



Transports
Canada

Transport
Canada

Ensembles de retenue pour jeunes enfants dans les autobus scolaires au Canada

TP 14325 F

Préparé par :

Transports Canada
La Direction de la Sécurité routière et réglementation automobile

Novembre 2004

Canada 

**© Sa majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par
le Ministre des Transports, 2004**



1. N° de publication de Transports Canada (TP) 14325 F		2. ISBN		3. N° de catalogue	
4. Titre Ensembles de retenue pour jeunes enfants dans les autobus scolaires au Canada		5. Date de la publication Novembre 2004		6. Type de publication Rapport de recherche	
		7. Auteur(s) France Legault		8. Bureau de première responsabilité (BPR) ASFBE	
9. Nom et adresse de l'organisme exécutant Transports Canada Direction de la Sécurité routière et réglementation automobile 330, rue Sparks Ottawa, ON K1A 0N5		10. N° du dossier de l'organisme		11. N° de contrat de Transports Canada ou TPSGC	
		12. Nom et adresse de l'organisme parrain		13. Adresse URL (www.tc.gc.ca/securiteroutiere/...) www.tc.gc.ca/securiteroutiere/tp/tp14325	
				14. No du SGDDI	
15. Remarques					
16. Résumé Dans le but d'évaluer la sécurité des enfants préscolaires qui voyagent en autobus scolaire, Transports Canada a effectué des essais pour déterminer leur niveau de sécurité si l'autobus est impliqué dans une collision. L'étude a démontré les faits suivants :					
<ul style="list-style-type: none"> • Les enfants d'âge préscolaire bénéficieraient de l'utilisation d'ensembles de retenue qui sont appropriés à leur taille et leur poids lorsqu'ils voyagent en autobus scolaire. • Les enfants plus âgés sont toujours bien protégés par le compartimentage des autobus scolaires. 					
17. Mots clés			18. Distribution		
19. Classification de sécurité (de cette publication) Non classifié	20. Classification de sécurité (de cette page) Non classifié	21. Déclassification (date)	22. Nombre de pages 13 (avec pages couvertures)	23. Prix	



PUBLICATION DATA FORM

1. Transport Canada Publication No. (TP) 14325 E		2. ISBN		3. Catalogue No.	
4. Title School Bus Restraints for Small Children In Canada		5. Publication Date November 2004		6. Type of Publication Research report	
		7. Author(s) France Legault		8. Office of Primary Interest (OPI) ASFBE	
9. Performing Organization Name and Address Transport Canada Road Safety and Motor Vehicle Regulation Directorate 330 Sparks Street Ottawa, ON K1A 0N5		10. Performing Organization File No.		11. PWGSC or Transport Canada Contract No.	
		12. Sponsoring Agency Name and Address		13. URL Address (www.tc.gc.ca/roadsafety/tp/tp14325	
		14. RDIMS No.			
15. Notes					
16. Abstract In an effort to assess the safety of preschool-aged children travelling in school buses, Transport Canada conducted tests to evaluate their safety if the bus is involved in a collision. The study has demonstrated that:					
<ul style="list-style-type: none"> • Pre-school-aged children would benefit from being restrained in child restraints appropriate to their height and weight while travelling in a school bus. • Older children continue to be well protected by school bus compartmentalization. 					
17. Key Words			18. Distribution Statement		
19. Security Classification (of this publication) Unclassified	20. Security Classification (of this page) Unclassified	21. Declassification (date)	22. No. of Pages 13 (including cover pages)	23. Price	

Ensembles de retenue pour jeunes enfants dans les autobus scolaires au Canada

Préparé par la Division des normes et règlements, Direction générale de la sécurité routière et de la réglementation automobile, Transports Canada – 16 novembre 2004

1. HISTORIQUE

Les autobus scolaires sont utilisés depuis longtemps pour transporter les enfants d'âge scolaire lors des journées de classe ou à l'occasion de sorties. Plusieurs études et enquêtes menées par Transports Canada ont révélé que les autobus scolaires constituent le moyen de transport routier le plus sûr pour les enfants d'âge scolaire^{1 2 3 4 5 6 7 8}.

