



*Étude sur l'utilisabilité du dispositif universel d'ancrages  
des ensembles de retenue d'enfants dans  
les autobus scolaires et les véhicules à passagers*

Préparée par:

**Christina M. Rudin-Brown,**

Division de l'ergonomie et d'évitement de collision  
Sécurité routière et réglementation automobile

et

**Andrea Scipione, Joe Armstrong,**

**Gerald Lai, Alice Salway, et Jason Kumagai**

CAE Professional Services Canada

Mars 2007

---

This report is also available in English :

Usability Study of the Universal Anchorage System for Child Restraints in School Buses and Passenger Vehicles, TP 14702 E.



Transports  
Canada

Transport  
Canada

## FORMULE DE DONNÉES POUR PUBLICATION

<b>1. N° de la publication de Transports Canada No. (TP)</b> TP 14702 F		<b>2. ISBN</b>		<b>3. N° de catalogue</b>	
<b>4. Titre</b> Étude sur l'utilisabilité du dispositif universel d'ancrages des ensembles de retenue d'enfants dans les autobus scolaires et les véhicules à passagers		<b>5. Date de la publication</b> mars 2007			
		<b>6. Genre de publication</b> Rapport de recherche			
<b>7. Auteur(s)</b> Christina M. Rudin-Brown (TC), Andrea Scipione, Joe Armstrong, Gerald Lai, Alice Salway, and Jason Kumagai (CAE)		<b>8. Bureau de première responsabilité (BPR)</b>			
<b>9. Nom et adresse de l'organisme exécutant</b> Transports Canada Sécurité routière et réglementation automobile Division de l'ergonomie et d'évitement de collision and CAE Professional Services Canada		<b>10. No du dossier de l'organisme</b>			
		<b>11. PWGSC or Transport Canada Contract No.</b>			
<b>12. Nom et adresse de l'organisme parrain</b>		<b>13. Adresse URL</b> <a href="http://www.tc.gc.ca/securiteroutiere/tp/tp14702/menu.htm">www.tc.gc.ca/securiteroutiere/tp/tp14702/menu.htm</a>			
		<b>14. N° du SGDDI</b>			
<b>15. Remarques additionnelles</b>					
<b>16. Résumé</b> Cette évaluation, de l'utilisabilité d'un dispositif universel d'ancrages (DUA) dans les voitures et les autobus scolaires, fournit des conseils sur les améliorations potentielles de la conception du DUA et fait des recommandations sur les instructions et l'étiquetage relatifs au DUA.					
<b>17. Mots clés</b> Dispositif de retenue d'enfant; Sécurité des enfants; Automobile; Autobus scolaire			<b>18. Diffusion</b> Aucune restriction.		
<b>19. Classification de sécurité (de cette publication)</b>	<b>20. Classification de sécurité (de cette page)</b>	<b>21. Déclassification (date)</b>	<b>22. N° de pages</b> [4], ii, 58 p.	<b>23. Prix</b>	



Transport  
Canada

Transports  
Canada

## PUBLICATION DATA FORM

1. <b>Transport Canada Publication No. (TP)</b> TP 14702 E		2. <b>ISBN</b>		3. <b>Catalogue No.</b>	
4. <b>Title</b> Usability Study of the Universal Anchorage System for Child Restraints in School Buses and Passenger Vehicles		5. <b>Publication Date</b> March 2007			
		6. <b>Type of Publication</b> Research Report			
7. <b>Author(s)</b> Christina M. Rudin-Brown (TC), Andrea Scipione, Joe Armstrong, Gerald Lai, Alice Salway, and Jason Kumagai (CAE)		8. <b>Office of Primary Interest (OPI)</b> ASFB			
9. <b>Performing Organization Name and Address</b> Transport Canada Road Safety and Motor Vehicle Regulation Directorate Ergonomics and Crash Avoidance Division And CAE Professional Services Canada		10. <b>Performing Organization File No.</b>			
		11. <b>PWGSC or Transport Canada Contract No.</b>			
12. <b>Sponsoring Agency Name and Address</b>		13. <b>URL Address</b> <a href="http://www.tc.gc.ca/roadsafety/tp/tp14702/menu.htm">www.tc.gc.ca/roadsafety/tp/tp14702/menu.htm</a>			
		14. <b>RDIMS No.</b>			
15. <b>Supplementary Notes</b>					
16. <b>Abstract</b> The study assesses the usability of the Universal Anchorage Systems (UAS) in cars and school buses, and provides guidance on potential UAS design improvements and recommendations concerning labelling and instructions related to the UAS.					
17. <b>Key Words</b> Child restraints; Universal anchorage systems (UAS); Child safety; Automobiles; School buses			18. <b>Distribution Statement</b> No restriction.		
19. <b>Security Classification</b> (of this publication)	20. <b>Security Classification</b> (of this page)	21. <b>Declassification</b> (date)	22. <b>No. of Pages</b> [4], ii, 52p.	23. <b>Price</b>	

## TABLE DES MATIÈRES

1.	.....	2
1.	RÉSUMÉ .....	1
2.	INTRODUCTION .....	2
3.	BUT ET PORTÉE DE L'ÉTUDE .....	4
4.	MÉTHODE GÉNÉRALE .....	5
4.1	Méthodologie de recherche .....	5
4.2	Participants .....	5
4.3	Équipement .....	5
4.4	Procédure .....	9
4.5	Indices de gravité .....	10
4.6	Numéro de priorité du risque (NPR) .....	12
4.7	Analyse statistique .....	12
5.	RÉSULTATS ET DISCUSSION .....	12
5.1	Connaissance du dispositif universel d'ancrages (DUA) .....	12
5.2	Mesures d'utilisabilité objectives .....	14
5.2.1	Pourcentage des installations correctes .....	14
5.2.2	Temps pour se familiariser, installer et enlever un ERE .....	16
5.2.3	Fréquences d'erreur .....	19
5.2.4	Numéros de priorité du risque (NPR) .....	24
5.3	Mesures d'utilisabilité subjectives .....	25
5.3.1	Évaluations de l'utilisabilité des ERE .....	25
5.3.2	Évaluations du degré de certitude de l'utilisateur .....	29
5.3.3	Préférences de l'utilisateur .....	30
6.	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS .....	32
6.1	Attaches supérieures .....	32
6.2	Connecteurs d'ancrages inférieurs .....	32
6.3	Généralités .....	33
7.	RÉFÉRENCES .....	34
8.	ANNEXE A : Formulaires .....	36
8.1	Formulaire des erreurs d'installation du participant .....	36
8.2	Questionnaire sur la certitude de l'utilisateur (Voiture/Autobus) .....	37
8.3	Questionnaire sur l'utilisabilité de l'installation de l'ERE (Voiture/Autobus) .....	39
8.4	Questionnaire général sur l'utilisabilité .....	41
9.	ANNEXE B : Indices de gravité, fréquences et valeurs de NPR .....	46
9.1	Dans la voiture .....	46
9.2	Dans l'autobus .....	49
10.	ANNEXE C : Problèmes d'utilisabilité par rapport à l'utilisation des ERE dans un autobus scolaire .....	52

## LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Attache supérieure et ancrages inférieurs de l'ERE A .....	7
Figure 2.	Attache supérieure et ancrages inférieurs de l'ERE B .....	7
Figure 3.	Attache supérieure et ancrages inférieurs de l'ERE C .....	7
Figure 4.	Ancrages inférieurs (voiture) .....	8
Figure 5.	Ancrage d'attache supérieure (voiture) .....	8
Figure 6.	Symbole indiquant l'ancrage d'attache supérieure (voiture) .....	8
Figure 7.	Maquette d'autobus scolaire .....	8
Figure 8.	Ancrages inférieurs (autobus scolaire) .....	8

Figure 9. Ancrage d'attache supérieure (autobus scolaire).....	9
Figure 10. Réponses à la question : « Comment fixeriez-vous un ERE à un véhicule ».....	12
Figure 11. Pourcentage des participants nécessitant plus de renseignements sur le DUA.....	13
Figure 12. Pourcentage des installations correctes.....	14
Figure 13. Pourcentage des installations correctes dans la voiture (volet de gauche) et l'autobus scolaire (volet de droite) selon l'expérience des participants.....	15
Figure 14. Un participant expérimenté installant un ERE dans la voiture (photo de gauche) et dans l'autobus (photo de droite).....	16
Figure 15. Temps requis pour l'installation et l'enlèvement d'un ERE.....	17
Figure 16. Temps requis pour l'installation et l'enlèvement d'un ERE dans la voiture et l'autobus.....	18
Figure 17. Erreurs relatives à l'attache supérieure dans la voiture (a) et l'autobus (b).....	19
Figure 18. Torsion de l'attache supérieure à double courroie de l'ERE A.....	20
Figure 19. L'installation correcte de l'attache supérieure de l'ERE C (à gauche) permettait tout de même à l'ERE de bouger vers l'avant (à droite).....	20
Figure 20. Erreurs relatives aux connecteurs d'ancrages inférieurs dans la voiture (a) et l'autobus scolaire (b).....	21
Figure 21. Le crochet à bouton poussoir du connecteur d'attache inférieure installé à l'envers (photo de gauche) et l'entortillement de l'attache inférieure à simple courroie (volet de droite) dans l'autobus scolaire.....	22
Figure 22. Courroie du connecteur indépendante de l'ERE A.....	22
Figure 23. Erreurs générales d'installation dans la voiture (a) et l'autobus scolaire (b).....	23
Figure 24. Total des valeurs des NPR relatives aux ERE pour les erreurs dans la voiture (a) et l'autobus scolaire (b).....	24
Figure 25. Évaluations de l'utilisabilité de l'attache supérieure.....	26
Figure 26. Installation de l'attache supérieure dans la voiture (à gauche) et dans l'autobus (à droite).....	26
Figure 27. Évaluations de l'utilisabilité des connecteurs d'ancrages inférieurs.....	27
Figure 28. Installation des connecteurs d'ancrages inférieurs dans la voiture (à gauche) et l'autobus (à droite).....	28
Figure 29. Évaluations du degré de certitude.....	29

## **LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1. Caractéristiques des connecteurs de l'attache supérieure et de l'ancrage inférieur d'ERE.....	6
Tableau 2. Indices de gravité relatifs au DUA dans la voiture et l'autobus.....	11

## 1. RÉSUMÉ

---

Depuis 2002, Transports Canada exige que tous les nouveaux véhicules et les ensembles de retenue d'enfants (ERE) soient munis d'un dispositif universel d'ancrages (DUA) qui comprend des ancrages inférieurs et des ancrages d'attaches supérieures. Même si le DUA a été conçu pour rendre l'installation d'ERE plus facile dans les véhicules et pour diminuer les possibilités de mauvais usage, des rapports ont indiqué que le DUA n'est pas aussi facile à utiliser ou aussi efficace qu'on aurait pu l'espérer (Arbogast et Jermakian, 2007; Decina, Lococo & Doyle, 2006; *Consumer Reports*, 2003; *Status Report*, 2001). À ce jour, cependant, aucune étude systématique ou expérimentale n'a été faite pour évaluer l'utilisation du DUA.

En fonction des recherches démontrant que les petits enfants dans les autobus scolaires ne sont pas aussi protégés contre les blessures que les enfants plus grands (Legault, 2004), Transports Canada exigera, à compter du mois d'avril 2007, l'installation de DUA sur un pourcentage de sièges d'autobus scolaires afin de permettre l'installation d'ERE. La présente étude a donc été conçue pour évaluer l'utilisabilité du DUA tant dans les voitures que dans les autobus scolaires. Les principaux objectifs de l'étude étaient de fournir des conseils sur les améliorations potentielles de la conception du DUA et de faire des recommandations sur les instructions et l'étiquetage relatifs au DUA.

Les utilisateurs ont installé des ERE dans une voiture et un autobus scolaire en utilisant trois différents types de connecteurs d'ancrages inférieurs et d'attaches supérieures. Il a été surprenant de constater que plusieurs participants ne connaissaient pas bien le DUA et pensaient que l'ERE ne devait être installé qu'avec la ceinture de sécurité. Plus de 40 % des participants ignoraient où étaient situés les connecteurs d'ancrages inférieurs dans la voiture. Bien que l'efficacité de l'installation au moyen du DUA était généralement satisfaisante (tous les ERE ont été installés correctement de 70 à 92 % du temps), la conception du DUA peut être améliorée à la fois pour les ERE et pour les véhicules. Une étude non officielle supplémentaire sur l'utilisabilité (Annexe C) effectuée dans l'autobus scolaire a révélé plusieurs autres difficultés relatives à l'utilisation d'ERE dans ces véhicules. Lorsque les fabricants d'ERE et les constructeurs de véhicules automobiles mettront en application les améliorations de conception proposées, l'utilisabilité générale du DUA sera plus grande et plus efficace en cas de collision.

## 2. INTRODUCTION

---

Malgré leur utilisation obligatoire dans l'ensemble des provinces et des territoires, les ERE sont mal installés dans les véhicules au moins 32 % du temps (Transports Canada, 1998). Transports Canada a étudié les facteurs qui peuvent contribuer à leur mauvais usage ou non-usage (Noy & Arnold, 1995; Rudin-Brown et coll., 2003; Rudin-Brown et coll., 2004). En raison du taux élevé de mauvais usage, une autre méthode pour fixer l'ERE au véhicule a été élaborée. On la nomme dispositif universel d'ancrages (DUA ou LATCH—Lower Anchors And Tethers for Children—aux É.-U.). Conçu pour faciliter l'installation tout en réduisant les possibilités de mauvais usage (Pedder et coll., 1994), le DUA est obligatoire dans tous les nouveaux véhicules et avec tous les ERE depuis septembre 2002 (normes 210.1 et 210.2 des *Normes de sécurité des véhicules automobiles du Canada*).

Malgré les avantages prévus du DUA, plusieurs rapports ont signalé qu'il n'est pas aussi efficace et facile à utiliser qu'on aurait pu l'espérer. Il était prévu à l'origine que les ERE seraient munis d'ancrages inférieurs rigides (Turbell et coll., 1993; Pedder et coll., 1994), mais le règlement final a laissé les fabricants d'ERE libres d'utiliser des attaches rigides ou flexibles. En 2001, l'Insurance Institute for Highway Safety a effectué des essais sur trois ERE munis d'attaches pour DUA flexibles dans 13 différents véhicules à passagers (*Status Report*, 2001). L'institut a comparé trois sièges de modèle européen munis d'attaches pour DUA rigides. Les chercheurs ont eu de la difficulté à installer aussi solidement l'ERE comportant des attaches flexibles que celui muni d'attaches rigides. Ils ont eu de la difficulté surtout à resserrer suffisamment les attaches inférieures pour que l'ERE ne puisse bouger latéralement plus d'un pouce. Par ailleurs, l'ERE muni d'attaches rigides était plus facile à utiliser. Les chercheurs ont conclu que les fabricants d'ERE à l'époque n'offraient pas encore des attaches d'ancrage s'adaptant à tous les types de sièges et d'ancrages dans les voitures et qu'ils fournissaient seulement des attaches flexibles peut-être parce que celles-ci pouvaient être ajoutées à l'ERE sans modifier de façon minime ou majeure la conception des sièges. L'institut a conclu que les attaches d'ancrages flexibles n'avaient pas encore été perfectionnées et que les fabricants d'ERE avaient encore fort à faire avant que les parents disposent d'une méthode à toute épreuve d'installation de sièges destinés aux enfants dans toutes les voitures (*Status Report*, 2001, p. 5).

Les *Consumer Reports* (2003) ont effectué des essais sur 25 ERE, y compris des sièges pour bébés et des sièges d'appoint, et ils ont conclu que sept d'entre eux avaient un taux d'exécution 'plutôt meilleur' lors des essais de collision lorsqu'ils avaient été retenus par les ceintures de sécurité du véhicule plutôt que par le DUA. Ils ont aussi constaté qu'il est impossible d'attacher certains sièges en utilisant le DUA; un système muni de connecteurs inférieurs rigides ne pouvait pas être installé sur un siège arrière très droit. Les courroies d'attache dans certains modèles sont 'très difficiles' à boucler et à ajuster sur certains sièges.

En 2002, des données d'observation sur le mauvais usage ou le non-usage des ERE recueillies dans six États américains (Decina & Lococo, 2005) ont révélé une mauvaise utilisation du DUA tant pour l'attache supérieure que pour les ancrages inférieurs. Plus récemment, la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) des États-Unis a commandé un sondage d'observation d'ERE pour s'assurer que tous les conducteurs ayant des véhicules munis de DUA utilisent le système pour attacher leur ERE au véhicule et, le cas échéant, qu'ils utilisent le système correctement (Decina, Lococo & Doyle, 2006). Fait intéressant, l'étude a conclu que 41 % des parents et des fournisseurs de soins avaient choisi d'utiliser la ceinture de sécurité du



véhicule pour installer l'ERE, bien que le siège du véhicule et l'ERE aient été complètement munis d'un DUA. Soixante-et-un pour cent des sièges installés au moyen d'ancrages inférieurs étaient fixés solidement, ce qui est une amélioration comparativement aux sondages précédents où des ceintures de sécurité avaient été utilisées (50 % avaient été installés solidement). Il a été surprenant de constater que 44 % des ERE munis de DUA avaient été installés sans l'utilisation de l'attache supérieure, même si le siège en possédait une. La majorité (55 %) des gens qui n'ont pas utilisé les ancrages inférieurs, même si leur véhicule en était muni, ont indiqué qu'ils ne les utilisaient pas parce qu'ils ignoraient leur présence. Plusieurs conducteurs pensaient que les ceintures de sécurité étaient plus sécuritaires ou meilleures que les attaches inférieures, ou ont indiqué qu'ils les utilisaient tout simplement parce qu'ils savaient comment s'en servir. Plusieurs croyaient par erreur que leur véhicule, ou le siège, ne disposait pas d'ancrages inférieurs de type DUA, même s'il y en avait un. Il n'y avait qu'un petit nombre d'ERE ayant des attaches inférieures rigides dans cette étude (5 de 354); cependant, les taux de facilité d'utilisation pour les attaches inférieures rigides étaient beaucoup plus positifs que pour ceux utilisant des courroies flexibles. On peut déduire des résultats de la présente étude qu'il est nécessaire d'informer le public sur les capacités et l'utilisation appropriée du DUA.

