. 3 pts
Finlande	1984	0 à 15 ans	Avant
Irlande	1979	0 à 12 ans	Avant
Pays-Bas	1977	4 à 12 ans	Avant - C. 2 pts
Nouvelle-Zélande	1978 1984	8 à 14 ans 0 à 7 ans	Avant et arrière si satisfaisant
Royaume-Uni	1983	0 à 14 ans	Avant
Etats-Unis	1983	3 à 5 ans*	Arrière (12 états) Avant (26 états)

* selon les états

Alors que de nombreux pays augmentent leurs efforts par des mesures d'obligation de protection et par des campagnes d'information, les évaluations des pratiques de prévention des automobilistes (parents le plus souvent) lors de leurs déplacements restent souvent « confidentielles » et n'ont pas de caractère régulier. Les méthodologies employées sont encore moins souvent décrites. Il est beaucoup plus fréquent d'évaluer l'efficacité des dispositifs de protection (et des mesures d'obligation de port) à partir des données d'accidents.

- Aux Etats-Unis d'Amérique, où les états ont très tôt pris des mesures d'obligation de port de dispositifs adaptés ou de ceinture (3 points ou 2 points) pour les plus jeunes enfants, les chiffres des taux de port sont issus des données d'accidents corporels. Ainsi dans l'état de New York en 1985, Conley (1987) rapporte :

Passager arrière	% port places latérales	% port place milieu
tous âges	67	37
< 10 ans	83 à 92	76 à 89
10-15 ans	66	56
> 16 ans	63	40

- Au Canada, la province de l'Ontario a introduit deux législations en 1982 et 1983 sur la protection des enfants dans les voitures, Dalmotas indique les résultats d'une enquête réalisée par la police sur les bords de route, en mai-juin 1984 :

Age passager arrière	% port (selon place)
0-5 ans	78 à 81
6-15 ans	50 à 67
16 ans et +	31 à 61

- En Suède, rappelons que les mesures ont d'abord consisté en des campagnes d'incitation à l'usage de dispositifs adaptés. Ce n'est qu'en 1988 que les dispositifs pour enfants ont été rendus obligatoires à l'arrière ou à l'avant (en 1986, la ceinture devenait obligatoire à l'arrière pour les adultes).

Turbell (1988) fait état de l'augmentation des taux d'usage de dispositifs de protection pour les enfants à l'arrière : 20 % en 1983 puis 70 % en 1987.

• Au Royaume Uni, une première législation introduite en janvier 1983 rendant obligatoire l'utilisation de la ceinture ou d'un dispositif enfant adapté a modifié les pratiques de transport des enfants. Les dispositifs enfants ont été rendus obligatoires en septembre 1989.

Le « Department of Transport » a mis en place un recueil de données d'usage des dispositifs de protection. Les enquêtes ont consisté en des observations sur 15 sites d'Angleterre et du Pays de Galles, sans arrêter les voitures et donc en estimant l'âge de l'enfant.

Hayes (1989) rapporte les chiffres de ces enquêtes (tableau 2). Il note que la forte augmentation de bébés retenus à la place avant correspond à la vente des dispositifs « porte-bébé » dos à la route à partir de 1986.

TABLEAU 2
Utilisation de dispositifs de protection au Royaume-Uni selon l'âge 1982-1988
(Source Hayes, 1989)

Child Size	Nov 1982		Jun 1983		Nov 1984		July 1986		Oct 1988			
	SS	R	SS	R	SS	R	SS	R	SS	R		
Front Seat												
Baby	36	0 %	20	5 %	29	0 %	20	45 %	71	97 %		
Small	91	12 %	64	66 %	53	60 %	34	47 %	27	70 %		
Medium	224	50 %	384	93 %	241	86 %	270	90 %	53	89 %		
Large	213	50 %	182	96 %	331	94 %	335	95 %	95	93 %		
Rear Seat												
Baby	213	30 %	648	46 %	423	49 %	429	55 %	163	72 %		
Small	2 083	40 %	3 568	27 %	2 526	34 %	2 433	42 %	662	65 %		
Medium	1 599	12 %	1 985	9 %	1 492	12 %	1 971	19 %	349	31 %		
Large	405	2 %	517	3 %	582	6 %	732	12 %	131	21 %		
Clés :	SS : nbre enfants observés Small - approx. 1 - 4 ans				R : taux de protection Medium - approx. 5-9 ans				Baby - approx. < 1 an Large - approx. 10 - 13 ans			

Peu d'études ont porté sur les raisons de ne pas utiliser les dispositifs de protection pour enfants. Récemment, Inder (1990) s'est intéressé aux facteurs influant sur l'utilisation des porte-bébés en Nouvelle-Zélande. Parmi les parents qui ont bénéficié d'un programme de prêt de porte-bébé, seuls 29 % l'ont utilisé pour tous les trajets et 72 % l'ont utilisé pour certains trajets. L'âge apparaît être un facteur déterminant d'utilisation : les bébés de 4 à 6 mois sont protégés pour 91 % des trajets. Pour les bébés de 3 mois et moins, le dispositif de protection est moins utilisé pour les trajets courts (moins de 30 minutes) ou après 6 heures du soir. Pourtant, la législation rend les dispositifs de protection obligatoires et les parents considèrent les porte-bébés comme sûrs ou très sûrs.

En France, les enquêtes régulières visent à renseigner les taux de port de ceinture, par observation sans arrêt des voitures, ce qui ne permet pas de recueillir des données fiables sur les occupants arrière.

II. REGLEMENTATION ET TYPES DE DISPOSITIFS

La réglementation sur la protection des enfants a évolué de façon très significative :

• **avant le 1.1.92 :**

- homologation des dispositifs de protection conformément au cahier des charges français (juin 1985),
- interdiction pour les enfants de moins de 10 ans d'être assis devant.

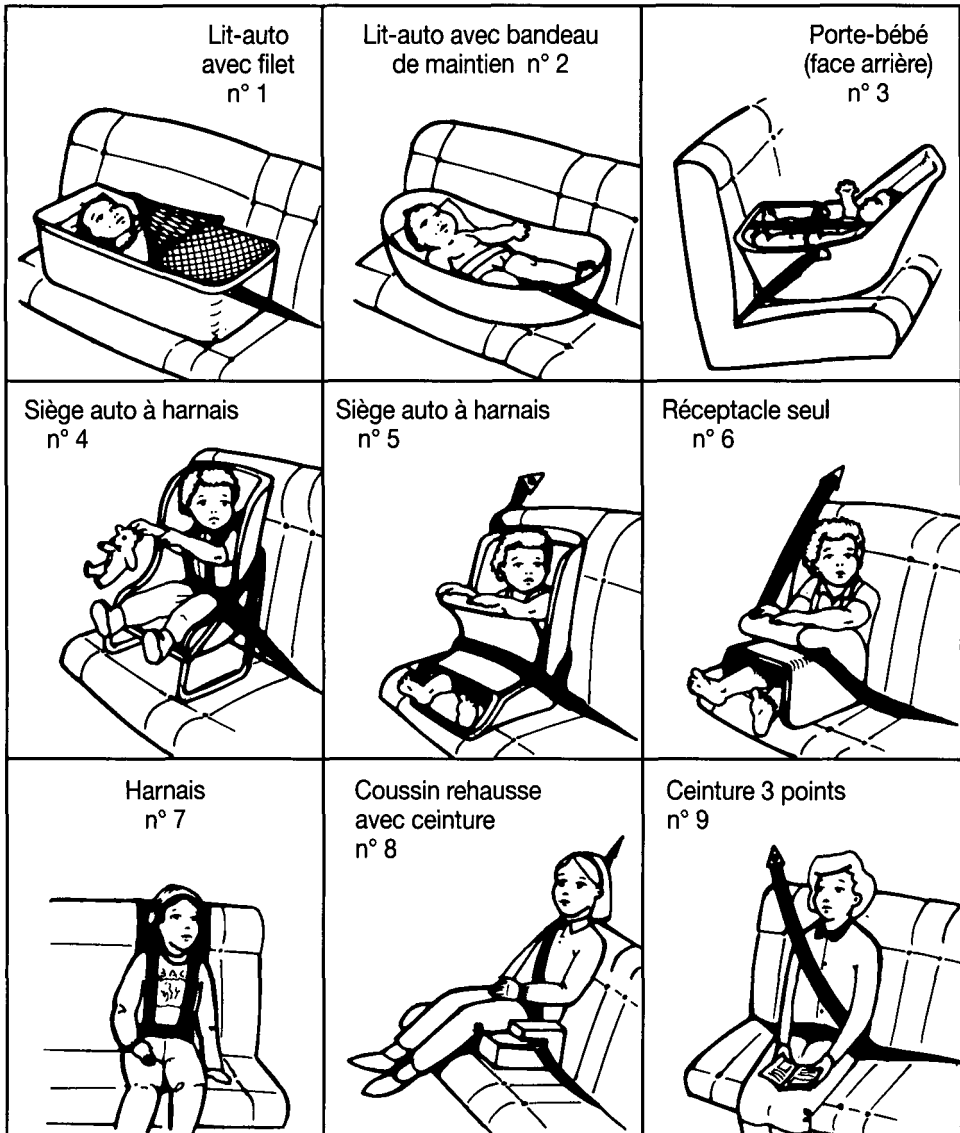
• **depuis le 1.1.92 :**

- homologation des dispositifs de protection selon le règlement Européen ECE 44 (février 1981 et amendements),
- obligation d'utiliser un dispositif de protection homologué pour les enfants de moins de 10 ans,
- interdiction pour les enfants de moins de 10 ans d'être assis devant sauf avec un dispositif dos à la route.

Les différents types de dispositifs vendus en France ont été répertoriés comme le montre la figure 1. Notons que les lits-auto peuvent être installés longitudinalement (parallèlement à l'axe de la voiture) ou transversalement (comme sur la figure).

Les places milieu des voitures peuvent être équipées de ceintures deux points (sous-abdominales).

Figure 1
Types de dispositifs de protection en France



III. PROTECTION DES ENFANTS LORS DE « GRANDES MIGRATIONS »

III.1. Méthodologie d'enquête

La méthode d'enquête à la pompe testée lors d'une enquête de faisabilité (Alauzet 1989) a été reconduite en apportant des aménagements compte tenu de la population particulière visée : les enfants de moins de 10 ans.

- *Lieux d'enquête* : les autoroutes (4 sites) et les grandes routes (2 sites) autour de Paris et de Lyon choisis en fonction de l'objectif de trajets « longues distances ».

- *Périodes d'enquête* : les départs de grands week-ends et de vacances de printemps ont été privilégiés car correspondant aux périodes de voyage des enfants. D'où le terme d'enquête « grandes migrations ».

- *Recueil d'information* : pour les voitures transportant au moins un jeune enfant (< 10 ans), le questionnaire permet de décrire :

- la voiture, son occupation, son équipement de sécurité (ceintures, appuis-tête), le voyage en cours (motif, longueur),
- l'enfant (âge, poids, taille, sexe), sa place dans la voiture,
- le dispositif de protection (spécifique ou ceinture) : type, orientation, fixation au véhicule, maintien de l'enfant dans le dispositif,
- les pratiques des parents : acquisition, durée d'utilisation,
- les appréciations : difficultés d'usage, défauts des dispositifs,
- les raisons de non protection des enfants (sans suggérer la réponse).

La passation du questionnaire demandait 10 minutes environ. La consigne aux enquêteurs était d'interroger le conducteur des voitures particulières transportant au moins un enfant de moins de 10 ans. Les enquêteurs disposaient d'un guide présentant les dispositifs et recevaient une « formation » destinée à leur présenter les détails particuliers à observer.

III.2. Caractéristiques des échantillons

Deux enquêtes ont été réalisées en 1991 et 1992 dans des conditions identiques, la mesure d'obligation de protection des enfants de moins de 10 ans à toute place de la voiture étant intervenue 5 mois avant la deuxième enquête.

Le tableau 3 présente les caractéristiques générales des échantillons.

TABLEAU 3
Caractéristiques générales des voitures enquêtées

	1991	1992
Voitures	607	589
Enfants < 10 ans	574	654
Equipement ceintures arrière	96 %	97 %
dont enrouleur	70 %	76 %
dont ceinture milieu (2 pts)	16 %	18 %

Les résultats sont analysés en croisant les variables les plus pertinentes et en dégageant l'évolution suite à la mesure réglementaire.

III.3. Taux d'utilisation de dispositifs

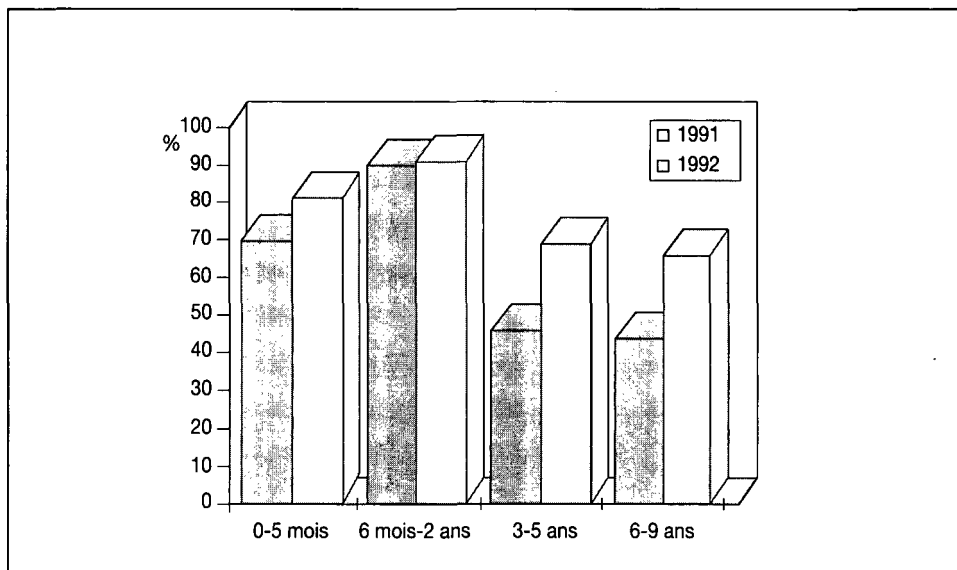
Nous considérons le taux d'utilisation global correspondant à l'utilisation d'un dispositif spécifique ou d'une ceinture. Les classes d'âge ont été établies d'après les résultats en relation avec les pratiques les plus courantes des parents plutôt qu'en suivant les classes de poids de l'homologation. Le tableau 4 donne les effectifs enquêtés.

TABLEAU 4
Age des enfants enquêtés

Effectif	0-5 mois	6 mois-2 ans	3-5 ans	6-9 ans
1991	20	127	182	244
1992	32	178	213	230

La figure 2 présente l'évolution des taux d'utilisation de dispositifs.

Figure 2
Evolution des taux d'utilisation de dispositifs.
Enquêtes « grandes migrations » 1991-1992



Ainsi, on note que ce sont les enfants de 3 ans et plus qui bénéficient d'un accroissement important de la protection passant de 45 % à plus de 66 %. La protection des bébés augmente de 70 à 81 %. Les enfants de 6 mois à 2 ans inclus sont protégés en très grande proportion du fait de la nécessité d'un maintien postural.

Le taux global d'utilisation de dispositif de protection a augmenté de façon très significative, passant de 47 % à 75 % après les mesures du 1^{er} janvier 1992.

Le taux de protection diffère selon l'occupation de la voiture. En 1992, 70 % des voitures ne comportaient qu'un seul enfant à l'arrière. Il n'est pas étonnant de constater que plus il y a d'enfants, plus la protection est faible :

- 80 % si un seul enfant,
- 75 % si 2 enfants,
- 48 % si 3 enfants.

III.4. Protection par lit-auto

Les lits-auto sont homologués pour des bébés de moins de 9 kg (< 9 mois environ). Les pratiques observées apparaissent dans le tableau 5.

TABLEAU 5
Lits-auto - Taux d'utilisation selon l'âge

n (% classe âge)*	0-5 mois	6-12 mois	1-2 ans
1991	12 (60 %)	3 (12 %)	1 (1 %)
1992	18 (56 %)	5 (14 %)	--

* Le pourcentage correspond au nombre d'enfants de la classe protégé par le dispositif, par rapport au nombre total d'enfants de cette classe.

Ainsi il apparaît que les lits-auto sont souvent abandonnés à partir de l'âge de 6 mois. Leur taux d'utilisation a peu varié d'une année à l'autre.

Les modes de maintien du bébé et d'installation du lit-auto ainsi que leur qualité sont donnés dans le tableau 6.

TABLEAU 6
Lits-auto : type et qualité de protection

		1991	1992
Dispositif	Lit auto à filet (n° 1)	75 %	78 %
	Lit auto à bandeau (n° 2)	25 %	22 %
Sens	Longitudinal	44 %	48 %
	Transversal	56 %	52 %
Qualité de protection	Fixation à voiture - Oui	44 %	74 %
	Filet - Fermé	33 %	78 %
	Bandeau - Fermé	100 %	100 %

On note surtout le fort accroissement de protection correcte avec lits-auto, c'est-à-dire avec fixation du lit-auto à la voiture et fermeture du filet ou du bandeau de maintien.

III. 5. Protection par porte-bébé

La réglementation autorise ces dispositifs depuis le 1.1.92. Ils étaient donc absents dans l'enquête de 1991. Seuls 3 ont été observés en 1992, utilisés par des bébés de moins de 6 mois. Les 3 bébés étaient protégés correctement avec le harnais bouclé et le dispositif fixé par la ceinture de la voiture.

III. 6. Protection par siège à harnais

Le siège auto à harnais est le dispositif le plus fréquemment utilisé. On sait en effet qu'il est adapté aux enfants de plus de 9 kg jusqu'à 18 kg, période où ils ont besoin d'un maintien de posture assise.

Les taux d'utilisation selon l'âge sont présentés dans le tableau 7.

TABLEAU 7
Siège-auto à harnais - Taux d'utilisation selon l'âge

n (% classe âge)*	0-5 mois	6-12 mois	1-2 ans	3-5 ans
1991	1 (5 %)	16 (64 %)	77 (75 %)	16 (9 %)
1992	5 (16 %)	29 (81 %)	111 (78 %)	35 (17 %)

* Le pourcentage correspond au nombre d'enfants de la classe protégé par le dispositif par rapport au nombre total d'enfants de cette classe.

Il est important de noter que des sièges à harnais sont utilisés pour des bébés de moins de 6 mois, ce qui est une **pratique dangereuse** en raison de la musculature très faible du bébé, sachant qu'il est assis face à la route. Il apparaît aussi que le taux d'utilisation chute significativement dès l'âge de 3 ans. On peut sans doute évoquer l'une des raisons suivantes : les dispositifs ont des dimensions un peu petite pour les plus âgés de la classe d'homologation ; les parents ont tenté d'utiliser très tôt la rehausse avec ceinture. La réglementation a permis d'augmenter le taux de siège à harnais surtout pour les enfants de moins de 1 an.

La qualité des installations et du maintien est donnée dans le tableau 8.

TABLEAU 8
Sièges à harnais - Qualité d'installation et de maintien

	1991	1992
Fixation à voiture - Oui	95 %	91 %
Harnais bouclé - Oui	95 %	98 %

C'est donc un bilan très satisfaisant, tout en rappelant qu'il est observé dans des contextes de trajets de longue durée. Toutefois, il convient de nuancer les chiffres de la qualité de maintien de l'enfant dans le harnais car le réglage des sangles et la position de la boucle n'ont pas été décrits (surtout en raison de la difficulté d'accès et de procédure pour l'enquêteur).

III.7. Protection par rehausseur

Le rehausseur en combinaison avec la ceinture trois points est un dispositif homologué depuis 1985 en France, pour les enfants de plus de 15 kg. Les taux d'utilisation observés sont portés sur le tableau 9.

TABLEAU 9
Rehausseur - Taux d'utilisation selon l'âge

n (% classe âge)*	1-2 ans	3-5 ans	6-9 ans
1991	4 (4 %)	13 (7 %)	7 (3 %)
1992	10 (7 %)	72 (34 %)	54 (23 %)

* Le pourcentage correspond au nombre d'enfants de la classe protégé par le dispositif par rapport au nombre total d'enfants de cette classe.

On note une forte augmentation du taux de rehausseurs, ce qui est logique après la nouvelle réglementation. Il est inquiétant de voir que dans 7 % des cas en 1992, le rehausseur est utilisé pour un âge (ou un poids) inférieur à la catégorie d'homologation.

L'observation détaillée permet de préciser la qualité de protection (tableau 10).

TABLEAU 10
Rehausseur - Type et qualité de protection

	1991	1992
Rehausseur avec dossier	--	11 %
Rehausseur simple	--	89 %
Ceinture 3 pts bouclée	81 %	93 %
Ceinture 2 pts bouclée	14 %	5 %
Sans ceinture	5 %	2 %

On note donc une forte augmentation d'utilisation correcte c'est-à-dire avec ceinture trois points bouclée. Par contre, il n'a pas été possible de vérifier de façon fiable si le rehausseur était correctement maintenu par la ceinture (passage sous les accoudoirs ou pattes de fixation).

III.8. Protection par harnais

Le harnais est un dispositif homologué depuis longtemps en France pour les enfants de plus de 15 kg mais n'a jamais été beaucoup répandu. Le tableau 11 donne les taux d'utilisation observés.

TABLEAU 11
Harnais - Taux d'utilisation selon l'âge

n (% classe âge)*	6-12 mois	1-2 ans	3-5 ans
1991	2 (8 %)	1 (1 %)	5 (3 %)
1992	--	--	8 (4 %)

* Le pourcentage correspond au nombre d'enfants de la classe protégé par le dispositif par rapport au nombre total d'enfants de cette classe.

On note une évolution vers une utilisation plus correcte par rapport à l'âge (ou au poids) de l'enfant.

III.9. Protection par ceinture

La ceinture de sécurité seule n'est pas présentée, dans les brochures et campagnes d'information, comme un dispositif adapté pour les enfants de moins de 10 ans (à l'avant ou à l'arrière). Les enquêtes ont cependant révélé qu'elle était utilisée à des âges assez faibles comme le montre le tableau 12.

TABLEAU 12
Ceinture de sécurité - Taux d'utilisation selon l'âge

n (% classe âge)*	1-2 ans	3-5 ans	6-9 ans	< 10 ans
1991	2 (2 %)	31 (17 %)	76 (31 %)	19 %
1992	4 (3 %)	31 (14 %)	96 (42 %)	22 %

* Le pourcentage correspond au nombre d'enfants de la classe protégé par le dispositif par rapport au nombre total d'enfants de cette classe.

On voit que la ceinture de sécurité est utilisée par un nombre non négligeable d'enfants. Le type de ceinture est surtout la ceinture 3 points, les ceintures 2 points représentant 17 % (1991) et 19 % (1992) des échantillons.

L'utilisation de la ceinture de sécurité par des jeunes enfants pose le problème de l'efficacité de la protection, en rapport avec la morphologie et la tolérance selon leur âge. Si l'on se réfère aux recommandations des experts réunis lors d'un atelier international en 1986 (Carlsson, 1986) qui admettaient la protection par la ceinture de sécurité à partir de l'âge de 8 ans, on doit regretter que de jeunes enfants utilisent la ceinture seule. Mais cette pratique n'a pas augmenté en 1992.

III.10. Protection par réceptacle

Les dispositifs à réceptacle n'ont jamais été très répandus en France. Dans ces deux enquêtes, ont été observés deux sièges à réceptacles (pour les 9 - 18 kg, n° 5 de la figure 1), aucun réceptacle (pour les plus de 15 kg, n° 6 de la figure 1).

III.11. Appréciation des dispositifs spécifiques

Des questions aux parents (ou accompagnants) des enfants visaient à recueillir l'appréciation subjective du confort et de la facilité d'utilisation des dispositifs spécifiques.

Le taux de difficultés d'usage a légèrement augmenté entre 1991 - 15 cas, 11 % - et 1992 - 38 cas, 14 %. Les principales critiques sont regroupées dans le tableau 13 (plusieurs réponses possibles).

TABLEAU 13
Difficultés d'usage des dispositifs spécifiques

Effectif	1991	1992
Installation voiture	6	16
Bouclage enfant	3	7
Sommeil difficile	0	5
Confort	7	6

Concernant les rehausseurs, les parents ont exprimé un niveau de gêne plus élevé en 1992 (38 %) qu'en 1991 (10 %). Ce résultat est sans doute lié à une proportion plus grande de jeunes enfants qui utilisent le rehausseur (et donc leur petite taille conduit la ceinture baudrier à passer sur le cou) ainsi qu'à un nombre plus élevé de familles moins « motivées par la sécurité » et donc plus critiques.

III.12. Appréciation des ceintures de sécurité

Le nombre de jugement « inconfortable » est resté stable - 16 % en 1991, 13 % en 1992. Les raisons d'inconfort sont décrites dans le tableau 14 (plusieurs réponses possibles).

TABLEAU 14
Critiques de la ceinture de sécurité

	1991	1992
Non adaptée à la taille	14 %	9 %
Gêne au cou	3 %	4 %
Bloque l'enfant sur la banquette	3 %	4 %
Total répondants "inconfort"	18 %	17 %

III.13. Non protection

Les enfants non protégés dans les voitures sont proportionnellement moins nombreux en 1992 qu'en 1991 (tableau 15).

TABLEAU 15
Non protection selon l'âge des enfants

n (% classe âge)*	0-5 mois	6-12 mois	1-2 ans	3-5 ans	6-9 ans
1991	6 (30 %)	4 (16 %)	17 (17 %)	117 (64 %)	160 (66 %)
1992	6 (19 %)	2 (6 %)	17 (12 %)	67 (31 %)	79 (34 %)

* Le pourcentage correspond au nombre d'enfants de la classe protégé par le dispositif par rapport au nombre total d'enfants de cette classe.

L'impact des mesures d'obligation de protection (accompagnées d'une campagne d'information) est plutôt satisfaisant. La diminution du nombre d'enfants non protégés porte sur toutes les classes d'âge, certes dans une moindre mesure les enfants de 6 mois à 2 ans qui, eux, utilisaient déjà le siège-auto.