L'une des caractéristiques qui rend les autobus scolaires sûrs pour les enfants d'âge scolaire est le « compartimentage », un moyen d'assurer une protection passive grâce à des sièges déformables absorbant l'énergie, de même qu'à l'optimisation de l'espacement entre les sièges et la hauteur de leur dossier. Lors d'une collision, le corps du passager se déplace vers l'avant et entre en contact avec le dossier du siège avant, ce qui déforme ce dernier et répartit la force de collision sur tout le haut du corps. Ce dispositif s'est avéré très efficace pour protéger les enfants d'âge scolaire. D'autres caractéristiques, qui contribuent également à rendre les autobus scolaires sûrs, sont les joints de carrosserie résistants, les ouvertures de fenêtres, la résistance des pavillons à la pénétration, les issues de secours ainsi que les couleurs et feux distinctifs qui les rendent bien visibles sur nos routes.

De plus en plus, les parents, les garderies et les personnes chargées du transport des enfants d'âge préscolaire demandent à Transports Canada des renseignements à propos de moyens permettant de transporter en toute sécurité des enfants d'âge préscolaire dans les autobus scolaires. Certaines provinces disposent d'un réseau de garderies où l'on transporte les jeunes enfants d'un immeuble à l'autre pour des

¹ *Essais de collision sur autobus scolaires*, Transports Canada, Direction des normes et recherches relatives à la sécurité routière, normes et règlements, 1985, document technique (IRST).

² G.N. Farr, *Étude du développement de sièges d'autobus scolaires*, Transports Canada, Direction des normes et recherches relatives à la sécurité routière, normes et règlements, TP8445F, 1987.

³ P. Gutoskie, T.M. Burtch and G. Farr, *Document de base sur la protection des occupants des autobus scolaires au Canada*, Transports Canada, Direction des normes et recherches relatives à la sécurité routière, normes et règlements, TP 8013F, 1989.

⁴ M. McHattie, *Examen de la sécurité des autobus*, Transports Canada, Direction générale de la sécurité routière et de la réglementation automobile, TP13330F, 1998.

⁵ W.T. Gardner et S. Ste Marie, *Résumé des collisions mettant en cause des autobus scolaires, Canada 1989-1997*, Multi-Disciplinary Road Safety Conference XI, Halifax, Nouvelle-Écosse, 1999.

⁶ J.-F. Bruneau, *Comparaison de deux dispositifs de pré-signalisation d'arrêt pour autobus scolaires utilisés au Canada : feux jaunes et feux rouges*, Transports Canada, Centre de développement des transports, TP13903F, 2002.

⁷ G.N. Farr, *School Bus Safety Study, Volumes 1 & 2*, Transports Canada, Direction des normes et recherches relatives à la sécurité routière, normes et règlements, 1985, TP6222E.

⁸ *Collisions mettent en cause des autobus scolaires, 1992-2001*, Transport Canada, Direction générale de la sécurité routière et de la réglementation automobile, juin 2004, TP2436E, RS2004-02E.

activités ou pour se rendre à des groupes de jeu. Dans certaines administrations, les enfants commencent à aller à l'école à l'âge de 4 ans ½ ou même plus tôt.

Dans le but d'évaluer la sécurité des enfants d'âge préscolaire qui voyagent en autobus scolaire, Transports Canada a effectué des essais pour déterminer leur niveau de sécurité si l'autobus est impliqué dans une collision. La tête des enfants d'âge préscolaire est proportionnellement plus grosse que celle d'enfants plus âgés. Par conséquent, elles entrent en collision avec le dossier du siège avant d'une manière différente. De plus, leur corps peut ne pas avoir un poids suffisant pour bénéficier pleinement de la capacité qu'ont les dossiers de sièges d'absorber l'énergie de l'impact.

L'étude a examiné la protection offerte par le compartimentage des sièges d'autobus scolaires et des ensembles de retenue pour enfants qui sont installés convenablement. Cette analyse ciblait les ensembles de retenue faisant face à l'avant. D'autres études ont examiné de près les avantages des ensembles de retenue pour enfants faisant face à l'arrière^{9 10 11}. Un examen de ces études a révélé que si l'on installait des ensembles de retenue faisant face à l'arrière à bord des autobus scolaires, cela s'avèrerait très bénéfique pour les jeunes enfants

Le présent rapport compare les réactions de mannequins correspondant à des enfants âgés de 18 mois, de 3 ans et de 6 ans¹², en utilisant le compartimentage et des ensembles de retenue pour enfants bien installés et faisant face à l'avant, lors de simulations de collisions frontales.