En dernier lieu, une étude d'observation sur le terrain sur l'efficacité du DUA lors de collisions réelles a permis de constater un mauvais usage fréquent du système (Arbogast & Jermakian, 2007). Certaines erreurs étaient liées à l'utilisation erronée des ancrages inférieurs du côté extérieur lorsque l'ERE était installé sur le siège central et au fait de n'avoir pas resserré la courroie d'attache inférieure du DUA ou d'en avoir fait un mauvais usage grave. Bien qu'il n'ait pas été possible de tirer des conclusions sur l'efficacité globale du DUA à partir des données, les auteurs sont convaincus de la nécessité de poursuivre l'évaluation des spécifications de conception du DUA.

Il est fort probable que les garderies et certaines écoles vont utiliser de plus en plus des autobus scolaires pour transporter des enfants d'âge préscolaire. La protection adéquate des petits enfants lors de leur transport en autobus scolaire a donc reçu récemment beaucoup d'attention. Les recherches précédentes et l'expérience indiquent que les enfants plus grands, d'âge scolaire, sont protégés de blessures par une caractéristique nommée le 'compartimentage'. 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. Transports Canada a effectué des essais pour évaluer la sécurité des petits enfants dans les autobus scolaires (Legault, 2004) et a conclu qu'ils ne sont pas aussi protégés de blessures que les enfants plus grands. Les chercheurs ont fait des essais avec des mannequins de trois tailles différentes dans des simulations de collisions. Lorsqu'ils n'étaient pas retenus par un ERE, les mannequins représentant un enfant de 18 mois et un enfant de 3 ans ont subi des accélérations de la tête et du thorax beaucoup plus élevées que ce qui est permis dans le cadre du règlement actuel. Le mannequin représentant un enfant de 6 ans n'a pas manifesté ces valeurs d'accélération élevées. Pour mieux protéger les petits enfants (ceux qui pèsent moins de 40 lb ou 18 kg) dans les autobus scolaires, Transports Canada a décidé qu'à compter d'avril 2007, tous les nouveaux autobus scolaires au Canada devront pouvoir permettre l'installation d'ERE au moyen de barres d'ancrages inférieurs de type DUA et d'ancrages d'attaches supérieures (*Gazette du Canada*, 2006).

Pour l'Organisation internationale de normalisation, le terme 'utilisabilité' est « le degré selon lequel un produit peut être utilisé, par des utilisateurs identifiés, pour atteindre des buts définis avec efficacité, efficience et satisfaction, dans un contexte d'utilisation spécifié » (ISO, 1998).

Transports Canada tient à déterminer si le DUA est aussi efficace à l'usage qu'il a été prévu. Les parents et les fournisseurs de soins au Canada doivent non seulement connaître son existence mais ils devraient aussi le trouver facile à utiliser correctement. De plus, l'utilisation de DUA pour installer les ERE dans les autobus scolaires ne devrait pas avoir des conséquences inattendues ou irraisonnables. C'est justement pour répondre à ces deux préoccupations que la présente étude s'est penchée sur l'utilisabilité du DUA, tant dans une voiture que dans un autobus scolaire.

### **3. BUT ET PORTÉE DE L'ÉTUDE**

---

Le but de l'étude était d'évaluer et de comparer l'utilisabilité de différents types de connecteurs d'attaches supérieures et d'ancrages inférieurs lorsque les utilisateurs installaient un ERE dans une voiture ou un autobus scolaire. Une étude supplémentaire (Annexe C) a examiné les questions d'utilisabilité générales concernant l'installation d'ERE dans les autobus scolaires.

## 4. MÉTHODE GÉNÉRALE

---

### 4.1 MÉTHODOLOGIE DE RECHERCHE

Une étude sur le même sujet a évalué l'effet de la conception des ancres inférieurs du DUA et des attaches supérieures sur l'efficacité de l'installation d'ERE dans une voiture et un autobus scolaire.

### 4.2 PARTICIPANTS

En tout, 48 personnes ont participé à l'étude. Les participants étaient divisés en deux groupes d'âge (20 à 39 ans et 40 à 65 ans). Les utilisateurs d'ERE expérimentés comprenaient la moitié des participants de chaque groupe d'âge tandis que les participants inexpérimentés constituaient l'autre moitié. Un participant était considéré comme un utilisateur expérimenté s'il avait déjà installé un ERE dans un véhicule au cours des deux dernières années. Un participant était considéré comme un utilisateur inexpérimenté s'il n'avait **jamais** installé un ERE dans un véhicule. On a exclu de l'étude les personnes professionnellement affiliées à un organisme concerné par les ERE ou les personnes ayant une expérience antérieure de l'installation d'un des trois ERE particuliers utilisés aux fins de cette étude.

On a recruté les participants au moyen de circulaires et d'annonces dans les journaux et ils ont reçu 30 \$ pour leur participation (environ 1,5 heure).

### 4.3 ÉQUIPEMENT

On a utilisé trois ERE convertibles offerts sur le marché (ceux qui peuvent être installés face à l'avant ou face à l'arrière) munis de DUA. Bien que les participants n'aient eu à installer l'ERE que face à l'avant, des ERE convertibles ont été choisis en raison de la grande complexité de leur installation et de leur popularité au sein de la population. Une recherche bibliographique a révélé que seules les attaches inférieures utilisant des sangles flexibles sont disponibles au Canada en ce moment. Les conceptions flexibles varient toutefois quant au crochet de connecteur des ancres inférieurs qui fixe solidement l'ERE au véhicule. Les trois ERE à l'étude étaient tous différents pour ce qui est des conceptions des ancres inférieurs et des attaches supérieures. Le Tableau 1 résume les différences entre les trois ERE.

**Tableau 1. Caractéristiques des connecteurs de l'attache supérieure et de l'ancrage inférieur d'ERE.**

	<b>ERE A</b>	<b>ERE B</b>	<b>ERE C</b>
<b>Courroie d'attache supérieure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Double courroie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simple courroie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simple courroie</li> </ul>
<b>Conception du connecteur de l'attache supérieure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crochet en C (à crochet)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crochet en C (à crochet)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crochet en C (à crochet)</li> </ul>
<b>Fixation et dégagement du connecteur d'attache supérieure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opération manuelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opération manuelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opération manuelle</li> </ul>
<b>Dégagement du réglage de tension de l'attache supérieure</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dégagement par bouton-poussoir (on appuie sur le bouton pour faire passer la courroie dans l'ajusteur)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajusteur incliné permettant à la courroie de l'attache de 'glisser' dans l'ajusteur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ajusteur incliné permettant à la courroie de l'attache de 'glisser' dans l'ajusteur</li> </ul>
<b>Point de fixation de l'attache supérieure sur l'ERE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 points d'attache; chaque courroie est attachée dans le haut et les angles du dos de l'ERE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le point d'attache est situé à environ un quart du haut du dos de l'ERE (sous le mécanisme de verrouillage)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Le point d'attache est situé en haut du dos de l'ERE</li> </ul>
<b>Conception de la courroie d'ancrages inférieurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sangle flexible</li> <li>• Deux différentes courroies attachées en permanence à l'ERE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sangle flexible</li> <li>• Une seule courroie passant par l'ERE (il faut refaire ce cheminement lors de la conversion de l'ERE pour qu'il soit face à l'arrière)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sangle flexible</li> <li>• Une seule courroie passant par l'ERE (il faut refaire ce cheminement lors de la conversion de l'ERE pour qu'il soit face à l'arrière)</li> </ul>
<b>Conception du connecteur d'ancrages inférieurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pince-mâchoires (à pression)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crochet en C (à crochet)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crochet en C à bouton-poussoir (à crochet)</li> </ul>
<b>Fixation et dégagement du connecteur d'ancrages inférieurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il faut appuyer sur le crochet de connecteur d'ancrages inférieurs</li> <li>• Dégagement par bouton-poussoir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Opération manuelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bouton-poussoir</li> </ul>
<b>Conception du réglage de tension d'ancrages inférieurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deux ajusteurs de tension; un pour chaque courroie de connecteur d'ancrage inférieur (p. ex. de chaque côté de l'ERE)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un ajusteur de tension attaché à un connecteur d'ancrage inférieur (p. ex. un côté de l'ERE)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un ajusteur de tension attaché à un connecteur d'ancrage inférieur (p. ex. un côté de l'ERE)</li> </ul>
<b>Dégagement du réglage de tension d'ancrages inférieurs</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dégagement par bouton-poussoir (il faut appuyer sur le bouton pour faire passer la courroie par l'ajusteur)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dégagement par bouton-poussoir (il faut appuyer sur le bouton pour faire passer la courroie par l'ajusteur)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dégagement par bouton-poussoir (il faut appuyer sur le bouton pour faire passer la courroie par l'ajusteur)</li> </ul>

Les trois ERE évalués aux fins de la présente étude étaient : ERE A – ancrages inférieurs par pince-mâchoires (à pression) et attache supérieure à double courroie (Figure 1); ERE B – ancrages inférieurs par crochet en C (à crochet) et attache supérieure à simple courroie (Figure 2) et ERE C – ancrages inférieurs par crochet en C (à crochet) à bouton-poussoir et attache supérieure à simple courroie (Figure 3).

**Figure 1. Attache supérieure et ancrages inférieurs de l'ERE A.**



**Figure 2. Attache supérieure et ancrages inférieurs de l'ERE B.**



**Figure 3. Attache supérieure et ancrages inférieurs de l'ERE C.**



Une berline quatre portes très populaire a servi de véhicule à passagers pour les essais. Les barres d'ancrages inférieurs étaient situées dans la fente du siège et n'étaient pas visibles. Deux étiquettes d'identification grises indiquaient l'emplacement général des barres (Figure 4). L'ancrage de l'attache supérieure était situé derrière l'appui-tête sur la tablette arrière (Figure 5) et était indiqué par un symbole d'indicateur d'ERE (Figure 6).

**Figure 4. Ancrages inférieurs (voiture).**



**Figure 5. Ancre d'attache supérieure (voiture).**



**Figure 6. Symbole indiquant l'ancrage d'attache supérieure (voiture).**



La maquette d'autobus scolaire utilisée aux fins de la présente étude est présentée à la Figure 7. Elle comprend trois sièges d'autobus scolaire typiques du même côté de l'allée. Les barres d'ancrages inférieurs étaient jaune clair et situées devant la fente des sièges (Figure 8). L'ancrage des attaches était situé en bas et en arrière du dossier du siège (Figure 9). L'emplacement et la configuration des ancres inférieurs et de l'attache supérieure étaient fondés sur les pratiques industrielles courantes et sur des discussions avec les fabricants.

**Figure 7. Maquette d'autobus scolaire.**



**Figure 8. Ancrages inférieurs (autobus scolaire).**



**Figure 9. Ancrage d'attache supérieure (autobus scolaire).**



Le relâchement des attaches et des ancrages inférieurs, le mouvement latéral de l'ERE et l'espace entre le dos de l'ERE et le dossier du siège arrière du véhicule/autobus ont été mesurés au moyen de séparateurs en bois allant de 2,54 cm (1 po) à 15,24 cm (6 po). Les essais expérimentaux ont été enregistrés par deux caméras vidéo numériques.

#### **4.4 PROCÉDURE**

Chaque séance d'essai a duré environ 90 minutes. Avant l'étude, on a informé les participants de la nature de l'expérience et de leur droit de se retirer de l'expérience en tout temps.

Avant de procéder à l'installation de tout ERE, les connaissances des participants sur l'existence du DUA ont été évaluées par une question générale sur l'installation : « Vous êtes en train d'installer un nouveau siège d'enfant que vous venez d'acheter. Comment le fixeriez-vous au véhicule? »

Les participants devaient ensuite installer chacun des trois ERE dans une voiture et dans un autobus scolaire. Pour contrôler les effets d'enchaînement, l'ordre de l'installation était varié selon la méthode du carré latin. Avant chaque installation, on a demandé aux participants d'installer l'ERE face à l'avant en utilisant les connecteurs du DUA plutôt que les ceintures de sécurité. Pour la première installation de chaque ERE, le participant devait se familiariser avec l'ERE sans se préoccuper des courroies intérieures du harnais pour enfant.

Au cours de la période de familiarisation, les connaissances des participants sur le DUA ont de nouveau été évaluées selon qu'ils ont posé des questions sur la fonction des connecteurs de DUA. Si un participant posait la question, le facilitateur lui demandait de continuer à se familiariser avec l'ERE afin de découvrir la fonction des connecteurs. Le temps nécessaire pour que chaque participant se familiarise avec chaque ERE a été enregistré (un maximum de cinq minutes). À la fin de la période de familiarisation, si le participant ne connaissait toujours pas la fonction des connecteurs de DUA, l'animateur notait encore que la question avait été posée et donnait des instructions minimales. Après la période de familiarisation, les participants avaient la possibilité de se familiariser avec la voiture et la maquette de l'autobus scolaire.

Chaque ERE était installé sur le siège arrière de la voiture du côté du conducteur ou près de la fenêtre dans la rangée du milieu de l'autobus scolaire. On a rappelé aux participants que l'ERE ne serait pas sécuritaire s'il n'était pas installé correctement et donc de prendre le

temps nécessaire pour accomplir la tâche. On encourageait le participant à s'exprimer à haute voix pour que le facilitateur puisse saisir les commentaires et les opinions du participant tout au long des essais.

Le participant informait le facilitateur lorsqu'il avait terminé l'installation de chaque ERE. Le facilitateur effectuait un bref examen de l'installation pour s'assurer de la fixation de la courroie d'attache et, dans le cas contraire, encourageait le participant à le fixer solidement. L'erreur était inscrite sur le *Participant Installation Error Form* (Formulaire des erreurs d'installation du participant). Le temps nécessaire pour compléter l'installation de l'ERE était ensuite enregistré.

Au cours d'une installation, le facilitateur notait sur le Formulaire des erreurs d'installation du participant lorsqu'un participant avait besoin d'être guidé au sujet de l'emplacement des barres inférieures de connexion dans la voiture. À la première occurrence, le participant était invité à chercher l'information dans le guide de l'automobiliste. Après consultation du guide, si le participant ne pouvait toujours pas trouver les barres d'ancrages inférieurs, le facilitateur les lui indiquait.

Après chaque installation, le participant remplissait le *CRS Installation Usability Questionnaire* (Questionnaire sur l'utilisabilité de l'installation de l'ERE) (Questions 1-3 : Installation), ainsi que le *User Confidence Questionnaire* (Questionnaire sur la certitude de l'utilisateur). Après avoir rempli les questionnaires, le participant devait enlever l'ERE du véhicule. Le temps nécessaire pour enlever l'ERE était enregistré. Le participant remplissait ensuite le Questionnaire sur l'utilisabilité de l'installation de l'ERE (Questions 4-5 : Enlèvement). Pendant que le participant remplissait les questionnaires, le facilitateur inspectait l'installation de l'ERE et inscrivait les erreurs sur le Formulaire des erreurs d'installation du participant. Le facilitateur reconfigurait ensuite l'ERE à sa position préalable. Après avoir terminé le sixième et dernier essai d'installation, le participant remplissait le *General Usability Questionnaire* (Questionnaire général sur l'utilisabilité).

À la fin de la séance d'essais, les participants étaient informés de l'objet de l'étude plus en détail et pouvaient poser des questions ou soulever des préoccupations. Le *Participant Installation Error Form*, le *User Confidence Questionnaire*, le *CRS Installation Usability Questionnaire* et le *General Usability Questionnaire* sont présentés à l'Annexe A (en anglais seulement).

#### **4.5 INDICES DE GRAVITÉ**

La gravité d'erreurs potentielles relatives à l'utilisation du DUA a été adaptée de Noy et Arnold (1995) et Rudin-Brown et coll. (2004) à l'aide de la procédure de l'analyse des effets et du mauvais usage de Czernakowski et Müller (1991; 1993). On a demandé à trois experts en la matière ayant de l'expérience dans le domaine de l'aspect légal et de l'utilisation des ERE d'évaluer sur une échelle de 0 à 10 l'effet probable d'une erreur sur la sécurité, le niveau 10 représentant l'effet le plus négatif. Les résultats finals de la gravité des erreurs potentielles ont été déterminés en calculant la moyenne des évaluations subjectives et indépendantes de chaque expert. Les indices de gravité de quatre ou davantage sont considérés inacceptables et risquent de compromettre l'efficacité d'un ERE en cas de collision (Czernakowski et Müller, 1993). Les indices de gravité des erreurs relatives à l'utilisation du DUA sont présentés au Tableau 2.