Il est intéressant de connaître les raisons principales invoquées par les parents (ou accompagnants) pour ne pas protéger les enfants (enquête 1992) :

TABLEAU 16
*Raisons de non protection (plusieurs réponses possibles)
(en pourcentage des réponses exprimées)*

L'enfant se détache	14 %
Absence de ceinture (ou dispositif)	11 %
Ceinture non adaptée	9 %
L'enfant ne peut s'allonger	8 %

Ainsi l'impact des mesures de 1992 n'est pas négligeable mais les déclarations des parents montrent qu'il reste des freins à la protection des enfants liés à leur morphologie et à leur physiologie (besoin de sommeil et de mouvement).

IV. PROTECTION DES ENFANTS LORS DE COURTS TRAJETS

IV.1. Méthodologie d'enquête

Beaucoup de questions sont soulevées par les parents lorsqu'ils doivent effectuer des trajets de courte distance, réguliers et surtout s'ils doivent transporter un plus grand nombre d'enfants que les leurs.

Aussi, le but de cette enquête est-il d'obtenir une description assez fine des pratiques générales de voyage des enfants dans ces circonstances. On cherche une bonne représentativité des courts trajets effectués au plan national avec non seulement des trajets urbains dans de grandes agglomérations mais aussi des trajets effectués en milieu moins densément habité.

Pour décider de la méthodologie à employer, nous avons consulté quelques spécialistes d'enquêtes par sondage (IFOP, ISL, SOFRES...) et nous sommes appuyés sur notre expérience des enquêtes précédentes (Alauzet, 1992) ainsi que de l'enquête sur le confort et la facilité d'emploi des dispositifs enfants faite dans les crèches et haltes-garderies (Dejeammes, 1987).

IV.1.1. Enquête sur panel

Ainsi il a été choisi de procéder, dans un premier temps, à une enquête sur panel. La SOFRES dispose d'un panel de 6 000 ménages, représentatif de la population française (extrait de leur panel Metascope). De ce panel a été extrait un sous-échantillon représentatif des ménages français ayant au moins un enfant de moins de dix ans.

Un questionnaire leur a été adressé par courrier. Le taux de renvoi a été de 80 %. Le questionnaire a été conçu afin de recueillir l'image des conditions de voyage des enfants dans le cas des déplacements quotidiens (école, crèche, courses...). Les questions étaient rédigées de façon simple et portaient sur :

- âge et sexe de l'enfant,
- place occupée,
- dispositif de protection utilisé (9 types sont présentés par schéma),
- fréquence d'utilisation du dispositif,
- raisons de négligence à utiliser le dispositif,
- difficulté d'utilisation,
- pratiques lors des longs déplacements.

IV.1.2. Enquête - observation

Cependant de nombreux dysfonctionnements peuvent apparaître dans l'utilisation des dispositifs - fixation au véhicule, maintien de l'enfant, adaptation de l'équipement à la morphologie de l'enfant. La représentation positive du thème de la sécurité peut alors gêner les parents dans la description de leurs pratiques. Une enquête - observation a donc été menée en vue de la validation de la méthode d'enquête sur panel, c'est-à-dire des affirmations des parents quant à la protection des enfants qu'ils transportent.

Devant les difficultés d'observations des pratiques lors des courts trajets, certains lieux d'enquête ont dû être éliminés :

- les écoles : départ très rapide des parents ne permettant qu'un nombre faible d'observations,
- les crèches et lieux de loisirs : arrivées et départs trop échelonnés dans le temps.

Seuls les parkings des centres commerciaux se sont révélés intéressants en terme de temps d'enquête nécessaire pour recueillir des informations et en terme de diversité de la composition de la voiture (au niveau de l'âge des occupants). Moins liés à un quartier particulier que les écoles ou les crèches, les centres commerciaux drainent une population assez variée. Nous nous sommes donc limités à quatre lieux d'enquête dans la région lyonnaise.

Les enquêteurs avaient pour consigne d'interroger tous les conducteurs de voiture avec au moins un enfant à bord. Le recueil comportait deux parties :

- une observation effectuée par l'enquêteur et décrivant la nature, la localisation et la fixation du dispositif ainsi que le maintien de l'enfant,
- la passation d'un questionnaire adressé au conducteur et reprenant les questions (lorsqu'elles étaient applicables) du questionnaire adressé aux panellistes.

IV.2. Caractéristiques des échantillons

L'enquête sur panel a été réalisée en février 1992 et a permis de recueillir les réponses correspondant à 1930 enfants (SOFRES, 1992) tandis que l'enquête - observation s'est déroulée en juillet 1992 et a conduit à la description des conditions de protection de 606 enfants de moins de 10 ans (Le Breton, 1993).

TABLEAU 17
Age des enfants enquêtés

Effectif	0-5 mois	6-12 mois	1-2 ans	3-4 ans	5-6 ans	7-9 ans	Indét.	Total
Panel	61	89	433	421	413	499	14	1 930
Observé	54	56	167	148	98	74	9	606

On peut noter que l'enquête d'observation a permis d'observer proportionnellement plus de jeunes enfants. D'autre part, les deux échantillons sont équilibrés entre garçons et filles.

La place occupée par les enfants est assez comparable entre les deux échantillons (tableau 18).

TABLEAU 18
Place occupée par l'enfant dans la voiture

%	Panel	Observé
Avant	0,5	2,6
Arrière gauche	34,5	38,4
Arrière centre	19,7	18,3
Arrière droit	38,9	39,3
Arrière minibus	6,5	0,6

On note une progression de la présence d'enfants à l'avant dans l'échantillon « observé », qui peut s'expliquer par l'arrivée sur le marché du nouveau dispositif porte-bébé (face arrière, il peut être installé à l'avant de la voiture).

La composition des voitures selon le nombre d'enfants est légèrement différente entre les deux échantillons (tableau 19).

TABLEAU 19
Composition des voitures selon le nombre d'enfants -1992
(pourcentages d'enfants voyageant dans les conditions indiquées)

%	Panel	Observé
1 enfant	40,6	47,7
2 enfants	41,3	36
3 enfants et plus	18,1	16,3

IV.3. Présence ou possession d'un dispositif de protection

L'enquête panel renseigne sur la possession d'un dispositif tandis que, par l'observation, on compte les dispositifs utilisés lors du trajet urbain concerné. Les fréquences de possession (panel) et d'utilisation (observé) sont illustrées sur le tableau 20.

TABLEAU 20

Répartition des enfants enquêtés selon le dispositif possédé (enquête panel, février 1992) ou le dispositif utilisé (enquête observation, juillet 1992)

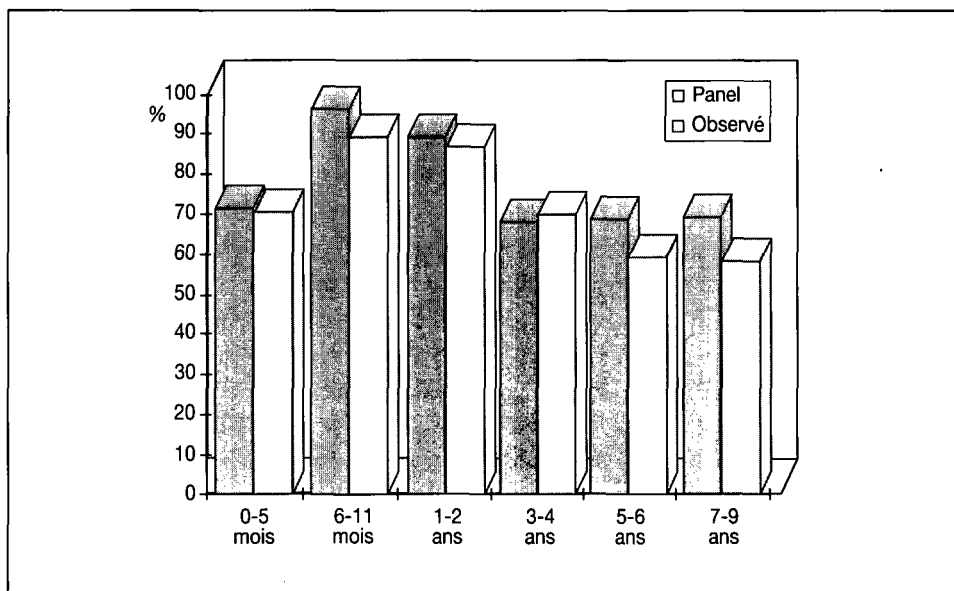
%	Panel	Observé
Lit-auto	2,3	2,3
Porte-bébé	0,6	3,3
Siège	26,9	37
Réceptacle	2,3	0
Harnais	2,6	0,3
Réhausse	27,8	21,9
Ceinture	27,9	10,6
Aucun	9,6	21,6

L'équipement des ménages est pratiquement identique à l'utilisation qui a pu être observée sur le terrain. Cependant, on peut noter un accroissement de l'utilisation du porte-bébé dans l'enquête d'observation. En effet, ce dispositif était encore très rare au moment de l'enquête panel (commercialisé suite à la réglementation du 1^{er} janvier 1992). De plus, l'enquête panel révèle un fort taux de déclaration du dispositif «ceinture». Ce dispositif étant présent dans la voiture, il est naturellement indiqué comme dispositif de protection. Ce phénomène est amplifié du fait que les enfants observés sont proportionnellement plus jeunes que ceux du panel.

IV.4. Taux d'utilisation

Les taux d'utilisation lors de trajets quotidiens ne sont pas directement comparables entre les deux enquêtes. Nous choisissons de présenter les réponses « utilise toujours ou très souvent » un dispositif (panel) et le comptage d'utilisation réelle (observé) selon l'âge de l'enfant (figure 3).

Figure 3
Taux d'utilisation des dispositifs selon l'âge



En rapprochant les deux modes d'enquêtes, on constate qu'il y a peu de différence entre l'utilisation déclarée et l'utilisation réelle. Environ un quart des enfants de moins de 10 ans voyagent sans dispositif de protection lors de courts trajets (le taux de protection global est de 74,3 % pour l'enquête panel et 76,2 % pour l'enquête terrain). Il n'est pas étonnant de trouver une plus forte utilisation pour la tranche d'âge 6 mois - 2 ans (inclus) - besoin de maintien postural - et une plus faible utilisation observée à partir de 5 ans - besoin de mouvement, ou pour les nouveau-nés - durée d'utilisation très courte du dispositif spécifique à cette tranche d'âge.

D'après l'enquête panel, l'utilisation des dispositifs de sécurité varie avec la taille de l'agglomération. Ainsi, à l'exception de la région parisienne, le taux d'utilisation systématique augmente avec la taille de l'agglomération :

- 63 % en zone rurale,
- 72 % pour les agglomérations de plus de 20 000 habitants,
- 60 % en région parisienne.

IV.5. Installation du dispositif dans la voiture

• *Dispositif selon la place occupée*

En règle générale, les dispositifs sont installés aux places arrière des véhicules, avec une préférence pour les places arrière latérales (tableau 18). La place arrière droite est davantage occupée par les dispositifs réservés aux plus petits (le siège à harnais, par exemple, occupe respectivement les places arrière gauche et arrière droite dans 25,8 % et 43,2 % des cas pour l'enquête panel et dans 27,2 % et 45,5 % des cas dans l'enquête observation). La place centrale est peu choisie pour les plus grands car la ceinture ventrale n'est pas toujours présente (la protection par ceinture à la place arrière centrale ne représente que 13,1 % des cas d'utilisation de ceinture dans l'enquête panel et seulement 7,8 % dans l'enquête observation). La proportion d'enfants placés à l'avant est plus importante dans l'enquête d'observation du fait du développement de l'utilisation des porte-bébés face arrière.

• *Sens d'installation*

Seule l'enquête observation fournit des indications sur le sens d'installation des dispositifs pour bébés. Les lits-auto supportent aussi bien le sens longitudinal que le sens transversal, et les porte-bébés se trouvent soit dos à la route, soit en sens longitudinal (face à la route). Cependant, pour des bébés de moins de 9 kg, les porte-bébés devraient être installés dos à la route.

Les lits-auto sont plus souvent installés dans le sens longitudinal (axe de la voiture) : 9 lits auto contre 5 installés dans le sens transversal.

Les porte-bébés avec des bébés de moins de 9 kg devraient être installés dos à la route. En fait il apparaît que 13 porte-bébés (sur les 20 observés) étaient correctement positionnés. Ce chiffre est un minimum car on ne peut pas exclure une erreur des enquêteurs (malgré les consignes et explications qui leur ont été fournies) pour des raisons de terminologie (dans le questionnaire, il fallait comprendre longitudinal - face à la route - par opposition à dos à la route). Une autre difficulté entre en ligne de compte avec les dispositifs qui sont homologués au double titre de porte-bébé dos à la route (pour les bébés de moins de 9 kg) et de siège auto à harnais face à la route (pour les enfants de 9 à 18 kg).

• *Fixation du dispositif au véhicule*

De même, seule l'enquête d'observation a permis d'obtenir des indications sur la fixation du dispositif au véhicule. L'observation porte sur les lits-auto, les porte-bébés et les sièges et elle a révélé que seuls 3,1 % des dispositifs concernés ne sont pas correctement fixés (par la ceinture de la voiture ou des sangles spécifiques) (tableau 21).

Les dispositifs sont principalement fixés avec la ceinture de sécurité : 72 % des dispositifs cités précédemment. Les sangles spécifiques ne concernent plus que 26 % des dispositifs. Seuls 4 dispositifs, soit moins de 2 %, étaient fixés uniquement avec des liens autres que ceux correspondant à l'homologation par les équipementiers. De plus, il est intéressant de noter que, pour pallier le manque de stabilité des dispositifs, certains parents ont ajouté des liens (corde...) à ceux préconisés par le fabricant.

TABLEAU 21
Fixation des dispositifs (observés en juillet 1992)

Effectif	Correctement fixé		Total
	Oui	Non	
Lit auto avec filet	12	1	1
Lit auto bandeau	1	0	1
Porte-bébé	20	0	2
Siège à harnais	217	7	224
Tous dispositifs	250	8	258
%	96,9 %	3,1 %	100,0 %

Interrogés sur la difficulté de fixer le dispositif au véhicule, les parents se déclarent gênés dans environ un cas sur cinq (22 % pour l'enquête d'observation et 18 % pour l'enquête panel). De plus, la proportion de gens gênés ne varie guère d'un dispositif à l'autre (20 % pour le porte-bébé, 21,4 % pour le lit-auto et 22,4 % pour le siège à harnais dans l'enquête d'observation).

IV.6. L'enfant dans son dispositif

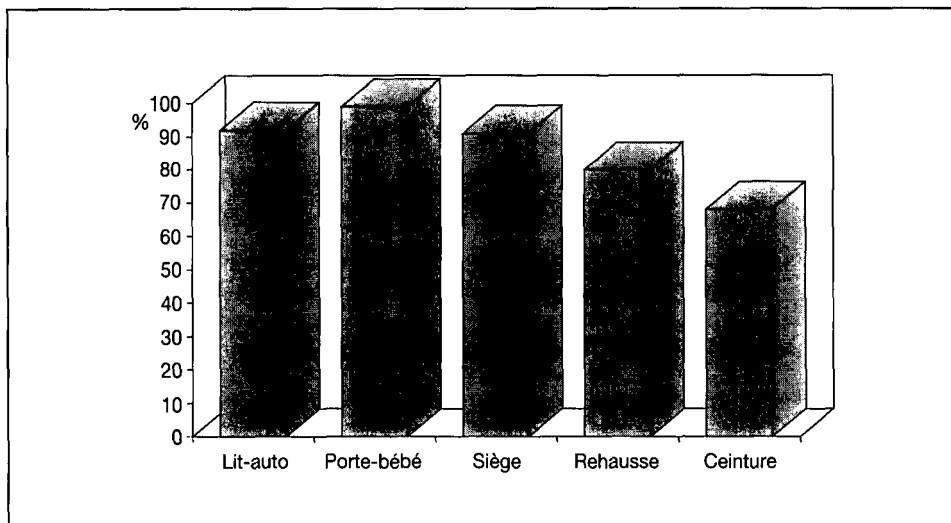
Le dispositif présent et fixé au véhicule (lorsque la fixation est nécessaire), il reste à installer l'enfant dans ce dispositif.

• *Maintien de l'enfant*

Les systèmes de maintien de l'enfant sont, soit spécifiques au dispositif (filet, bandeau harnais ou réceptacle), soit les ceintures de sécurité du véhicule. Bien que le dispositif soit présent, il arrive que le système de maintien ne soit pas fermé. Ce comportement annule totalement l'effet du dispositif en terme de sécurité. D'après l'observation, lorsque le dispositif est utilisé, le système de maintien est fermé dans 85 % des cas.

Figure 4

Fermeture du système de maintien selon le dispositif (observés en juillet 1992)



Comme le montre la figure 4, la proportion d'enfants qui circulent avec un système de maintien non fermé augmente à mesure que l'enfant grandit. Chez les bébés voyageant dans un lit-auto, un seul cas (sur 12) de filet non fermé a été observé. En ce qui concerne les lits-auto avec bandeau, on a pu observer qu'un seul cas pour lequel le bandeau était fermé. De même, seuls deux harnais ont fait l'objet d'une observation. Ils étaient bouclés tous les deux.

La ceinture n'est pas bouclée dans 18 cas sur 58, soit 69 % de ceintures présentes et bouclées à la place occupée par l'enfant. Il s'agit de cas d'enfants relativement grands pour lesquels les parents considèrent la ceinture comme le système de protection. Nous les avons donc distingués des cas d'absence de dispositif pour lesquels le conducteur ne s'est pas interrogé sur le dispositif à utiliser et répond « aucun dispositif » à la question « Quel dispositif utilisez-vous pour cet enfant ? ».

• Difficultés d'installation de l'enfant dans le dispositif

Seuls 12 % des parents déclarent avoir rencontré des difficultés d'installation de leur enfant. Les enfants plus âgés semblent poser davantage de problèmes à leurs parents que les enfants jeunes. En effet, ces derniers se soumettent plus facilement à l'autorité parentale et n'ont pas d'efforts à fournir pour passer d'une situation de « liberté » à une situation d'utilisation d'un dispositif.

Globalement, 16 % des panellistes qui ont répondu à la question, affirment avoir éprouvé des difficultés d'installation de l'enfant dans le dispositif, mais de nombreux parents ont éludé la question pour des enfants plus âgés.

• **Adéquation entre le dispositif utilisé et l'âge de l'enfant**

La connaissance de l'âge précis de l'enfant, grâce à l'enquête observation, permet de vérifier si le dispositif utilisé est adapté à l'enfant en terme d'âge (et donc de poids moyen correspondant à cette classe d'âge).

Nous nous sommes basés sur l'homologation des dispositifs :

- **Catégorie A** : lit-auto, porte-bébé : moins de 1 an (équivalent approximatif d'un poids inférieur à 9 kg).
- **Catégorie B** : siège à harnais ou à réceptacle : de 1 à 4 ans (équivalent à un poids compris entre 9 et 18 kg).
- **Catégorie C/D** : harnais, rehausse : plus de 3 ans (équivalent d'un poids supérieur à 15 kg).

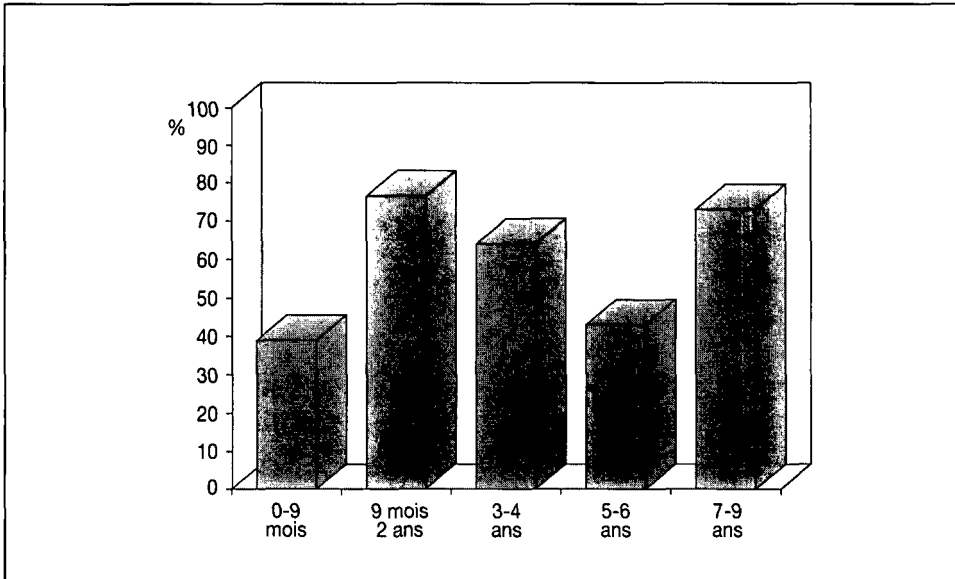
De plus, ne disposant pas d'informations précises sur leur morphologie, nous avons considéré que les enfants de la classe d'âge 7-9 ans étaient en âge de se déplacer avec la ceinture seule, sans rehausse.

Sur le tableau annexe 1, les zones ombrées correspondent aux cas d'utilisations trop précoces ou trop tardives d'un dispositif ainsi qu'aux situations de non protection. Pour chaque dispositif, nous avons considéré que la protection était correcte si elle correspondait à la classe d'homologation du dispositif. On retiendra que 103 enfants, soit 17,2 %, sont trop jeunes pour le dispositif qu'ils utilisent, y compris 31 enfants portant la ceinture adulte seule alors qu'ils ont entre 2 et 6 ans (inclus).

Les trois cas d'utilisation tardive concernent le siège auto à harnais, soit pour des raisons de faible corpulence, soit par jeu d'échange de dispositif entre les enfants.

La figure 5 montre que l'adéquation du dispositif à l'âge de l'enfant varie selon cet âge. Le taux d'adéquation est maximal quand les enfants sont en âge d'utiliser un siège auto et que son utilisation est quasiment indispensable pour des raisons de maintien postural.

Figure 5
Adéquation du dispositif avec l'âge (observé en juillet 1992)



IV.7. Taux de protection correcte

La protection correcte correspond à une situation optimale dans laquelle :

- le dispositif est présent dans le véhicule,
- il est adapté à l'âge et au poids de l'enfant,
- il est fixé selon les directives du fabricant,
- l'enfant est installé dans le dispositif,
- le système de maintien est fermé.

Pour déterminer le nombre de situations optimales observées lors de l'enquête, il faut faire deux hypothèses.

La première concerne la fixation des dispositifs. Tout dispositif fixé avec des sangles spécifiques ou la ceinture de sécurité sera considéré comme correctement fixé à défaut d'éléments supplémentaires pour émettre une opinion plus nuancée (par exemple, dispositif fixé par ceinture alors que ce n'est pas prévu par le fabricant).

La seconde concerne l'adéquation entre le dispositif et l'âge de l'enfant. Nous respecterons les directives des fabricants, même si, sur le terrain, des adaptations peuvent avoir été réalisées par les parents selon la morphologie de leurs enfants.

De plus, pour ce qui concerne le serrage des sangles de harnais, il n'a pas été mesuré de peur d'alourdir le protocole et d'immobiliser trop longtemps les familles.

Selon cette définition, le croisement de tous les paramètres conduit à un taux de protection correcte de seulement 50,2 % observé sur des courts trajets.

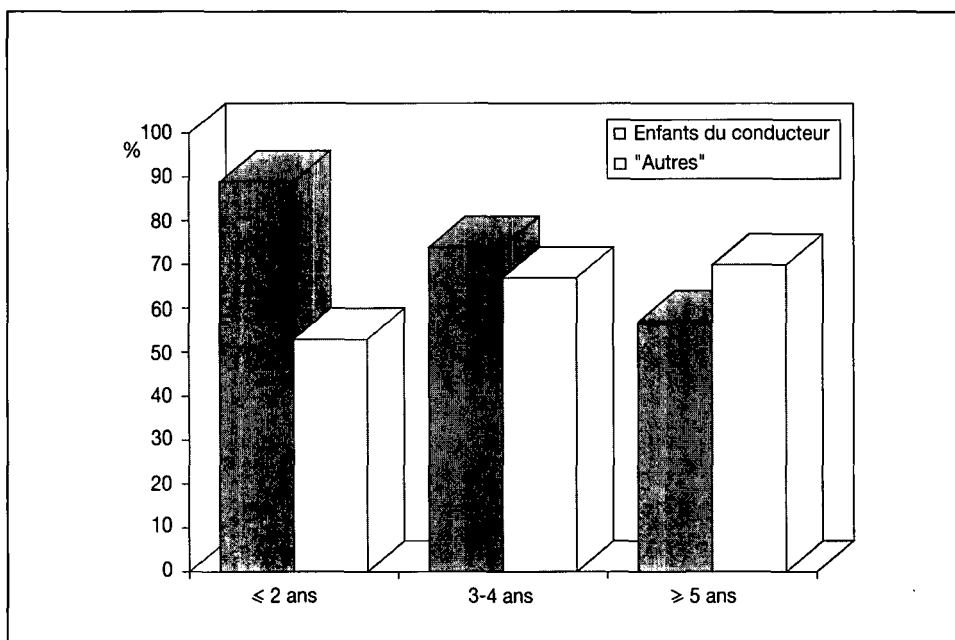
IV.8. Sources de difficultés

Interrogés sur les raisons de la non utilisation éventuelle des dispositifs, les conducteurs ont été 114 à s'exprimer dans l'enquête observation et 689 dans l'enquête Panel (tableau annexe 2).

Les raisons de non-utilisation (plusieurs réponses possibles) correspondent principalement au refus de l'enfant ou au fait que celui-ci se détache tout seul. Viennent aussi, la famille trop nombreuse (manque de dispositif ou de place), l'inadaptation du dispositif à un court trajet (installation longue pour une durée de transport très courte ou absence du dispositif dans le véhicule utilisé) et, enfin, le fait que l'enfant transporté ne soit pas celui du conducteur.

Comme le montre la figure 6, la protection des « enfants des autres » pose un problème plus important pour les plus petits pour qui il faudrait un dispositif spécifique (lit-auto, porte-bébé, siège-auto). La différence entre les enfants protégés et ceux qui ne le sont pas en fonction du lien familial est significative pour les enfants âgés de deux ans ou moins ($p < 0,00001$).