Le règlement canadien¹³ actuel exige que tous les nouveaux petits autobus¹⁴ soient munis de deux dispositifs d'ancrages universels d'attaches inférieurs qui permettent l'installation de la base d'un siège d'enfant à bord de l'autobus. Tous les ensembles de retenue pour enfants fabriqués depuis septembre 2002¹⁵ doivent être munis d'attaches compatibles avec ces ancrages universels d'attaches inférieurs et d'une courroie d'attache, dans le cas d'ensembles de retenue faisant face à l'avant.

Transports Canada distribue une trousse informative au sujet du transport sécuritaire des enfants dans les voitures de tourisme. Cette trousse, intitulée « En voiture 1-2-3-4¹⁶ », divise en quatre étapes le transport des enfants en toute sécurité. Les mannequins qui ont été utilisés et les conclusions atteintes dans cette étude renvoient à ces étapes.

⁹ F. Legault et D. Stewart, *Towards Improved Infant Restraint System Requirements*, ESV Conference Paper Number 98-S10-O-10, Windsor, Canada, 1998.

¹⁰ G. Carlsson, H. Norin et L. Ysander, *Rearward-facing Child Seats – The Safest Car Restraint for Children* Accident Analysis and Prevention, Vol. 23, nos. 2 et 3, pp. 175-182, 1991.

¹¹ B. Kamren, M.V. Koch, A. Kullgren, A. Lie, C. Tingvall, S. Larsson et T. Turbell, *The Protective Effects of Rearward Facing CRS: An Overview of Possibilities and Problems Associated with Child Restraints for Children Aged 0 - 3 Years*, SAE 933093, SP-986, Child Occupant Protection, San Antonio, 1993.

¹² Le mot « mannequin » désigne un appareil d'essai anthropométrique qui remplace des êtres humains lors d'essais en laboratoire.

¹³ DORS/2002-205, 30 mai 2002; DORS/2003-272, 24 juillet 2003.

¹⁴ poids nominal brut du véhicule (PNBV) de 4 536 kg ou moins.

¹⁵ DORS/2002-206, 30 mai 2002.

¹⁶ *Protégeons nos enfants : En voiture 1-2-3-4*, Transports Canada, TP 13511f, révision de juin 2001.

2. OBJECTIF DE L'ÉTUDE

L'objectif de l'étude était d'examiner la sécurité relative qu'offre le compartimentage et les ensembles de retenue, aux enfants d'âge varié qui voyagent en autobus scolaire. Pour ce faire, des essais ont été effectués sur chariot d'accélération à l'aide de mannequins représentant des enfants de catégories d'âge, de poids et de taille diverses.

3. RÉSUMÉ DES CONSTATATIONS

L'étude a démontré les faits suivants :

- Les enfants pesant 18 kg (40 lb) ou moins ou âgés d'environ 4 ans ½ bénéficieraient de l'utilisation d'ensembles de retenue qui sont appropriés à leur taille et à leur poids lorsqu'ils voyagent en autobus scolaire. La proposition d'une modification au règlement sur les ancrages universels d'attaches inférieurs et de sangles afin qu'il s'applique à tous les autobus scolaires, faciliterait l'installation d'ensembles de retenue pour enfants à bord d'autobus scolaires.
- Les enfants plus âgés sont toujours bien protégés par le compartimentage des autobus scolaires.

4. CONSIDÉRATIONS EN MATIÈRE DE RÉGLEMENTATION

En se fondant sur la présente étude, le Ministère propose de modifier le *Règlement sur la sécurité des véhicules automobiles* pour rendre les normes NSVAC 210.1, « Ancrages d'attaches prêts à utiliser pour les ensembles de retenue »¹⁷ et NSVAC 210.2, « Ensembles universels d'ancrages d'attaches inférieurs des ensembles de retenue et des coussins d'appoint »¹⁸, applicables à tous les nouveaux autobus scolaires. Les modifications proposées obligerait tous ces nouveaux autobus scolaires à être munis d'ancrages d'attaches prêts à utiliser et d'ancrages d'attaches inférieurs sur toutes les banquettes dont la largeur est égale ou inférieure à 762 mm, ou de deux ensembles pour les banquettes dont la largeur dépasse 762 mm.

Le règlement actuel exige qu'à bord de tous les nouveaux autobus dont le poids nominal brut du véhicule (PNBV) est de 4 536 kg ou moins, deux places assises faisant face à l'avant soient munies d'ancrages d'attaches inférieurs.