**Tableau 2. Indices de gravité relatifs au DUA dans la voiture et l'autobus.**

	<b>Erreur</b>	<b>Voiture</b>	<b>Autobus scolaire</b>
<b>Erreurs relatives à l'attache supérieure</b>	Attache non utilisée	7,75	4,25
	Attache non fixée au bon ancrage	5,75	5,5
	Courroie d'attache tordue	1,25	1
	Courroie d'attache enfilée incorrectement	6,5	5
	Relâchement de la courroie d'attache de 1 po	3,5	2,75
	Relâchement de la courroie d'attache de 2 po	4,625	3
	Relâchement de la courroie d'attache de 3 po	6,25	3,25
	Relâchement de la courroie d'attache de 4 po	6,75	3,625
	Relâchement de la courroie d'attache de 5,5 po ou davantage	7,625	4,375
	Courroie d'attache passée par-dessus l'appui-tête (au lieu d'entre l'appui-tête et le siège du véhicule)	3,75	N/A
<b>Erreurs relatives aux connecteurs d'ancrages inférieurs</b>	Connecteurs d'ancrages inférieurs non fixés à l'ancrage	9,375	9,375
	Connecteurs d'ancrages inférieurs fixés au mauvais ancrage	5,75	5
	Les deux connecteurs d'ancrages inférieurs fixés au même ancrage	6,75	6
	Connecteurs d'ancrages inférieurs fixés à l'envers	1,625	1,375
	Courroie (sangle) de connecteurs d'ancrages inférieurs tordue	1,625	1,375
	Relâchement de 1 po des courroies de connecteurs d'ancrages inférieurs	3,375	2,875
	Relâchement de 2 po des courroies de connecteurs d'ancrages inférieurs	4,125	3,625
	Relâchement de 3 po des courroies de connecteurs d'ancrages inférieurs	5,5	4,5
	Relâchement de 4 po des courroies de connecteurs d'ancrages inférieurs	6,875	5,625
	Relâchement de 5,5 po ou davantage des courroies de connecteurs d'ancrages inférieurs	8,125	6,875
<b>Erreurs générales</b>	L'ERE se déplace latéralement de 1 po	1	1
	L'ERE se déplace latéralement de 2 po	2,5	2,25
	L'ERE se déplace latéralement de 3 po	3,25	3,5
	L'ERE se déplace latéralement de 4 po ou davantage	4	4,25
	Espace de 1 po entre le dos de l'ERE et le dossier du siège du véhicule	1,25	1
	Espace de 2 po entre le dos de l'ERE et le dossier du siège du véhicule	2,25	2
	Espace de 3 po entre le dos de l'ERE et le dossier du siège du véhicule	4	3,5
	Espace de 4 po entre le dos de l'ERE et le dossier du siège du véhicule	5,75	5,25
	Espace de 5 po entre le dos de l'ERE et le dossier du siège du véhicule	6,875	6,375

#### 4.6 NUMÉRO DE PRIORITÉ DU RISQUE (NPR)

Le NPR est une mesure composite de l'indice de gravité d'une erreur potentielle et de la fréquence à laquelle l'erreur se produit pendant l'essai. Généralement, ce nombre provient d'une échelle subjective similaire à l'échelle d'évaluation de l'indice de gravité, le 0 représentant « aucun mauvais usage » et le 10 représentant « mauvais usage presque inévitable » (ISO, 1999). Cependant, dans la présente étude, le NPR était basé sur le nombre réel de participants ayant commis une erreur particulière et ne dépendait pas d'une évaluation subjective. Afin de pouvoir comparer les résultats avec d'autres études, le nombre de participants a été normalisé à n=100. En prenant cette mesure, une valeur associée au NPR pour chaque erreur pourrait potentiellement se situer entre 0 et un maximum de 1000, si 100 % des participants commettaient une erreur dont la gravité est de 10.

#### 4.7 ANALYSE STATISTIQUE

On a calculé les statistiques descriptives aux fins d'une analyse générale d'utilisabilité, ainsi que le pourcentage des installations correctes. Le cas échéant, on a effectué des analyses de la variance (AV) factorielles mixtes (entre les sujets et sur le même sujet) sur les données. On a utilisé un coefficient alpha de 0,05 pour déterminer la signification statistique.

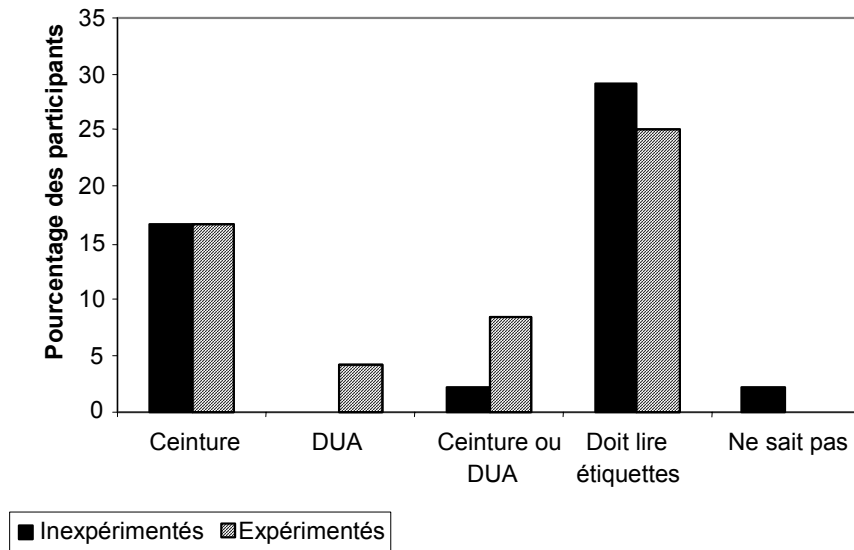
### 5. RÉSULTATS ET DISCUSSION

---

#### 5.1 CONNAISSANCE DU DISPOSITIF UNIVERSEL D'ANCRAGES (DUA)

Avant de demander aux participants d'installer un ensemble de retenue d'enfant (ERE), leurs connaissances sur l'existence du DUA ont été évaluées par la question suivante : « Vous êtes en train d'installer un nouveau siège d'enfant que vous venez d'acheter. Comment le fixeriez-vous au véhicule? Les résultats sont présentés à la Figure 10.

**Figure 10. Réponses à la question : « Comment fixeriez-vous un ERE à un véhicule ».**

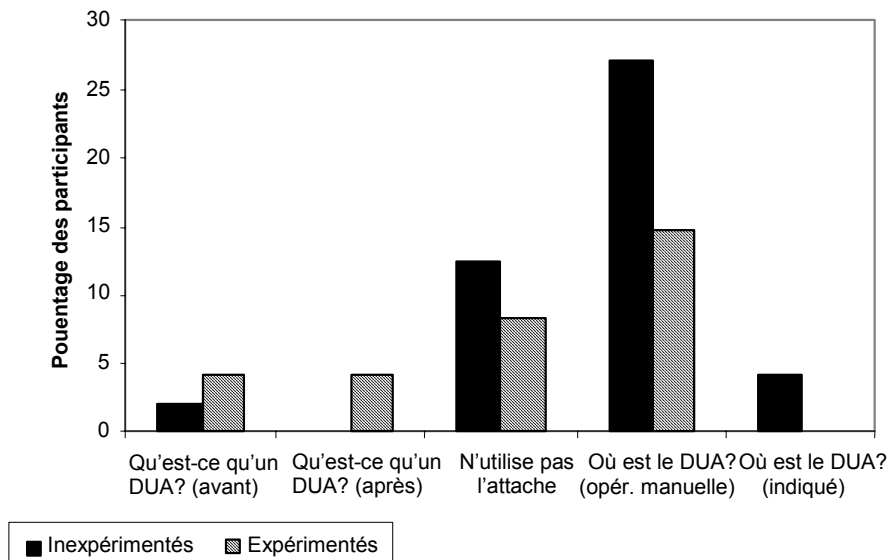


Cinquante-quatre pour cent des participants (29 % inexpérimentés; 25 % expérimentés) ont indiqué qu'ils liraient les étiquettes et les instructions pour apprendre comment installer l'ERE. Trente-trois pour cent des participants ont indiqué qu'ils utiliseraient la ceinture de sécurité pour fixer l'ERE. La plupart de ces participants ont indiqué que leur réponse était fondée sur une expérience antérieure, soit l'expérience directe d'avoir installé un ERE, soit une expérience indirecte par observation (p. ex. en observant l'installation d'un ERE, en examinant un ERE installé ou grâce à des renseignements diffusés par les médias).

Seulement quatre pour cent des participants, dont deux étaient des utilisateurs d'ERE expérimentés, ont indiqué qu'ils utiliseraient les connecteurs du DUA. Environ 10 % des participants (dont 80 % étaient des utilisateurs d'ERE expérimentés) ont répondu qu'ils utiliseraient soit la ceinture de sécurité, soit le DUA pour fixer le siège d'enfant.

Les connaissances des participants sur le DUA ont été évaluées davantage pendant et après la période de familiarisation avec l'ERE selon qu'ils ont demandé à quoi servaient les connecteurs du DUA. Pour caractériser davantage la familiarité des participants avec le DUA, on a aussi noté si un participant avait connecté ou pas la courroie d'attache supérieure, ou s'il avait pu trouver ou pas les ancrages inférieurs dans le véhicule. Les résultats de ces trois activités sont présentés à la Figure 11.

**Figure 11. Pourcentage des participants nécessitant plus de renseignements sur le DUA.**



Bien qu'à l'origine les participants ne soient pas familiers avec le DUA pour installer l'ERE, la plupart (94 %) n'ont pas demandé de renseignements sur les connecteurs du DUA après avoir commencé à se familiariser avec l'ERE. Des trois personnes qui ont posé des questions à ce sujet pendant la période de familiarisation, deux avaient encore besoin de renseignements après la période de familiarisation. Chose surprenante, ces deux personnes étaient des utilisateurs ayant de l'expérience avec un ERE.

Vingt-et-un pour cent des participants (13 % inexpérimentés; 8 % expérimentés) n'ont pas fixé l'attache supérieure lors de leur première installation. Parmi ces dix participants, huit ont complété leur première installation de l'ERE dans l'autobus scolaire.

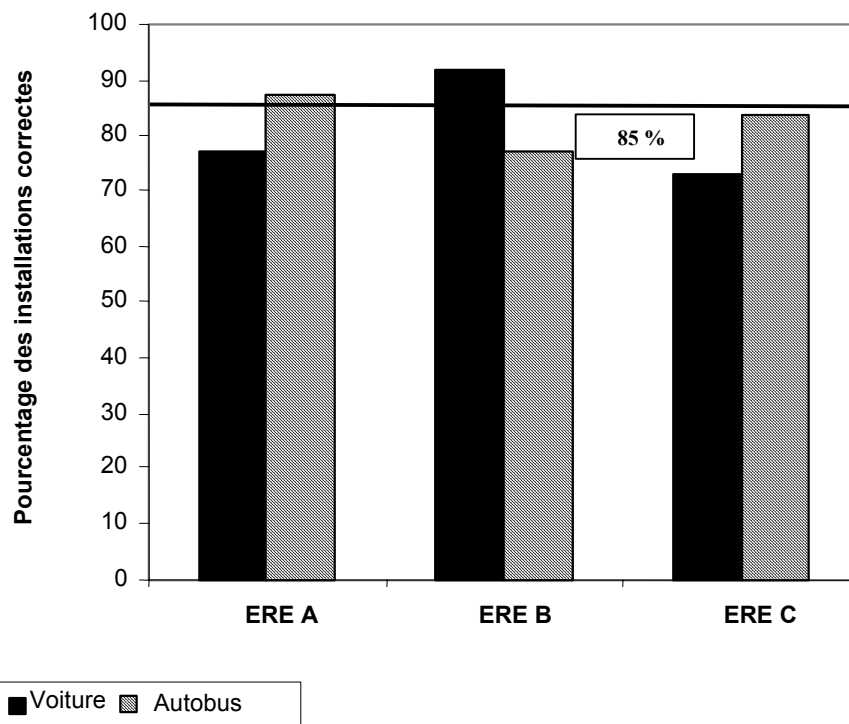
Il est surprenant que 42 % des participants n'aient pas pu trouver les ancrages inférieurs du DUA dans le véhicule sans avoir recours au guide d'utilisation du véhicule. Même après avoir lu le guide, deux participants (4 %) avaient encore besoin d'aide à les trouver.

## 5.2 MESURES D'UTILISABILITÉ OBJECTIVES

### 5.2.1 Pourcentage des installations correctes

Une des façons d'évaluer l'utilisabilité d'un ERE est le pourcentage des installations effectuées correctement. Afin de calculer cette mesure pour chaque catégorie (voiture ou autobus), on a évalué les indices de gravité pour toutes les erreurs d'utilisabilité survenues pendant chaque installation par le participant. On considérait qu'un ERE était bien installé si aucune erreur n'avait un indice de gravité de quatre ou davantage. On a choisi une valeur standard de 85 % pour représenter l'exécution acceptable, selon les exigences de la procédure 13215-2 du test ISO (Exigences et méthode d'essai pour l'installation correcte; 1999), selon laquelle un ERE est considéré acceptable si au moins 85 % des installations sont effectuées correctement. Les résultats sont présentés à la Figure 12.

Figure 12. Pourcentage des installations correctes.

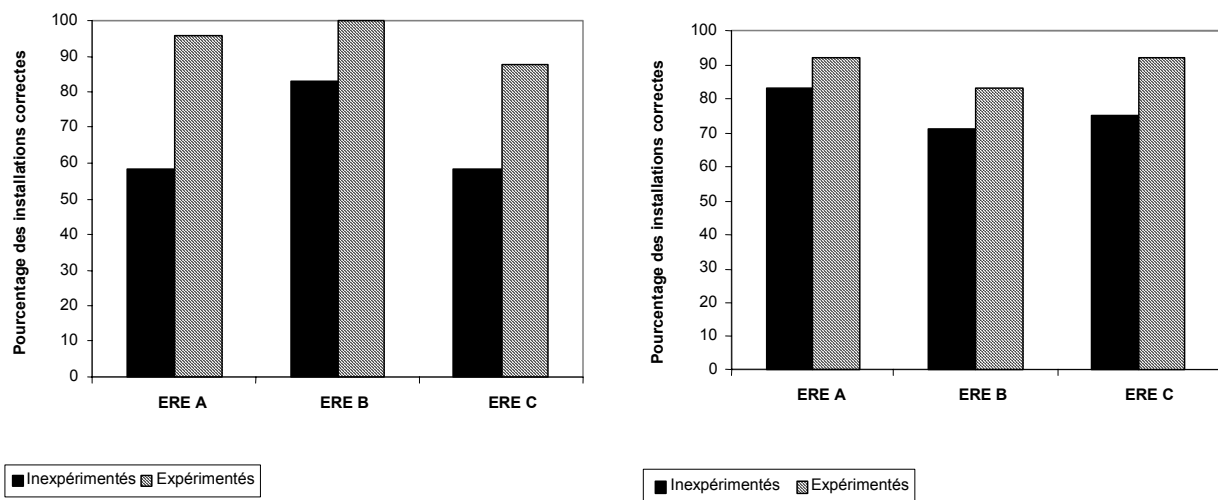


Le critère de 85 % pour les installations correctes a été atteint seulement pour l'ERE A, installé dans un autobus scolaire et l'ERE B installé dans une voiture. Cependant, pour tous les ERE et dans toutes les conditions, le pourcentage des installations correctes ont presque atteint la valeur du critère. Ces résultats sont semblables à ceux obtenus lorsque les ERE sont

installés face à l'avant en utilisant la ceinture de sécurité du véhicule. Par exemple, Rudin-Brown et coll. (2004), examinant l'efficacité des étiquettes et des instructions des ERE, ont trouvé qu'un modèle populaire convertible d'ERE était correctement installé face à l'avant entre 50 % et 100 % du temps, selon les instructions. En utilisant une méthode semblable pour déterminer l'exactitude de l'installation, Noy et Arnold (1995) ont trouvé que 61 % à 86 % des installations face à l'avant ont été effectuées correctement lorsque la ceinture de sécurité du véhicule est utilisée, en comparaison à 89 % lorsqu'un modèle d'ancrages rigides du DUA est utilisé. À partir de ces résultats, il semble que, en comparaison à l'utilisation de la ceinture de sécurité du véhicule, l'utilisation d'ancrages du DUA pour installer l'ERE face à l'avant n'améliore pas la probabilité d'installation correcte de l'ERE. Cependant il est toujours possible et probable que les utilisateurs trouvent l'installation plus facile lorsqu'ils utilisent le DUA.

Les pourcentages des installations correctes dans la voiture et l'autobus, selon l'expérience liée à l'ERE, sont indiqués à la Figure 13.

**Figure 13. Pourcentage des installations correctes dans la voiture (volet de gauche) et l'autobus scolaire (volet de droite) selon l'expérience des participants.**



Dans la voiture et l'autobus, les participants expérimentés ont effectué plus d'installations correctes que ceux sans expérience. Sauf pour l'installation de l'ERE B dans l'autobus (83,3 %), les participants expérimentés ont répondu au critère de 85 % pour chaque ERE installé tant dans la voiture que dans l'autobus. Les participants inexpérimentés n'ont pas répondu au critère de 85 % pour toute installation dans les deux situations. Voici quelques-unes des raisons de ces résultats :

- Les participants expérimentés savent qu'un ERE est sensé être resserré contre le véhicule. Plusieurs participants inexpérimentés ne comprennent pas qu'un mouvement latéral est très peu permmissible.