Figure 6
Taux de protection des enfants selon le lien familial avec le conducteur
(observés en juillet 1992)



De plus, la protection n'est pas adaptée à l'âge pour 37,6 % des enfants des conducteurs et pour 58,8 % des « enfants des autres ».

On remarque également que le taux d'utilisation d'un dispositif diminue lorsque le nombre d'enfants présents dans le véhicule augmente :

- 80 % si un seul enfant,
- 78 % si deux enfants,
- 53 % si 3 enfants ou plus.

V. DISCUSSION DES RESULTATS

La comparaison des résultats fournis par l'enquête sur panel et par l'observation sur le terrain permet de statuer sur le degré de validité de chacune d'entre elles. La première s'appuie sur un large échantillon représentatif de la population française tandis que l'autre documente les pratiques réelles dans l'agglomération lyonnaise sur des trajets vers les centres commerciaux.

Il s'avère que, par l'enquête panel, les déclarations des parents sont fiables par rapport à l'observation sur le terrain en ce qui concerne le taux d'utilisation des dispositifs enfants (dispositifs spécifiques et ceintures utilisés « toujours » ou « très souvent »). De même, la description des difficultés rencontrées dans la fixation du dispositif ou l'installation de l'enfant est sensiblement identique d'une enquête à l'autre.

Il faut noter que l'équipement des ménages diffère sensiblement de l'utilisation réelle lors de « courts trajets » du fait de la présence de ceintures dans la voiture que les parents comptent comme dispositif disponible pour un enfant.

Il reste que l'enquête observation apporte des **compléments d'informations précis et fiables quant à la qualité de l'utilisation et donc à l'efficacité potentielle des dispositifs de protection enfant**. Ainsi que ce soit lors de longs voyages ou de trajets de courtes distances, l'absence de fixation au véhicule est un phénomène marginal qui concerne surtout les lits-auto et, à un moindre degré, les sièges à harnais. Quant au maintien de l'enfant, il est nettement moins bien assuré lors des courts trajets que lors des « grandes migrations ». Ainsi les harnais des sièges auto ne sont pas bouclés pour respectivement 10 % et 3 % au moins des enfants. De même le rehausseur est utilisé sans ceinture dans 21 % et 7 % des cas respectivement. On voit bien que les parents accordent plus de temps à la préparation du voyage et à la sécurité pour les trajets de longue durée.

Ce sont sans doute pour une grande part la **complexité des montages des dispositifs et le manque de notices claires** qui entraînent ces utilisations incorrectes, comme le fait remarquer Biard (1992) suite à une session de formation destinée à des « relations » d'information sur la protection des enfants.

De même un point très important est révélé par l'observation directe par enquêteurs : **les dispositifs de protection ne sont pas toujours utilisés par des enfants dont l'âge correspond au groupe pour lequel ils ont été conçus et homologués** : de 10 à 17 % des enfants avaient un âge plus précoce lors des grandes migrations et jusqu'à 37 % lors de courts trajets. Ces chiffres recourent ceux qu'a publiés récemment Langwieder (1991) en Allemagne.

VI. CONCLUSION

Trois méthodologies d'enquêtes ont été élaborées afin de disposer d'un outil de suivi des pratiques de protection des enfants dans les voitures.

L'enquête par observation et questionnaire lors de « l'arrêt à la pompe » s'avère fiable pour décrire les pratiques lors de « grandes migrations » (déplacements de loisirs et sur de longues distances).

En ce qui concerne les déplacements sur courts trajets, quotidiens, deux méthodologies ont été comparées. L'enquête par questionnaire à un panel représentatif de la population française (avec enfant et disposant d'une voiture) permet de bien documenter l'équipement des familles en dispositif et les usages sur des trajets quotidiens.

L'enquête par observation directe et questionnaire aux abords des centres commerciaux a permis de valider les résultats de l'enquête Panel en ce qui concerne les taux d'utilisation des dispositifs et la fréquence des difficultés rencontrées par les parents. L'enquête observation reste un outil particulièrement utile pour connaître précisément la qualité de l'utilisation et donc l'efficacité potentielle des dispositifs de protection.

La reconduction de l'enquête « grandes migrations » dans des conditions identiques en 1991 et 1992 a permis de montrer l'impact globalement positif des mesures prises en janvier 1992 pour la protection des enfants de moins de 10 ans : 75 % des enfants de moins de 10 ans utilisent des dispositifs de protection 5 mois après les mesures d'obligation, alors qu'ils n'étaient que 47 % l'année précédente.

Outre ce bilan global, la méthodologie d'enquête a permis de recueillir des informations précieuses quant à la qualité de la protection et l'appréciation des dispositifs. On peut dire que les sièges à harnais et les rehausseurs avec ceinture sont utilisés correctement dans un très grand nombre de cas. Des difficultés subsistent pour les lits-auto, il sera

important de suivre comment les porte-bébés, nouvellement introduits sur le marché, pourront être utilisés. Mais les résultats font apparaître des décalages entre les âges réels d'utilisation et les classes de poids (ou d'âge correspondant) pour lesquels sont homologués les dispositifs : au moins 10 % des enfants utilisent des dispositifs ou ceintures de sécurité non adaptés à leur âge.

Recommandations

Il faudrait que les fabricants de matériel se penchent sur l'adaptation de leurs produits à la morphologie des enfants et sur la facilité d'emploi. En effet, les problèmes rencontrés par les parents et enfants sur ces points les incitent à se reporter sur des dispositifs prévus pour la classe supérieure (le plus souvent) qui risque de dégrader l'efficacité de la protection en cas d'accident. Enfin, des efforts devraient encore porter sur la compatibilité entre les dispositifs spécifiques et les voitures afin de faciliter l'usage et de prendre en compte les familles de trois ou plusieurs enfants.

REMERCIEMENTS

*Nous tenons à remercier tout particulièrement :
Bruno MONJARET, Laurence LEBOUTEILLER et Odile BAILLY de la SOFRES pour leur collaboration active à l'enquête réalisée par questionnaire et sur leur panel METASCOPE représentatif de la population française.
Les enquêteurs qui ont réalisé le travail d'observation des dispositifs en situation réelle.*

VII. BIBLIOGRAPHIE

- Arrêté du 11 juin 1985 relatif au transport des enfants dans les voitures particulières. *Bulletin officiel*, fasc. n° 85-28 bis, 1985.
- Règlement ECE n°44. Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des dispositifs de retenue pour enfants à bord des véhicules à moteur. Nation Unies, E/ECE/ TRANS/505 & rev., 1981.
- SOFRES. Utilisation des dispositifs de sécurité à l'arrière des voitures. Rapport LL/VG R 92 107, septembre 1992
- SOFRES. Dispositifs de sécurité enfants : Possession et usage pour les déplacements quotidiens. Rapport OB/VG 92038, avril 1992
- Alauzet A., Dejeammes M., Trauchessec R. Utilisation des dispositifs de protection en automobile : étude de faisabilité d'une enquête de suivi. Rapport INRETS/NNC 8909, 1989.
- Biard R., Alonzo F., Dolivet C. De l'utilisation des dispositifs de sécurité pour enfants. Rapport INRETS/LCB 92-15, 1992
- Carlsson G. et al., Volvo/TNO Workshop on child safety in passenger cars. Ed. by Volvo Car Corp., 1986.
- Conley F.K. An analysis of safety restraint use and effects in passenger vehicle accidents in New-York state. Restraint technologies : Rear seat occupant protection. SAE - SP 691, 111-121, 1987.
- Dalmotas D., Krzyzewski J. Restraint system effectiveness as a function of seating position. Restraint technologies : Rear seat occupant protection. SAE - SP 691,97-110, 1987.
- Dejeammes M., Trauchessec R. Les dispositifs de protection pour enfants : leur confort et facilité d'emploi. Rapport INRETS n° 56, 1987.
- Dejeammes M., Tingvall C., Nygren A. Effectiveness of child restraint laws. Effectiveness of safety belt use laws : a multinational examination. US DOT HS 807 018, 109-152, 1986.
- Dejeammes M., Alauzet A., Trauchessec R. Comfort of passive safety devices in cars : methodology of a long-term follow-up survey. FISITA Congress, 905199, 621-625, 1990.
- Hayes H.R.M. Child restraint use: the U.K experience. IRCOBI/NHTSA workshop on the future of child restraints, Stockholm 1989.
- Inder T., Geddis D.C. Factors influencing the use of infant car restraints. *Accid. Anal. & Prev.*, vol 22 n° 3, 297-300, 1990.
- Le Breton B., Dejeammes M., Moussavi H., Trauchessec R. Evaluation de la protection enfant dans les voitures : cas des courts trajets. Rapport INRETS/LESCO 9304, 1993
- Langwieder K., Hummel T. New aspects for optimizing child restraint systems. XIIIth Intern. conf on Experimental Safety Vehicles - paper 91 S3-0-12, 1991
- Tingvall C., Krafft M., Nygren A. Rear seat occupant protection. A study of children and adults in the rear seat of cars in relation to restraint use and car characteristics. ESV Conference, 1145-1148, 1989.
- Turbell T. Child restraint systems in Europe. Road safety in Europe. Actes INRETS n° 19 part 2, 99-110, 1988.

ANNEXE 1*Adéquation entre le dispositif utilisé et l'âge de l'enfant (observés en juillet 1992)*

Effectifs	0-9 mois	9 m-2 ans	3-4 ans	5-6 ans	7-9 ans	
Lit-auto filet	13	0	0	0	0	13
Lit-auto bandeau	1	0	0	0	0	1
Porte-bébé	19	1	0	0	0	20
Siège à harnais	31	149	40	2	1	223
Harnais	0	0	1	0	1	2
Rehausse	0	18	54	41	19	132
Ceinture	0	2	8	21	33	64
Aucun dispositif	20	24	44	34	20	142
Total (% correct)	84 (39,2 %)	194 (76,8 %)	147 (64,6 %)	98 (41,8 %)	74 (71,6 %)	597

Zone ombrée : cas de non adéquation.

ANNEXE 2

Raisons de non - utilisation (plusieurs réponses possibles)

Effectif	Panel	Observé
L'enfant refuse de rester dans le dispositif ou se détache tout seul	297	32
La famille est trop nombreuse	193	30
Le dispositif n'est pas adapté aux courts trajets (installation trop longue)	178	21
On utilise un dispositif uniquement pour les longs trajets	116	12
Le dispositif n'est plus installé dans la voiture ou on n'utilise pas toujours la voiture équipée	109	32
La voiture ne possède pas de ceintures	75	4
Les dispositifs sont trop chers	73	10
L'installation de l'enfant est trop longue	50	5
Ce n'est pas important	27	17
L'installation du dispositif est trop compliquée	17	13
Ce n'est pas mon enfant	x	20
Quand je transporte d'autres personnes	x	8
Nombres de personnes	689	114



2^E PARTIE

Analyse accidentologique de la protection des enfants dans les véhicules automobiles en France

***Etude de 1 629 enfants impliqués
dans des accidents survenus sur le réseau observé
par la Gendarmerie (1992/1993)***



I. PARTICULARITÉS DU PROBLÈME

La protection des enfants dans les véhicules légers pose des problèmes spécifiques liés à :

- l'évolution du poids et de la taille en fonction de l'âge ;
- la variation des longueurs relatives des différents segments corporels ;
- des différences de vulnérabilité des segments corporels par rapport aux adultes ;
- la rareté des essais avec mesure sur des cadavres rendant plus difficile la réalisation de mannequins ou de modèles mathématiques fiables ;
- la diversité des systèmes de protection utilisés ;
- la possibilité d'un usage inadapté des systèmes de protection ;
- une conception des systèmes de retenue indépendante de celle des sièges des véhicules ;
- la difficulté d'obtention de données épidémiologiques fiables qui rend plus difficile l'amélioration des dispositifs de protection en fonction des résultats observés.

L'intervention de cet ensemble de variables complique l'interprétation des résultats obtenus dans des études accidentologiques qui ne maîtrisent pas l'ensemble des paramètres intervenant dans la production des lésions. Des publications font état de résultats qui paraissent contradictoires, alors que ce sont probablement les conditions d'observation et d'exposition au risque qui diffèrent. Cependant il existe un contraste entre l'optimisme des premières publications concernant l'efficacité des systèmes de retenue des enfants dans les véhicules et les bilans statistiques effectués sur des populations plus importantes, après l'intervention d'obligations légales d'usage de ces systèmes.

Plusieurs explications sont possibles :

- aléas purement statistiques liés à la petite taille des premiers échantillons ;
- meilleur usage des systèmes de retenue par une population « pionnière » en faisant un usage volontaire ;
- accroissement de l'exposition au risque des enfants passagers de véhicules du fait de l'implantation de systèmes de retenue facilitant leur transport ;
- typologie et sévérité différentes des accidents impliquant des parents soucieux de protéger leurs enfants et de respecter la législation par rapport à la fraction de la population qui n'utilise pas de Dispositif de Retenue pour Enfants (DRE) ;
- biais dans la collecte des résultats, le port d'un système de retenue peut être l'objet d'une attention plus grande dans une étude spécifique que dans une collecte d'un grand nombre de données incluant ce paramètre, l'observation et l'affirmation de l'usage peuvent également se modifier quand le port est obligatoire.

Cette liste n'est pas exhaustive et elle doit rendre les chercheurs particulièrement prudents dans leurs conclusions.

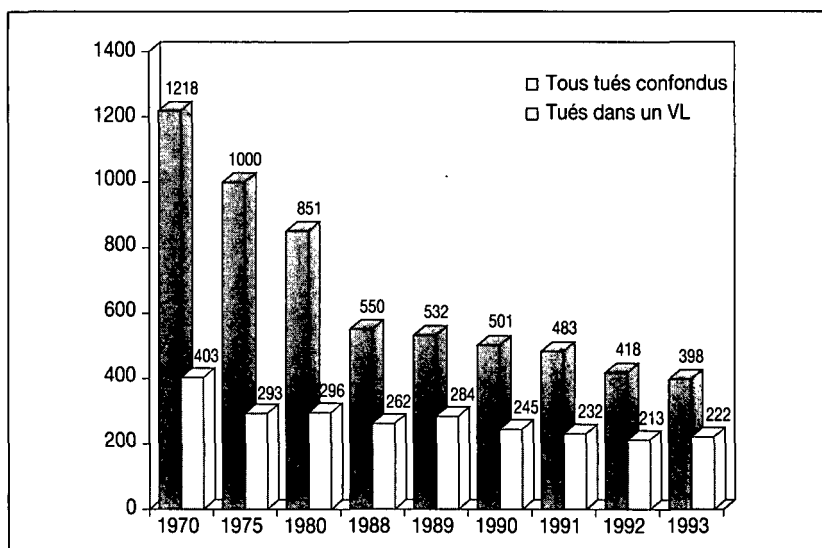
Pour mieux comprendre l'influence de l'usage des DRE dans notre pays en fonction de l'évolution des normes d'homologation et de la réglementation de l'usage de ces dispositifs, nous avons à notre disposition plusieurs sources de renseignements :

- les données collectées par la Gendarmerie et la Police pour tous les accidents corporels survenant en France. Elles sont résumées dans un fichier informatisé produit à partir des « Bulletins d'Analyse d'Accidents Corporels » (BAAC) établis par ceux qui ont constaté l'accident. Il est possible d'en extraire les accidents impliquant des enfants ;
- une analyse des procès-verbaux de l'ensemble des accidents mortels survenus entre le 1^{er} mars 1990 et le 28 février 1991.

II. LES DONNÉES STATISTIQUES EXHAUSTIVES DISPONIBLES EN FRANCE

L'examen des données contenues dans les « BAAC » permet de connaître l'évolution du nombre d'enfants tués dans l'ensemble des accidents de la route et dans les véhicules légers (VL) au cours des dernières années, en particulier depuis l'obligation d'usage des moyens de retenue le 1^{er} janvier 1992 (graphique 1). Nous pouvons remarquer l'absence de modification importante du nombre d'enfants tués dans les véhicules légers en 1992 et 1993 par rapport aux deux années précédentes. Ces données brutes ne permettent pas de mesurer l'évolution du risque au kilomètre parcouru par des enfants, faute d'une bonne connaissance de l'exposition au risque.

Figure 1
Évolution du nombre de morts par accident de la route des enfants de 0 à 14 ans (total des tués et occupants de véhicules légers)



L'usage des données du BAAC concernant les DRE, en particulier pour préciser le lien entre la gravité des lésions et l'usage d'un dispositif de retenue, est limité par plusieurs biais. Dans une proportion relativement importante de cas (22 % en 1993), cet usage n'est pas précisé ou est considéré comme impossible à préciser. D'autre part, la croissance de l'usage d'un système de retenue depuis l'obligation légale s'accompagne d'une très forte augmentation du taux de mortalité des enfants non retenus, ce qui ne peut s'expliquer par une variation brutale des violences d'accidents subies par ces enfants. L'hypothèse la plus vraisemblable est que l'obligation d'usage d'un moyen de retenue provoque des déclarations inexactes (en particulier concernant l'usage de la ceinture du véhicule) sauf dans les accidents les plus graves où les constatations sont souvent faites par des tiers.

III. ANALYSE DES ACCIDENTS MORTELS D'ENFANTS EN 1990/1991

Cette étude est un sous-ensemble d'une analyse des procès-verbaux des accidents mortels observés en France entre le 1er mars 1990 et le 28 février 1991 (1). L'analyse de ces procédures a été réalisée, avec la collaboration des constructeurs automobiles français et le soutien financier de la fondation MAIF, par une structure associative, le Centre Européen d'Etudes Socio-économiques et Accidentologiques des Risques (CEESAR). Les accidents dans lesquels un enfant de moins de 10 ans était impliqué comme passager étaient au nombre de 275 (au total 417 enfants dont un quart sont décédés). Les procès-verbaux permettaient de préciser les conditions de transport des enfants, les circonstances des accidents, et les dispositifs de retenue utilisés.

III.1. Les conditions de transport des enfants

Dans 60 % des accidents étudiés on trouve 1 seul enfant par véhicule, et on compte seulement 4 voitures avec plus de 4 enfants. L'interdiction de transporter des passagers de moins de 10 ans aux places avant semble bien respectée puisque 3 % seulement des enfants impliqués dans ces accidents mortels occupaient une telle position. Les places exactes de 230 enfants assis à l'arrière sont connues : la place centrale est utilisée par 18,3 % de ces enfants, les places arrière gauche et arrière droite sont occupées dans des proportions comparables : 39,1 % et 42,6 %.

Le taux d'usage d'un DRE par les enfants impliqués dans les accidents mortels de 1990 est particulièrement bas : 14 % (60 sur 417). Le taux d'utilisation est plus élevé quand les enfants sont plus jeunes : 36 % pour les 0 à 12 mois, 12 % pour les enfants de 13 mois à 5 ans et 5,6 % pour les 6-9 ans. Les sièges à harnais (37 cas) représentent 61,6 % des dispositifs rencontrés, ils sont utilisés dans leur grande majorité par des enfants de moins de 2 ans ; 6,7 % seulement des enfants retenus se servent d'une rehausse (4 enfants entre 2 et 4 ans), et 31,7 % sont attachés directement par la ceinture du véhicule (19 cas répartis dans toutes les classes d'âges).

L'âge des enfants ne semble pas être un obstacle à leur transport puisque les petits sont véhiculés aussi souvent que les grands dans des longs trajets. L'augmentation du nombre de kilomètres parcourus au cours du voyage n'entraîne pas une utilisation plus fréquente d'un dispositif de retenue. Au contraire on observe un taux de port de 21 % pour les petits trajets et seulement de 13 % pour les distances supérieures à 100 kilomètres. Les accidents surviennent essentiellement (85 %) sur les routes nationales et départementales. La situation des autoroutes est particulière puisque seulement 10 %

des accidents étudiés s'y produisent, mais ils ont entraîné la mort de 41 % des enfants impliqués dans des accidents mortels sur autoroute (24 % sur routes nationales et 19 % sur routes départementales) ; 47 % des accidents mortels surviennent le samedi ou le dimanche.

Il faut noter que les conducteurs transportant des enfants prennent moins de risques que les conducteurs sans enfant : dans les collisions mortelles entre deux véhicules ils circulent quatre fois moins souvent avec un taux d'alcoolémie supérieur à la limite légale que les conducteurs sans enfant et ils ne sont considérés comme responsables présumés de l'accident que dans un tiers des cas.

III.2. Les circonstances des accidents

Les accidents mortels impliquant au moins un enfant présentent des particularités en ce qui concerne la fréquence des configurations et des types de choc par rapport à l'ensemble des accidents. La différence la plus importante concerne la forte proportion de collisions entre voitures (46 % au lieu de 27 % pour l'ensemble des accidents), la part des chocs contre un obstacle fixe est deux fois plus faible dans les accidents avec un enfant par rapport à l'ensemble des accidents. Les chocs sont à 57 % des chocs frontaux contre 47 % pour l'ensemble des accidents.

103 enfants parmi les 417 impliqués dans ces accidents mortels ont été tués, ce qui représente un taux de mortalité de 0,25 (il est inférieur à celui des adultes qui est de 0,31). On observe des variations de ce taux moyen en fonction du type de choc, de la place occupée dans le véhicule et de l'âge de l'enfant. En choc frontal, le taux de mortalité est de 0,17 et c'est en choc latéral que le risque d'être tué est le plus important (taux de mortalité de 0,44 dû principalement à l'intrusion et à l'éjection). Les places arrière confèrent une protection supérieure à celle de la place de passager avant où le taux de mortalité est le plus élevé (0,42). On observe des taux de mortalité différents entre les trois places arrière : 0,21 au centre, 0,27 à gauche et 0,32 à droite. Le taux de mortalité est d'autant plus élevé que les enfants sont plus jeunes : il atteint 0,44 pour le groupe de 0 à 12 mois qui est paradoxalement celui où l'utilisation d'un dispositif de retenue est la plus fréquente. Il faut noter que les sièges utilisés par ces enfants étaient pratiquement toujours des sièges à harnais placés face à la route (13 cas sur 14).

L'éjection constitue un facteur aggravant les risques de mort et de blessures : la proportion d'enfants tués et celle des blessés passent respectivement de 0,20 et 0,40 sans éjection à 0,55 et 0,75 quand elle se produit. L'éjection est un phénomène deux fois plus fréquent chez les enfants que chez les adultes et le tiers des enfants tués a été éjecté. L'importance de ce mécanisme peut être dû à la faible utilisation des moyens de retenue, à la taille des enfants et à la difficulté de les retenir correctement. Même lorsqu'ils sont attachés les enfants sont plus souvent victimes de l'éjection que les adultes (7 % contre 1 %).

III. 3. Les dispositifs de retenue

Cette étude a tenté d'analyser la fréquence et le siège des lésions des enfants retenus en choc frontal. La tête est le territoire le plus souvent touché (52 %), suivie du thorax (31 %), de l'abdomen (24 %) et du cou (21 %). La prise en compte de l'ensemble des types de choc réduit l'atteinte de l'abdomen et du thorax à 24 et 7 %. Les blessures graves subies par ces enfants surviennent principalement à l'abdomen (4 cas : 3 ceintures et 1 siège à harnais) et à la tête (3 cas).

Les auteurs ont voulu ensuite vérifier si les DRE étaient efficaces pour réduire la gravité des blessures observées chez les enfants dans des accidents dont la sévérité était attestée par l'existence d'au moins un occupant décédé. En fait, les résultats obtenus ne permettent pas de démontrer la capacité des moyens de retenue à réduire le taux de mortalité des enfants impliqués dans des accidents mortels : le taux de mortalité des enfants retenus est situé (dans un intervalle de confiance à 99 %) entre 0,19 et 0,51 et pour les non-retenus entre 0,17 et 0,30.

Plusieurs faits peuvent expliquer ces mauvais résultats : un pourcentage non négligeable d'utilisation non conforme des dispositifs de retenue, l'ancienneté des sièges utilisés (25% avaient été homologués selon un règlement antérieur à celui de 1985), une différence dans la violence des chocs frontaux en fonction de la retenue (les enfants attachés subissant des chocs d'une plus grande violence que les non-retenus).

IV. ANALYSE DES ACCIDENTS IMPLIQUANT 1 629 ENFANTS EN 1992/1993

L'étude précédente sur les accidents mortels de 1990, comme l'exploitation des données obtenues à partir des BAAC, posait avec acuité le problème de l'efficacité des DRE dans les accidents graves et les données disponibles étaient insuffisantes pour permettre une évaluation fiable. Pour préciser ces faits nous avons conduit une étude spécifique, en collaboration avec la Direction de la Sécurité et de la Circulation Routières et la Direction de la Gendarmerie Nationale.

IV.1. Méthodes

Les accidents retenus sont ceux où un enfant de moins de 10 ans est passager d'un véhicule léger impliqué dans un accident où il est seul en cause ou qui implique uniquement d'autres véhicules légers. Cette sélection est destinée à réunir les cas les plus aptes à mettre en évidence l'action des DRE. Elle élimine les accidents avec des véhicules lourds qui provoquent souvent des déformations importantes de l'habitacle des véhicules légers et les accidents impliquant des piétons ou des deux-roues dans lesquels le risque de blessure pour l'occupant du véhicule léger est faible.

Pour observer entre 1 500 et 2 000 enfants accidentés nous avons retenu un mois par trimestre (mai, août et novembre 1992, février 1993) de préférence à une observation continue d'une période de quatre mois. Il est en effet possible que les vêtements portés par l'enfant aient une influence sur la protection et que les variations de la circulation au cours des saisons exposent à des risques différents.

Toutes les unités de Gendarmerie du territoire métropolitain ont été associées à cette étude. Elles établissaient un double de la procédure habituelle, incluant les photographies des lieux et des véhicules et deux documents spécifiques concernant le système de retenue éventuellement utilisé et l'état médical de l'enfant ou des enfants impliqués.