5. MÉTHODE D'ESSAI

Les essais ont été effectués à l'aide de trois mannequins perfectionnés munis d'instruments. Deux mannequins ont été choisis afin de représenter des enfants d'âge préscolaire, et un représentait un petit enfant d'âge scolaire. Ces mannequins et les tailles des enfants qu'ils représentaient sont illustrés plus loin.

Les accélérations de la tête et du thorax des mannequins ont été mesurées au cours de tous les essais. Comme les niveaux de référence de blessure pour les enfants n'ont pas

¹⁷ Référence de la Gazette du Canada à suivre.

¹⁸ Référence de la Gazette du Canada à suivre.

été adoptés,¹⁹ les forces qui s'exerçaient sur les parties supérieures et inférieures du cou n'ont pas fait l'objet d'analyses.

Le mannequin représentant un enfant de 18 mois a subi deux essais en ayant recours au compartimentage et aux ensembles de retenue pour enfants. Les deux mannequins représentant les enfants de 3 et 6 ans ont subi chacun deux essais en ayant recours au compartimentage, et le mannequin représentant un enfant de 3 ans a subi trois essais en ayant recours aux ensembles de retenue pour enfants.

5.1. MOYENS D'ESSAI

Des sièges d'autobus conformes à la norme NSVAC 222²⁰, « Sièges pour passager d'autobus scolaire et protection en cas de collision » ont été installés et fixés à un chariot HyGe. Dans le cas des essais à compartimentage, on a installé une cage autour des installations d'essai pour ainsi protéger les mannequins.



Figure 1 – Installation typique pour un essai

Les essais ont été effectués conformément aux prescriptions de la « Méthode d'essai 213 – Ensembles de retenue pour enfants »²¹. La variation totale de vitesse du chariot d'essai (δV) était de 48 km/h, et on a obtenu un régime de décélération de 20 grammes en moins de 11 millisecondes, maintenu jusqu'à 48 millisecondes après le début de l'essai. Les conditions d'essai ambiantes, les spécifications d'humidité et la préparation pour l'essai ont été réalisées conformément aux prescriptions de la méthode d'essai.

¹⁹ United States Federal Register: Rules and Regulations; *FMVSS 213 – Child Restraint Systems*, Vol. 68, no. 121, 24 juin 2003; pp. 37619-37658.

²⁰ DORS/80-161, 21 février 1980; DORS/86-453, 17 avril 1986; DORS/91-593, 24 octobre 1991.

²¹ Publié le 1^{er} avril 1982, révisé en octobre 2001.

5.2. MANNEQUINS D'ESSAI

Pour ce programme d'essai, on a eu recours à un mannequin CRABI²² représentant un enfant de 18 mois et à des mannequins Hybrid III représentant respectivement des enfants de 3²³ et de 6 ans²⁴. La masse de chaque mannequin est indiquée au tableau 1.

Le mannequin 18 mois représente un enfant dont la masse dépasse légèrement celle d'un enfant en fin de « phase 1 » (âge compris entre la naissance et environ un an), le mannequin 3 ans représente un enfant de « phase 2 » (âge compris entre 1 an et 4 ans ½ environ), et le mannequin 6 ans représente un enfant de « phase 3 » (âge compris entre 4 ans ½ et 8 ans environ). Les phases correspondant aux dimensions des mannequins utilisés au cours de cette étude sont également indiquées dans le tableau 1.

Tableau 1 – Renseignements sur les mannequins d'essai

<i>Mannequin d'essai</i>	<i>Masse (kg)</i>	<i>Masse (lb)</i>	<i>Phase correspondante « En voiture 1-2-3-4 »</i>	<i>Population des passagers d'autobus cible</i>
CRABI (18 mois)	11,5	25,3	Légèrement supérieur à un enfant de la « phase 1 »	Plus petit enfant qui typiquement participe à des activités de garderie et à des voyages
Hybrid III (3 ans)	15,5	34,0	« phase 2 »	Enfant moyen qui typiquement participe à des activités de garderie et à des voyages
Hybrid III (6 ans)	23,5	51,6	« phase 3 »	Plus jeune enfant d'âge scolaire voyageant en autobus

Les spécifications concernant les accéléromètres pour la tête et le thorax, qui ont enregistré les données analysées pour les fins de ce rapport, étaient conformes à la norme SAE J211 de la « Society of Automotive Engineers Recommended Practice ».²⁵ Les mannequins étaient vêtus comme prescrit dans la méthode d'essai 213, la taille des vêtements étant ajustée pour leur stature respective.