- Les participants expérimentés connaissent certains ‘trucs’ pour installer un ERE solidement. Par exemple, plusieurs se sont mis à genoux ou debout au-dessus de l’ERE pour s’assurer que l’attache supérieure et les attaches inférieures étaient fixées aussi resserrées que possible (Figure 14).

**Figure 14. Un participant expérimenté installant un ERE dans la voiture (photo de gauche) et dans l’autobus (photo de droite).**



- Puisque les participants expérimentés comprenaient qu’un ERE devrait être fixé solidement, il est possible qu’ils faisaient un plus grand effort que les participants inexpérimentés lorsqu’ils éprouvaient des problèmes d’installation, plutôt que d’abandonner (p. ex. certains participants inexpérimentés n’ont pas pu resserrer correctement l’ERE et ils l’ont donc désinstallé pour recommencer).

## **5.2.2 Temps pour se familiariser, installer et enlever un ERE**

Une autre mesure d’utilisabilité du produit est le temps nécessaire pour que l’utilisateur apprenne comment l’installer avec efficacité. Trois périodes ont été enregistrées aux fins de la présente étude : le temps pris par chaque participant pour se familiariser avec l’ERE, pour l’installer dans la voiture ou l’autobus et pour l’enlever.

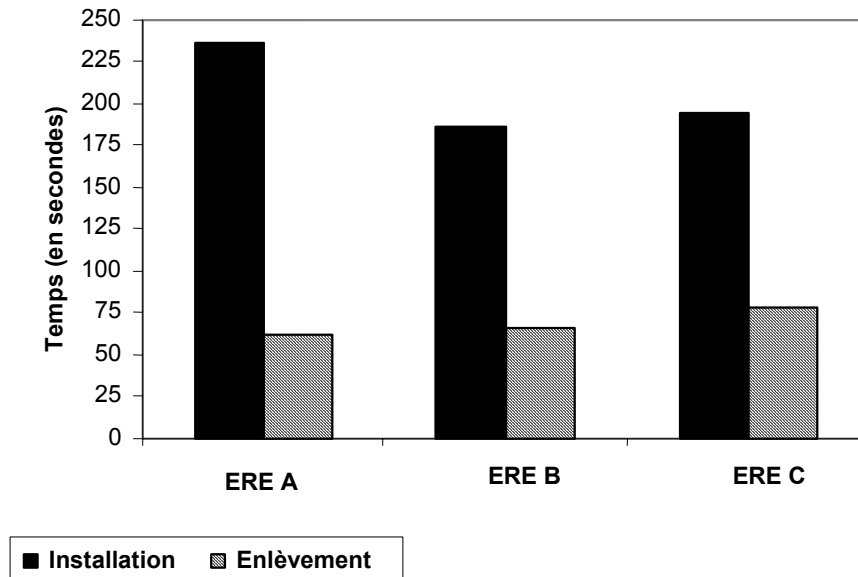
### **5.2.2.1 Période de familiarisation**

Il n’y avait aucune différence entre les trois ERE quant au temps de familiarisation des participants. En moyenne, les participants ont pris moins de deux minutes pour chaque ERE (les données ne sont pas indiquées). Les participants expérimentés et ceux sans expérience ont mis environ le même temps, ce qui permet de conclure que les deux types d’utilisateurs ont consulté les étiquettes et les instructions, et examiné visuellement l’ERE en l’installant pour la première fois.

### 5.2.2.2 Installation et enlèvement

Les temps moyens d'installation et d'enlèvement de chaque ERE sont présentés à la Figure 15.

Figure 15. Temps requis pour l'installation et l'enlèvement d'un ERE.

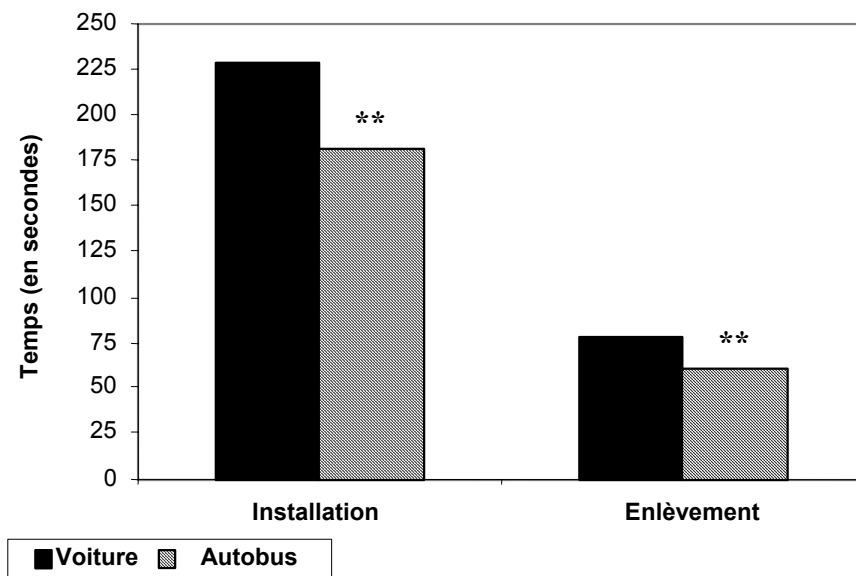


L'expérience des participants n'avait aucune incidence sur le temps d'installation ou d'enlèvement de l'ERE. Les différents ERE avaient une incidence principale importante sur le temps d'installation [ $F(2,96) = 6.715, p < 0.05$ ], l'ERE A nécessitant considérablement plus de temps à installer que les ERE B ou C, peut-être en raison de la double courroie d'attache de l'ERE A (Figure 1, volet de gauche), qui avait davantage tendance à se tordre pendant l'installation.

Les différents ERE avaient une incidence principale importante sur le temps d'enlèvement [ $F(2,96) = 3.782, p < 0.05$ ], l'ERE C nécessitant plus de temps à enlever que les ERE A ou B. Les participants ont indiqué qu'ils ont préféré la conception du dégagement par bouton-poussoir sur les attaches inférieures de l'ERE A (Figure 1, volet de droite). Ils étaient simples à faire fonctionner et les participants n'avaient pas besoin de fouiller dans la fente du siège pour dégager les ancrages inférieurs. Les participants ont aussi déclaré que les attaches inférieures de l'ERE C (crochet en C à bouton-poussoir; Figure 3, volet inférieur) étaient difficiles et peu commodes à dégager.

Une autre analyse a révélé l'incidence considérable du type de véhicule sur le temps d'installation et d'enlèvement (Figure 16). Les participants ont mis plus de temps à installer [ $F(1,47) = 14.202, p < 0.001$ ] et à enlever [ $F(1,47) = 15.139, p < 0.001$ ] l'ERE de la voiture comparativement à l'autobus scolaire, ce qui est probablement attribuable à la meilleure visibilité des ancrages inférieurs sur le siège de l'autobus scolaire, ainsi qu'à la disponibilité d'espace dans ce dernier fournissant aux participants un accès plus facile à l'ERE.

**Figure 16. Temps requis pour l'installation et l'enlèvement d'un ERE dans la voiture et l'autobus.**



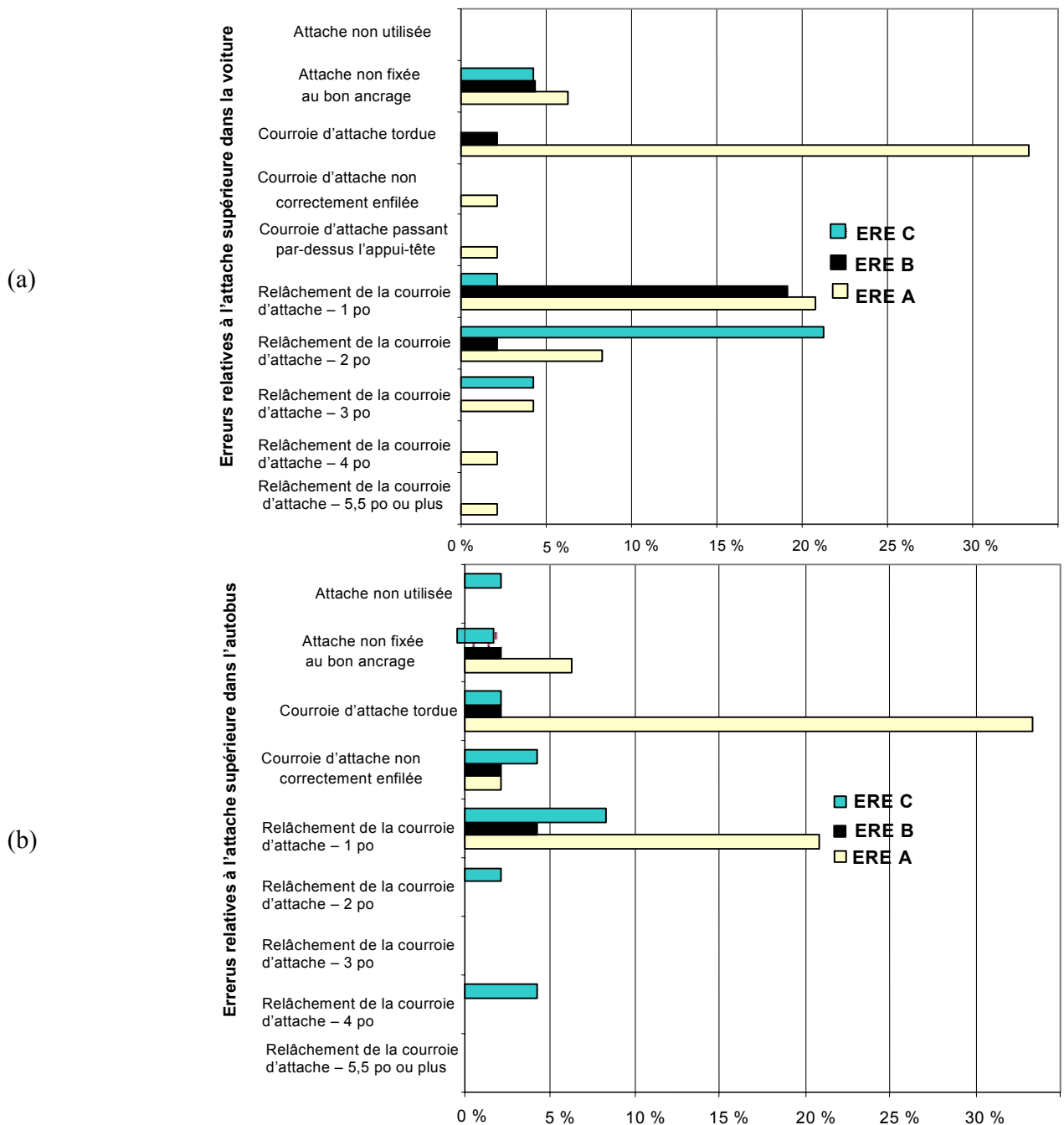


## 5.2.3 Fréquences d'erreur

### 5.2.3.1 Erreurs relatives à l'attache supérieure

La Figure 17 présente la fréquence des erreurs relatives à l'attache supérieure pour les installations effectuées dans la voiture (a) et dans l'autobus (b). Dans 26 % des installations, les participants n'ont pas du tout fixé l'attache supérieure ou ils l'ont fixée au mauvais endroit. Dans la voiture, certains participants l'ont fixée à l'attache du centre sur la plage arrière du véhicule au lieu du bon emplacement à droite. Dans l'autobus, plusieurs participants ont fixé l'attache supérieure aux ancrages inférieurs sur le siège arrière.

**Figure 17. Erreurs relatives à l'attache supérieure dans la voiture (a) et l'autobus (b)**



Plus de 30 % des participants ont tordu la courroie d'attache supérieure en installant l'ERE A dans la voiture et l'autobus. En général, le passage et/ou l'entortillement de la courroie à travers le connecteur d'attache a causé cette torsion (Figure 18). Si la courroie était légèrement pliée en passant par le crochet, le resserrement l'aurait tordue. On a demandé aux participants qui ont tordu l'attache s'ils pensaient que cette erreur aurait une incidence sur la sécurité de l'ERE. La plupart des participants ont indiqué que si l'attache était correctement en place, sans relâchement, la torsion ne compromettrait pas la sécurité de l'ERE en cas de collision. Les participants se sont peut-être rendus compte qu'ils ont installé l'ERE avec la courroie d'attache tordue, mais ils n'ont pas corrigé l'erreur puisqu'ils n'ont pas pensé qu'elle compromettrait la sécurité.

**Figure 18. Torsion de l'attache supérieure à double courroie de l'ERE A.**



La deuxième erreur la plus commune liée à l'attache supérieure était le relâchement de la courroie d'attache. Cette situation s'est produite lorsque les participants ont installé l'ERE A dans la voiture et l'autobus, et l'ERE C dans l'autobus. Les participants ont trouvé qu'il n'y avait pas assez d'espace dans la voiture pour manipuler et resserrer l'attache. En particulier, il était difficile de fixer et d'ajuster l'attache à double courroie de l'ERE A en raison de l'espace limité.

Les études d'utilisabilité précédentes ont démontré que les ajustements corrects ne devraient pas agir contrairement aux attentes de l'utilisateur; s'ils le font, ils mèneront à des frustrations et à des évaluations d'utilisabilité plus faibles (Rudin-Brown et coll., 2003). Même lorsque les participants étaient en mesure de resserrer correctement l'attache supérieure de l'ERE C (Figure 19, photo de gauche), l'ERE pouvait encore être éloigné du dossier du siège du véhicule (Figure 19, photo de droite). Ce style d'attache a particulièrement inquiété les participants qui n'étaient pas assurés de la sécurité de l'ERE en cas de collision.

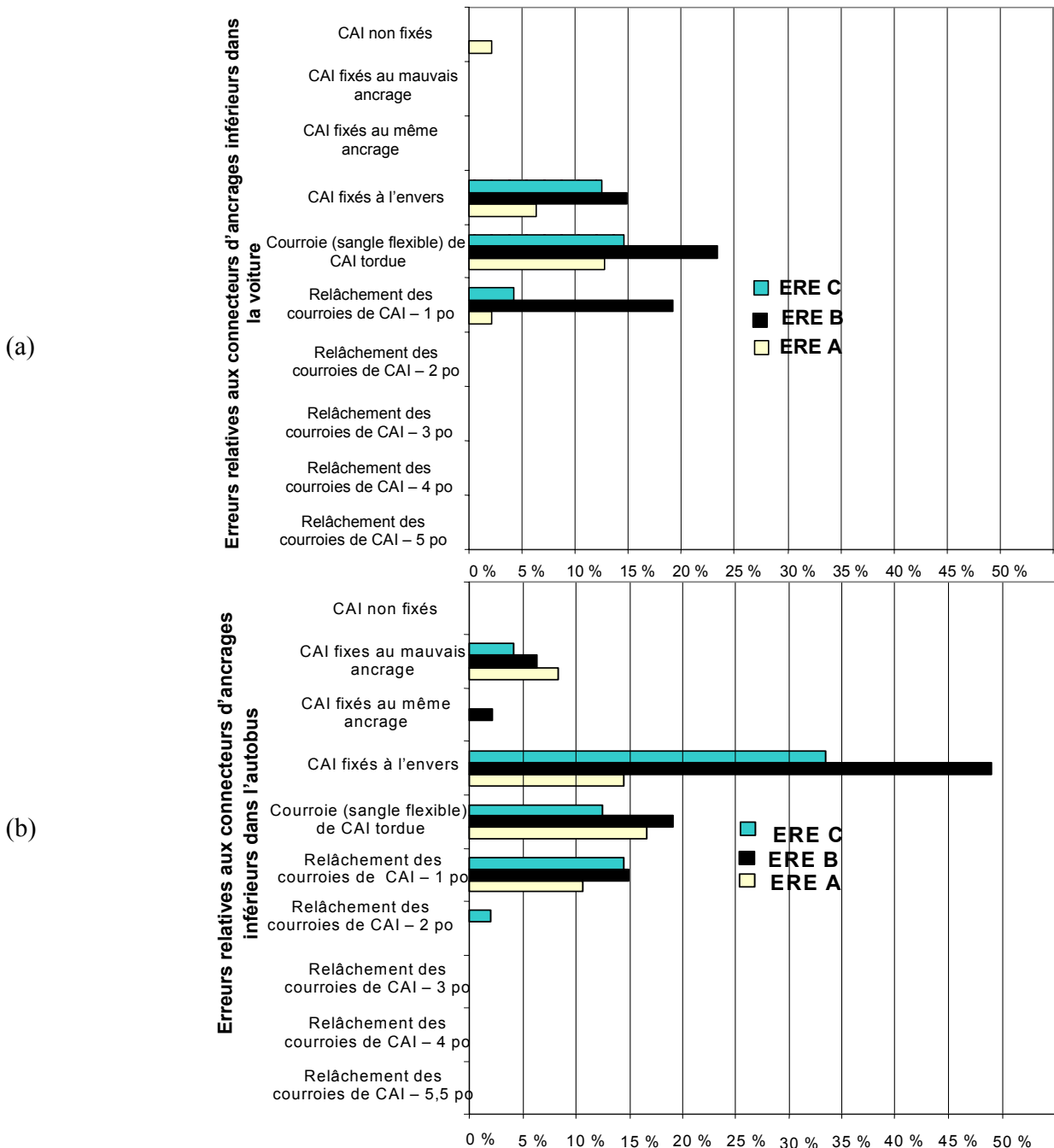
**Figure 19. L'installation correcte de l'attache supérieure de l'ERE C (à gauche) permettait tout de même à l'ERE de bouger vers l'avant (à droite).**



### 5.2.3.2 Erreurs relatives aux connecteurs d'ancrages inférieurs

La Figure 20 présente la fréquence des erreurs relatives au connecteur d'ancrages inférieurs pour les installations effectuées dans la voiture (a) et l'autobus (b). Il y avait très peu de cas où les attaches inférieures n'étaient pas fixées aux ancrages du véhicule (seulement une installation dans la voiture). Dans l'autobus scolaire, 18 % des participants ont fixé les dispositifs d'ancrages inférieurs de l'ERE aux mauvais ancrages du véhicule (en général, ils ont fixé les attaches du côté intérieur à l'ancrage du côté extérieur pour les places du côté de l'allée).