Le document concernant le DRE indiquait :

- la place occupée par l'enfant, son éventuelle éjection hors du véhicule ;
- le type de moyen de retenue utilisé avec son numéro d'homologation national ou européen : onze dispositifs étaient cités et illustrés (nacelle transversale, nacelle longitudinale, siège à harnais, siège à réceptacle, bouclier, rehausse, rehausse avec dossier, harnais, dispositif plaçant l'enfant le dos vers l'avant du véhicule, ceinture deux points, ceinture trois points). La fixation des sièges à harnais et des nacelles au véhicule devait être précisée (ceinture du véhicule ou sangles spécifiques) ;
- les mauvaises utilisations ou les dysfonctionnements du DRE : dispositif non fixé au véhicule, rupture d'une sangle de harnais, éjection du dispositif, ouverture de

la boucle du dispositif de retenue, enfant non attaché dans le dispositif, bascule du dispositif, ouverture de la boucle de la ceinture de sécurité, autre anomalie.

La fiche médicale comportait :

- la taille et le poids de l'enfant ;
- un schéma corporel et le dessin d'un squelette permettaient de localiser les blessures, un code graphique définissant le type de la blessure (plaie, fracture sans déplacement, etc.) ;
- la durée de la perte de connaissance et le nombre de jours d'hospitalisation.

Le traitement des données a été effectué par l'IRBA (Institut de Recherches Biomécaniques et Accidentologiques) qui est une structure associative réunissant des médecins et des chercheurs de l'industrie automobile. Toutes les informations médicales étaient traitées sous la responsabilité du médecin auquel elles étaient adressées. Les fichiers informatiques ne contenaient pas de données nominatives. Ils étaient formés à partir des fichiers informatiques sur les accidents corporels établis par la Gendarmerie et des lettres-clés concernant les occupants des véhicules permettant de rapporter à ces occupants les données réunies sur les documents propres à cette étude. Le degré de sévérité des lésions a été établi en utilisant l'« Abbreviated Injury Scale » (AIS). Cette échelle utilise sept niveaux de gravité allant de 0 pour l'absence de à 6 pour une lésion constamment mortelle.

IV.2. Résultats

IV.2.1. Nombre d'accidents et d'enfants concernés par l'étude

1 629 enfants ont été impliqués dans 1 090 accidents soit une implication moyenne de 1,49 enfant par accident.

Les accidents se répartissaient comme suit :

- *Mai 1992* : 277 accidents et 405 enfants ;
- *Août 1992* : 390 accidents et 573 enfants ;
- *Novembre 1992* : 232 accidents et 353 enfants ;
- *Février 1993* : 191 accidents et 298 enfants.

IV.2.2. Usage d'un système de retenue

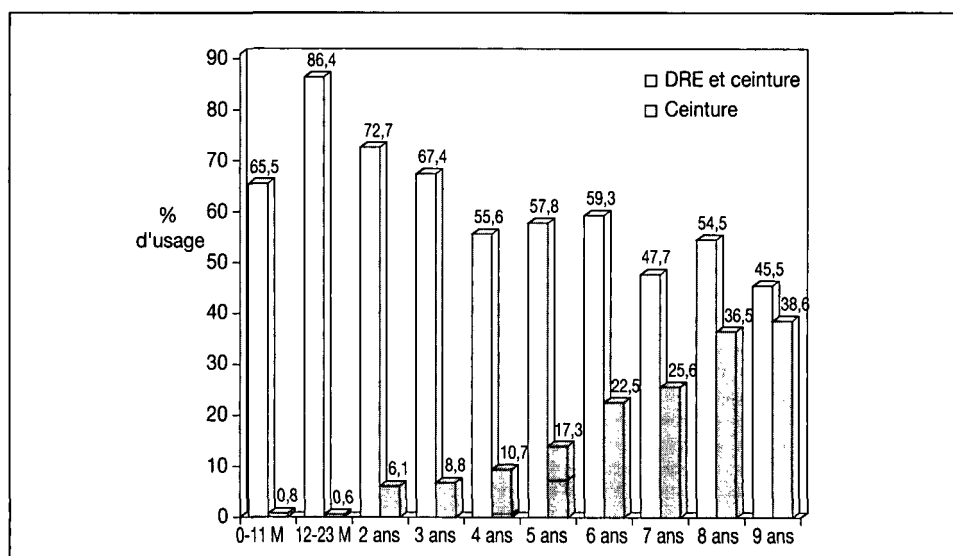
Il est précisé dans la procédure et dans la fiche technique rédigées par l'unité de Gendarmerie qui a constaté l'accident. Il ne s'agit pas toujours de faits constatés par les responsables de l'enquête. Les enfants peuvent avoir été détachés, voire évacués vers une structure sanitaire avant l'intervention de la Gendarmerie. C'est parfois le témoignage des autres occupants du véhicule qui est le seul élément d'information disponible pour affirmer l'usage d'un système de retenue. Dans dix-sept cas seulement, l'usage d'un moyen de retenue n'a pu être précisé. Un système de retenue était utilisé par 995 des enfants accidentés (61 %). Dans trois cas, le type de dispositif utilisé est inconnu.

TABLEAU 1
Les différents systèmes de retenue utilisés

Nacelle transversale	1 % (16)
Nacelle longitudinale	0,6 % (10)
Siège à harnais	19,5 % (317)
Siège à réceptacle	0,5 % (8)
Bouclier	0,2 % (3)
Rehausse	20,6 % (336)
Rehausse avec dossier	0,7 % (12)
Harnais	0,3 % (5)
Dos de l'enfant vers l'avant	0,6 % (9)
Ceinture deux points	2,5 % (40)
Ceinture trois points	14,5 % (236)

Figure 2

Usage d'un moyen de retenue en fonction de l'âge de l'enfant



Trois notions apparaissent qui vont dominer les possibilités d'interprétation de cette étude :

- deux dispositifs spécifiques sont fréquemment utilisés et permettront des évaluations de l'efficacité : les sièges à harnais et les rehausse ;
- le siège plaçant le dos de l'enfant vers l'avant est très peu représenté et les effectifs ne permettent pas de comparer son efficacité à celle des systèmes les plus répandus dans notre pays ;
- l'usage régulièrement croissant avec l'âge de l'enfant d'une ceinture du véhicule, incluant des tranches d'âges qui ne correspondent pas au bon usage de ce système de retenue. Il est très difficile dans une telle enquête d'être assuré que la ceinture était effectivement portée et nous distinguerons fréquemment les enfants retenus par des dispositifs spécifiques (DRE) de ceux qui sont déclarés retenus par une ceinture du véhicule.

IV.2.3. Les niveaux de sévérité lésionnelle chez l'enfant en fonction de la retenue

L'évaluation de l'efficacité des systèmes de retenue doit être faite pour différents niveaux d'AIS, la protection pouvant être différente suivant la violence des chocs auxquels ces enfants ont été exposés. Il faut également introduire une distinction entre les tranches d'âges dans lesquelles un type de DRE est indiqué et les usages réellement observés qui peuvent être différents. Par exemple, une rehausse doit être l'objet d'une évaluation particulière entre 4 et 9 ans. Cette pratique a également l'avantage de comparer le groupe des enfants retenus à un groupe d'enfants non retenus d'âge équivalent. La contrepartie de cette sélection est une réduction de la signification statistique du fait de l'effectif plus réduit sur lequel porte la comparaison.

TABLEAU 2
Répartition des niveaux de sévérité lésionnelle pour les dispositifs les plus utilisés et les enfants non retenus

AIS	Siège à harnais	Rehausse	Ceinture	Non-retenus
0	204 (64,6 %)	187 (53,7 %)	121 (43,8 %)	281 (45,9 %)
1	82 (25,9 %)	114 (32,7 %)	110 (39,9 %)	223 (36,4 %)
2	15 (4,8 %)	28 (8 %)	31 (11,2 %)	65 (10,6 %)
3	2 (0,6 %)	8 (2,3 %)	8 (2,9 %)	16 (2,6 %)
4	1 (0,3 %)	4 (1,2 %)	3 (1,1 %)	7 (1,1 %)
5	7 (2,2 %)	3 (0,9 %)	3 (1,1 %)	13 (2,1 %)
6	5 (1,6 %)	4 (1,2 %)	0	8 (1,3 %)

Nous avons analysé ces résultats en comparant l'efficacité des dispositifs les plus répandus pour trois niveaux de l'AIS. Le but était de préciser si leur usage augmentait la proportion d'enfants indemnes (AIS 0), la proportion d'enfants indemnes ou porteurs de blessures légères (AIS 0 ou 1) et enfin la proportion d'enfants évitant les blessures susceptibles de mettre en danger leur vie (AIS inférieur à 3).

• *Enfants indemnes*

TABLEAU 3
Enfants déclarés retenus par une ceinture du véhicule

AIS	Ceinture	Non-retenus	Total	
0	121 (43,8 %)	281 (45,9 %)	402	
≥ 1	155 (56,2 %)	332 (54,1 %)	487	
Total	276	613	889	$\chi^2 = 0,31$

Il y a plus d'enfants indemnes chez les non-retenus (45,9 %) que chez les ceinturés (43,8 %), mais la différence entre les deux groupes n'est pas significative (2 avec deux degrés de liberté = 0,31 alors qu'il doit être supérieur à 3,84 pour indiquer un risque d'erreur inférieur à 5%). Ces résultats nous paraissent un argument de poids pour mettre en doute les déclarations concernant le port d'une ceinture du véhicule par un enfant, en l'absence de dispositifs spécifiques.

TABLEAU 4
Enfants de moins de 10 ans placés dans une rehausse

AIS	Rehausse	Non-retenus	Total	
0	187 (53,7 %)	281 (45,9 %)	468	
≥ 1	161 (46,3 %)	332 (54,1 %)	493	
Total	348	613	961	$\chi^2 = 5,54$

La protection conférée par la rehausse est statistiquement significative au risque de 5 % d'erreurs. Son usage réduit de 14,4 % la proportion d'enfants blessés, ce qui est une efficacité relativement faible. L'efficacité est calculée à partir de la proportion d'enfants retenus à un certain niveau d'AIS et la proportion d'enfants situés au même niveau d'AIS chez les non-retenus : exemple 14,4 % = (54,1- 46,3) / 54,1 x 100. Cette méthode de calcul est utilisée pour toutes les évaluations d'une efficacité.

TABLEAU 5
Enfants de 4 à 9 ans placés dans une rehausse

AIS	Rehausse	Non-retenus	Total	
0	134 (51,3 %)	192 (42,1 %)	326	
≥ 1	127 (48,7 %)	264 (57,9 %)	391	
Total	261	456	717	$\chi^2 = 5,71$

Prendre en compte la totalité des enfants utilisant ce type de DRE ne modifie pas sensiblement la protection.

TABLEAU 6
Enfants retenus dans un siège à harnais

AIS	Siège à harnais	Non-retenus	Total	
0	204 (64,6 %)	281 (45,9 %)	485	
≥ 1	112 (35,4 %)	332 (54,1 %)	444	
Total	316	613	929	$\chi^2 = 29,03$

La proportion d'enfants blessés est réduite de 34,5 % par rapport à l'absence de retenue.

TABLEAU 7
Enfants de 10 mois à 3 ans retenus dans un siège à harnais

AIS	Siège à harnais	Non-retenus	Total	
0	166 (64,1 %)	67 (54,9 %)	233	
≥ 1	93 (35,9 %)	55 (45,1 %)	148	
Total	259	122	381	$\chi^2 = 2,94$

L'effondrement de la protection (20,4 %) par rapport à l'ensemble des usagers de ce type de DRE n'est pas lié à une modification de la proportion d'enfants indemnes chez les retenus (64,1 % est peu différent de 64,6 %) mais à la proportion beaucoup plus élevée d'enfants indemnes chez les non-retenus dans cette classe d'âge (54,9 % au lieu de 45,9 %).

TABLEAU 8
Regroupement de tous les enfants retenus par les ceintures du véhicule
ou un dispositif spécifique

AIS	Retenus	Non-retenus	Total	
0	550 (55,4 %)	281 (45,9 %)	831	
≥ 1	442 (44,6 %)	332 (54,1 %)	774	
Total	992	613	1 605	$\chi^2 = 13,99$

TABLEAU 9
Regroupement de tous les enfants retenus par un dispositif spécifique

AIS	Retenus	Non-retenus	Total	
0	429 (59,9 %)	281 (45,9 %)	710	
≥ 1	287 (40,1 %)	332 (54,1 %)	619	
Total	716	613	1 329	$\chi^2 = 26,30$

Dans les deux cas, la réduction de la proportion d'enfants blessés dans le groupe des retenus est significative. Elle est de 17,6 % pour l'ensemble des systèmes mis en œuvre et de 25,9 % quand il s'agit d'un dispositif spécifiquement destiné à retenir un enfant. La différence entre les deux groupes s'explique par l'absence d'efficacité du port de la ceinture dans notre étude, sans que nous puissions faire la part de l'absence de port réel et d'une absence vraie d'efficacité.

• **Enfants indemnes ou ayant subi des blessures légères**
(niveau inférieur à 2 dans l'échelle AIS)

TABLEAU 10
Enfants déclarés retenus par une ceinture du véhicule

AIS	Ceinture	Non-retenus	Total	
0/1	231 (83,7 %)	504 (82,3 %)	735	
≥ 2	45 (16,3 %)	109 (17,7 %)	154	
Total	276	613	889	$\chi^2 = 0,29$

Comme pour les enfants indemnes, il n'y a pas de différence significative entre les proportions d'enfants ceinturés et non ceinturés pour les valeurs d' AIS inférieures à 2 comparées aux valeurs supérieures ou égales à deux : $\chi^2 = 0,29$. Cependant, la proportion de blessés est plus faible quand le port de la ceinture est allégué, l'efficacité calculée est de 7,9 %.

TABLEAU 11
Enfants de moins de 10 ans placés dans une rehausse

AIS	Rehausse	Non-retenus	Total	
0/1	301 (86,5 %)	504 (82,3 %)	805	
≥ 2	47 (13,5 %)	109 (17,7 %)	156	
Total	348	613	961	$\chi^2 = 2,98$

L'efficacité (23,7 %) constatée par rapport aux enfants non retenus n'est pas significative au risque de 5 % d'erreurs : $\chi^2 = 2,98$.

TABLEAU 12
Enfants de 4 à 9 ans placés dans une rehausse

AIS	Rehausse	Non-retenus	Total	
0/1	227 (87 %)	374 (82 %)	601	
≥ 2	34 (13 %)	82 (18 %)	116	
Total	261	456	717	$\chi^2 = 3,01$

Limiter la tranche d'âge des utilisateurs en ne retenant que les enfants de 4 à 9 ans ne modifie pas significativement les résultats obtenus en incluant les enfants de 0 à 3 ans.

TABLEAU 13
Enfants retenus dans un siège à harnais

AIS	Siège à harnais	Non-retenus	Total	
0/1	286 (90,5 %)	504 (82,3 %)	790	
≥ 2	30 (9,5 %)	109 (17,7 %)	139	
Total	316	613	929	$\chi^2 = 11,26$

La réduction des blessures de gravité égale ou supérieure à 2 sur l'AIS est plus importante pour les sièges à harnais que pour les rehausses. L'efficacité dans la réduction du nombre de blessés est de 46,3 % et le χ^2 est de 11,26.

TABLEAU 14
Enfants de 10 mois à 3 ans retenus dans un siège à harnais

AIS	Siège à harnais	Non-retenus	Total	
0/1	236 (91,1 %)	102 (83,6 %)	338	
≥ 2	23 (8,9 %)	20 (16,4 %)	43	
Total	259	122	381	$\chi^2 = 4,68$

Comme pour les rehausses, nous pouvons fixer des limites d'âge aux utilisateurs de sièges avec harnais. Dans ce cas l'efficacité de ce type de retenue est de 45,7 %, elle est proche de celle observée avec l'ensemble des enfants utilisant ce dispositif, mais le χ^2 est plus faible car l'effectif est plus petit, tout en demeurant significatif.

TABLEAU 15
Regroupement de tous les enfants retenus par les ceintures ou un dispositif spécifique

AIS	Retenus	Non-retenus	Total	
0/1	867 (87,4 %)	504 (82,3 %)	1 371	
≥ 2	125 (12,6 %)	109 (17,7 %)	234	
Total	992	613	1 605	$\chi^2 = 8,16$

TABLEAU 16
Regroupement de tous les enfants retenus par un dispositif spécifique

AIS	Retenus	Non-retenus	Total	
0/1	636 (88,8 %)	504 (82,3 %)	1 140	
≥ 2	80 (11,2 %)	109 (17,7 %)	189	
Total	716	613	1 329	$\chi^2 = 11,82$

Les résultats sont améliorés par rapport au groupe qui inclut les ceintures du véhicule. L'efficacité passe de 28,8 % à 36,7 %. Le χ^2 est significatif dans les deux cas.

• *Enfants ayant subi des blessures d'une gravité supérieure ou égale au niveau 3 de l' AIS*

TABLEAU 17
Enfants déclarés retenus par une ceinture du véhicule

AIS	Ceinture	Non-retenus	Total	
0/1/2	262 (94,9 %)	569 (92,9 %)	831	
≥ 3	14 (5,1 %)	44 (7,1 %)	58	
Total	276	613	889	$\chi^2 = 1,38$

L'efficacité de la ceinture s'accroît quand on ne retient que les blessures graves (28,2 %), mais le χ^2 demeure au-dessous du seuil de signification. Il nous est impossible de faire la distinction entre une croissance réelle de cette efficacité en fonction de la gravité des blessures et une réduction du biais introduit par des fausses déclarations d'usage qui peut également se modifier en fonction de la gravité de la blessure.

TABLEAU 18
Enfants de moins de 10 ans placés dans une rehausse

AIS	Rehausse	Non-retenus	Total	
0/1/2	329 (94,5 %)	569 (92,9 %)	898	
≥ 3	19 (5,5 %)	44 (7,1 %)	63	
Total	348	613	961	$\chi^2 = 1,06$

TABLEAU 19
Enfants de 4 à 9 ans placés dans une rehausse

AIS	Rehausse	Non-retenus	Total	
0/1/2	249 (95,4 %)	425 (93,2 %)	674	
≥ 3	12 (4,6 %)	31 (6,8 %)	43	
Total	261	456	717	$\chi^2 = 1,43$

L'efficacité est de 22,5 % pour l'ensemble des enfants de moins de 10 ans placés dans une rehausse et de 32,4 % si le groupe est limité aux enfants de 4 à 9 ans, mais dans les deux cas la différence n'est pas significative avec le groupe des non-retenus.

TABLEAU 20
Enfants retenus dans un siège à hamais

AIS	Siège à hamais	Non-retenus	Total	
0/1/2	301 (95,3 %)	569 (92,9 %)	870	
≥ 3	15 (4,7 %)	44 (7,1 %)	59	
Total	316	613	929	$\chi^2 = 2,07$

TABLEAU 21
Enfants de 10 mois à 3 ans retenus dans un siège à hamais

AIS	Siège à hamais	Non-retenus	Total	
0/1/2	247 (95,4 %)	115 (94,3 %)	362	
≥ 3	12 (4,6 %)	7 (5,7 %)	19	
Total	259	122	381	$\chi^2 = 0,19$

L'efficacité calculée est respectivement de 33,8 % et 19,3 % si l'on distingue l'ensemble des enfants retenus dans un siège à hamais et ceux qui ont entre 10 mois et 3 ans. L'examen des proportions de blessés dans les deux groupes montre que c'est la variation de la vulnérabilité des non-retenus suivant l'âge qui explique ces différences, alors que la proportion de blessés chez les enfants retenus est identique (95,3 et 95,4 %). Dans les deux cas les différences observées ne sont pas significatives.

TABLEAU 22
Regroupement de tous les enfants retenus par les ceintures ou un dispositif spécifique

AIS	Retenus	Non-retenus	Total	
0/1/2	942 (95 %)	569 (92,9 %)	1 511	
≥ 3	50 (5 %)	44 (7,1 %)	94	
Total	992	613	1 605	$\chi^2 = 3,14$

TABLEAU 23
Regroupement de tous les enfants retenus par un dispositif spécifique

AIS	Retenus	Non-retenus	Total	
0/1/2	680 (95 %)	569 (92,9 %)	1 249	
≥ 3	36 (5 %)	44 (7,1 %)	80	
Total	716	613	1 329	$\chi^2 = 2,7$

L'efficacité est identique dans ces deux groupes (29,6 %). Le χ^2 est un peu plus faible dans le cas d'un dispositif spécifique par le simple effet d'effectifs plus réduits, alors que la proportion de blessés graves est identique (5 %).

Cette remarque s'applique à la majorité des tableaux précédents. Du fait de l'éclatement des effectifs entre de multiples catégories (âge, sévérité lésionnelle, type de retenue), le nombre d'enfants étudiés est souvent faible dans un sous-groupe. **Il faut remarquer que l'efficacité ne diminue pas quand on évolue vers des sévérités lésionnelles plus grandes, c'est la signification des efficacités observées qui se réduit avec la diminution des effectifs.**

Nous pouvons conclure de ces premiers résultats que, dans tous les cas d'utilisation d'un DRE spécifique, une efficacité a été constatée, quelle que soit la nature du système spécifique de retenue, la classe d'âge et le niveau de sévérité lésionnelle. C'est avec les sièges à harnais et la prévention des blessures légères (AIS 1) que l'efficacité maximale a été observée (réduction de 46,3 % de la proportion des blessés). Cette efficacité existe également pour les lésions graves (AIS de 3 à 6).

• *Le problème des accidents mortels*

L'étude de 1991 (1) concernait les seuls accidents mortels, ses conclusions ne pouvaient donc être étendues à l'ensemble des lésions accidentelles. Pour préciser l'efficacité des différents types de DRE pour tous les niveaux d'AIS et pas seulement pour les accidents les plus graves, notre étude a réuni l'ensemble des enfants impliqués dans des accidents de véhicules légers. En conséquence, la proportion des accidents mortels pour l'enfant dans notre étude est faible, 37 décès ont été observés (l'existence ou l'absence de retenue a pu être précisée 36 fois). Malgré ce faible effectif, il nous paraît utile de préciser les données concernant ces cas.

Le taux de mortalité est de :

- 2,91 % pour l'ensemble des enfants non retenus (18/617) ;
- 1,8 % pour l'ensemble des enfants retenus (18/995) ;
- l'efficacité est de 38,1 %, χ^2 de 2,14).
- 11,4 % pour les enfants non retenus de moins de 10 mois (4/35) ;
- 4,6 % pour les enfants retenus de moins de 10 mois (3/65).
- 1,62 % pour les enfants non retenus de 10 mois à 3 ans (2/123) ;
- 3,15 % pour les enfants retenus dans un siège à harnais (10/317).
- 2,61 % pour les enfants non retenus de 4 à 9 ans (12/459) ;
- 1,43 % pour les enfants retenus dans une rehausse (5/348).

Le résultat le plus surprenant est l'aggravation du risque pour les enfants placés dans des sièges à harnais alors que les rehausses ont de meilleurs résultats. Cependant la différence d'efficacité entre les sièges à harnais et les rehausses pour la prévention de la mort n'est pas significative au seuil de risque de 5 % d'erreurs, $\chi^2 = 2,22$.

IV.2.4. Le rôle des systèmes de retenue dans la prévention de l'éjection

La gravité bien connue de l'éjection est confirmée par cette étude : 23,4 % des enfants éjectés subissent des lésions de niveau AIS égal ou supérieur à 3, alors que la proportion est de 4,7 % pour les enfants non éjectés.

TABLEAU 24
Fréquence de l'éjection en fonction de l'utilisation d'un moyen de retenue

	Non-éjectés	Ejectés	Total	
Non-retenus	549 (90,6 %)	57 (9,4 %)	606	
Retenus (ceinture et DRE)	940 (96,2 %)	37 (3,8 %)	977	
Total	1489	94	1 583	$\chi^2 = 21,14$

Dispositif utilisé	Non-éjectés	Ejectés	Total
DRE	681 (96,1 %)	28 (3,9 %)	709
Siège à harnais	302 (97,4 %)	8 (2,6 %)	310
Rehausse	330 (95,4 %)	16 (4,6 %)	346
Ceinture du véhicule	259 (96,6 %)	9 (3,4 %)	268

La fréquence de l'éjection est réduite de 59 % par l'usage d'un moyen de retenue. Il faut noter la faible proportion d'éjectés parmi les porteurs de ceinture, ce qui peut être considéré comme contradictoire avec notre hypothèse de nombreuses déclarations non fondées d'usage de la ceinture. Il est cependant possible que l'affirmation du port de la ceinture soit apparue incompatible avec le constat d'une éjection et que le biais envisagé ci-dessus n'intervienne pas en cas d'éjection.

IV.2.5. Distribution des lésions entre les différents territoires corporels

TABLEAU 25
Les lésions d'AIS 1 ou plus

Territoires	Sièges à harnais	Rehausse	Ceinture	Non-retenus	Total
Abdomen	1 (0,7 %)	27 (11,9 %)	27 (11,9 %)	23 (4,7 %)	78
Bassin	1 (0,7 %)	4 (1,8 %)	5 (2,2 %)	10 (2,1 %)	20
Colonne cervicale	2 (1,5 %)	6 (2,6 %)	6 (2,7 %)	4 (0,8 %)	18
Colonne dorsale	0	1 (0,4 %)	5 (2,2 %)	6 (1,2 %)	12
Colonne lombaire	1 (0,7 %)	0	2 (0,9 %)	3 (0,6 %)	6
Cou	7 (5,2 %)	11 (4,8 %)	12 (5,3 %)	15 (3,1 %)	45
Membres inférieurs	15 (11 %)	30 (13,2 %)	30 (13,3 %)	78 (16,1 %)	153
Membres supérieurs	7 (5,2 %)	19 (8,4 %)	18 (8 %)	49 (10,1 %)	93
Tête	87 (64 %)	109 (48,1 %)	101 (44,7 %)	252 (51,9 %)	549
Thorax	11 (8,1 %)	19 (8,4 %)	19 (8,4 %)	40 (8,2 %)	89
Inconnu	4 (2,9 %)	1 (0,4 %)	1 (0,4 %)	6 (1,2 %)	12
Total	136	227	226	486	1 075

Ce tableau cumule les lésions des différents territoires corporels sans tenir compte des lésions multiples du même territoire. Parmi les 1 629 enfants, 785 présentaient au moins une lésion d'AIS égal ou supérieur à 1. Le nombre total de segments corporels atteints chez ces 785 blessés était de 1 075 soit une moyenne de 1,36 segment corporel atteint par enfant blessé.