²² Mannequin d'enfant de 18 mois CRABI, First Technology, référence 93091-000.

²³ United States Code of Federal Regulations, Titre 49, Transportation, Partie 572 – Sous-partie “P”.

²⁴ United States Code of Federal Regulations, Titre 49, Transportation, Partie 572 – Sous-partie “N”.

²⁵ Society of Automotive Engineers Recommended Practice (SAE) J211, Instrumentation for Impact Tests (MAR95).

5.3. ENSEMBLE DE RETENUE

Tous les sièges d'autobus scolaire et les ensembles de retenue qui ont servi à ces essais étaient soit des produits commercialisés ou des prototypes conçus par des fabricants de sièges ou d'ensembles de retenue.

6. ENREGISTREMENT DES DONNÉES ET ANALYSES

6.1. ÉQUIPEMENT D'ENREGISTREMENT DES DONNÉES

Tous les essais ont été enregistrés et les données ont été analysées à l'aide de l'équipement suivant :

- Des transducteurs sur le chariot étaient alimentés d'un courant de 3,33 V c.c. provenant de prises sur le chariot. Les signaux de sortie étaient transmis à des filtres actifs analogiques extérieurs (par un câble ombilical multi-coaxial à faible bruit), qui filtraient les données conformément aux prescriptions de la norme américaine SAE J2111.
- Les signaux étaient ensuite numérisés à une fréquence d'échantillonnage de 10 000 échantillons par seconde à l'aide d'une série de quatre cartes multifonctions National Instruments MIO-6070E qui contenaient des convertisseurs A/N de 12-bits, qui assuraient un accès direct à la mémoire vive d'un ordinateur National Instruments PXI 8156 où les données étaient d'abord enregistrées, avec mise en mémoire indéfinie sur disques CD-ROM.
- Le post-filtrage numérique a été exécuté à partir des données de la mémoire vive à l'aide du logiciel spécialement conçu de National Instruments, comme spécifié par la norme SAE J2111 pour la catégorie des filtres utilisés. Le logiciel « Labview » a aussi servi à exécuter des fonctions de mise à l'échelle, de traitement et de pointage.

6.2. ENREGISTREMENT SUR FILM ET ANALYSE

On a eu recours à des enregistrements vidéo pour procéder à l'analyse cinématique de chaque essai. Ces renseignements ont été enregistrés à l'aide des équipements suivants :

- Un système d'analyse de mouvement Kodak EM Ektapro;
- Un imageur à luminosité amplifiée Kodak (caméra vidéo);
- Un processeur EM Kodak (modèle 1012) qui produit une projection animée en noir et blanc avec possibilité de calcul électronique réticulaire des axes X-Y;
- Une fréquence de trames de 500 images par seconde;
- Une vitesse d'obturation de 1/1000 sec.

6.3. VARIABLES EXPLORÉES AU COURS DE L'ÉTUDE

Les variables explorées dans la présente étude sont les suivantes :

6.3.1. Taille des mannequins représentant des enfants

Le mannequin CRABI représentant un enfant de 18 mois et les mannequins Hybrid III représentant respectivement des enfants de 3 et de 6 ans ont servi à simuler des enfants passagers.

6.3.2. Configuration de l'ensemble de retenue

Les essais de compartimentage fournissent une base pour les mesures sur les mannequins. Les dispositifs de retenue pour enfants qui ont servi aux essais avaient le même type de coquille et de harnais.

6.4. EXAMEN DES DONNÉES

Les données ont été examinées pour déceler des erreurs lors de leur saisie et pour identifier des aberrations dans les résultats des essais. Rien de tel ne s'est produit. Tous les essais ont également été soumis à des analyses photographiques poussées.

7. RÉSULTATS

Les résultats sont illustrés aux figures 2 et 3. Pour des raisons de concision, ces figures utilisent les expressions « CRS » pour désigner un ensemble de retenue pour enfants et « passive » pour désigner le compartimentage. Les résultats numériques de chaque essai apparaissent à côté des points de données correspondants dans les graphiques. Dans le cadre du présent document, les valeurs maximales d'accélération de la tête et du thorax sont rapportées et analysées.