**Figure 20. Erreurs relatives aux connecteurs d'ancrages inférieurs dans la voiture (a) et l'autobus scolaire (b).**



Bien que les participants aient éventuellement installé les attaches inférieures de l'ERE au bon endroit d'ancrage dans la voiture, ils avaient tendance à faire des erreurs lorsqu'ils essayaient d'abord de trouver les ancrages. Les mauvais endroits dans la voiture où les participants ont tout d'abord fixé les dispositifs d'ancrages inférieurs comprenaient : l'ancrage de l'attache supérieure, un loquet sur la portière de la voiture et l'attache de la ceinture de sécurité.

Les participants avaient tendance à installer les types de crochet en C (ERE B; Figure 2) et de crochet en C à bouton-poussoir du connecteur d'attaches inférieures à l'envers, en particulier dans l'autobus scolaire (Figure 21, photo de gauche). Un examen des commentaires des participants a indiqué qu'ils n'ont pas pensé que l'installation du connecteur à l'envers compromettrait la sécurité de l'ERE. Ils ont indiqué qu'il fallait dégager ces types de connecteurs manuellement afin de les fixer à l'ancrage du véhicule et qu'ils étaient mieux en mesure de le faire en utilisant leurs pouces, ce qui nécessitait que le connecteur soit à l'envers. Finalement, le style d'attache inférieure à simple courroie passant par l'arrière de l'ERE avait tendance à se tordre facilement, ce qui faisait en sorte qu'au moins un des connecteurs soit installé à l'envers (Figure 21, photo de droite).

**Figure 21. Le crochet à bouton poussoir du connecteur d'attache inférieure installé à l'envers (photo de gauche) et l'entortillement de l'attache inférieure à simple courroie (volet de droite) dans l'autobus scolaire.**



En moyenne, les courroies d'attache inférieure n'étaient pas resserrées solidement (1 po de relâchement) dans 11 % des installations. Cette erreur était prononcée particulièrement pour les connecteurs à simple courroie utilisant seulement un ajusteur. Les participants ont indiqué qu'ils étaient au courant du relâchement de la courroie, mais ils ne pouvaient pas déterminer comment la resserrer parce que l'ajusteur/la boucle devait être orientée d'une façon précise afin que la courroie s'y glisse facilement. Les participants étaient plus en mesure de resserrer solidement les deux courroies du connecteur de l'ERE A (Figure 22).

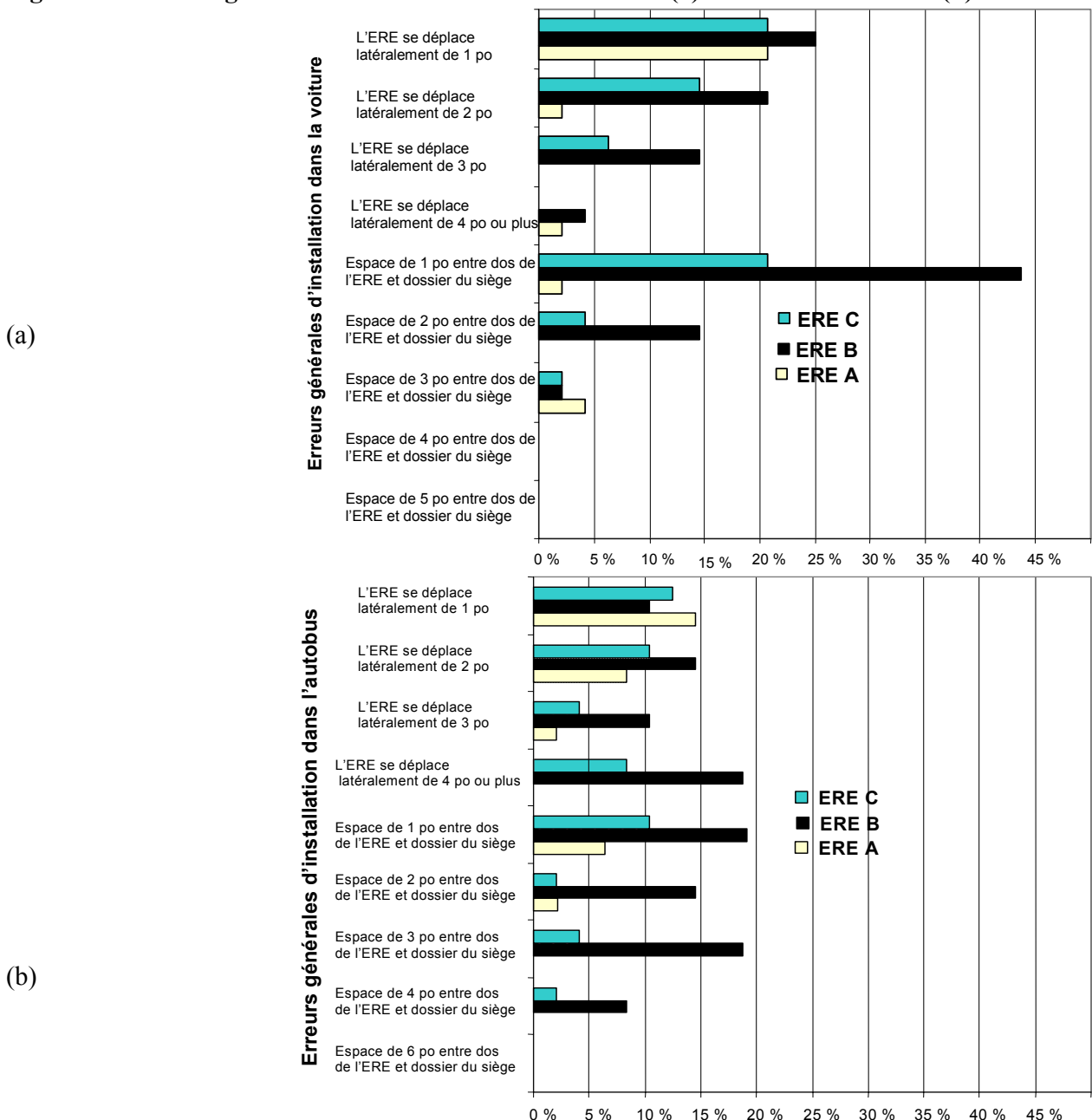
**Figure 22. Courroie du connecteur indépendante de l'ERE A.**



### 5.2.3.3 Erreurs générales d'installation

La Figure 23 présente le pourcentage des erreurs générales d'installation se produisant dans la voiture (a) et l'autobus (b). Ces erreurs étaient plus fréquentes dans l'installation des ERE B et C, comparativement à l'ERE A. En général, les erreurs relatives aux ancrages inférieurs ont contribué aux erreurs générales d'installation des ERE B et C, tandis que les erreurs relatives à l'attache supérieure ont contribué aux erreurs générales d'installation de l'ERE A. Il est important de remarquer que, dans certaines installations, bien que les attaches inférieures et l'attache supérieure étaient installées et resserrées correctement, une erreur générale d'installation a continué de se produire en raison du mauvais positionnement de l'ERE dans le véhicule. Par exemple, dans l'un des cas, une des boucles de ceintures de sécurité du véhicule était coincée derrière l'ERE, créant un espace entre le dossier du siège et l'ERE, et par conséquent un mouvement latéral inacceptable de l'ERE.

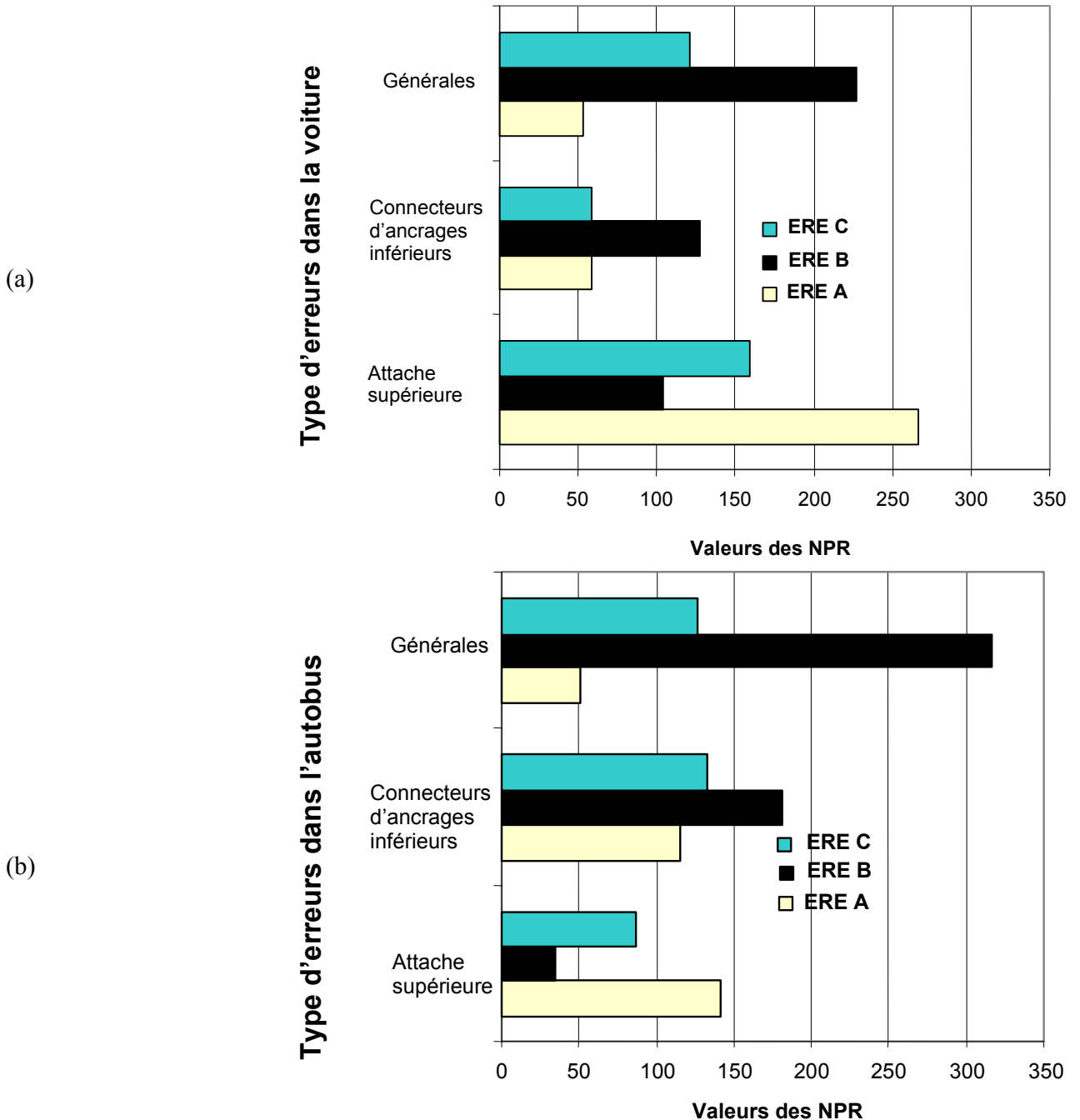
Figure 23. Erreurs générales d'installation dans la voiture (a) et l'autobus scolaire (b).



### 5.2.4 Numéros de priorité du risque (NPR)

Les valeurs des NPR pour les attaches supérieures, les connecteurs d'ancrages inférieurs et les erreurs générales sont présentées à la Figure 24. Les indices de la gravité des erreurs individuelles, la fréquence d'erreurs (normalisée à n=100) et les NPR dans chacune de ces catégories sont énumérés à l'Annexe B.

**Figure 24. Total des valeurs des NPR relatives aux ERE pour les erreurs dans la voiture (a) et l'autobus scolaire (b).**



Comparativement à la simple courroie d'attache, la double courroie d'attache de l'ERE A a donné la valeur des NPR la plus élevée lorsque ce modèle a été installé dans la voiture et l'autobus. Les NPR élevés de ce style d'attache sont attribuables en général au grand pourcentage de personnes qui l'ont installée tordue (33,3 %) et avec 1 po de relâchement (20,8 %), ce qui n'est pas considéré comme des erreurs particulièrement graves, pour ce qui est de l'indice de gravité. À cause de la façon dont la courroie d'attache passait par l'ouverture étroite dans le crochet de l'attache, les courroies avaient tendance à se tordre dans la plupart des cas. Aussi, les participants resserraient l'attache sur un côté du crochet de l'attache, mais ils laissaient un relâchement de l'autre côté, en raison encore de l'ouverture étroite dans le crochet.

Il convient de remarquer que les NPR des erreurs relatives à l'attache supérieure de l'ERE A étaient plus élevés lorsque cet ERE était installé dans la voiture comparativement à l'autobus. Les participants ont indiqué qu'il était difficile de bien fixer l'attache supérieure à double courroie dans la voiture en raison de : l'espace limité entre la tablette et la lunette arrière du véhicule, l'angle de positionnement de la courroie pour la resserrer et sa très grande longueur.

Les NPR relatifs aux connecteurs des ancrages inférieurs dans la voiture et dans l'autobus étaient les plus élevés pour les connecteurs de type crochet en C (ERE B) qui font partie d'une simple courroie unique passant par l'ERE. On a trouvé les mêmes résultats pour les NPR des erreurs générales d'installation. Vingt pour cent des participants ont eu de la difficulté à resserrer solidement la courroie d'ancrage inférieure, ce qui a permis en fin de compte à l'ERE de trop bouger latéralement et de laisser un espace entre l'ERE et le dossier du siège du véhicule. Le mouvement latéral excessif et l'espace entre l'ERE et le dossier du siège du véhicule ont aussi contribué aux NPR pour l'installation de l'ERE C, qui utilisait aussi une simple courroie d'attache inférieure passant par l'ERE. Les deux courroies inférieures indépendantes de l'ERE A lui ont permis d'être resserré solidement, ce qui empêchait cet ERE de bouger latéralement ou de l'avant à l'arrière, même lorsque l'attache supérieure n'était pas solidement resserrée.

Il est intéressant de remarquer que les NPR relatifs aux connecteurs d'ancrages inférieurs pour les trois ERE étaient plus élevés dans l'autobus que dans la voiture. Cette situation s'est produite principalement parce que les participants avaient tendance à fixer une attache inférieure au mauvais ancrage du véhicule.

### **5.3 MESURES D'UTILISABILITÉ SUBJECTIVES**

#### **5.3.1 Évaluations de l'utilisabilité des ERE**

Les participants ont rempli un questionnaire sur l'utilisabilité de l'installation d'ERE après chaque installation d'un ERE dans la voiture et l'autobus. Les participants devaient évaluer, sur une échelle de 1 à 7 (1 = Fortement en désaccord à 7 = Tout à fait d'accord), le degré de facilité de plusieurs tâches relatives aux connecteurs de l'attache supérieure et des ancrages inférieurs. Après les essais, les participants ont rempli un questionnaire général sur l'utilisabilité en vue d'évaluer les caractéristiques du DUA de la voiture et de l'autobus, et de permettre aux participants de comparer et d'indiquer leurs préférences par rapport aux diverses conceptions de DUA d'ERE.

### 5.3.1.1 Évaluations de l'utilisabilité de l'attache supérieure

La Figure 25 présente les évaluations de l'utilisabilité de l'attache supérieure. La facilité d'effectuer les tâches relatives à l'attache supérieure a en général été classée entre cinq ('Quelque peu d'accord') et sept ('Tout à fait d'accord'). Une analyse de la variance à mesures répétées a révélé une incidence considérable du type de véhicule sur l'utilisabilité de l'attache supérieure. En général, les participants ont trouvé que les tâches relatives à l'attache supérieure étaient plus faciles à effectuer dans l'autobus que dans la voiture, ce qui résultait de l'espace limité dans la voiture, où les participants avaient de la difficulté à voir l'ancrage et à resserrer solidement la courroie d'attache. Dans l'autobus, les participants pouvaient voir l'attache directement en se plaçant dans le siège derrière l'ERE ou en se tenant debout dans l'allée. Dans la voiture, plusieurs participants ont regardé par la lunette arrière afin de voir l'ancrage du véhicule (Figure 26). De plus, si les participants n'enlevaient pas l'appui-tête pendant l'installation de l'ERE, ils ne pouvaient pas voir l'ancrage de l'attache supérieure.