TABLEAU 26
Les lésions d' AIS 2 ou plus

Territoires	Sièges à harnais	Rehausse	Ceinture	Non-retenus	Total
Abdomen	0	7 (11,5 %)	7 (12,1 %)	9 (5,9 %)	23
Bassin	1 (2,8 %)	1 (1,6 %)	3 (5,2 %)	4 (2,6 %)	9
Colonne cervicale	2 (5,6 %)	4 (6,5 %)	2 (3,5 %)	1 (0,7 %)	9
Colonne dorsale	0	1 (1,6 %)	1 (1,7 %)	1 (0,7 %)	3
Colonne lombaire	0	0	0	1 (0,7 %)	1
Cou	0	0	0	0	0
Membres inférieurs	9 (25 %)	11 (18,1 %)	10 (17,2 %)	31 (20,4 %)	61
Membres supérieurs	2 (5,6 %)	11 (18,1 %)	12 (20,7 %)	23 (15,1 %)	48
Tête	16 (44,4 %)	22 (36,1 %)	22 (37,9 %)	72 (47,3 %)	132
Thorax	3 (8,3 %)	3 (4,9 %)	1 (1,7 %)	10 (6,6 %)	17
Inconnu	3 (8,3 %)	1 (1,6 %)	0	0	4
Total	36	61	58	152	307

Comme pour le tableau précédent, une seule lésion par territoire corporel a été retenue. 238 enfants ont subi une blessure de niveau supérieur ou égal à 2 et l'ensemble des blessures de ce type était de 307 (soit une moyenne de 1,28 segment corporel atteint par enfant blessé).

La rareté relative des lésions sévères met une fois de plus en évidence la nécessité d'études portant sur des populations très importantes pour pouvoir conclure à des différences significatives dans l'atteinte des différents segments corporels. Deux faits sont à retenir :

- l'importance des lésions de la tête chez l'enfant. Ce fait est observé dans toutes les études accidentologiques, malgré l'imprécision du niveau d' AIS 2 dans les traumatismes crâniens ayant provoqué une perte de connaissance transitoire (ce n'est habituellement pas le médecin ni les forces de police ou de gendarmerie qui ont constaté la perte de connaissance quand sa durée est brève) ;

- l'absence de lésions abdominales chez les enfants utilisant des sièges à harnais, alors que les lésions abdomino-pelviennes représentent 13,1 % des lésions observées avec les rehausses et 17,3 % de celles observées avec les ceintures.

IV.3. Facteurs de confusion dans l'évaluation de l'efficacité des DRE

Les études accidentologiques sont constamment confrontées à la présence de liens entre les variables qu'elles utilisent pour caractériser une situation. Après la présentation de résultats bruts évaluant l'efficacité des DRE par une comparaison entre les blessures des enfants retenus ou non par les différents dispositifs en usage, il faut tenter de dépister les facteurs de confusion qui peuvent modifier la signification de ces résultats.

Le premier groupe de questions à envisager concerne les variations des conditions de l'accident : les enfants retenus sont-ils exposés aux mêmes risques que les enfants non-retenus ? Les typologies d'accidents, les violences des chocs sont-elles identiques ? Nous pouvons tenter de répondre à ces questions en comparant les lieux de survenue des accidents, les caractéristiques du conducteur et les dommages subis par le véhicule.

Le second groupe de questions doit porter sur les différences qui peuvent être introduites par la variabilité des modèles de DRE et les mauvais usages qui peuvent en être faits.

IV.3.1. Les lieux des accidents avec ou sans retenue des enfants sont-ils identiques ?

TABLEAU 27
Type de voies où a eu lieu l'accident et usage d'un moyen de retenue

Type de voies	Non-retenus	Retenus (ceinture + DRE)	Retenus par un DRE
Agglomération	133 (21,6 %)	176 (17,8 %)	122 (17 %)
Départementale	254 (41,2 %)	432 (43,5 %)	310 (43,3 %)
Nationale	139 (22,5 %)	258 (26 %)	194 (27,1 %)
Autoroute	55 (8,9 %)	82 (8,3 %)	63 (8,8 %)
Cantonale-Communale	36 (5,8 %)	44 (4,4 %)	27 (3,8 %)
Total	617	992	716

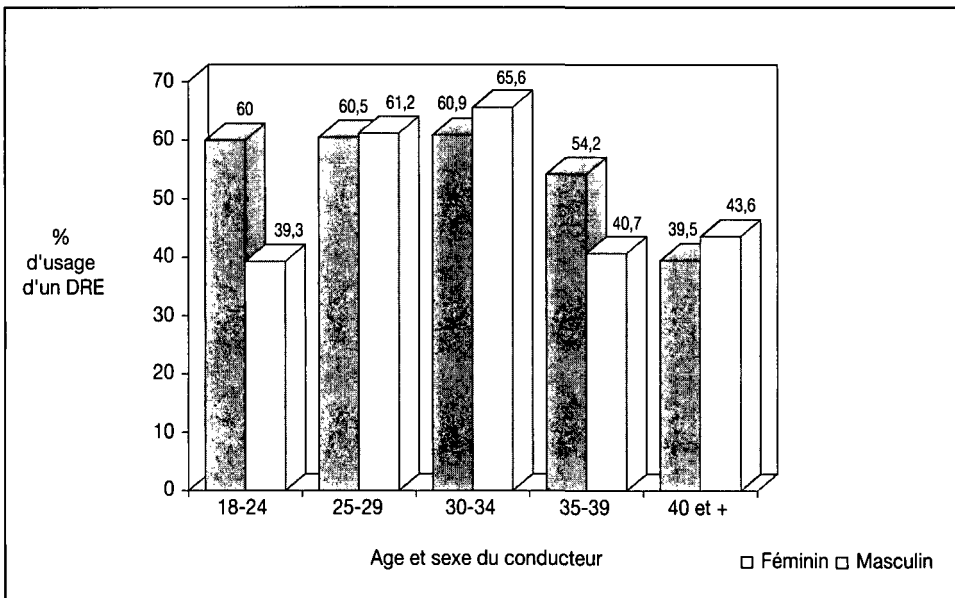
Les différences observées sont minimales sur les autoroutes et sur le réseau départemental. L'usage d'un système de retenue est un peu plus faible en agglomération et sur le réseau communal hors agglomération, un peu plus important sur le réseau de routes nationales.

IV.3.2. Les conducteurs ont-ils des caractéristiques différentes ?

Les accidents dans lesquels le conducteur du véhicule est une femme ont des caractéristiques différentes de ceux impliquant des conducteurs masculins. Par exemple, l'alcool intervient beaucoup plus souvent dans les accidents « masculins » et il provoque des typologies d'accidents particulières. D'autre part les accidents sont influencés par l'expérience du conducteur et il est utile de comparer l'âge du conducteur et l'usage d'un DRE.

- *Le sexe et l'âge des conducteurs des véhicules dans lesquels les enfants ont été accidentés influencent-ils l'usage d'un moyen de retenue ?*

Figure 3
Usage d'un DRE (ceintures exclues) en fonction de l'âge
et du sexe du conducteur du véhicule



Les différences observées sont importantes pour les hommes de moins de 25 ans, de 35 à 39 ans et pour les conducteurs des deux sexes de plus de 40 ans qui utilisent moins les DRE. Ces différences incitent à rechercher d'autres facteurs liés au conducteur dans l'usage de ces dispositifs.

• *Peut-on observer un lien entre l'usage d'un DRE et la responsabilité présumée du conducteur dans les accidents de véhicules transportant des enfants ?*

La responsabilité a été appréciée en fonction du code de la route, 0 désignant une responsabilité nulle du conducteur de la voiture où se trouvait l'enfant et 1 une responsabilité entière. Dans une proportion réduite de cas (148/1629) la responsabilité était partagée et nous avons tenté de distinguer un partage égal (0,5), ou une imputation de la plus grande part de la responsabilité au conducteur du véhicule transportant l'enfant (0,6), ou au conducteur du véhicule adverse (0,3).

Figure 4
Responsabilité présumée du conducteur et usage d'un DRE

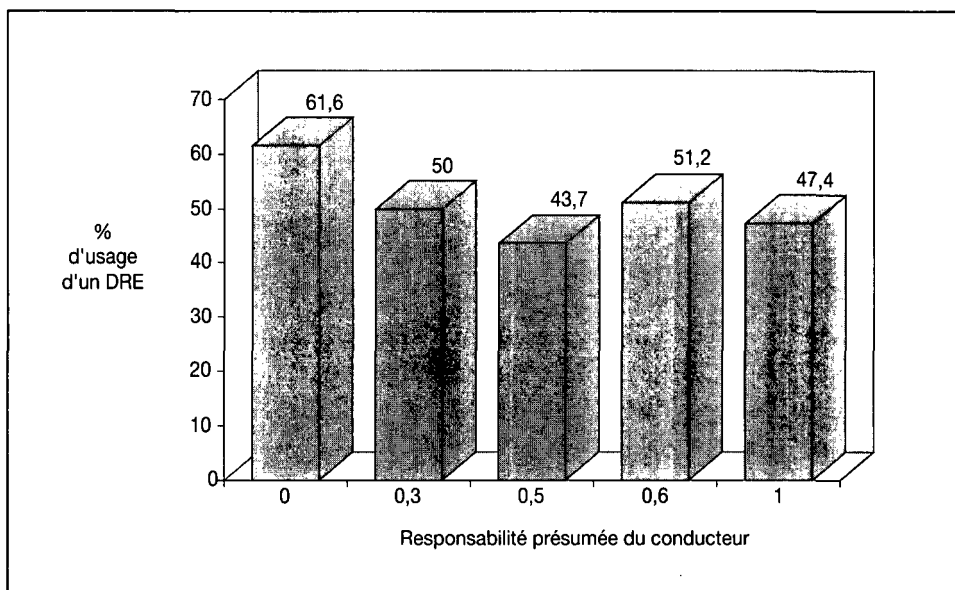


TABLEAU 28

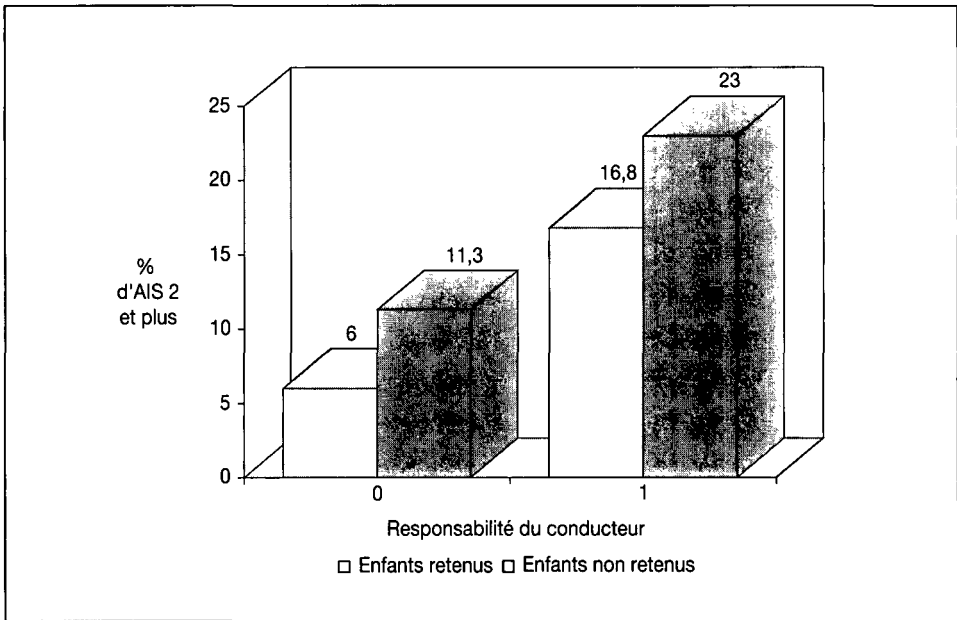
Responsabilité du conducteur	Responsabilité nulle (0)	Responsabilité totale (1)	Total	
Non-retenus	230 (38,4 %)	325 (52,6 %)	555	
Retenus (DRE)	369 (61,6 %)	293 (47,4 %)	662	
Total	599	618	1 217	$\chi^2 = 24,70$

Les enfants transportés sont moins souvent retenus quand le conducteur du véhicule est responsable de l'accident et la différence est statistiquement très

significative. Il est donc indispensable de vérifier l'existence d'une relation entre la responsabilité et la survenue de lésions graves, avant d'analyser comment ce lien s'exprime, car il peut affecter aussi bien la sécurité primaire que la sécurité secondaire.

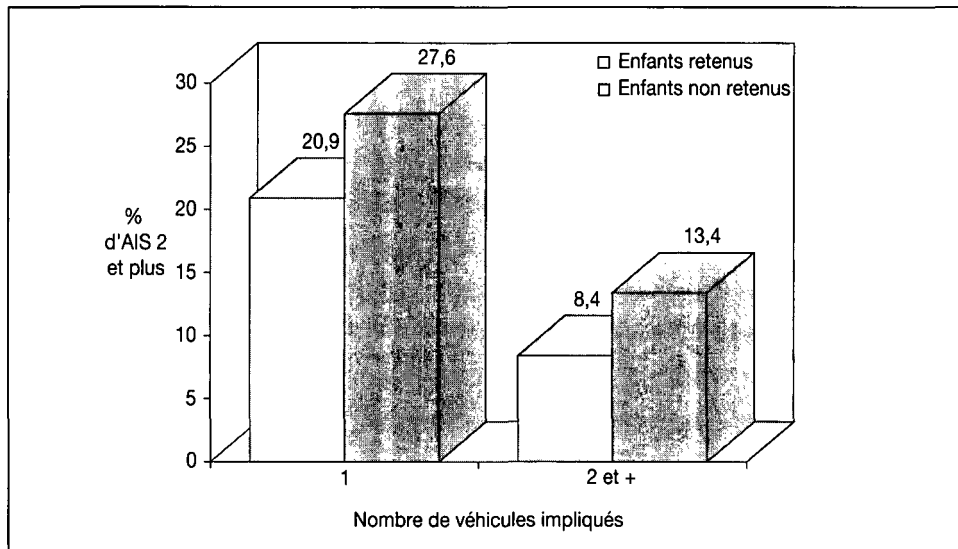
• *Peut-on observer un lien entre l'usage d'un DRE, la responsabilité du conducteur dans la survenue de l'accident et la gravité des blessures des enfants ?*

Figure 5
Proportion d'enfants blessés (AIS \geq 2) en fonction de la responsabilité présumée du conducteur (0 = nulle, 1 = totale) et de la retenue de l'enfant



Les enfants transportés dans un véhicule dont le conducteur est responsable de l'accident ont plus fréquemment des blessures d'un niveau d'AIS de 2 ou plus que les enfants accidentés dans un véhicule conduit par une personne qui n'a pas de responsabilité dans l'accident. Plusieurs explications peuvent être données à cette constatation. La première concerne la typologie des accidents. Toutes les pertes de contrôle d'un véhicule sont des accidents dans lesquels les conducteurs sont responsables et l'on sait que ce type d'accident expose plus que d'autres à des blessures importantes (fréquence des chocs contre des obstacles fixes ou des retournements avec risque d'éjection). Cette notion est facile à vérifier dans notre étude.

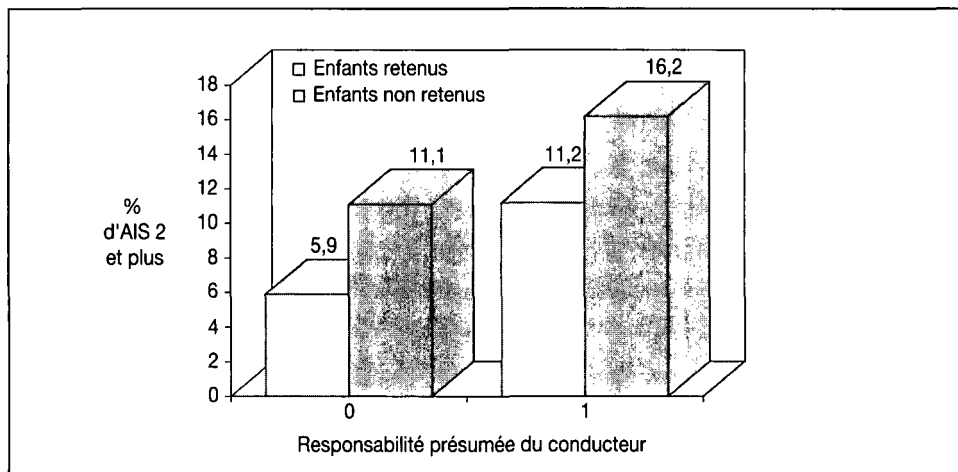
Figure 6
Le risque en fonction du nombre d'impliqués



Le risque est environ trois fois plus élevé pour un enfant d'être blessé sévèrement quand un seul véhicule est impliqué dans l'accident. Ce surrisque lié à la typologie peut-il expliquer la totalité des différences observées en fonction de la responsabilité du conducteur ? Si c'est le cas, on ne doit pas observer de différences de risque pour l'enfant dans les accidents à plusieurs impliqués, que le conducteur soit responsable ou non.

- **Quel est le risque pour l'enfant suivant la responsabilité présumée du conducteur dans les accidents à plusieurs impliqués ?**

Figure 7



Ce résultat est important. Un enfant transporté dans un véhicule léger qui entre en collision avec un autre véhicule léger a un risque plus élevé d'être blessé sévèrement si le conducteur est responsable de l'accident. Le fait surprenant est que cette constatation est vraie qu'il soit retenu ou non, le surrisque étant plus important pour l'enfant retenu que pour celui qui ne l'est pas.

• *Peut-on observer une relation entre la violence de l'accident évaluée par les lésions du conducteur, l'usage d'un moyen de retenue et l' AIS des lésions des enfants impliqués ?*

Si la violence d'un choc auquel est soumis un enfant varie avec des caractéristiques accidentologiques dépendant du conducteur et susceptibles d'influer sur l'usage des DRE, il est important de comparer les niveaux d' AIS du conducteur et l'usage d'un système de retenue par l'enfant. Parmi les 1 629 enfants de l'étude, 46 se sont trouvés dans un véhicule où le conducteur a été tué, 266 enfants avec un conducteur blessé grave (AIS \geq 2), 670 avec un conducteur blessé léger (AIS = 1) et 647 avec un conducteur indemne.

TABLEAU 29

Lésions du conducteur et usage des moyens de retenue par les enfants

Lésions du conducteur Retenue de l'enfant	Tué	 AIS \geq 2	 AIS = 1	Indemne
Non-retenus	34,9 % (15)	36,1 % (95)	37,1 % (247)	40,6 % (260)
Retenus	65,1 % (28)	63,9 % (168)	62,9 % (418)	59,4 % (381)
Retenus par un DRE	46,5 % (20)	49 % (129)	45,6 % (303)	41,7 % (267)

Il n'y a pas de différence significative dans l'usage des moyens de retenue par l'enfant en fonction de la gravité des lésions du conducteur pour les quatre catégories de lésions du conducteur déterminées. Il faut cependant remarquer que si l'on regroupe toutes les catégories de blessures des conducteurs, nous observons que quand l'enfant est retenu, 614 conducteurs ont été blessés et 381 sont indemnes (61,7 % de blessés) ; si l'enfant n'est pas retenu les valeurs correspondantes sont de 357 blessés et 260 indemnes (57,9 % de blessés). Les différences sont bien dans le sens d'une plus grande sévérité des lésions du conducteur quand l'enfant est retenu. Cette différence se maintient quand on sépare les accidents suivant leur lieu de survenue. Hors agglomération 62,6 % des conducteurs sont blessés quand l'enfant est retenu et 58,3 % quand il ne l'est pas.

IV.3.3. Les véhicules transportant des enfants retenus ou non retenus sont-ils impliqués dans des accidents identiques?

Il est important de disposer de critères globaux de violence de l'accident dans une telle étude. Le fait que les enfants retenus pourraient être exposés à des accidents d'une violence plus grande ou plus faible que les non-retenus introduirait un biais majeur dans l'évaluation de l'efficacité des DRE. Nous avons comparé dans ce but les lésions subies par le conducteur, nous pouvons également le faire en comparant les modifications des véhicules.

Les méthodes d'évaluation des violences de choc subies par les occupants sont complexes. Elles reposent pour chaque type de choc (frontal, latéral, arrière, retournement) sur une connaissance approfondie des essais expérimentaux et des modalités de leur rapprochement des accidents réels.

Cette approche rigoureuse n'a pu être pratiquée ici. A défaut, on a émis l'hypothèse que le choc était d'autant plus violent que la voiture était déformée. Cette hypothèse est nécessairement grossière puisque l'on ne tient compte ni du véhicule adverse éventuel, ni des cas où la voiture « échappe » de l'obstacle. De plus tous les types de chocs sont traités de façon équivalente.

Enfin rappelons que :

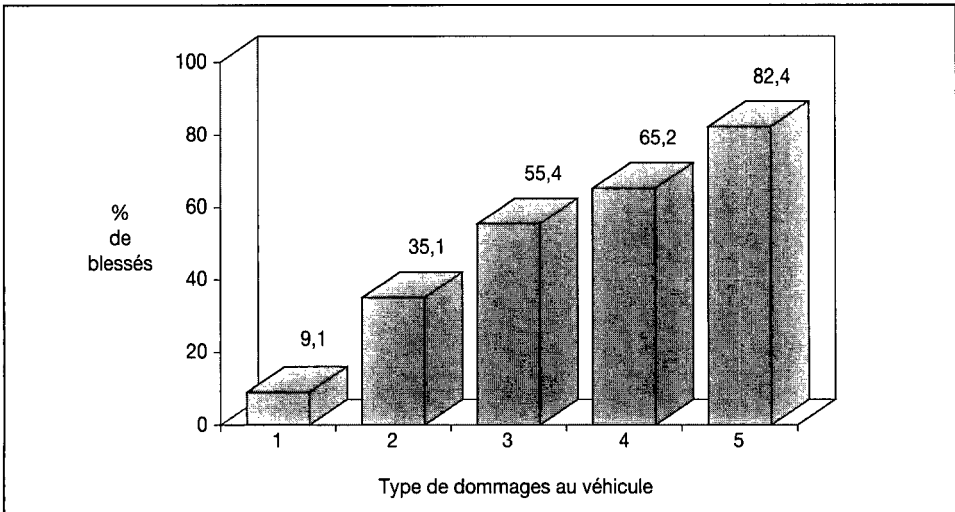
- des chocs frontaux sévères peuvent survenir en l'absence de déformation de l'habitacle, en particulier quand ils sont distribués sur toute la face avant. Les niveaux d'accélération des occupants peuvent alors excéder les limites des tolérances humaines ;
- la présence d'intrusion ne signifie pas obligatoirement que l'on est en présence d'un choc très sévère (choc frontal très décalé, choc latéral sur l'habitacle, retournement).

La classification de la sévérité du choc utilisée ici doit être considérée comme une échelle de violence empirique adaptée à nos sources de renseignement. Elle a été établie en appliquant les critères suivants :

- **type 0** : pas de photo disponible ou reproduction d'une qualité insuffisante pour permettre une évaluation ;
- **type 1** : aucune déformation visible du véhicule ;
- **type 2** : déformation minimale ne portant pas sur l'habitacle ;
- **type 3** : déformation importante du véhicule mais l'habitacle est intact ou très légèrement atteint ;
- **type 4** : très grosse déformation de l'habitacle avec intrusion ;
- **type 5** : voiture complètement détruite.

Figure 8

Relation entre la violence de l'accident évaluée par les déformations des véhicules et le taux de blessés chez les enfants impliqués



Le croisement de l'évaluation de la violence par les types de dommages subis par les véhicules avec la proportion d'enfants blessés est une forme de validation de la procédure utilisée. Elle autorise une analyse de la relation entre les types de déformations des véhicules et l'usage des moyens de retenue.

TABLEAU 30

Types de dommages des véhicules et usage d'un moyen de retenue par les enfants (en excluant les ceintures)

Type de dommage	Non-retenus	Retenus par un DRE	Total
1	4 (0,9 %)	15 (2,6 %)	19
2	187 (41,1 %)	218 (37,4 %)	405
3	187 (41,1 %)	219 (37,6 %)	406
4	52 (11,4 %)	100 (17,1 %)	152
5	25 (5,5 %)	31 (5,3 %)	56
Total	455	583	1 038

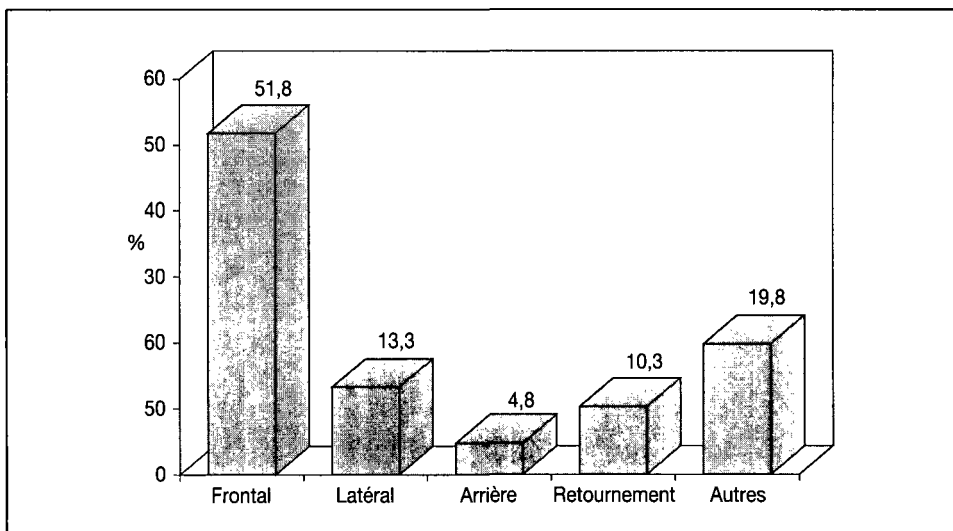
Type de dommage	Non-retenus	Retenus par un DRE	Total	
1 / 2 / 3	378 (83,1 %)	452 (77,6 %)	830	
4 / 5	77 (16,9 %)	131 (22,4 %)	208	
Total	455	583	1 038	$\chi^2 = 4,91$

Il existe une différence significative entre l'usage des moyens de retenue suivant les déformations des véhicules et, confirmant les constatations faites en utilisant les blessures des conducteurs, ce sont les enfants non retenus qui sont dans les véhicules présentant les déformations les moins importantes, sauf pour la catégorie 5 qui concerne les véhicules les plus détruits. Pour éliminer l'influence du lieu de l'accident qui modifie à la fois le taux de port des DRE et la violence des accidents, nous avons distingué les accidents en et hors agglomération. La relation qualitative entre ces variables n'est pas modifiée en utilisant ce critère, les véhicules subissent des dommages plus importants dans les accidents où les enfants transportés sont retenus.