Les barres de données grises des graphiques représentent les essais effectués avec des dispositifs de retenue pour enfants installés convenablement et utilisés par les mannequins représentant des enfants de 18 mois et de 3 ans, alors que les barres de données blanches représentent les essais effectués avec le compartimentage dans le cas des mannequins représentant des enfants de 18 mois, et 3 et de 6 ans.

À des fins de référence, les niveaux acceptables d'accélération de la tête et du thorax sont respectivement de 80 g et de 60 g (la ligne horizontale des figures 2 et 3). Ces niveaux acceptables ont été adoptés à partir des critères prescrits pour un mannequin représentant un enfant de 3 ans figurant dans la norme NSVAC 213.4, « Ensembles intégrés de retenue d'enfant et coussins d'appoint intégrés »²⁶ et la norme NSVAC 213, « Ensembles de retenue d'enfant ».²⁷

²⁶ DORS/94-669, 25 octobre 1994.

²⁷ Annexe 3 du Règlement sur la sécurité des ensembles de retenue et des coussins d'appoint (RSER); DORS/98-159, 12 mars 1998; DORS/98-524, 22 octobre 1998; DORS/2000-89, 2 mars 2000; DORS/2001-341, 20 septembre 2001; DORS/2002-206, 30 mai 2002.

7.1. ACCÉLÉRATION DE LA TÊTE

La figure 2 présente l'accélération de la tête selon la taille du mannequin et le type d'ensemble de retenue utilisé. Lors de tous les essais avec le mannequin représentant un enfant de 18 mois qui utilisait un ensemble de retenue (deux essais), le mannequin représentant un enfant de 3 ans qui utilisait un ensemble de retenue (trois essais) et le mannequin représentant un enfant de 6 ans qui utilisait le compartimentage (deux essais), l'accélération de la tête était inférieure au critère de 80 g. Par contre, lors de tous les essais avec le mannequin représentant un enfant de 18 mois qui utilisait le compartimentage (deux essais) et le mannequin représentant un enfant de 3 ans qui utilisait le compartimentage (deux essais), l'accélération de la tête dépassait de ce critère. Ces résultats indiquent que les enfants des « phases 1 et 2 » bénéficieraient de l'utilisation d'un ensemble de retenue d'enfant installé convenablement lorsqu'ils voyagent en autobus scolaire.

7.2. ACCÉLÉRATION DU THORAX

La figure 3 présente l'accélération du thorax selon la taille du mannequin et le type d'ensemble de retenue utilisé. Lors de tous les essais avec le mannequin représentant un enfant de 18 mois qui utilisait un ensemble de retenue (deux essais), le mannequin représentant un enfant de 3 ans qui utilisait un ensemble de retenue (trois essais) et le mannequin représentant un enfant de 6 ans qui utilisait le compartimentage (deux essais), l'accélération du thorax était inférieure au critère de 60 g. Par contre l'un des deux essais avec le mannequin représentant un enfant de 18 mois et l'un des deux essais avec le mannequin représentant un enfant de 3 ans qui utilisaient le compartimentage ont produit une accélération du thorax qui dépassait ce critère. Ces résultats indiquent que les enfants des « phases 1 et 2 » bénéficieraient également de l'utilisation d'un ensemble de retenue d'enfant installé convenablement lorsqu'ils voyagent en autobus scolaire.

8. CONCLUSIONS ET RÉSUMÉ

Le mannequin représentant un enfant de 6 ans était bien protégé par le compartimentage. Les mannequins représentant des enfants de 18 mois et de 3 ans auraient été mieux protégés avec un ensemble de retenue d'enfant.

L'analyse de données de la présente étude semble indiquer que les enfants correspondant aux « phases 1 et 2 » bénéficieraient de l'utilisation de dispositifs de retenue pour enfants convenablement installés lorsqu'ils voyagent en autobus scolaire.