Figure 25. Évaluations de l'utilisabilité de l'attache supérieure.

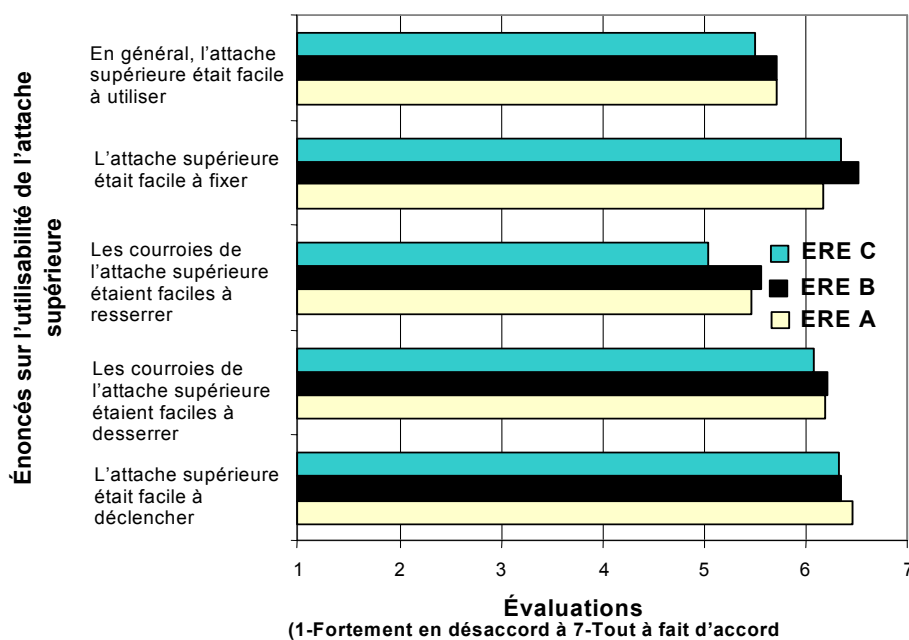


Figure 26. Installation de l'attache supérieure dans la voiture (à gauche) et dans l'autobus (à droite).

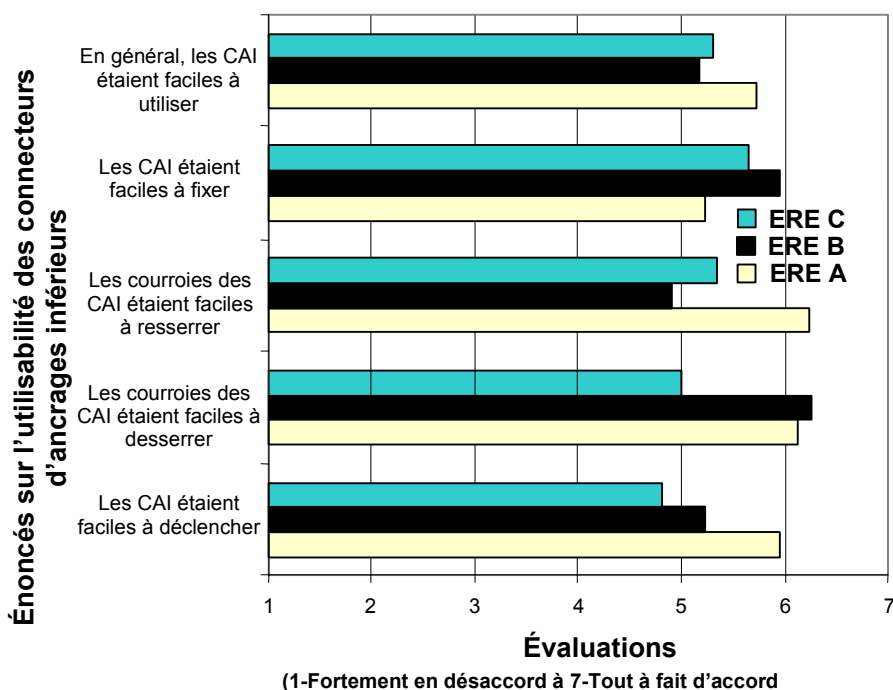




### 5.3.1.2 Évaluations de l'utilisabilité des connecteurs d'ancrages inférieurs

La Figure 27 présente les évaluations de l'utilisabilité des connecteurs d'ancrages inférieurs. La facilité d'effectuer les tâches relatives aux connecteurs d'ancrages inférieurs a en général été classée entre cinq ('Quelque peu d'accord') et six ('Passablement d'accord'). Les évaluations étaient les plus élevées pour les attaches inférieures à pression de l'ERE A, comparativement aux attaches clipables des ERE B et C, pour ce qui est de la facilité d'utiliser, de resserrer et de dégager. Un examen des commentaires des participants a indiqué qu'ils ont préféré le type d'attaches à pression de l'ERE A, puisqu'elle fournissait une réaction auditive et qu'ils n'avaient pas besoin de créer manuellement une ouverture sur le connecteur pour l'attacher à l'ancrage du véhicule.

**Figure 27. Évaluations de l'utilisabilité des connecteurs d'ancrages inférieurs.**



Les participants ont trouvé qu'il était plus facile de resserrer et de desserrer tous les types d'attaches inférieures dans la voiture que dans l'autobus scolaire. Dans la voiture, plusieurs participants pouvaient manœuvrer dans le siège arrière pour atteindre et voir facilement chaque connecteur (Figure 28); dans l'autobus, l'accès des participants était limité par le siège avant, ainsi que par le côté de l'autobus. Enfin, les participants ont évalué les attaches inférieures à pression de l'ERE A les plus faciles à dégager. Elles nécessitaient beaucoup moins d'effort et de force pour les dégager que le type clipable. De plus, puisque le déclencheur à bouton-poussoir restait à l'extérieur de la fente du siège, les participants n'avaient pas besoin d'insérer leurs mains dans la fente du siège pour les enlever. Un autre avantage de ce type d'attache inférieure était que leurs courroies n'avaient pas besoin d'être complètement desserrées avant de pouvoir les enlever. En ouvrant les types clipables, les participants ont trouvé qu'ils devaient complètement desserrer la courroie avant de pouvoir enlever les attaches.

**Figure 28. Installation des connecteurs d'ancrages inférieurs dans la voiture (à gauche) et l'autobus (à droite).**



### 5.3.1.3 Évaluations générales de l'utilisabilité

Le questionnaire général sur l'utilisabilité a servi à évaluer trois variables : la facilité avec laquelle les participants ont trouvé l'attache supérieure et les ancrages inférieurs dans la voiture et l'autobus; les réactions acoustiques des différents crochets des attaches inférieures et l'efficacité des étiquettes apposées sur les ERE. Le questionnaire a aussi permis aux participants de classer les caractéristiques des DUA des trois ERE et d'indiquer leurs préférences (Section 5.3.3).

On a trouvé une incidence principale importante du type de véhicule sur la facilité de trouver les ancrages de l'attache supérieure [ $F=6.255$ ],  $p<.05$ ], et les ancrages inférieurs [ $F=39.217$ ],  $p<.001$ ]. Il était plus facile pour les participants de trouver l'ancrage de l'attache supérieure dans la voiture, et les ancrages inférieurs dans l'autobus scolaire (les données ne sont pas indiquées). Puisque la position de l'attache supérieure à l'arrière de l'ERE suggère aux utilisateurs que les ancrages d'attache d'un véhicule seraient situés à un endroit derrière l'ERE, le seul endroit raisonnable pour l'ancrage d'une attache dans la voiture (une berline) serait quelque part sur la plage arrière. L'endroit de l'ancrage de l'attache supérieure dans la voiture, en plus de son identification par le symbole du DUA accepté universellement (Figure 6), a permis de l'identifier facilement. Contrairement à la voiture, l'ancrage de l'attache dans l'autobus scolaire était situé au-dessous du dossier du siège (Figure 9). En plus de n'être pas situé dans un endroit entièrement intuitif, il était caché par le dossier du siège du véhicule, assez petit et aucun graphique ou aucune étiquette n'indiquait son emplacement. Les participants ont indiqué que s'ils avaient eu à installer un ERE dans un autobus scolaire véritable, il y aurait encore moins d'espace pour manœuvrer, ce qui aurait rendu encore plus difficile la tâche de trouver l'ancrage de l'attache supérieure.

Les participants ont trouvé qu'il était plus facile de trouver les ancrages inférieurs dans l'autobus scolaire que dans la voiture. Les ancrages inférieurs dans l'autobus étaient relativement grands et jaune clair, donc immédiatement visibles aux participants (Figure 8). Par contre, les ancrages inférieurs dans la voiture n'étaient pas visibles et ne pouvaient être distingués par les participants que s'ils inséraient leurs mains dans la fente du siège et cherchaient à les trouver. La seule identification fournie dans la voiture était deux petits boutons gris circulaires sur le dossier du siège du véhicule (Figure 4).

Quant à la réaction provenant du connecteur d'ancrages inférieurs, une analyse de la variance à mesures répétées a révélé une incidence principale importante de l'ERE, les connecteurs à pression de l'ERE A étant évalués comme fournissant la meilleure réaction acoustique

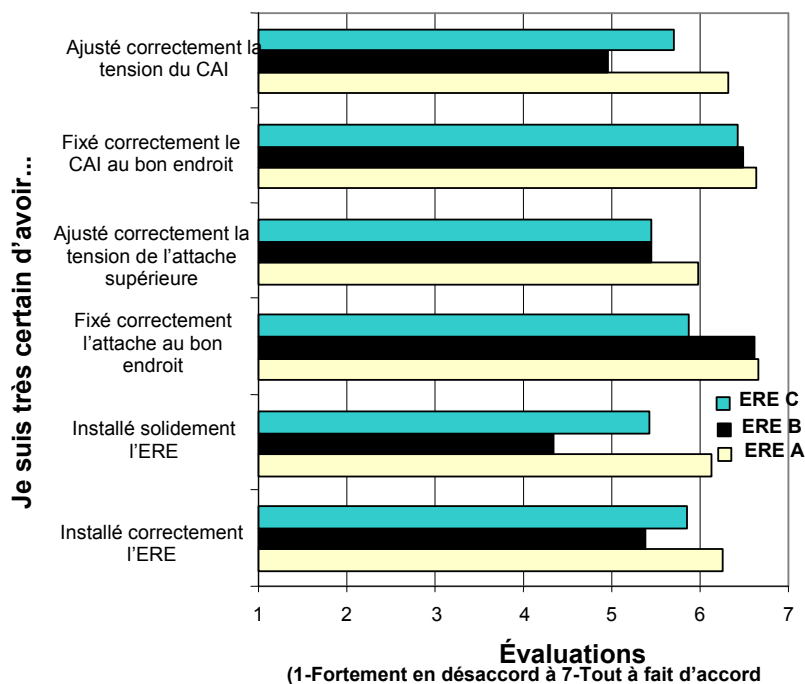
indiquant qu'ils étaient solidement fixés [ $F=9.071, p<.001$ ]. Les participants ont apprécié, avec ces connecteurs, le grand clic qui se produisait lorsque l'attache était solidement en place, ce qui était particulièrement avantageux puisque l'attache n'était pas visible. Les participants ont trouvé qu'il était difficile de faire en sorte que les deux autres types de connecteurs soient correctement fixés aux ancrages du véhicule : aucun n'a fourni une réaction auditive acceptable et l'accès visuel était impossible. Les utilisateurs devaient se servir de leurs mains dans la fente du siège ou tirer sur la courroie inférieure pour s'assurer que les types d'attaches à crochet en C et à crochet en C à bouton-poussoir étaient solidement en place.

Enfin, il n'y avait aucune différence entre les ERE en ce qui concerne l'efficacité des étiquettes. Les trois modèles ont reçu seulement une évaluation 'marginale' par rapport à l'utilité de leurs étiquettes pour les participants pendant l'installation. Les participants ont indiqué que les étiquettes des ERE étaient difficiles à lire, que les diagrammes étaient trop petits et difficiles à interpréter, et qu'ils n'ont pas compris les acronymes utilisés sur les étiquettes (p.ex. DUA). Ils ont pensé que les étiquettes devraient être apposées directement sur la caractéristique qu'elles décrivent; cependant, ils ont aussi pensé que les étiquettes en papier apposées sur les attaches supérieures se détérioreraient facilement avec le temps. Enfin, ils ont indiqué que les étiquettes n'ont pas permis d'élucider certaines questions telles que dans quelle direction les connecteurs d'ancrages inférieurs devraient être orientés ou si l'ERE pouvait être installé à la fois au moyen de la ceinture de sécurité et du DUA.

### 5.3.2 Évaluations du degré de certitude de l'utilisateur

Les participants devaient évaluer, sur une échelle de sept points, dans quelle mesure ils étaient certains d'avoir effectué les tâches d'installation correctement. La Figure 29 résume les évaluations de la certitude.

Figure 29. Évaluations du degré de certitude.



Pour toutes les tâches d'installation, l'ERE A a reçu les taux les plus élevés de certitude. Une analyse de la variance à mesures répétées a révélé une incidence principale importante des ERE pour les énoncés suivants : « Je suis très certain d'avoir installé l'ERE correctement », « Je suis très certain que l'ERE resterait solidement en place en cas d'accident » et « Je suis très certain que la tension du connecteur d'ancrages inférieurs était correctement ajustée ». Les participants ont indiqué que les attaches inférieures à simple courroie des ERE B et C étaient difficiles à resserrer solidement, ce qui permettant à l'ERE de bouger latéralement. Bien qu'ils sachent que l'ERE n'était pas installé solidement, ils n'étaient pas en mesure de déterminer ce qu'il fallait faire pour que les courroies soient plus resserrées. Ils ont trouvé que les attaches inférieures à pression sur les courroies indépendantes plus faciles à resserrer : les courroies avaient seulement besoin d'être tirées vers le haut pour être ajustées et elles passaient facilement à travers l'ajusteur / la boucle lorsqu'elles étaient resserrées. L'ajusteur de la simple courroie devait être tenu à un angle particulier afin d'être facilement resserré.

Les participants étaient plus certains d'avoir fixé l'attache supérieure au bon endroit dans la voiture, plutôt que dans l'autobus. Ils ont déclaré que l'ancrage de l'attache supérieure dans la voiture était facilement identifiable, mais il leur était difficile de trouver l'ancrage de l'attache dans l'autobus, puisqu'il était petit et caché au-dessous du dossier du siège. Les participants ne pouvaient pas déterminer aussi si l'ancrage de l'attache dans l'autobus était conçu particulièrement pour l'ancrage de l'attache ou s'il faisait partie de la construction du siège. Il n'y avait aucune étiquette apposée sur ou au-dessus de l'ancrage de l'attache dans l'autobus.

Par contre, les participants, surtout ceux qui étaient des utilisateurs d'ERE expérimentés, étaient plus certains d'avoir bien ajusté la tension de l'attache supérieure dans l'autobus, comparativement à la voiture. La distance entre la partie supérieure et la partie inférieure du dossier du siège de l'autobus leur a fourni plus d'espace pour manœuvrer et resserrer l'attache supérieure, tandis qu'en raison de la plus courte distance entre la lunette arrière de la voiture et l'ancrage de l'attache, il était très difficile de resserrer l'attache solidement.

### **5.3.3 Préférences de l'utilisateur**

Les participants devaient classer les ERE par ordre de préférence selon quatre énoncés sur les attaches supérieures et quatre énoncés sur les connecteurs d'ancrages inférieurs (consulter le *General Usability Questionnaire*, Annexe A).

On n'a pas trouvé de différences considérables pour ce qui est des préférences entre les attaches supérieures, ce qui était peut-être attribuable à la similarité entre les trois types de crochets de l'attache supérieure. Bien que les participants aient fait des erreurs considérables lors de l'installation de la double courroie d'attache de l'ERE A, ils ont remarqué que la facilité de resserrer cette attache supérieure était semblable à celle de l'ERE B et un peu plus facile que celle de l'ERE C. On peut en conclure que les participants n'étaient pas conscients de n'avoir pas fixé l'attache supérieure solidement. L'attache à simple courroie de l'ERE B qui était fixée en bas derrière l'ERE était la moins préférée parmi tous les énoncés sur les attaches supérieures. Les participants étaient en mesure d'ajuster cette attache supérieure plus solidement que les deux autres modèles; cependant, même après avoir été resserrée solidement, elle pouvait encore être tirée vers l'avant.

Pour les quatre énoncés sur les connecteurs d'ancrages inférieurs, les connecteurs d'ancrage à pression attachés à deux courroies indépendantes (ERE A) étaient les préférés, suivis des connecteurs à crochet en C de l'ERE B, ensuite les connecteurs à crochet en C à bouton-poussoir de l'ERE C. Les participants ont trouvé que les connecteurs de l'ERE A étaient plus faciles à manipuler dans la fente du siège, la force nécessaire pour insérer le connecteur causant le dégagement automatique du loquet. Les utilisateurs avaient besoin de dégager manuellement les connecteurs des crochets en C et des crochets en C à bouton-poussoir, ce qui leur a fait mal aux doigts (ERE B) et aux pouces (ERE C). Les crochets à pression étaient plus grands et donc plus faciles à tenir.