• *Peut-on établir une relation entre la typologie de l'accident, l'usage d'un DRE et la gravité des blessures ?*

Un choc frontal, un accident d'intersection provoquant un impact latéral, un choc arrière, sont des accidents très différents exposant à des risques qui ne sont pas de même nature. Il est important d'apprécier l'efficacité des DRE en éliminant l'intervention de facteurs de confusion liés à la typologie de l'accident. Disposant de plans et de photographies permettant de définir les points d'impact et les trajectoires, nous avons classé les accidents étudiés en cinq groupes.

Figure 9
Typologie des accidents



En cas de choc frontal, nous avons étudié soit l'ensemble des enfants impliqués, soit ceux qui étaient transportés dans des véhicules ayant subi un certain degré de déformation. L'efficacité la plus importante (44,5 % de réduction des AIS 2 ou plus) a été observée pour les chocs frontaux ayant provoqué les déformations les plus importantes des véhicules (type 4 et 5). Cette réduction est significative ($\chi^2 = 5,74$).

En choc latéral nous pouvons prendre en compte deux notions : la localisation du choc sur la voiture par rapport à l'enfant (choc du côté de l'enfant et choc du côté opposé à l'enfant) et la déformation du véhicule. Globalement on note une réduction de 46 % des blessures d'AIS 2 et plus. Cette réduction est significative ($\chi^2 = 4,29$). Si l'on tient compte de la localisation du choc et du degré de déformation des véhicules on ne retrouve plus de réduction de blessure significativement différente chez les enfants retenus par rapport aux enfants non retenus, mais la réduction des effectifs de chaque classe est plus en cause qu'une réduction de l'efficacité calculée.

En choc avec retournement, 140 enfants sont concernés, les systèmes de retenue réduisent de 30,7 % la proportion des enfants subissant une lésion d'AIS 2 ou plus, mais cette différence n'est pas significative au risque de 5 % d'erreurs.

IV.3.4. Peut-on envisager des différences d'efficacité des DRE indépendantes des grandes catégories de retenue (siège à harnais, rehausse, etc.) ?

L'évolution des systèmes de retenue des enfants est beaucoup plus importante que celle des dispositifs destinés aux adultes. La ceinture trois points s'est imposée pour ces derniers au début des années 70 et ce n'est que récemment que le sac gonflable est apparu en complément de ce moyen de retenue universellement adopté. Une évaluation globale de l'efficacité d'un type de DRE peut masquer des différences provoquées par des améliorations de la norme qui lui est applicable. Il existe un second risque d'erreur dans l'évaluation de l'efficacité des DRE qui est lié à un usage inadapté. Placer face à la route un siège qui est conçu pour être utilisé le dos de l'enfant vers l'avant du véhicule peut avoir des conséquences graves. Nous avons tenté d'apprécier l'influence de ces deux facteurs sur l'efficacité des DRE, les limites de cette évaluation étant la difficulté d'obtention du numéro d'homologation (connu dans 489 cas) et de renseignements précis sur les usages défectueux.

- *Quelle est la relation entre l'ancienneté de l'homologation du DRE utilisé et la gravité des blessures ?*

TABLEAU 31
Sièges à harnais homologués avant et après 1985

AIS	Avant 1985	Après 1985	Total	
0/1	86 (87,8 %)	125 (92,6 %)	211	
≥ 2	12 (12,2 %)	10 (7,4 %)	22	
Total	98	135	213	$\chi^2 = 1,55$

La proportion d'AIS 2 ou plus est réduite de 39 % quand le siège à harnais a été homologué après 1985 par rapport au groupe de sièges homologués suivant la norme précédente (qui datait de 1975). Les faibles effectifs rendent le χ^2 non significatif au seuil de 5 % mais il faut cependant avoir à l'esprit que, malgré le caractère limité de cette population, nous n'avons qu'une chance sur 5 de nous tromper en indiquant que les DRE homologués suivant la norme de 1975 sont moins efficaces que ceux homologués depuis 1985.

- *Peut-on évaluer la fréquence des utilisations inappropriées et des dysfonctionnements des DRE ?*

Un système de retenue pour enfant n'a pas la simplicité d'usage d'une ceinture pour adultes. C'est un élément ajouté par l'utilisateur au véhicule et faute de mode d'emploi correctement rédigé ou disponible (l'utilisateur n'est pas toujours l'acheteur), il peut être mal placé ou mal fixé. Des défaillances peuvent être provoquées par la rupture d'un élément. Il est également possible d'observer des dysfonctionnements dont l'interprétation est difficile. Une rehausse qui quitte la banquette du véhicule peut le faire pour des raisons tenant à sa conception ou à sa relation avec le siège sur lequel elle est installée, il est également possible que le déplacement de ce siège au cours de l'accident soit en cause.

Les cas d'utilisations non conformes aux recommandations ont été signalés essentiellement pour les nacelles, les sièges à harnais et les rehausseuses.

Huit cas de nacelles mal utilisées ont été mentionnés (soit 30 % des enfants utilisant un tel système) : cinq n'étaient pas fixées à la banquette du véhicule et le filet de protection n'était pas fermé sur trois nacelles. Dix de ces dispositifs étaient placés longitudinalement et non transversalement.

11 % des sièges à harnais ont été mal utilisés ou ont présenté un dysfonctionnement. L'erreur la plus fréquente concerne la fixation du siège au véhicule (11 cas) : siège non attaché au véhicule ou jeu trop important dans les sangles ou la ceinture qui retiennent le siège. On note six enfants non attachés dans leur siège et trois avec un harnais qui n'était pas ajusté à leur taille. La bascule du dispositif vers l'avant représente huit cas mais le plus souvent nous ne savons pas si ce mouvement est dû à un usage incorrect du dispositif, à une mauvaise conception du siège, ou à un dysfonctionnement. Les autres types de problèmes d'utilisation sont moins fréquents mais peuvent également avoir des conséquences graves : rupture des sangles du harnais (3 cas), rupture des clips de fixation du siège (2 cas), ouverture du harnais ou de la ceinture (4 cas).

Les rehausses ont été utilisées de manière inappropriée par 57 enfants (16,4 %). 19 enfants assis sur une rehausse n'étaient pas attachés par la ceinture. Dans 10 cas la rehausse a quitté le siège et a été retrouvée sur le plancher du véhicule (1 cas associé à une mauvaise utilisation) et on a dénombré 6 rehausses éjectées hors du véhicule. De plus, la seule ceinture ventrale a été utilisée dans 3 cas pour attacher l'enfant. Par ailleurs, il apparaît qu'un nombre non négligeable d'enfants (19) utilisent ce type de dispositif à la place arrière centrale. Ces enfants ne sont donc pas attachés ou bien se servent uniquement de la ceinture ventrale.

IV.3.5. Résumé des liens qui unissent les différents facteurs de risque indépendants de l'efficacité des DRE mais liés à leur usage

Ces facteurs indépendants de l'efficacité réelle des DRE peuvent influencer soit dans des évaluations globales de leur efficacité (relation entre l'intensité des contraintes physiques subies par les enfants lors de l'accident et l'usage d'un DRE), soit dans des évaluations partielles (existence de sous-groupes non représentatifs de l'ensemble des usagers). Les principaux liens peuvent être résumés par les propositions suivantes :

- les conducteurs responsables de l'accident sont impliqués dans des collisions provoquant plus fréquemment des blessures chez l'enfant que les conducteurs non responsables. Cette différence est observée aussi bien dans les accidents à un seul impliqué que dans les accidents à plusieurs impliqués ;
- les conducteurs responsables ont des accidents provoquant des déformations des véhicules plus importantes que celles subies par les véhicules des usagers non responsables ;
- l'échelle de sévérité des accidents utilisée permet d'observer une plus grande sévérité des accidents sur les voies départementales et nationales ;
- si le conducteur est masculin, la sévérité des collisions est identique dans le groupe des enfants retenus et des enfants non retenus ;

- si le conducteur est féminin, les enfants retenus sont impliqués dans des collisions plus sévères que les enfants non retenus ;
- les femmes transportant des enfants sont plus souvent responsables de l'accident que les hommes. Elles sont également plus jeunes ce qui peut expliquer cette différence ;
- il existe des liens entre le sexe du conducteur, son âge et l'usage d'un DRE. Quand une femme de 18/24 ans conduit, l'enfant est plus souvent retenu que s'il s'agit d'un homme de 18/24 ans ;
- l'usage d'un DRE est plus fréquent sur les routes nationales et les autoroutes si le conducteur est une femme.

V. DISCUSSION

L'usage des DRE s'étant répandu dans l'ensemble des pays industrialisés et la production de l'automobile et de ses accessoires s'étant mondialisée avec des normes, on pourrait croire qu'un ensemble cohérent de connaissances est à notre disposition, précisant l'efficacité des systèmes de retenue des enfants. Il n'en est rien. L'état de nos connaissances est caractérisé par la rareté des études exhaustives réunissant tous les renseignements nécessaires au calcul de risques relatifs ou d'une protection attribuable à un type de DRE particulier. Les études hors-accidents de la population exposée au risque sont limitées. L'évolution permanente de l'équipement en DRE et de leur usage, les variations d'un usage inadapté avec le type d'équipement utilisé, les incertitudes qui peuvent exister sur la réalité du port (en particulier quand un usage des ceintures d'adulte est indiqué par les parents sans avoir été constaté par des enquêteurs expérimentés), introduisent des difficultés parfois insurmontables dans l'évaluation de l'efficacité des systèmes.

Parmi les publications consacrées aux systèmes de protection des enfants, nous retenons trois comptes rendus de conférences internationales ou d'études particulières à un pays qui ont fait le point de nos connaissances accidentologiques à des périodes clés de leur évolution :

- le compte rendu de la conférence de la SAE : Child injury and restraint conference proceedings. 1 vol, 242 pages, San Diego 1983 (SAE).
- le supplément n° 339-1987 des « Acta Paediatrica Scandinavica » : Children in cars. 1 vol, 122 pages, Stockholm 1987 (Almqvist et Wiksell).
- le compte rendu du symposium de San Antonio : Child occupant protection. 1 vol. 309 pages, 1993 (SAE).

L'analyse des études présentées dans ces conférences fait apparaître des contradictions entre les résultats. Nous résumons ces études en précisant leurs apports et leurs points faibles avant de synthétiser les incertitudes persistantes provenant de l'analyse des données accidentologiques.

V.1. Les principales expériences étrangères

V.1.1. Les Etats-Unis

Alors que les Etats-Unis ont introduit tardivement le port obligatoire de la ceinture de sécurité pour les adultes dans leurs législations, ils ont eu un activisme beaucoup plus important pour instituer l'usage obligatoire des systèmes de retenue des enfants. Le Tennessee a été le premier état à prendre cette décision

en janvier 1978, quatre autres états l'ont imité en 1980 et 1981, puis 14 en 1982, 13 en 1983 et 9 en 1984, tous les états avaient cette obligation en 1985.

Depuis cette date, de très nombreuses études ont tenté de préciser les gains en vies et en blessures produits par les systèmes de retenue. Les divergences entre les résultats sont impressionnantes.

• ***Evaluation de l'efficacité des sièges spéciaux pour les enfants de 0 à 4 ans (bilan présenté à la réunion de San Diego de 1983) (2)***

Ce travail est particulièrement important parce qu'il s'agit d'une métaanalyse reprenant plusieurs études publiées à une période charnière de l'évolution de la conviction des accidentologues, après plusieurs années de développement de lois imposant l'usage des DRE dans certains états. Pour évaluer l'efficacité des systèmes de retenue, les auteurs examinent huit fichiers : deux nationaux, le fichier de la NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) et le fichier FARS (Fatal Accident Reporting System) et six fichiers constitués au niveau d'un état, Washington, Tennessee, New Jersey, Idaho, New York et Maryland. Les résultats obtenus confirment l'efficacité des systèmes de retenue, mais ne permettent pas de la quantifier avec précision, les auteurs admettant la possibilité de biais dans les différentes études analysées. Entre 1975 et 1981 le nombre d'enfants de moins de 4 ans tués dans des accidents de la circulation aux Etats-Unis diminue de 20 % (920 à 720) bien que l'obligation d'utiliser des systèmes de retenue soit peu répandue (5 états seulement en 1981). L'augmentation de l'usage de DRE constatée durant cette période (de 5 à 18 %) expliquerait une part non négligeable de cette réduction du nombre de victimes.

• ***Evaluation de l'efficacité des systèmes de retenue pour les enfants de 5 à 12 ans (bilan présenté à la réunion de San Diego de 1983) (3)***

Comme la précédente étude, cette évaluation se fonde sur les grands fichiers accidentologiques américains disponibles au début des années 1980. Elle a été réalisée par John Morris de la NHTSA. Les données proviennent du fichier des accidents mortels FARS (1975-1981) et des fichiers d'accidents mortels ou produisant une blessure invalidante des états de Washington (1977-1981), North Carolina (1979-1982), Maryland (1979-1980) et Michigan (1980-1982). La tranche d'âge envisagée est celle qui était la moins bien traitée à l'époque : les rehausses étaient encore peu diffusées, la taille des enfants ne leur permettait pas d'utiliser les sièges conçus spécifiquement pour les enfants de moins de 20 kg et les ceintures pour adulte étaient mal adaptées à leur taille, en particulier du fait de la position de la sangle diagonale qui passe fréquemment au niveau du cou d'enfants mesurant moins de 150 cm.

En dehors de toute protection, ces fichiers permettent de constater que les taux de blessures subies par les enfants de cette tranche d'âge sont toujours inférieurs à ceux observés chez des occupants plus âgés. Pour les occupants des places arrière, l'efficacité observée des systèmes de retenue utilisés (exprimée en % de réduction du taux de blessures ou de décès observé) est de :

- 43 % dans le fichier FARS (accidents mortels),
- 89 % dans celui de Washington,
- 47 % dans celui de North Carolina,
- 44 % dans celui du Maryland,
- 58 % dans celui du Michigan.

• *Le bilan de la NHTSA en 1990 (4)*

Ce rapport (DOT HS 807-701) analyse l'évolution inquiétante du nombre d'enfants de moins de cinq ans tués dans des véhicules automobiles pendant la période qui a suivi la généralisation de l'usage obligatoire des systèmes de retenue, alors que ce nombre se réduisait (633 tués en 1982, 554 en 1984) lors de la période initiale de modification de la législation (qui s'est faite état par état dans le système fédéral américain). Le rapport tente d'expliquer le paradoxe d'une diffusion de l'obligation d'usage d'un système de protection dont l'efficacité est admise par la communauté scientifique s'associant à un accroissement de 25 % du nombre d'enfants de moins de cinq ans tués dans des accidents de la route, qui culminera à 721 en 1989. Il faut remarquer que, pendant la même période 1984-1989, le nombre de victimes de 5 à 9 ans s'est accru de 40,5 % (de 365 à 513) alors que celui des passagers de 10 ans et plus tués dans un accident ne s'est accru que de 11 % (de 9 595 à 10 335).

La première explication fournie est celle d'une augmentation de l'exposition au risque. Cette hypothèse est soutenue par le constat d'une augmentation très proche (28 %) de la proportion d'enfants présents dans des véhicules dont un occupant a été tué (enfant ou adulte) et de l'augmentation du nombre d'enfants tués (25 %). Cet accroissement du taux d'implication dans des accidents mortels n'est pas lié à une évolution de même amplitude de la classe d'âge correspondante dans la population américaine qui ne s'est accrue que de 4 %.

Bien que tous les éléments nécessaires pour conduire une démarche explicative ne soient pas disponibles, plusieurs indicateurs sont utilisables et les auteurs de l'étude tentent d'analyser leur rôle respectif dans l'évolution de trois variables.

1) Le risque d'être tué pour les occupants impliqués

Il peut être accru si les enfants utilisent moins les systèmes de retenue, s'ils les utilisent mal ou s'ils sont plus fréquemment placés sur les sièges avant. Ces

hypothèses sont contredites par le fait que le risque d'être tué pour un passager impliqué dans un accident mortel ne s'est pas modifié significativement entre 1984 et 1988, que ce soit pour les enfants de moins de 5 ans, de 5 à 9 ans ou pour les passagers de 10 ans et plus. Pour les enfants de moins de 5 ans, ce risque était de 24,1 % en 1984 et 23,5 % en 1988 (23,9 % en 1989). Cette stabilité est également observée pour les enfants de 5 à 9 ans (18,1 % en 1984, 17,3 % en 1988 et 18,9 % en 1989).

L'étude américaine tente d'analyser le taux de mortalité par année en fonction de l'usage d'un système de retenue. Elle observe une proportion plus faible d'enfants tués quand un système de retenue était utilisé par rapport à ceux qui ne bénéficiaient pas de ces systèmes. Par exemple, en 1988, 51 % des enfants de moins de 5 ans qui avaient survécu étaient retenus alors que seulement 30 % des tués l'étaient. Cette constatation a incité les auteurs à rechercher d'autres facteurs d'augmentation du risque susceptibles de compenser le gain conféré par le système de retenue. Un usage plus fréquent des places avant peut être écarté, au contraire il s'est réduit pendant la période de l'étude. La constatation du développement de la proportion de véhicules légers pendant cette période pouvait être un autre facteur explicatif, mais le système de retenue a été plus utilisé dans ces véhicules que dans ceux de masse plus élevée et l'analyse du risque en fonction du type de véhicule n'apparaît pas comme une explication suffisante. Les auteurs écartent l'hypothèse d'un mauvais usage des dispositifs de retenue, une étude dans dix-neuf villes a révélé au contraire un accroissement de la proportion d'enfants correctement retenus.

Il faut remarquer que la possibilité d'intervention de facteurs n'appartenant pas à la sécurité secondaire dans la différenciation des deux groupes d'enfants, retenus et non-retenus, n'est pas envisagée. Les études d'accidents mortels d'adultes prouvent que les infractions multiples sont fréquentes, par exemple les sujets sous l'influence de l'alcool portent moins leur ceinture et s'exposent à des accidents plus graves que les non-alcoolisés. Il est possible d'envisager que les enfants non retenus dans un pays où cette pratique est obligatoire sont exposés à des chocs plus violents que ceux dont les parents respectent la loi. Il faudrait une étude des véhicules accidentés ou au moins des taux de mortalité des impliqués adultes dans ces accidents pour tenter d'évaluer l'influence possible d'un tel biais.

Il est également surprenant de constater que les auteurs expliquent la différence entre le taux de port des systèmes de retenue par les enfants dans le groupe des accidentés (30 % en 1984 et 46 % en 1988) et dans une étude hors accident faite dans dix-neuf villes réparties dans l'ensemble des Etats-Unis (47,7 % en 1984 et 83,5 % en 1988) par l'efficacité des systèmes de retenue alors que cette dernière n'est pas prouvée par l'étude.

2) La modification du risque d'être tué pour un kilométrage identique

Après avoir étudié l'hypothèse d'une augmentation du risque d'être tué quand on est impliqué dans un accident, les auteurs analysent la possibilité d'un accroissement du risque au kilométrage parcouru, qui pourrait expliquer l'augmentation du nombre des victimes. Les auteurs ne disposaient pas de données capables de conforter cette hypothèse. Ils n'ont pas observé de différences en fonction du type de voie où l'accident s'est produit (réseau secondaire, réseau permettant une vitesse d'au moins 55 mph). Les deux groupes d'âges (moins de 5 ans et 5-9 ans) ont subi un accroissement de 10 % des décès survenant pendant la période des transports quotidiens (6h/9h et 15h/18h). Aucune variation significative de l'âge des conducteurs n'a été observée pendant la période étudiée.

3) La modification par accroissement de l'exposition au risque

Les auteurs étudient également le risque lié à une augmentation du kilométrage parcouru, mais ils ne disposent pas d'un indicateur précisant le kilométrage parcouru par chaque type d'utilisateur en fonction de son âge. Le nombre total de miles parcourus a augmenté de 18 % entre 1984 et 1988 aux Etats-Unis. L'analyse par régions indique de grandes différences dans l'accroissement de la mortalité des enfants dans les véhicules, le sud-ouest du pays étant le plus atteint. L'absence d'indicateurs associés à cette variation du risque ne permet pas de l'attribuer à des facteurs particuliers.

Il faut finalement remarquer que le risque d'être impliqué dans un accident mortel s'est accru de 24 % pour les moins de 5 ans pendant la période 1984-1988 (de 0,128 ‰ à 0,159 ‰) et que la meilleure explication de cette évolution est une augmentation de l'exposition au risque, les enfants ont probablement parcouru plus de miles en 1988 qu'en 1984 et cela se traduit par une plus grande proportion d'enfants parmi les victimes alors que la mortalité des adultes s'est peu modifiée. Il faut ajouter que cette augmentation du nombre d'enfants tués dans des accidents de la route s'est faite malgré la diffusion des systèmes de retenue. Cette explication n'autorise guère les propos optimistes des auteurs à la fin de l'étude, indiquant qu'il y a encore un bénéfice important à espérer du passage de 46 % à 100 % du taux de retenue des enfants accidentés de moins de 5 ans.

Ajoutons que certains éléments de cette étude apparaissent en contradiction avec les résultats des dénombrements hors accidents de l'usage des DRE. Parmi les 2 940 enfants impliqués dans des accidents mortels en 1988, le port ou l'absence de port d'un dispositif de retenue est connu dans 2 229 cas représentant 519 tués. Les tableaux publiés dans le rapport permettent de calculer que 1 028 enfants étaient retenus dont 156 ont été tués et 1 201 non retenus dont 363 ont été tués. Si cette proportion permet d'évaluer un risque relatif entre les

enfants bénéficiant d'un système de retenue et les non-retenus, elle permet également de se poser des questions sur la validité des études hors accidents indiquant un taux d'usage de 83,5 % de systèmes de retenue. Si 16,5 % des occupants non retenus interviennent pour 70 % dans la proportion des tués, le risque relatif lié au non usage d'un système de retenue est très différent de celui que l'on peut calculer à partir des enfants présents dans des véhicules impliqués dans un accident mortel. Cette différence pose le problème de l'intervention de facteurs méconnus dans le déterminisme du risque ou de son évaluation.

• ***L'étude des lésions observées dans le fichier NASS (National Accident Sampling System) chez les enfants de 6 à 12 ans de 1988 à 1991 (5)***

Le fichier NASS est conçu pour être représentatif des accidents observés aux Etats-Unis. Son avantage par rapport aux dénombrements effectués dans les fichiers exhaustifs développés par les différents états ou par la NHTSA est de fixer des critères d'inclusions dans le fichier et de comporter des renseignements sur les lésions et les segments corporels atteints suivant le code AIS de 1990 (les données de 1988 et 1989 ont été actualisées suivant le code de 1990). Des fichiers dérivés permettent de classer ces enfants soit comme occupants soit comme blessés et d'analyser les liens entre les places occupées, les tranches d'âge, les systèmes de retenue et les blessures.

Malgré la taille de ce fichier (3 791 enfants), la fragmentation en nombreux sous-groupes introduit rapidement des limites dans l'interprétation des différences entre les variables. Par exemple, les lésions mortelles (AIS = 6) sont rares dans un tel fichier : 0,1 à 0,2 %. Les résultats les plus intéressants concernent les occupants indemnes ou subissant une lésion de faible niveau d'AIS. Les enfants de 6 à 12 ans bénéficiant d'un système de retenue sont indemnes dans 62,4 % des cas, seulement 36,4 % des non-retenus. La proportion d'enfants non-retenus subissant au moins quatre blessures est de 12,6 %, soit le double de la proportion observée chez les enfants retenus (6,1 %). Il n'y a pas de différence significative entre les deux groupes pour l'ensemble des AIS de 3 à 6 (2,1 % avec une retenue, 2,3 % sans retenue).

L'étude du siège des lésions fait apparaître une différence importante concernant la fréquence des lésions abdomino-pelviennes : 10,8 % chez les enfants de 6 à 12 ans retenus, 2,6 % chez les non-retenus.

• ***Evaluation des bénéfices apportés par les DRE aux Etats-Unis présentée en 1993 au symposium de San Antonio (6)***

Cette étude est orientée vers les coûts financiers des accidents et les économies induites par l'usage des DRE mais elle utilise dans ce but plusieurs

évaluations de l'efficacité de ces dispositifs qui résument bien le point de vue américain sur la question.

En 1991, 593 enfants de 0 à 4 ans, passagers de véhicules automobiles, ont été tués aux Etats-Unis et 133 000 blessés. La proportion d'enfants retenus d'après la dernière étude disponible portant sur dix-neuf villes est de 84 % (1990). Le mauvais usage des DRE demeure important, d'après une étude de Margolis faite dans le Michigan, il y aurait 37 % de bon usage, 29 % d'erreurs « partielles » et 34 % d'erreurs grossières.

Utilisant les données des études de Partyka, les auteurs évaluent les risques relatifs par rapport au DRE. Pour le risque de décès 1 avec un DRE, le risque est de 1,53 avec une ceinture et de 2,17 en l'absence de toute retenue. Il est de 1,42 sans ceinture par rapport à un enfant ceinturé. Les risques de blessures sont évalués à des niveaux légèrement plus faibles : 1,38 avec une ceinture par rapport au risque 1 du DRE et 2,10 en l'absence de retenue (1,53 pour l'absence de retenue par rapport à la ceinture).