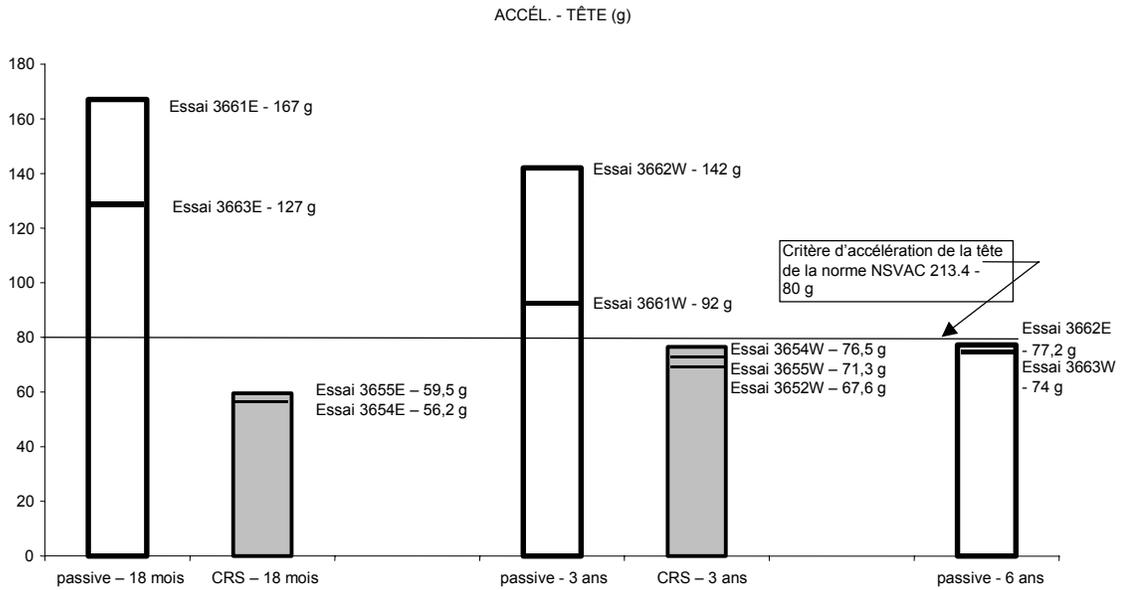


Figure 2 – Accélération de la tête selon la taille du mannequin et le type d'ensemble de retenue utilisé

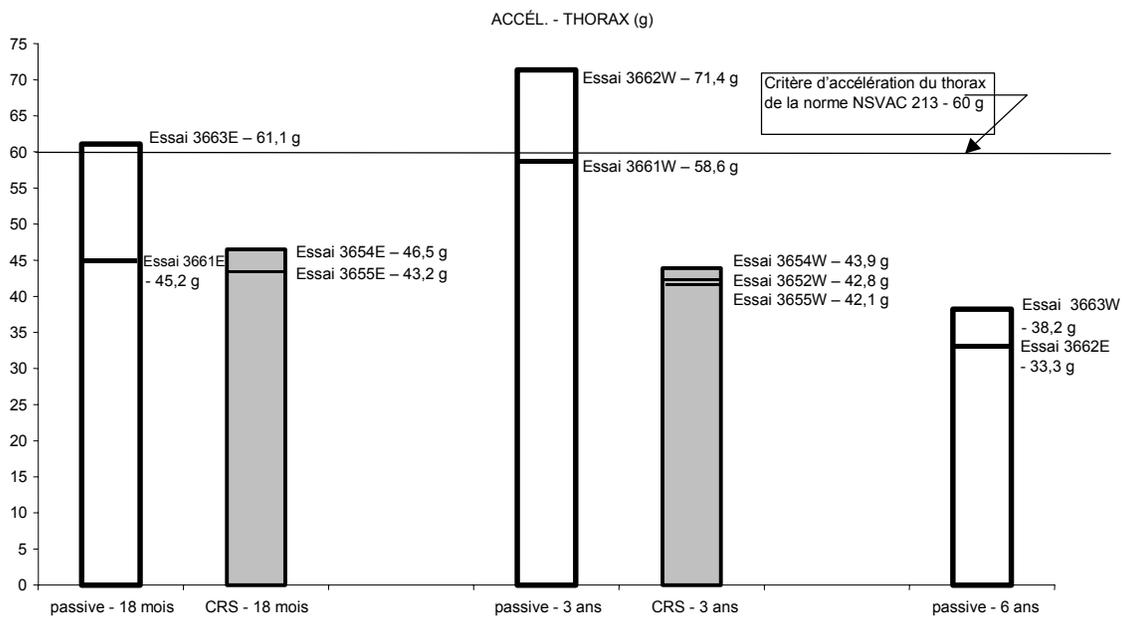


Figure 3 – Accélération du thorax selon la taille du mannequin et le type d'ensemble de retenue utilisé