## 6. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

---

### 6.1 ATTACHES SUPÉRIEURES

- L'ancrage de l'attache supérieure n'était pas facile à trouver dans l'autobus. Il devrait être manifestement visible et reconnaissable (c.-à-d. peint en jaune pour correspondre aux connecteurs d'ancrage inférieurs). Une étiquette pourrait aussi être placée au-dessus de l'ancrage ou en haut du dossier du siège pour indiquer où se trouve l'ancrage de l'attache.
- L'attache supérieure à double courroie (ERE A) a suscité le plus d'erreurs relatives aux attaches. Cette conception devrait être améliorée par l'agrandissement de l'encoche de l'attache ou par son retrait des modèles futurs d'ERE.
- L'attache supérieure de l'ERE B était placée trop basse sur l'ERE. Même lorsque l'attache supérieure était resserrée et fixée solidement, l'emplacement de l'attache de l'ERE permettait toujours à l'ERE d'être tiré vers l'avant sans grand effort. L'attache supérieure devrait être fixée le plus haut possible sur un ERE afin qu'il ne se déplace pas vers l'avant lors d'une collision ou qu'il agisse de façon contre-intuitive aux attentes des utilisateurs.
- Il n'y avait pas assez d'espace entre l'ancrage de l'attache supérieure et la lunette arrière de la voiture pour que les utilisateurs puissent facilement manipuler et resserrer l'attache supérieure dans la voiture. Il faudrait tenir compte de l'angle de positionnement de la courroie de l'attache supérieure afin qu'elle puisse facilement glisser dans la boucle d'ajustement et les fabricants devraient améliorer les conceptions de manière à ce que celles-ci soient utilisées dans un plus grand nombre de modèles de véhicules.

### 6.2 CONNECTEURS D'ANCRAGES INFÉRIEURS

- Les ancrages inférieurs n'étaient pas faciles à trouver dans la voiture. Les boutons gris du véhicule d'essai n'indiquaient pas adéquatement l'emplacement des ancrages inférieurs. Pour les rendre plus visibles, des étiquettes affichant un symbole DUA unanimement reconnu devraient être apposées au-dessus des ancrages. On pourrait aussi envisager l'utilisation de flèches pour indiquer l'emplacement. Des étiquettes semblables pourraient être apposées aux connecteurs d'ancrages inférieurs des ERE pour indiquer que les connecteurs devraient être accrochés aux ancrages inférieurs du véhicule.
- Il était difficile d'avoir accès aux barres d'ancrages inférieures de la voiture. Il était également difficile d'insérer un connecteur inférieur de grande taille dans la fente du siège; les personnes ayant de grandes mains avaient des difficultés particulières. Une réaction auditive des crochets serait utile pour régler ce problème, tout comme des crochets qu'il ne serait pas nécessaire de tenir ouverts manuellement. Il serait en outre utile d'utiliser du matériel flexible dans les coussins autour des ancrages inférieurs des véhicules.
- En raison de la conception des connecteurs d'ancrages inférieurs fixés par une seule courroie passant par l'ERE (qui doit être passée autrement lorsqu'on souhaite convertir l'ERE d'une installation face à l'arrière à une installation face à l'avant), il est difficile de les manipuler et de les resserrer et ils ne sont donc pas fixés solidement. Une fois installé, l'ERE peut se déplacer latéralement. Ces conceptions devraient être évitées, à moins d'être d'abord améliorées. Les courroies des

connecteurs d'ancrages inférieurs devraient être séparés et chacune devrait comprendre une boucle d'ajustement individuelle.

- Les crochets des connecteurs devant être ouverts manuellement ont été les moins préférés des utilisateurs. L'utilisateur devait créer et maintenir une ouverture tout en insérant le crochet dans la fente du siège et le manipuler autour de l'ancrage inférieur. Les participants utilisaient en général leurs pouces pour créer cette force, ce qui en fin de compte inversait le crochet du connecteur. Ainsi, les crochets des connecteurs étaient fixés à l'envers, et la courroie du connecteur d'ancrage était tordue.

### 6.3 GÉNÉRALITÉS

- Les gens ne connaissent pas bien le dispositif universel d'ancrage. Il faut les sensibiliser et encourager les parents / fournisseurs de soins à utiliser le système correctement.
- L'espace est restreint entre les sièges d'autobus scolaires pour manipuler et installer un ERE. Il était difficile pour les utilisateurs d'atteindre les ancrages inférieurs et de trouver et atteindre l'ancrage de l'attache supérieure. Nous recommandons d'allouer un espace maximal entre les sièges munis de DUA dans les autobus scolaires.
- Les étiquettes d'ERE n'étaient pas situées dans des endroits appropriés pour consultation facile pendant l'installation. Les étiquettes et les diagrammes prêtaient à confusion et les instructions étaient difficiles à interpréter. Nous recommandons l'utilisation d'étiquettes de DUA plus claires et bien en évidence privilégiant davantage les pictogrammes que les textes.
- Le temps d'installation et d'enlèvement des ERE était plus rapide dans l'autobus que dans la voiture. Voilà de bonnes nouvelles pour ceux qui auront peut-être la responsabilité d'installer des ERE dans les autobus scolaires à l'avenir.

## 7. RÉFÉRENCES

---

Arbogast, K.B. et Jermakian, J.S. « Field use patterns and performance of child restraints secured by lower anchors and tethers for children », *Accident Analysis and Prevention*, 2007.

*Gazette du Canada*, Partie II. « Ancrages d'attache prêts à utiliser pour les ensembles de retenue et dispositifs universels d'ancrages inférieurs des ensembles de retenue et des coussins d'appoint », DORS/2006-94, 31 mai 2006, p. 471-479.

*Consumer Reports*. « Child car seats », mai 2003, p. 46-49. Les sièges d'enfants munis de LATCH sont sensés être plus faciles à installer, mais nos essais ont conclu qu'ils ne l'étaient pas.

Czernakowski, W. et Müller, M. « Misuse mode and effects analysis (MMEA): an approach to predict and quantify misuse of child restraint systems (CRSs) ». Dans : *Proceedings of the 35<sup>th</sup> Annual Conference of the Association for the Advancement of Automotive Medicine*, 1991, p. 27-43.

Czernakowski, W. et Müller, M. « Misuse mode and effects analysis: an approach to predict and quantify misuse of child restraint systems », *Accident Analysis and Prevention*, vol. 29, 1993, p. 125-132.

Decina, L.E. et Lococo, K. « Child restraint system use and issue in six states », *Accident Analysis and Prevention*, vol. 37, 2005, p. 583-590.

Decina, L.E. et Lococo, K. « Child restraint use survey: LATCH use and misuse ». Rapport n° DOT HS 810 679 de la National Highway Traffic Safety Administration, 2006.

Organisation internationale de normalisation (ISO). ISO 9241-11 : Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 11 : Lignes directrices relatives à l'utilisabilité, Genève, Suisse, 1998.

Organisation internationale de normalisation (ISO). ISO 13215-2 : Véhicules routiers -- Réduction du risque de mauvaise utilisation des systèmes de retenue pour enfants – Partie 2 : Exigences et méthodes d'essai pour une installation correcte (méthode par panel), Genève, Suisse, 1999.

Legault, F. « Ensembles de retenue pour jeunes enfants dans les autobus scolaires au Canada », n° de publication de Transports Canada TP14325-F, novembre 2004.

Noy, I.Y. et Arnold, A-K. « Installing child restraint systems in vehicles: Towards Usability Criteria », Sécurité routière de Transports Canada, Division de l'ergonomie – Document technique, TME 9501, 1995.

Pedder, J., Legault, F., Salcudean, G., Hillebrandt, D., Gardner, W. et Labrecque, M. « Development of the CanFIX infant and child restraint/vehicle interface system ».



Dans : *Proceedings of the 38<sup>th</sup> STAPP Voiture Crash Conference*, Document n° 842221 de la SAE, 1994, p. 235-244.

Rudin-Brown, C.M., Kumagai, J.K., Angel, H.A., Iwasa-Madge, K.M. et Noy, Y.I.  
« Usability issues concerning child restraint system (ERE) harness design », *Accident Analysis and Prevention*, vol. 35, 2003, p. 341-348.

Rudin-Brown, C.M., Greenley, M., Barone, A., Armstrong, J., Salway, A. et Norris, B.  
« Behavioural evaluation of child restraint system (CRS) label/warning effectiveness », *Traffic Injury Prevention*, vol. 5, 2004, p. 1-10.

*Status Report*. « New child restraint attachments are simpler to use, but designs need refining », vol. 36, février 2001, p. 4-5.

Transports Canada. « Utilisation des dispositifs de retenue d'enfant au Canada : données de l'étude de 1997 », Transports Canada, Feuille de la Sécurité routière n° CL 9804(F), 1998.

Turbell, T., Lowne, R., Lundell, B. et Tingvall, C. « ISOFIX: a new concept of installing child restraints in cars ». Dans : *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> Symposium on Child Occupant Protection*. Document n° 933085 de la SAE, 1993, p. 35-41.

## 8. ANNEXE A : Formulaires

### 8.1 FORMULAIRE DES ERREURS D'INSTALLATION DU PARTICIPANT

1. How would you attach a car seat to a vehicle?				
<input type="checkbox"/> Seatbelt Only	<input type="checkbox"/> UAS Only	<input type="checkbox"/> Seatbelt or UAS	<input type="checkbox"/> Need to read labels/instructions	<input type="checkbox"/> Don't Know

#### Prompts – likely for only 1<sup>st</sup> Installation

What is UAS/How do I install child seat?	<b>Before Familiarisation</b> <input type="checkbox"/>	<b>After Familiarisation</b> <input type="checkbox"/>
Tether Strap	<b>Use of Tether</b> <input type="checkbox"/>	
Location of UAS lower vehicle attachments	<b>Use of Manual</b> <input type="checkbox"/>	<b>Identify General Location</b> <input type="checkbox"/>

#### CRS A / CRS B / CRS C

Installation Performed....	Car						Bus					
	1		2		3   4   5   6		1		2		3   4   5   6	
	Yes	No	Error				Yes	No	Error			
1. Tether strap not secured	Y	N					Y	N				
2. Tether not attached to proper tether anchor	Y	N					Y	N				
3. Tether strap twisted	Y	N					Y	N				
4. Tether strap not correctly threaded	Y	N					Y	N				
5. Tether strap routed overtop of headrest	Y	N										
6. Tether strap slack of: (1" no error CRS C)	Y	N	1   2   3   4   ≥ 5.5				Y	N	1   2   3   4   ≥ 5.5			
7. Lower anchorage connectors are not attached	Y	N					Y	N				
8. Lower anchorage connectors are connected to wrong UAS location	Y	N					Y	N				
9. Both lower anchorage connectors are connected to same UAS anchor	Y	N					Y	N				
10. Connector hook opening faces upwards	Y	N					Y	N				
11. Lower anchorage connectors flexible webbing is twisted	Y	N					Y	N				
12. Lower anchorage connectors strap have slack of:	Y	N	1   2   3   4   ≥ 5.5				Y	N	1   2   3   4   ≥ 5.5			
13. CRS moves side-to-side when installed (only parallel shift is an error)	Y	N	1   2   3   ≥ 4				Y	N	1   2   3   4			
14. Space between Back of CRS and Seat Cushion (entire seat must move forward)	Y	N	1   2   3   4   6				Y	N	1   2   3   4   6			
<b>Correct Installation</b>	Y	N					Y	N				

	Familiarization Period	CRS Installation	CRS Removal
<b>Car</b>			
<b>Bus</b>			

## 8.2 QUESTIONNAIRE SUR LA CERTITUDE DE L'UTILISATEUR (VOITURE/AUTOBUS)

1. Please rate your level of agreement with the following statements.

I am very confident that:	Strongly Disagree	Moderately Disagree	Slightly Disagree	Borderline	Slightly Agree	Moderately Agree	Strongly Agree	NA
<b>1. I installed the child seat correctly in the car/bus</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comments								
<b>2. The child seat would remain secure in an accident</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comments								
<b>3. I correctly attached the top tether clip to the right location in the car/bus</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comments								
<b>4. I correctly adjusted the top tether strap tension</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comments								

<b>I am very confident that :</b>	<b>Strongly Disagree</b>	<b>Moderately Disagree</b>	<b>Slightly Disagree</b>	<b>Borderline</b>	<b>Slightly Agree</b>	<b>Moderately Agree</b>	<b>Strongly Agree</b>	<b>NA</b>
<b>5. I correctly attached the lower anchorage connectors to the right locations in the car/bus</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Comments</b>								
<b>6. I correctly adjusted the lower anchorage connector strap(s) tension</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Comments</b>								

### 8.3 QUESTIONNAIRE SUR L'UTILISABILITÉ DE L'INSTALLATION DE L'ERE (VOITURE/AUTOBUS)

1. Please rate your level of agreement with the following statements.

<u>TETHER STRAP</u>	Strongly Disagree	Moderately Disagree	Slightly Disagree	Borderline	Slightly Agree	Moderately Agree	Strongly Agree	NA
1. The top tether strap <u>clip</u> was easy to attach to the car	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comments								
2. The top tether strap <u>tension</u> was easy to tighten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comments								
3. In general, the top tether was easy to use/secure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comments								
<b>Answer After Removing Car Seat</b>								
4. The top tether <u>strap</u> tension was easy to loosen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comments								
5. The top tether strap <u>clip</u> was easy to release from the car	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comments								

2. Please rate your level of agreement with the following statements.

<b>LOWER ANCHORAGE CONNECTORS</b>	<b>Strongly Disagree</b>	<b>Moderately Disagree</b>	<b>Slightly Disagree</b>	<b>Borderline</b>	<b>Slightly Agree</b>	<b>Moderately Agree</b>	<b>Strongly Agree</b>	<b>NA</b>
<b>1. The lower anchorage connector <u>clips</u> were easy to attach to the car/bus</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Comments</b>								
<b>2. The lower anchorage connector strap(s) <u>tension</u> was easy to tighten</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Comments</b>								
<b>3. In general, the lower anchorage connectors were easy to use/secure</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Comments</b>								
<b>Answer After Removing Car Seat</b>								
<b>4. The lower anchorage connector strap(s) <u>tension</u> was easy to loosen</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Comments</b>								
<b>5. The lower anchorage connector <u>clips</u> were easy to release from the car/bus</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Comments</b>								

#### 8.4 QUESTIONNAIRE GÉNÉRAL SUR L'UTILISABILITÉ

1. Please rate your level of agreement with the following statements.

It was easy to:	Strongly Disagree	Moderately Disagree	Slightly Disagree	Borderline	Slightly Agree	Moderately Agree	Strongly Agree	NA
2. Find the location of the tether strap attachment in the <u>car</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comments								
3. Find the location of the tether strap attachment in the <u>bus</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comments								
3. Find the location of the lower anchorage connector attachments in the <u>car</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comments								
4. Find the location of the lower anchorage connector attachments in the <u>bus</u>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comments								

2. Please rate your level of agreement with the following statements.

<b><u>FEEDBACK Provided by Lower Anchorage Clips</u></b>	<b>Strongly Disagree</b>	<b>Moderately Disagree</b>	<b>Slightly Disagree</b>	<b>Borderline</b>	<b>Slightly Agree</b>	<b>Moderately Agree</b>	<b>Strongly Agree</b>	<b>NA</b>
<b>1. The lower anchorage clips on CRS A provided good feedback indicating that the clips were secure</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Comments</b>								
<b>2. The lower anchorage clips on CRS B provided good feedback indicating that the clips were secure</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Comments</b>								
<b>3. The lower anchorage clips on CRS C provided good feedback indicating that the clips were secure</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Comments</b>								



4. Please **order** the child seats from 1 - 3 based on your perceived ease of use (1 being high ease of use and 3 being low ease of use)

**Example:**

	CRS A	CRS B	CRS C	Comments
Statement	3	1	2	

<u>Tether Strap</u>	CRS A	CRS B	CRS C	Comments
1. Ease of attaching the top tether strap clip				
2. Ease of releasing the top tether strap clip				
3. Ease of tightening the top tether strap tension				
4. Ease of releasing the top tether strap tension				
<u>Lower Anchorage Connectors</u>	CRS A	CRS B	CRS C	Comments
5. Ease of attaching lower anchorage connectors				
6. Ease of releasing lower anchorage connectors				
7. Ease of tightening lower anchorage connector strap tension				
8. Ease of releasing lower anchorage connector strap tension				

5. Please rate your level of agreement with the following statements (please refer to the car seats if required)

<u>Labels</u>	Strongly Disagree	Moderately Disagree	Slightly Disagree	Borderline	Slightly Agree	Moderately Agree	Strongly Agree	NA
1. The labels on CRS A helped me to install the car seat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comments								
2. The labels on CRS B helped me to install the car seat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comments								
3. The labels on CRS C helped me to install the car seat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comments								

5. In terms of the top tether strap and the lower anchorage connectors, do you have any comments as to what would increase the ease of use of their installation?

A large, empty rectangular box with a thin black border, intended for the user to provide comments on the ease of use of the top tether strap and lower anchorage connectors.