En appliquant ces risques relatifs à la situation américaine, les 593 enfants tués en 1991 auraient été 809 en l'absence de tout moyen de retenue et 372 si tous les enfants passagers de véhicules avaient été correctement retenus dans des DRE.

V.1.2. Le Canada

Une étude récente de la situation canadienne a été présentée par W. Gardner et F. Legault de « Transport Canada » et par J. Pedder de « RONA Kinetics and Associates Ltd » lors du symposium de San Antonio de novembre 1993 (7) ; elle donne des indications sur l'efficacité des systèmes de retenue et sur l'importance du mauvais usage de ces systèmes.

Le Canada a une réglementation des systèmes de retenue pour les enfants qui est proche de celle des Etats-Unis. Les premières spécifications ont été développées à partir de 1970 et les règles actuellement en vigueur ont été définies au cours de la décennie 1980. Elles distinguent les enfants de moins de 9 kg qui sont placés le dos vers l'avant du véhicule de ceux de 9 à 22 kg qui peuvent être placés la face vers l'avant du véhicule ou le dos vers l'avant. Une rehausse peut être utilisée quand la taille de l'enfant ne lui permet plus d'utiliser un siège pour les 9/22 kg et que sa taille est encore petite pour une ceinture d'adulte. Il faut remarquer que les dispositifs plaçant l'enfant la face vers l'avant du véhicule exigent une sangle d'entrejambe, cette dernière n'est pas obligatoire si l'enfant est placé le dos vers l'avant. Les tests dynamiques prévoient pour les systèmes « dos

vers l'avant » une limite à la rotation du siège pour éviter une surcharge importante au niveau des épaules par les sangles (angle inférieur à 70° avec la verticale). Dans les systèmes où l'enfant est face à l'avant du véhicule, une sangle retient le haut du siège pour limiter sa bascule vers l'avant. Le maximum de déplacement de la tête de l'enfant dans ces sièges est de 720 mm lors du choc à 48 km/h et l'accélération au niveau du thorax ne doit pas dépasser 60 g.

Il faut enfin noter le développement récent d'une norme pour les sièges intégrés aux véhicules par le constructeur. Il est possible dans ce cas d'utiliser une obligation de résultats en termes d'accélération maximale au niveau de la tête pour l'essai dynamique, à la place d'une simple limitation du déplacement. L'accélération maximale retenue est de 80 g.

• *Les résultats*

Les auteurs évaluent l'efficacité des systèmes de retenue en utilisant les données accidentologiques provenant de quatre états canadiens représentant 43 % de la population. Ils indiquent les proportions de cas où des enfants ont subi des lésions mortelles ou justifiant une hospitalisation sans préciser de niveau d'AIS ni de durée d'hospitalisation. L'utilisation du groupe des blessés hospitalisés comme élément de référence pour calculer un coefficient de protection est discutable, il serait préférable d'avoir au dénominateur l'ensemble des enfants présents dans les véhicules. En effet la proportion d'enfants indemnes n'était probablement pas la même dans le groupe des enfants retenus et dans celui des enfants non retenus. Ce biais joue habituellement dans un sens défavorable aux systèmes de protection puisqu'il réduit le dénominateur dans le groupe protégé. Il faut également noter que les auteurs ne donnent pas d'indications sur les violences des chocs. Il est possible d'envisager que les enfants non attachés soient impliqués dans des accidents dont la violence est plus grande (parents « multiinfracionnistes » ne respectant pas la législation sur la retenue des enfants et ayant des comportements aggravant le risque dans le domaine de la sécurité primaire), nous verrons que certains résultats de cette étude plaident en faveur d'une telle hypothèse.

La conclusion des auteurs est que « l'analyse des données pour cette étude montre une efficacité globale s'accroissant de 76,1 % à 87,3 % ». Si la proportion d'enfants tués est très nettement plus faible dans le groupe des retenus, il est abusif de faire état d'une croissance de l'efficacité en calculant le rapport des risques relatifs d'être tué dans les deux groupes. Le calcul de la proportion d'enfants tués effectué à partir des tableaux présentés démontre que c'est l'accroissement de la proportion de victimes dans le groupe des non retenus qui est responsable de cette amélioration apparente de l'efficacité des systèmes de retenue. Par exemple au début et à la fin de l'étude (1984 et 1990) les valeurs observées ont été :

- **1984** : 24 décès pour 2 108 blessés, soit 1,13 % des enfants retenus ;
- **1990** : 32 décès pour 2 715 blessés, soit 1,16 % des enfants retenus ;
la différence est minime, et elle est dans le sens d'une réduction de « l'efficacité ».
- **1984** : 54 décès pour 1 134 blessés, soit 4,54 % des enfants non-retenus ;
- **1990** : 49 décès pour 528 blessés, soit 9,49 % des enfants non-retenus.

L'aggravation du risque d'être tués pour les non-retenus est significative, des investigations complémentaires sont nécessaires pour interpréter une variation qui ne permet pas à elle seule de conclure à une amélioration de l'efficacité des systèmes de retenue.

Ces remarques ne modifient pas le sens des constatations générales de cette étude : la proportion d'enfants tués a été de 2,68 (en 1985) à 7,31 fois (en 1990) plus faible dans le groupe des enfants retenus. L'amplitude de la variation et ses irrégularités laissent toutefois un doute sur la signification de ces résultats.

• *L'analyse du mauvais usage des systèmes de retenue*

L'étude fait état de cinq campagnes annuelles d'évaluation du taux de port à partir de 1984. En 1989, 51 % des enfants observés étaient retenus dont seulement 41 % disposaient d'un système adapté à leur âge et correctement utilisé. Cette constatation a provoqué une étude plus approfondie du mauvais usage des DRE par des observateurs formés à cette tâche. Les enfants ont été observés sur des parkings de supermarché et à des carrefours. Ces deux échantillons se sont révélés différents et complémentaires, le premier permettant une étude plus approfondie du mauvais usage et le second du taux de port dans les conditions usuelles du trafic.

Le taux de port décroissait avec l'âge, il était de 92,5 % au-dessous d'un an, de 85,8 % de 1 à 4 ans, de 76,9 % de 5 à 9 et de 76,3 % au delà de 9 ans pour les observations faites sur les parkings de centres commerciaux. Les valeurs étaient faibles dans l'échantillon observé à des intersections (88,1 %, 67,9 %, 55,8 % et 69,6 % pour les mêmes tranches d'âge).

Les erreurs les plus fréquentes étaient l'absence de fixation de l'enfant sur le DRE ou du DRE au véhicule, l'absence de fixation de la sangle qui retient la partie haute des DRE disposés face à l'avant du véhicule, l'absence de bouclage de la ceinture par les enfants sur des rehausses, l'usage d'un DRE non adapté à la taille de l'enfant. L'usage de ceintures d'adultes est également un facteur de risque, faible du fait d'une position trop haute de la partie thoracique oblique, important par la position anormalement haute du brin abdominal transversal qui retient mal le bassin d'un enfant. Il est fréquent que le brin thoracique soit placé sous le bras ou derrière le dos.

Les recommandations faites par les auteurs sont orientées vers une meilleure formation des parents au bon usage des DRE en améliorant la qualité des documentations accompagnant les dispositifs, en faisant des tests pratiques pour vérifier que le dispositif est facile à installer sans erreurs. Les ancrages dans les véhicules doivent permettre une fixation aisée de la sangle qui maintient au véhicule la partie haute des DRE disposés face à la route (l'obligation de ce dispositif qui peut réduire dans des proportions importantes le déplacement de la tête de l'enfant est une des particularités de la réglementation canadienne).

• *Les questions qui demeurent sans réponse*

Si l'on compare les résultats de la partie de cette étude concernant les blessés à ceux portant sur l'usage des DRE, une interrogation naît de la discordance entre ces deux groupes de résultats. Si l'étude accidentologique a concerné 43 % de la population du Canada, sans biais de sélection des enfants retenus ou non retenus, pourquoi le nombre de blessés est-il si faible en valeur absolue chez les non-retenus ? Les valeurs pour 1990 font état de 2 747 victimes chez les enfants retenus (2 715 hospitalisés et 32 tués) alors que les valeurs correspondantes pour les non-retenus sont de 577 victimes (528 hospitalisés et 49 tués). Si l'on utilise la proportion de 50 % d'enfants retenus citée dans ce texte, il faudrait admettre que si les enfants non-retenus ont un risque d'être tués supérieur à celui des retenus (49 tués au lieu de 32 pour un total de 577 contre 2 747), ils semblent avoir à l'opposé un risque beaucoup plus faible d'être blessés.

V.1.3. La Grande-Bretagne

L'analyse des accidents mortels de la circulation survenus entre 1979 et 1991 et impliquant des enfants âgés de moins de 14 ans passagers de véhicules légers a été réalisée par S. Rattenbury et P. Gloyns (8). Elle utilise le fichier national des accidents, les procédures de la police, en particulier les photos prises au moment de l'accident et éventuellement les rapports d'autopsies médico-légales. Un des intérêts de cette étude est sa durée qui englobe toute la phase de développement de l'usage des DRE en Grande-Bretagne. C'est au milieu des années 1980 que les DRE plaçant l'enfant face à l'arrière du véhicule ont été autorisés et ont été appréciés pour les jeunes enfants. Cependant si l'étude considère que ce type de DRE est la « méthode préférée », elle n'indique pas la répartition de l'usage des différents types de dispositifs de retenue pendant les années étudiées. Il est donc impossible de calculer des variations de risque relatif d'être tué en fonction des modalités de la retenue.

Sept enfants ont été tués dans des dispositifs placés face à l'arrière (57 dans des sièges face à l'avant du véhicule, 66 utilisaient les ceintures du véhicule, 6 des rehausses et 5 des harnais). Six de ces sept victimes ont été impliquées dans des collisions frontales sévères et la septième dans une collision avec un impact latéral et une intrusion importante dans l'habitacle. Dans trois cas les sangles de la ceinture assurant le maintien du dispositif étaient mal placées et permettaient une bascule du DRE. Une surcharge sur le système de retenue était présente quatre fois, dont trois par des passagers non attachés aux places arrière. Finalement aucun accident mortel avec un DRE face à l'arrière correctement monté et sans surcharge anormale n'a été observé dans cette série.

Les accidents mortels d'enfants de plus grande taille retenus dans des sièges à harnais disposés face à la route avaient des particularités qui les distinguaient des accidents mortels d'adultes. Les impacts frontaux étaient plus rares, n'intervenant que pour un quart des décès alors qu'ils représentent 48,8 % de l'ensemble des accidents mortels. Les impacts latéraux formaient le groupe le plus important avec 35 % des décès, 44 % si l'on inclut les impacts situés latéralement sur les deux véhicules (sideswipe). Les auteurs insistent sur la difficulté de maintenir dans une position correcte un siège fixé avec les seules ceintures du véhicule. Les anciens sièges disposant de leur propre système d'attache avec quatre points de fixation, l'enfant étant lui-même attaché sur le siège avec un harnais à cinq sangles dont une passant par l'entrejambe, exposaient moins au risque de glissement ou de rotation du siège que les systèmes actuels fixés avec les ceintures d'adultes.

L'efficacité des harnais utilisés pour des enfants de 4 à 8 ans ne peut être évaluée faute d'une connaissance de la proportion d'enfants retenus par ce type de DRE. Ils ne sont représentés que par 5 décès dans cette étude. La même remarque peut être faite à propos des rehausses (6 décès).

Soixante-six décès ont concerné des enfants retenus par des ceintures d'adultes. Les auteurs se sont particulièrement intéressés aux lésions graves du cou. Quatre ont été observées dans des chocs frontaux avec dans un des cas la sangle thoracique passant sous le bras. Cinq lésions cervicales graves sont survenues dans des chocs latéraux, trois fois avec des atteintes sévères associées de la tête et de l'abdomen, dans un autre cas une défaillance de la boucle avait rendu la retenue inefficace. Les auteurs concluent à un très faible risque de lésion cervicale en cas de retenue par une ceinture d'adulte.

Les auteurs achèvent leur étude par un ensemble de quatorze propositions susceptibles d'améliorer l'efficacité des DRE. Ils insistent sur le risque introduit par des fixations trop lâches ou d'une géométrie inadaptée, qui peut être inapparent dans la procédure d'homologation. Ils sont favorables à la sangle d'entrejambe pour prévenir le sous-marriage.

V.1.4. La Suède

La Suède a un rôle important dans la communauté internationale par sa préoccupation constante de développer des systèmes de protection des enfants dans toutes les conditions de la vie (prévention des accidents domestiques, de loisirs, de la route...). Les premiers sièges dans lesquels l'enfant est placé le dos face à l'avant du véhicule ont été présentés par B. Aldman à une conférence STAPP en 1964. Elle a, en outre, une tradition d'études épidémiologiques de terrain qui incitent à porter une attention particulière à ses résultats.

• L'étude de Volvo de 1987 sur l'efficacité des systèmes de retenue (9)

Cette étude porte sur environ 1 000 accidents graves dans lesquels il y avait au moins un enfant. Les accidents considérés impliquent au moins une voiture de marque Volvo. Les données ont été recueillies sur une période de 10 ans, de 1976 à 1986, et permettent de disposer d'un fichier de 1 463 enfants âgés de 0 à 14 ans.

En 1976, 22 % seulement des enfants bénéficiaient d'un système de retenue ; à partir de 1981, en raison de nombreuses campagnes d'informations, le taux de port s'est accru et a atteint 72 % en 1986. Parmi les 1 463 enfants étudiés 38,4 % (562) étaient attachés et 61,6 % (901) ne l'étaient pas. Les enfants attachés utilisaient comme système de retenue la ceinture (22 %), une rehausse (7,5 %), un siège à harnais ou un siège dos vers l'avant du véhicule (6,6 %), une nacelle (2,3 %). La hausse du taux de port constatée entre 1976 et 1986, principalement due au développement de l'utilisation des rehausses et des ceintures, a donc concerné en premier lieu les enfants de 4 à 10 ans. Pourtant les enfants de cette tranche d'âge ont le plus faible taux d'utilisation d'un système de retenue sur la période étudiée : 31 %. Les enfants de 0 à 11 mois sont retenus à 80 %. Les enfants de 1 à 3 ans utilisent majoritairement des sièges à harnais et ils sont retenus à 46 %. La ceinture est l'unique moyen de retenue des enfants de 11 à 14 ans qui l'utilisent à 40 %.

Les données concernant la retenue et la gravité des blessures (suivant le code AIS) permettent l'évaluation de l'efficacité des différents dispositifs. Globalement l'efficacité des systèmes de retenue (ceinture, rehausse, siège à harnais) utilisés par les enfants de 0 à 14 ans est de 16 % pour les AIS 1, 47 % pour les AIS 2-3 et 60 % pour les AIS 4-5-6. L'utilisation d'un moyen de protection permet de réduire de 50 % les blessures graves (AIS 2 à 6). L'étude séparée de chaque type de dispositif permet d'observer d'importantes variations de l'efficacité. L'utilisation d'un DRE par les enfants de 1 à 4 ans réduit de 90 % les blessures d'AIS supérieur ou égal à 2 (73 % pour les AIS 1). L'efficacité des rehausses et des ceintures a été calculée pour les enfants de 3 à 10 ans. Il

apparaît que ces dispositifs réduisent de manière importante le taux de blessures d'AIS 2 à 6 (58 % pour les ceintures et 63 % pour les rehausses), mais ils n'ont aucune efficacité pour prévenir les lésions d'AIS 1 : on observe 31,3 % et 31,1 % de blessures d'AIS 1 chez les utilisateurs de ceintures et de rehausses et seulement 30 % pour les enfants non attachés.

Les auteurs examinent ensuite l'influence que pourrait avoir un mauvais usage des dispositifs de retenue sur leur efficacité. Les erreurs dans le montage des sièges d'enfants sont très faibles dans les accidents étudiés (2 cas recensés), ce fort taux d'utilisation conforme aux recommandations est confirmé par les très bons résultats de ces dispositifs. Il est plus difficile de déterminer si une rehausse était utilisée correctement et les auteurs ne disposent pas de ces données. Une autre étude suédoise faite en inspectant sur les voitures en circulation le montage des rehausses montre que 40 % d'entre elles ne sont pas utilisées conformément aux règles. Les erreurs concernent principalement le passage de la ceinture au niveau de ses points de guidage sur la rehausse.

Etant donné que ce fichier ne comprend que des accidents où les véhicules sont réparables (les déformations n'atteignant vraisemblablement pas l'habitacle), il faut remarquer le faible taux de blessés graves (qu'ils soient retenus ou non-retenus) rencontrés dans cette étude : 1 seul cas d'AIS 2 (1 %) parmi les utilisateurs de sièges à harnais, 7 AIS supérieurs ou égaux à 2 (6,4 %) pour les enfants utilisant une rehausse dont 1 AIS 3. Ce très faible taux de gravité est à prendre en compte pour l'interprétation des efficacités calculées, les intervalles de confiance des valeurs étant très grands.

• *L'étude de Volvo de 1977 sur la protection apportée par les ceintures pour adultes utilisées par des enfants (10)*

Elle a concerné 683 accidents impliquant des véhicules Volvo réparables. L'enquête a permis d'obtenir des données concernant 822 enfants de moins de 15 ans accidentés entre 1974 et 1976.

La première comparaison porte sur la fréquence des blessures chez les enfants et les adultes ceinturés. 15 % des enfants de moins de 10 ans ceinturés sont blessés alors qu'on observe des lésions chez 35 % des adultes dans la même situation. Les auteurs concluent que les enfants ceinturés ne sont pas blessés plus souvent ou plus gravement que les adultes ceinturés. On peut noter dans cette étude la faible gravité globale des accidents : sur les 27 enfants de moins de 10 ans ceinturés tous les blessés avaient une blessure d'AIS égal à 1.

L'étude envisage ensuite le cas des enfants de 6 à 14 ans assis à l'avant. La ceinture a une efficacité de 17 % pour réduire les blessures (19 % de blessés chez les ceinturés, 23 % chez les non-ceinturés).

Les auteurs concluent que l'utilisation de la ceinture permet de diminuer les blessures des enfants et qu'elle ne provoque aucune lésion supplémentaire, en particulier au niveau du cou, par rapport aux adultes.

Les limites d'une telle étude sont liées aux types d'accidents retenus, compatibles avec la réparation du véhicule. Il y a là un biais de sélection évident, les lésions de la colonne cervicale rapportées chez des enfants ceinturés dans la littérature accidentologique surviennent pour des accidents d'une grande violence, les équivalents de choc contre un mur se situant entre 45 et 60 km/h. De tels chocs ne sont pas représentés dans cette étude, ce qui se traduit par de faibles niveaux de sévérité lésionnelle dans l'AIS.

• ***Les cinq études réunies dans un supplément des « Acta Paediatrica Scandinavica » sur la protection des enfants en situation de passagers dans des véhicules légers (11)***

La mort par accident de la circulation représente en Suède 20 % des décès d'enfants de moins de 15 ans (1983). Ce pays a développé des sièges où l'enfant était disposé le dos vers l'avant du véhicule dès 1964, ils s'adressaient à des enfants de moins de 5 ans. Quand la taille de ces sièges n'était plus adaptée à celle de l'enfant il fut recommandé dans un premier temps de les placer à l'arrière sans les attacher, puis à partir de 1980 de les attacher la face vers l'avant du véhicule sur une rehausse ou dans un siège spécial. Les normes de ces sièges étant particulières à la Suède jusqu'en 1981, il est important de prendre en compte les résultats des études évaluant leur efficacité. Après cette date, la Suède a adopté le règlement européen 44.

Le nombre d'enfants tués dans des véhicules s'est accru de la fin des années 50 à la fin des années 70, il a diminué au début des années 80 et s'est stabilisé depuis (116 pour la période 1976-1979, 80 pour la période 1980-1983). Les études hors accident du taux de port d'un système de retenue indiquent une évolution de valeurs inférieures à 5 % en 1980, à 65 % en 1987 (alors que leur usage n'était pas obligatoire).

Une première étude épidémiologique des enfants impliqués dans des accidents comme passagers a été conduite de juillet 1976 à juin 1983 par la société d'assurances Folksam. Elle a concerné 18 319 occupants blessés dont 982 enfants et elle prend en compte les incapacités permanentes dépassant 10 %.

Une seconde étude se fonde sur les données collectées par la police entre juin 1983 et décembre 1984. Assez proche de l'étude que nous venons de réaliser en France, elle a recueilli des informations auprès des familles et des médecins, 2763 enfants ont été concernés. Un codage des lésions a été pratiqué.

193 enfants blessés utilisaient un DRE et 44 autres cas ont été ajoutés en procédant à une comparaison entre le fichier des accidents de la police et celui d'un assureur représentant environ 25 % du marché, pour inclure les cas connus des seuls assureurs.

Enfin une étude du mauvais usage des DRE a été entreprise en 1985 et 1986. 465 enfants ont été observés, 197 utilisaient des DRE (42,4 %) et 91 les ceintures de sécurité du véhicule (19,6 %).

Les résultats de ces études montrent que dans l'ensemble les enfants sont moins sévèrement atteints que les adultes. Les atteintes de la tête sont plus fréquentes chez les enfants, les atteintes du cou et du thorax plus rares. Le risque de séquelles est plus faible chez l'enfant.

L'efficacité des dispositifs de retenue est impressionnante : 1,2 % des enfants placés dans un système dos vers l'avant du véhicule ont été blessés, 6,9 % de ceux qui utilisaient un siège où l'enfant regarde vers l'avant du véhicule, 8,9 % de ceux qui utilisaient les ceintures du véhicule et 15,6 % de ceux qui n'étaient pas retenus. La différence n'était pas significative entre l'usage d'un siège pour enfant face à l'avant du véhicule et celui des ceintures du véhicule. Il est particulièrement important de noter que le risque d'être tué ou de conserver des séquelles permanentes ne diffère pas significativement dans le groupe des enfants retenus et dans le groupe non-retenus. Les lésions de la tête et des membres étaient plus fréquentes si l'enfant n'était pas retenu, les lésions du cou et de l'abdomen plus fréquentes s'il était retenu.

L'étude du mauvais usage d'un DRE a révélé de telles situations dans 40,9 et 65,1 % des cas pour les deux études faites dans deux régions différentes. Il s'agissait de sièges destinés à placer l'enfant le dos vers l'avant du véhicule et qui étaient orientés dans le mauvais sens, d'absence de fixation correcte des rehausses avec les ceintures du véhicule.

La discussion des résultats comporte de nombreuses remarques méthodologiques sur les évaluations de l'efficacité des DRE. Les auteurs insistent sur la difficulté d'évaluer l'exposition au risque en recherchant le taux de port hors accident. De nombreux biais apparaissent dans ce type d'évaluation et d'autre part il faut prendre en compte le fait que le risque d'accident n'est probablement pas le même dans le groupe des retenus et celui des non-retenus. Il est préférable d'étudier les occupants retenus et non-retenus dans les véhicules accidentés et de comparer leurs blessures. Il est alors utile d'évaluer la sévérité des accidents et plusieurs méthodes peuvent être mises en œuvre, la plus simple consiste à évaluer la gravité des blessures du conducteur du véhicule dans lequel se trouvait l'enfant. Il est également possible d'évaluer des variations de vitesse ou des décélérations, mais ces données sont rarement réunies dans des études portant sur un grand nombre de cas.

Les auteurs estiment que les rapports de police sont peu adaptés aux études sur l'efficacité des DRE. Les indications sur l'usage d'un tel dispositif manquent souvent. Les données des assurances peuvent être utilisées en complément des données réunies par la police. Il faut retenir de ces bilans le faible nombre d'enfants tués dans des véhicules en Suède : une vingtaine par an à la fin de la période étudiée.

• *La situation suédoise en 1990-1992 pour les enfants de 0 à 3 ans (12)*

Nous connaissons l'orientation précoce des suédois vers des systèmes de retenue plaçant les jeunes enfants le dos vers l'avant du véhicule. Les résultats de la période 1990-1992 ont été présentés à San Antonio par des chercheurs de l'université Chalmers, de la firme automobile SAAB et du Swedish National Road and Traffic Research Institute.

Pendant ces trois années, 40 enfants de 0 à 2 ans ont été tués ou sérieusement blessés. 13 étaient placés dans des DRE dos vers l'avant du véhicule, 9 dans des systèmes face à la route, 16 n'étaient pas retenus et dans 2 cas le renseignement sur une éventuelle retenue n'était pas disponible.

Il est dommage que les auteurs se contentent de nous indiquer que 85 % des enfants de moins de 10 ans utilisent des DRE et que, jusqu'à deux ans, les systèmes dos vers l'avant du véhicule « dominant ». Si une étude hors accident nous avait indiqué des valeurs pour cette prédominance, il était possible de calculer un odd ratio en utilisant les données concernant les accidents les plus graves.

Un argument important en faveur de l'usage des sièges où l'enfant est disposé le dos vers la route est indiqué dans cet article : la fréquence beaucoup plus faible des usages inadaptés de ce dispositif. Les erreurs les plus importantes (severe misuse) seraient de moins de 1 % au lieu de 10 % pour les dispositifs où l'enfant est face à l'avant du véhicule.

Cet ensemble de données sur la situation suédoise est impressionnant. Le pays développé qui a le plus faible taux de mortalité par accidents de la route est également celui qui a la meilleure protection des jeunes enfants. Ces bons résultats sont probablement liés à la fois aux résultats globaux de la politique et du comportement suédois en matière de sécurité routière et au développement de l'usage de DRE dans lesquels les enfants sont disposés le dos vers l'avant du véhicule.

V.2. La situation française

Nous avons indiqué au début de cette étude les sources de données exhaustives récentes concernant la France. Il s'agit du fichier statistique de la totalité des accidents corporels de la circulation et de l'analyse des procès-verbaux de l'ensemble des accidents mortels survenus en France pendant une année (1^{er} mars 1990 au 28 février 1991).

Ces études avaient été précédées par des analyses approfondies d'accidents d'enfants dans des zones limitées, et par des exploitations des fichiers de la Police et de la Gendarmerie, réalisées par des organismes de recherches accidentologiques (ONSER-INRETS ou APR). Elles ont contribué à préciser les particularités de l'accidentologie des enfants et fait comprendre la difficulté de l'évaluation de l'efficacité des moyens de protection.

• *L'étude de l'ONSER présentée à la conférence STAPP de 1982 (13)*

Il s'agit d'un des premiers bilans de l'usage des systèmes de retenue dans notre pays qui met en évidence le très faible usage des DRE par les enfants de 1 à 4 ans : 3 % d'enfants retenus sur les longs trajets et 1,4 % sur les trajets courts. Le fichier accidentologique de l'ONSER compte alors 187 enfants de moins de 10 ans impliqués dans des accidents dont 18 ont été tués. Seulement six enfants étaient retenus (dont deux seulement dans un système homologué suivant des normes qui ont été définies en France en septembre 1975) et un seul de ces enfants avait subi une blessure de niveau 3 suivant l'AIS. Le fichier de l'APR compte 335 enfants impliqués dont 16 ont été tués.

La fusion des deux fichiers et l'analyse des niveaux de gravité des lésions par l'AIS indiquent une sélection des accidents sévères, le taux de mortalité des enfants impliqués à l'avant des véhicules est de 18,2 % et il est de 5,1 % à l'arrière.

L'étude comportait également des données accidentologiques réunies au niveau national par la Police et la Gendarmerie. En 1979, 234 enfants de moins de 10 ans ont été tués dans des véhicules légers (pour 2 630 adultes), 190 sur le réseau observé par la Gendarmerie et 44 sur celui de la Police. Le nombre total des impliqués étant connu, il est possible de calculer un taux de mortalité pour cent impliqués. Il est très proche pour les adultes et les enfants situés aux places arrière : 2,07 % des enfants de moins de 10 ans impliqués dans un accident corporel, 2,28 % pour les adultes. Les éjections représentent 9 % des décès d'enfants.

• *L'étude de l'ONSER et du SAMU de Nîmes de 1983 (14)*

8,5 % des 4 009 accidentés étudiés étaient des enfants de moins de 15 ans. Ce fait indiquait déjà la sous-implication des enfants dans les accidents corporels d'origines diverses. Cette constatation générale était également vraie pour les accidents du trafic. Les enfants représentaient 10 % de ces accidentés alors que cette tranche d'âge réunit 20 % de la population générale.

Dans les accidents de la route, 42,8 % étaient dans des véhicules, 33,4 % aux places arrière et 9,4 % aux places avant, cette proportion n'étant pas différente en ville et hors agglomération.

La distribution par classe d'AIS des 124 enfants blessés aux places arrière montre que les trois-quarts des blessés ont une lésion d'AIS 1 et que les blessures supérieures au niveau 2 de l'échelle AIS sont rares, moins de 10 % pour les enfants de moins de 10 ans et 13 % pour les enfants de 10 à 14 ans. L'étude relevait déjà la moindre vulnérabilité des enfants, il y avait 1,6 adulte blessé aux places arrière pour un enfant blessé dans cette situation.

La distribution du siège des lésions entre les différents segments corporels mettait en évidence une plus grande fréquence des lésions crâniennes et surtout faciales chez l'enfant par rapport aux adultes.

Les commentaires sur les modes de protection des enfants dans les véhicules mentionnent les systèmes de retenue comme un mode de prévention de l'éjection et des impacts contre les sièges avant et les occupants des places avant mais l'étude n'indique pas l'usage des systèmes de retenue dans l'échantillon étudié qui devait être trop faible pour permettre une évaluation satisfaisante de leur influence sur la survenue des blessures.

• *L'étude de la région de Marseille de 1983 (15)*

Elle réunissait 184 enfants impliqués dans un accident de la route, observés dans la région nord de Marseille entre avril 1982 et avril 1983. 61 enfants étaient dans des véhicules dont un quart à la place avant droite, 11 présentaient des lésions d'un niveau égal ou supérieur à deux sur l'AIS. Parmi les 16 enfants situés aux places avant, 6 étaient ceinturés et 4 avaient moins de 10 ans, deux de ces derniers ont été tués, l'un était ceinturé et a subi des lésions de la colonne cervicale, l'autre était sur les genoux de sa soeur ceinturée. Quatre enfants parmi les 42 qui occupaient les places arrière étaient dans des DRE et ont subi des lésions mineures (AIS 1), deux enfants non attachés ont été tués.

Ces deux études (14) (15) mettent en évidence les limites d'une accidentologie portant sur des effectifs réduits. La relative rareté des lésions graves chez l'enfant ne permet pas d'obtenir des indications statistiquement

significatives dans un pays où le port des DRE n'est pas encore obligatoire et où le taux d'usage de ces dispositifs est faible.

• ***L'expérience du Laboratoire d'Accidentologie et de Biomécanique de l'APR antérieure à 1990***

Elle est présentée dans deux textes, l'un destiné à un milieu de spécialistes réunis à San Diego en 1983 (16), l'autre à des médecins praticiens français en 1985 (17).

Le texte présenté à San Diego résume les données traumatologiques disponibles en insistant sur la fréquence des lésions crâniennes et cérébrales, ainsi que sur celles des membres, plus fréquentes que chez l'adulte, les lésions thoraciques ou cervicales étant plus rares.

L'analyse de données de la littérature réunit les données épidémiologiques produites par des études suédoises ou américaines et par une des rares études françaises alors publiées, celle de Biard et Dejeammes (13) présentée dans une publication propre à l'ONSER et reprise en partie, nous l'avons vu ci-dessus, à la conférence STAPP de 1982. Les efficacités exprimées en réduction de la proportion de blessés ou de tués vont de 17 % à 91 % suivant les études, la gravité des blessures prises en compte et les situations.

Cette étude présente l'état du fichier accidentologique de l'APR comprenant à cette époque 510 enfants de moins de 10 ans. Dans cet échantillon, 32 enfants (6,5 %) avaient été éjectés au cours de l'accident et 6 d'entre eux avaient été tués. Parmi les 478 demeurés dans les véhicules, 16 avaient été tués, ce qui établissait la gravité de l'éjection, comme chez l'adulte. Une tentative d'évaluation des contre-mesures utilisables est réalisée mais cette étude ne peut évaluer le gain réel apporté par l'usage des DRE, faute d'une fraction suffisante d'enfants retenus dans ce fichier à cette époque.

Le second article développe les observations faites dans le cadre des études accidentologiques approfondies de l'APR. L'appréciation de l'efficacité des systèmes de retenue n'est pas faite à partir d'un calcul comparant les AIS des enfants disposant d'un DRE ou d'une ceinture de sécurité d'adulte et des non-retenus, l'échantillon ne permettant pas un tel calcul, mais en analysant un par un les 18 cas où les enfants étaient retenus et impliqués dans des chocs frontaux.

Parmi les 18 enfants étudiés, 13 avaient moins de 3 ans, ils utilisaient tous un siège pour enfant dont un situé à l'avant. Les 5 autres enfants étaient attachés par la ceinture du véhicule. Le bilan médical est jugé satisfaisant puisque 50 % (9 cas) des enfants étaient indemnes et 8 avaient subi des blessures mineures (AIS 1 et 2). On peut noter que la proportion d'enfants indemnes est plus

importante chez les utilisateurs de sièges enfants que chez les enfants attachés par une ceinture. Un enfant âgé de 5 ans retenu par la ceinture du véhicule a été victime de sous-marinage et a subi des lésions abdominales graves d'AIS 4. Ce phénomène, intervenu dans un choc violent ($\Delta V = 61$ km/h), est dû à une conception inadaptée de la ceinture associée au rabattement du dossier par le chargement du coffre. L'auteur n'interprète pas ces lésions comme étant une limite de la tolérance de l'enfant ou de la protection par la ceinture puisqu'un autre enfant retenu également par la ceinture et impliqué dans un accident de violence et de configuration semblables n'a subi que des lésions mineures (AIS 1).

Cette brève étude permettait de conclure que les études accidentologiques disponibles ne faisaient pas apparaître de limite supérieure des performances possibles des systèmes de retenue lorsqu'ils sont utilisés correctement. L'auteur insiste sur le fait que l'efficacité de la ceinture ne peut être optimale que lorsqu'elle est utilisée avec une rehausse permettant d'éviter le sous-marinage. Le nombre de morts évitables par une utilisation massive des systèmes de retenue par les enfants est estimé entre 80 et 90 %.

V.3. Les problèmes

V.3.1. L'évaluation de l'évolution de la mortalité doit tenir compte de la démographie et de l'exposition au risque

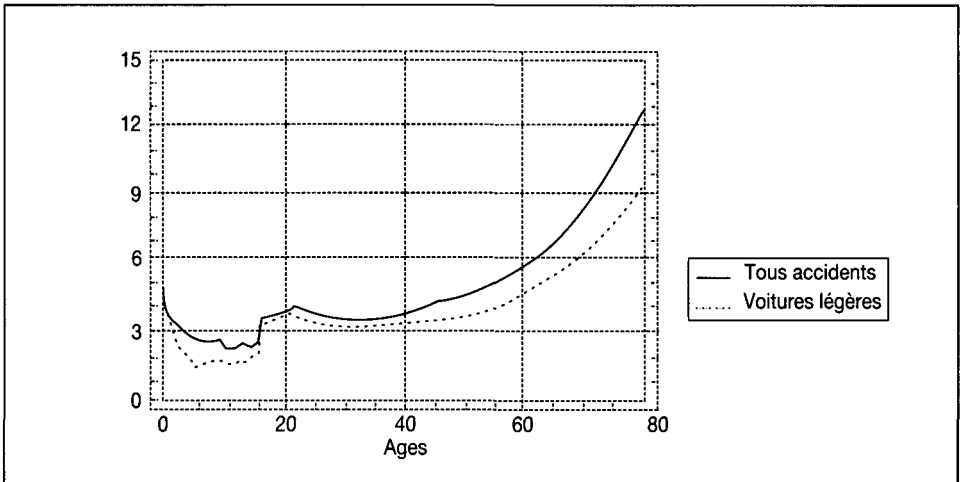
Le nombre d'enfants tués dans des accidents de la route a diminué de 67 % entre 1970 et 1993 alors que la réduction n'a pas dépassé 40 % pour l'ensemble des impliqués (tous âges confondus). Ce sont les enfants piétons ou utilisateurs de deux-roues qui ont été les bénéficiaires des plus importantes diminutions du nombre des tués, celle des enfants passagers de véhicules légers n'a été que de 45 % pendant la même période. Cette différence s'explique facilement par le développement du parc automobile pendant cette période qui a réduit l'usage des autres moyens de transport. En outre la proportion d'enfants dans la population s'est également réduite. Il y avait 12,9 millions d'enfants de moins de 15 ans en 1970 pour une population totale de 50,5 millions (soit 25,5 %). Ils étaient 11,4 millions en 1993 pour une population de 57,5 millions (soit 19,8 %). La réduction du nombre d'enfants de moins de 15 ans entre 1970 et 1993 a donc été de 22 %.

L'exposition au risque d'accident dépend de multiples facteurs liés en particulier au type de trajet, au conducteur et au véhicule utilisé. Elle n'est pas proportionnelle à la part d'un groupe dans la population générale. Les enfants circulent dans l'ensemble moins que les adultes et la réduction de l'exposition au risque est d'autant plus grande qu'ils sont plus jeunes. En outre, les conditions de circulation ne sont pas identiques (moins de conduite sous l'influence de l'alcool). Notre meilleure évaluation de l'exposition au risque provient de la proportion des usagers impliqués dans des accidents corporels. Dans le fichier de la Gendarmerie, les enfants de moins de 15 ans représentaient 9,01 % des impliqués en 1978 et 7,77 % en 1992 soit une réduction de 13,76 %. La prise en compte des seuls enfants transportés dans des véhicules légers modifie légèrement ces proportions : 8,49 % en 1978 et 7,2 % en 1992 soit une différence de 15,19 %. Cette réduction est pratiquement identique à la réduction de la part des moins de 15 ans dans la population générale pendant la même période (15,28 %). Il ne semble donc pas que l'évolution des kilomètres parcourus par les enfants ait été différente de celle des adultes si l'on admet que l'implication dans un accident est représentative de ce kilométrage. La réduction du risque pour les enfants pendant cette période est en accord avec cette diminution de l'exposition au risque par un simple effet démographique, elle ne semble pas impliquer une réduction spécifique, liée par exemple à l'usage des DRE.

V.3.2. De nombreuses études n'intègrent pas l'évolution de la vulnérabilité de l'enfant en fonction de son âge, en particulier au cours des premières années de la vie

Le risque d'être blessé gravement ou tué dans un accident de la circulation n'est pas identique au cours de la première enfance, en particulier dans la première année de la vie, et au cours de l'adolescence. Il est important de préciser ce fait en utilisant une base de données la plus large possible pour tenter de calculer un taux de mortalité pour chaque année de la vie pendant l'enfance et l'adolescence. Nous avons utilisé les résultats des BAAC en cumulant toutes les années disponibles de 1978 à 1992, soit un effectif de 2 900 000 usagers pour l'ensemble des accidents corporels et de 2 137 000 pour ceux qui étaient dans un véhicule léger.

Figure 10
Evolution du taux de mortalité avec l'âge



La mortalité est exprimée sous la forme du pourcentage de décès chez les impliqués dans un accident corporel. Un cumul de plusieurs années à partir du fichier des accidents de la Gendarmerie a permis de tracer la courbe du risque pour chaque année de la vie entre 0 et 15 ans, des intervalles de cinq ans ont été utilisés de 15 à 80 ans. Le léger décalage entre les deux courbes est lié à la mortalité plus élevée des usagers impliqués dans des accidents comme piétons ou utilisateurs de deux-roues. Ce décalage n'existe pas pour la première année de la vie où le taux est de 5,04 pour l'ensemble des usagers et de 5,03 pour les occupants de véhicules légers. Ce taux de mortalité exprime pour une faible part une évolution de la typologie des accidents au cours de la vie et pour la plus grande part une évolution de la vulnérabilité pour des contraintes physiques traumatiques équivalentes.

Cette évolution de la vulnérabilité au cours des premières années de la vie impose d'évaluer l'efficacité des DRE en utilisant des classes d'âges correspondant au bon usage d'un DRE. Regrouper tous les enfants de moins de 4 ans pour une évaluation globale de l'efficacité peut masquer des différences entre ce qui se passe pendant la première année de la vie et le groupe des 3-4 ans qui pose des problèmes différents.

V.3.3. L'existence de discordances entre les résultats des études initiales faites au cours de la décennie 1970-1980 et les résultats obtenus depuis l'obligation d'usage des DRE

En France, le nombre d'enfants tués dans des véhicules légers n'a pas subi de variation importante au cours des dernières années (figure 1), alors que le taux

de port des systèmes de retenue s'est accru, tant dans les dénombrements effectués après accident par la Gendarmerie et la Police que dans les études hors accident réalisées par l'INRETS. Cette situation rappelle l'évolution observée aux Etats-Unis.

Ces résultats sont incompatibles avec les évaluations de l'efficacité des DRE indiquées dans la plupart des études. Cette discordance a une telle importance qu'il est utile de l'illustrer par un exemple numérique. Si une population d'enfants apparaît ceinturée dans une proportion de 50 % lors d'une enquête hors accident et si l'usage des systèmes de retenue divise par trois le risque de mort, (nous ne retiendrons pas des efficacités de 90 % observées dans certaines études !), les effectifs d'enfants retenus ou non retenus tués dans des accidents peuvent être calculés. Dans l'exemple indiqué, il devrait y avoir un tué retenu pour 3 non-retenus, soit 25 % de tués retenus. Les proportions de tués retenus américains (4) ou de tués et de blessés graves de l'étude canadienne (7) ne correspondent pas aux valeurs des taux de port hors accident et aux efficacités annoncées.

Nous observons la même discordance en France. Les données du BAAC indiquent une constance du nombre de tués dans les véhicules légers et une efficacité des systèmes de retenue calculée avec le taux de mortalité des occupants retenus ou non (respectivement 1,17 tué/100 occupants pour les retenus et 3,71 pour les non-retenus en 1993). Cette efficacité n'était pas observée dans l'étude de 1990 sur l'ensemble des procès-verbaux d'accidents mortels (1), elle ne l'est pas non plus dans notre étude.

Plusieurs explications sont à envisager et nous sommes actuellement incapables de préciser leur poids dans une situation complexe. La principale semble être la différence entre le port réel et le port enregistré dans les dénombrements statistiques. Elle nous semble être la seule capable d'expliquer l'évolution brutale du risque chez les non-retenus entre la période 1988-1990 et 1992-1993. Dans une moindre proportion, le développement du mauvais usage des systèmes de retenue peut jouer un rôle (les parents utilisant un DRE par obligation peuvent être moins motivés pour assurer une bonne retenue que ceux qui avaient une démarche volontaire).

Enfin nous ne pouvons éliminer l'influence de différences dans le risque accidentologique, les enfants non ceinturés étant exposés à des accidents plus graves, mais cette hypothèse nous paraît incompatible avec les constatations faites dans l'étude de 1990/1991 (1) et dans l'étude des 1 629 enfants accidentés en 1992/1993.

VI. CONCLUSIONS

L'étude que nous présentons ci-dessus autorise les conclusions suivantes :

1. Les DRE réduisent la proportion d'enfants blessés dans les véhicules légers.
2. Nous n'avons pas observé de réduction du risque quand le procès-verbal de l'accident indique que les seules ceintures du véhicule étaient utilisées par l'enfant. Nous ne pouvons pas affirmer qu'il s'agit d'une absence réelle d'efficacité, l'usage d'une ceinture pouvant être allégué par les personnes qui assuraient le transport de l'enfant pour éviter une éventuelle responsabilité dans la survenue des blessures.
3. Parmi les différents dispositifs spécifiques de retenue des enfants, seuls les sièges à harnais et les rehausses représentent des effectifs suffisants pour autoriser une évaluation.
4. L'efficacité des sièges à harnais est plus importante que celle des rehausses. La réduction du risque est significative, pour les enfants retenus par un siège à harnais, pour les blessures d'un niveau inférieur à 2 dans l'échelle AIS. Elle est de :
 - 27,8 % pour les rehausses (dans le groupe des 4-9 ans) ;
 - 45,7 % pour les sièges à harnais (dans le groupe des 10 mois-3 ans).
5. Pour les blessures les plus sévères (AIS (3), les sièges à harnais et les rehausses conservent une efficacité, avec un avantage à la rehausse, mais les résultats ne sont pas statistiquement significatifs avec les effectifs concernés. La réduction de la proportion d'enfants blessés est de :
 - 32,4 % pour les rehausses (dans le groupe des 4-9 ans) ;
 - 19,3 % pour les sièges harnais (dans le groupe des 10 mois-3ans).
6. Certains résultats très paradoxaux doivent être rapprochés de ceux observés dans plusieurs pays pour induire des études complémentaires seules capables de les expliquer. Il est surprenant de constater que l'augmentation du taux d'usage des DRE dans un pays provoque dans plusieurs études une aggravation de la sévérité des blessures des enfants non retenus. La première explication qui avait été envisagée est que les familles qui ne respectent pas la loi ont des comportements infractionnistes dans d'autres domaines de la sécurité routière impliquant leurs enfants dans des accidents dont la typologie et la gravité sont différentes. Cette hypothèse avait été infirmée dans l'étude sur les accidents mortels observés en 1990/1991 (1), elle l'est également par notre étude.

7. L'évaluation de l'efficacité des DRE est beaucoup plus difficile que celle des ceintures pour adultes du fait de l'obligation de prendre en considération plusieurs catégories d'enfants, plusieurs types de DRE (dos vers l'avant du véhicule ou face vers l'avant, rehausse, sièges à harnais...), plusieurs modèles dans le type, et plusieurs normes (avant 1985, 85-91 et règlement 44) qui peuvent se chevaucher.

8. Pour pallier ces difficultés, il est indispensable de mettre en œuvre une surveillance épidémiologique spécifique de l'usage des DRE et de leur efficacité. La procédure utilisée doit compléter les données recueillies par les forces de Police et de Gendarmerie sous la forme d'une identification précise des DRE utilisés avec leur numéro d'homologation. Cette étude devrait porter sur tous les enfants gravement blessés dans des véhicules légers.

Les données disponibles dans la littérature accidentologique des pays les plus avancés dans l'évaluation de l'efficacité des DRE autorisent à préciser que :

1. L'utilisation d'une sangle d'entrejambe pour les sièges à harnais permet de prévenir les exceptionnels étranglements observés quand un enfant est laissé seul endormi dans un véhicule et d'éviter le sous-marinage à la fois par la présence de cette sangle et par sa contribution à un meilleur réglage de la position de la boucle qui réunit les cinq brins du harnais. Ce dispositif ne doit plus être optionnel mais obligatoire.

2. Les résultats supérieurs des dispositifs plaçant les jeunes enfants (moins de 9/10 kilos) le dos vers l'avant du véhicule (aux places avant ou arrière) dans les pays où ces systèmes sont les plus répandus justifient l'évolution de la réglementation vers un usage exclusif de ce mode de retenue. Il serait souhaitable d'interdire les dispositifs homologués suivant les anciennes normes.

3. La fréquence d'une mauvaise utilisation des DRE doit faire porter une attention particulière à la rédaction des modes d'emploi et à la présence d'indications sur le DRE lui-même, pour éviter que lors d'un prêt ou d'un don d'une famille à l'autre, le système soit mis en place sans que le mode d'emploi soit disponible. Des surveillances régulières des taux de port et du bon usage doivent être pratiquées pour évaluer le rôle des usages inadaptés.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) Vallée H., Caillieret M.C., Coltat J.C., Faverjon G., Le Coz J.Y., Heinrich J.M., Thomas C., Got C., Patel A. Les enfants impliqués dans les accidents mortels d'automobiles. 91-S1-0-04.
- (2) Kahane C.J., Kossar J., Chi G.H.Y. Evaluation of the Effectiveness of Child Safety Seats in Actual Use. SAE Child Injury and Restraint Conference Proceedings. San Diego 1983. P135.831656 : 113-123.
- (3) Morris J.B. Protection for 5-12 year old children. SAE Child Injury and Restraint Conference Proceedings - San Diego 1983 - P831654 : 89-100.
- (4) Klein T.M., Van Dyke J., Surti J., Walz M. An Investigation of the Increase in Child Passenger Fatalities Since 1984. NHTSA Technical Report. DOT HS 807 701. Sept 1990.
- (5) DeSantis Klinich K., Burton R.W. Injury patterns of older children in automotive accidents. Compte rendu du symposium de San Antonio : Child occupant protection. 1 vol. 309 pages, 1993 (SAE). P933082 : 17-24.
- (6) Miller T.R., Demes J.C., Bovbjerg R.R. Child seats : how large are the benefits and who should pay ? Compte rendu du symposium de San Antonio : Child occupant protection. 1 vol. 309 pages, 1993 (SAE). P933089 : 81-89.
- (7) Gardner W.T., Pedder J.B., Legault F. Potential improvements to the canadian child restraint regulations. Compte rendu du symposium de San Antonio : Child occupant protection. 1 vol. 309 pages, 1993 (SAE). P933088 : 71-79.
- (8) Rattenbury S.J., Gloyns P.F. A population study of UK car accidents in which restrained children were killed. Compte rendu du symposium de San Antonio : Child occupant protection. 1 vol. 309 pages, 1993 (SAE). P933080 : 1-10.
- (9) Carlsson G., Holmgren J., Norin H. The child in the Volvo car : traffic accident analysis, test experience and a new child safety programme. Volvo Car Corporation. May 1987.
- (10) Norin H., Andersson B. The adult belt - a hazard to the child ? 6th IAATM International Conference. Melbourne February 1977.
- (11) Tingvall C. Children in cars - some aspects of the safety of children as car passengers in road traffic accidents. *Acta Paediatrica Scandinavica*. 1987 supplément N° 339.

- (12) Kamren B., Koch M., Kullgren A., Lie A., Tingvall C., Larsson S., Turbell T. The protective effects of rearward facing CRS : an overview of possibilities and problems associated with child restraints for children aged 0-3 years. *Compte rendu du symposium de San Antonio : Child occupant protection*. 1 vol. 309 pages, 1993 (SAE). P933093 : 113-119.
- (13) Dejeammes M., Biard R., Carré J.R., Cambon de Lavalette B. Transportation of children in cars : evaluation of restraint use in France. 26th Stapp car crash conference 1982. P821163 : 249-257.
- (14) Romieu M., Viel E., Ramet M., Quincy R., Chirouze L. Traffic accidents concerning child epidemiology : mechanism and means of prevention. *SAE Child Injury and Restraint Conference Proceedings*. San Diego 1983. P831600 : 7-13.
- (15) Dejeammes M., Biard R., Seriat-Gautier B. Road accident epidemiology among children: investigation at Marseille's hospital. *SAE Child Injury and Restraint Conference Proceedings*. San Diego 1983. P831667 : 199-205.
- (16) Tarrière C., Thomas C. Brun-Cassan F., Got C., Patel A. From three years old to adult size : how to ensure child protection in automobile accidents. *SAE Child Injury and Restraint Conference Proceedings*. San Diego 1983. P831664 : 179-198.
- (17) Tarrière C. La sécurité des enfants dans les véhicules. *Le concours médical* 1985 : 2864-2871.





Ministère de l'Équipement, des Transports et du Tourisme
Délégué Interministériel à la Sécurité Routière
Direction de la Sécurité et de la Circulation Routières

Ce document a pour ambition de faire le point sur les dispositifs de retenue pour enfants, trois ans après la mise en application de la mesure les rendant obligatoires pour les enfants de moins de 10 ans.

Après la présentation des résultats de deux enquêtes effectuées par l'INRETS décrivant les taux d'utilisation des matériels par les usagers, l'une sur les longues migrations, l'autre sur les courts trajets, une étude sur les gains de sécurité est réalisée par le Professeur GOT et le Laboratoire d'accidentologie et de biomécanique PSA Peugeot Citroën/Renault. En outre, la réglementation en vigueur est rappelée dans le liminaire de l'ouvrage.

La Documentation française

29-31 quai Voltaire 75344 Paris Cedex 07
Tél. : 40 15 70 00 - Télécopie : 40 15 72 30

Imprimé en France
ISBN : 2.11.003201.1 - DF 53252.3

Prix de vente : 40 F