## 9. ANNEXE B : Indices de gravité, fréquences et valeurs de NPR.

### 9.1 DANS LA VOITURE

	Indice de gravité	ERE A		ERE B		ERE C	
		Frequence (%)	NPR	Frequence (%)	NPR	Frequence (%)	NPR
<b>Erreurs relatives à l'attache supérieure</b>							
Attache non utilisée	7.750						
Attache non fixée au bon ancrage	5.750	6.25	35.9375	4.26	24.4950	4.17	23.9775
Courroie d'attache tordue	1.250	33.33	41.6625	2.13	2.6625		
Courroie d'attache enfilée incorrectement	6.500	2.08	13.5200				
Relâchement de la courroie d'attache de 1 po	3.750	2.13	7.9875				
Relâchement de la courroie d'attache de 2 po	3.500	20.83	72.9050	19.15	67.0250	2.08	7.2800
Relâchement de la courroie d'attache de 3 po	4.625	8.33	38.5263	2.13	9.85125	21.28	98.4200
Relâchement de la courroie d'attache de 4 po	6.250	4.17	26.0825			4.17	26.0625
Relâchement de la courroie d'attache de 5,5 po ou davantage	6.750	2.08	14.0400				
Courroie d'attache passée par-dessus l'appui-tête (au lieu d'entre l'appui-tête et le siège du véhicule)	7.625	2.08	15.8600				
<b>NPR totale pour l'attache supérieure</b>			266.5215		104.0338		158.7100

<b>Erreurs relatives aux connecteurs d'ancrages inférieurs</b>							
Connecteurs d'ancrages inférieurs non fixés à l'ancrage	9.735	2.083	20.2780				
Connecteurs d'ancrages inférieurs fixés au mauvais ancrage	5.750						
Les deux connecteurs d'ancrages inférieurs fixés au même ancrage	6.750						
Connecteurs d'ancrages inférieurs fixés à l'envers	1.625	6.250	10.1563	14.89	24.1963	12.50	20.3125

	Indice de gravité	ERE A		ERE B		ERE C	
		Frequence (%)	NPR	Frequence (%)	NPR	Frequence (%)	NPR
Courroie (sangle) de connecteurs d'ancrages inférieurs tordue	1.625	12.77	20.7513	23.40	38.0250	14.58	23.6925
Relâchement de 1 po des courroies de connecteurs d'ancrages inférieurs	3.375	2.128	7.1820	19.15	64.6313	4.17	14.0738
Relâchement de 2 po des courroies de connecteurs d'ancrages inférieurs	4.125						
Relâchement de 3 po des courroies de connecteurs d'ancrages inférieurs	5.500						
Relâchement de 4 po des courroies de connecteurs d'ancrages inférieurs	6.875						
Relâchement de 5,5 po ou davantage des courroies de connecteurs d'ancrages inférieurs	8.125						
<b>NPR totale pour les connecteurs d'ancrages inférieurs</b>			58.3675		126.8525		58.0788

Erreurs générales							
L'ERE se déplace latéralement de 1 po	1.000	20.83	20.8300	25.00	25.0000	20.83	20.8300
L'ERE se déplace latéralement de 2 po	2.500	2.08	5.2000	20.83	52.0750	14.58	36.4500
L'ERE se déplace latéralement de 3 po	3.250			14.58	47.3850	6.25	20.3125
L'ERE se déplace latéralement de 4 po ou davantage	4.000	2.08	8.3200	4.17	16.6800		
Espace de 1 po entre le dos de l'ERE et le dossier du siège du véhicule	1.250	2.08	2.6000	43.75	45.0000	20.83	26.0375
Espace de 2 po entre le dos de l'ERE et le dossier du siège du véhicule	2.250			14.58	32.8050	4.17	9.3825
Espace de 3 po entre le dos de l'ERE et le dossier du siège du véhicule	4.000	4.17	16.6800	2.08	8.3200	2.08	8.3200
Espace de 4 po entre le dos de l'ERE et le dossier du	5.750						

siège du véhicule							
Espace de 5 po entre le dos de l'ERE et le dossier du siège du véhicule	6.875						
<b>NPR totale pour erreurs générales</b>			53.6300		227.2650		121.3325

<b>NPR totale (attaché supérieure + AI + générales)</b>			373.42		458.15		338.12
---	--	--	--------	--	--------	--	--------

## 9.2 DANS L'AUTOBUS

	Indice de gravité	ERE A		ERE B		ERE C	
		Frequence (%)	NPR	Frequence (%)	NPR	Frequence (%)	NPR
<b>Erreurs relatives à l'attache supérieure</b>							
Attache non utilisée	4.250					2.08	8.8400
Attache non fixée au bon ancrage	5.500	6.25	34.3750	2.08	11.4400	2.08	11.4400
Courroie d'attache tordue	1.000	33.33	33.3300	2.08	2.0800	2.08	2.0800
Courroie d'attache enfilée incorrectement	5.000	2.08	10.4000	2.08	10.4000	4.17	20.8500
Relâchement de la courroie d'attache de 1 po	2.750	20.83	57.2917	4.17	11.4675	8.33	22.9075
Relâchement de la courroie d'attache de 2 po	3.000	2.08	6.2400			2.08	6.2400
Relâchement de la courroie d'attache de 3 po	3.250						
Relâchement de la courroie d'attache de 4 po	3.625					4.17	15.1163
Relâchement de la courroie d'attache de 5,5 po ou davantage	4.375						
<b>NPR totale pour l'attache supérieure</b>			141.6367		35.3875		87.5413

<b>Erreurs relatives aux connecteurs d'ancrages inférieurs</b>							
Connecteurs d'ancrages inférieurs non fixés à l'ancrage	9.375						
Connecteurs d'ancrages inférieurs fixés au mauvais ancrage	5.000	8.33	41.6500	6.38	31.9000	4.17	20.8500
Les deux connecteurs d'ancrages inférieurs fixés au même ancrage	6.000			2.13	12.7800		
Connecteurs d'ancrages inférieurs fixés à l'envers	1.375	14.58	20.0475	48.94	67.2925	33.33	45.8288

	Indice de gravité	ERE A		ERE B		ERE C	
		Frequence (%)	NPR	Frequence (%)	NPR	Frequence (%)	NPR
Courroie (sangle) de connecteurs d'ancrages inférieurs tordue	1.375	16.67	22.9213	19.15	26.3313	12.50	17.1875
Relâchement de 1 po des courroies de connecteurs d'ancrages inférieurs	2.875	10.64	30.5900	14.89	42.8088	14.58	41.9175
Relâchement de 2 po des courroies de connecteurs d'ancrages inférieurs	3.625					2.08	7.5400
Relâchement de 3 po des courroies de connecteurs d'ancrages inférieurs	4.500						
Relâchement de 4 po des courroies de connecteurs d'ancrages inférieurs	5.625						
Relâchement de 5,5 po ou davantage des courroies de connecteurs d'ancrages inférieurs	6.875						
<b>NPR totale pour les connecteurs d'ancrages inférieurs</b>			115.2088		181.1125		133.3238

Erreurs générales							
L'ERE se déplace latéralement de 1 po	1.000	14.58	14.5800	10.42	10.4200	12.50	12.5000
L'ERE se déplace latéralement de 2 po	2.250	8.33	18.7425	14.58	32.8050	10.42	23.4450
L'ERE se déplace latéralement de 3 po	3.500	2.08	7.2800	10.42	36.4700	4.17	14.5950
L'ERE se déplace latéralement de 4 po ou davantage	4.250			18.75	79.6875	8.33	35.4025
Espace de 1 po entre le dos de l'ERE et le dossier du siège du véhicule	1.00	6.38	6.3800	19.15	19.1500	10.42	10.4200
Espace de 2 po entre le dos de l'ERE et le dossier du siège du véhicule	2.000	2.13	4.2600	14.58	29.1600	2.08	4.1600
Espace de 3 po entre le dos de l'ERE et le dossier du siège du véhicule	3.500			18.75	65.6250	4.17	14.5950
Espace de 4 po entre le dos de l'ERE et le dossier du siège du	5.250			8.33	43.7325	2.08	10.9200



véhicule							
Espace de 5 po entre le dos de l'ERE et le dossier du siège du véhicule	6.375						
<b>NPR totale pour erreurs générales</b>			51.2425		317.0500		126.0375

<b>NPR totale (attaché supérieure + AI + générales)</b>			308.09		533.55		346.92
---	--	--	--------	--	--------	--	--------

## **10. ANNEXE C : Problèmes d'utilisabilité par rapport à l'utilisation des ERE dans un autobus scolaire**

---

### INTRODUCTION

À compter du mois d'avril 2007, les fabricants d'autobus scolaires canadiens devront munir un pourcentage des sièges dans chaque autobus du dispositif universel d'ancrage (DUA) qui comprend des ancrages pour l'attache supérieure et des ancrages inférieurs. Ainsi, les autobus scolaires seront en mesure d'accommoder avec sécurité les plus petits enfants d'âge préscolaire. Tout en fournissant des avantages pour ce qui est de la sécurité des enfants, l'installation et l'utilisation des ensembles de retenue d'enfants (ERE) dans les autobus scolaires peuvent avoir des incidences consécutives qui ne sont pas connues à présent. L'objet de la présente étude d'utilisabilité non officielle était de cerner les questions touchant les facteurs humains liés à l'utilisation des ERE dans les autobus scolaires et de faire des recommandations.

### MÉTHODE

Participants. Des recherches antérieures ont conclu que les enfants pesant 18 kg (40 lb) ou moins profiteraient du fait d'être restreints dans un ERE lorsqu'il voyagent en autobus scolaire (Legault, 2004). Il s'agit d'enfants d'environ quatre ans et demi ou moins. Les participants à l'étude comprenaient une femme adulte et ses deux filles. La première fille avait deux ans et demi, elle pesait 14 kg (31 lb) et mesurait 95 cm (37,5 po). L'autre enfant avait quatre ans et demi, pesait 17 kg (37 lb) et mesurait 109 cm.

Matériel. La maquette des sièges de l'autobus scolaire, ainsi que les ERE A et B de l'Étude sur l'utilisabilité principale du DUA ont été utilisés. Leurs caractéristiques sont décrites en détail à la section 4.3 de ce rapport.

Procédure. Pour recueillir les données sur l'utilisabilité, on a utilisé des observations directes, des enregistrements vidéo, les commentaires verbaux des participants et des entrevues non officielles. Pour lancer l'étude, on a demandé à l'adulte d'installer deux ERE l'un à côté de l'autre, sur le siège du milieu d'une maquette d'autobus scolaire, en utilisant l'ancrage de l'attache supérieure et les ancrages inférieurs. L'ERE A a été installé du côté de la fenêtre et l'ERE B du côté de l'allée. Une fois installés, elle a placé et attaché chaque enfant dans l'ERE et elle les a ensuite retirés. On a ensuite demandé aux enfants de grimper et de se placer dans l'ERE. À ce point, l'adulte a fermé les harnais des ERE. Après les avoir ouverts, on a demandé aux enfants de sortir des ERE. Pour terminer, l'adulte a enlevé les deux ERE de la maquette.

Tout au long de la mise à l'essai, on a encouragé les participantes à parler à haute voix afin que leurs opinions et commentaires puissent être enregistrés. Grâce à cette méthode, l'observateur pouvait mieux évaluer les techniques comportementales auxquelles les participants avaient recours pour effectuer les tâches.

À la fin de la mise à l'essai, le facilitateur a effectué une entrevue non officielle avec l'adulte et l'enfant de quatre ans et demi. L'adulte a répondu aux questions relatives à l'installation et à l'enlèvement des ERE, et à l'installation et au retrait des enfants. On a demandé à l'enfant

de quatre ans et demi dans quelle mesure il était facile de s'installer dans l'ERE et d'en sortir. La participante adulte a rempli un formulaire de compte rendu et elle a été compensée pour son temps et le temps de ses enfants.

## RÉSULTATS.

Installation et enlèvement des ERE. La participante était en mesure d'installer correctement les deux ERE sur le siège de l'autobus scolaire. Cependant, les observations directes et les commentaires de la participante ont indiqué plusieurs problèmes :

- L'ERE du côté de la fenêtre devrait être installé en premier. Il serait difficile de soulever et de placer un ERE du côté de la fenêtre s'il y en avait déjà un autre d'installé sur le siège du côté de l'allée. Il serait aussi difficile d'avoir accès aux ancrages inférieurs. Ainsi, les ERE devraient être enlevés dans l'ordre inverse.
- La hauteur du dossier du siège d'un autobus scolaire empêche les adultes de se pencher par dessus pour installer ou enlever un ERE sur le siège derrière. De plus, puisque les ERE sont plus larges que l'allée du centre, ils devront être passés par-dessus les dossiers des sièges pour les entrer ou les sortir d'un autobus scolaire. Transporter un objet d'une telle pesanteur et d'une telle forme inconfortable causera probablement des problèmes pour les adultes limités dans leur capacité de lever des objets ou qui ont tendance à souffrir de malaises de dos et/ou d'épaules (Figure 1).

**Figure 1. Faire passer un ERE par-dessus les dossiers des sièges d'un autobus.**



- L'installation sera plus facile si l'on commence par fixer les attaches inférieures de l'ERE du côté de la fenêtre et que l'on poursuit l'installation vers le côté intérieur de l'allée. L'ordre inverse facilitera l'enlèvement des ERE. Cependant, en raison des positions penchées et tordues nécessaires pour installer un ERE, les conducteurs d'autobus / les autres adultes responsables seront plus susceptibles à se faire mal au dos.
- L'ajusteur de la tension d'un ERE utilisant une simple courroie d'attache inférieure passant par l'ERE (ERE B) devrait être placé du côté intérieur (allée) de l'ERE. Il serait difficile d'obtenir la bonne tension si la courroie était située du côté de la fenêtre ou entre deux ERE. Il serait aussi difficile, dans cette situation, de relâcher la tension de la courroie (et par conséquent de dégager les connecteurs des attaches inférieures).

Installation d'un enfant dans l'ERE (par un adulte). La participante adulte devait soulever et placer physiquement les enfants dans les deux ERE, et ensuite les retirer. La participante a eu de la difficulté avec cette tâche, en particulier pour placer l'enfant dans l'ERE près de la fenêtre. Voici ce que les observations et les commentaires de la participante ont révélé :

- Il était physiquement inconfortable de soulever et tenir l'enfant au-dessus d'un ERE afin de la placer dans l'autre et en particulier de le faire doucement. Il était aussi difficile et frustrant de descendre les enfants dans l'ERE, puisque leurs pieds et leurs jambes avaient tendance à se coincer entre la partie antérieure de l'ERE et l'arrière du siège avant du véhicule.
- Il sera très difficile pour les personnes limitées dans leur capacité de lever des objets, y compris celles souffrant de mal de dos ou d'épaules, de soulever et de placer un enfant dans un ERE et de rester dans une position inconfortable pour l'attacher solidement. Ainsi, un adulte risque de se dépêcher et probablement de commettre des erreurs.
- Faire passer un enfant par-dessus le dossier du siège placé devant celui de l'ERE nécessiterait une force considérable du haut du corps et des bras, et produirait une charge extrême sur le dos d'un adulte.
- En raison du poids d'un enfant d'âge préscolaire et des positions inconfortables qu'un adulte doit adopter pour exécuter une tâche de cette nature, il y a un risque considérable de blessures musculo-squelettiques pour un adulte. Le risque augmentera si la tâche doit être répétée régulièrement.

Les enfants se plaçant eux-mêmes dans un ERE. Les enfants se sont placés et sont sortis d'eux-mêmes de chaque ERE dans l'autobus scolaire. Bien que celle de quatre ans et demi était en mesure de le faire, celle de deux ans et demi ne pouvait faire aucune des deux tâches par elle-même et elle avait besoin de l'aide d'un adulte.

Pour se placer dans l'ERE installé près de la fenêtre, l'enfant de quatre ans et demi a d'abord placé un pied sur le siège de l'autobus devant l'ERE. Ensuite, en tenant le dessus de ce siège pour s'appuyer, elle a mis son pied sur le siège de l'autobus où les ERE étaient installés et elle a passé par-dessus l'ERE. Elle a mis le pied dans l'ERE et elle s'est assise, laissant ses pieds glisser vers le bas. Pour sortir, elle s'est glissée vers le bas entre l'ERE et le dossier du siège avant et elle s'est glissée devant l'autre ERE (Figure 2). Voici les problèmes liés à cette méthode pour s'installer et sortir :

- L'enfant n'aurait pas été en mesure de se placer dans l'ERE près de la fenêtre s'il y avait un autre enfant assis dans l'ERE du côté de l'allée.
- Il serait plus difficile pour un enfant de manœuvrer de cette façon avec des habits d'hiver.
- Avec le temps, cette technique causerait probablement des dommages au siège de l'autobus et à l'ERE, en particulier lors de mauvaises conditions climatiques.
- Un enfant risque considérablement de glisser et de tomber en effectuant des manœuvres de cette nature.

**Figure 2. L'enfant participante sortant de l'ERE installé près de la fenêtre.**



Attacher l'enfant solidement dans l'ERE. Dans les deux phases de l'étude, la participante adulte devait attacher le harnais de l'ERE sur l'enfant. La participante a réussi à effectuer cette tâche; cependant, plusieurs questions ont été soulevées :

- La participante s'est placée sur le siège devant les enfants afin d'attacher leurs harnais, ce qui n'aurait pu être effectué s'il y avait eu d'autres enfants sur ce siège.
- En se tenant debout dans l'allée, la participante a été en mesure d'attacher l'enfant correctement dans l'ERE placé près de la fenêtre; cependant, pour ce faire, elle devait maintenir une position inconfortable (Figure 3). L'enfant de quatre ans et demi était capable d'attacher indépendamment le harnais et les crochets de la courroie entre les jambes; l'adulte n'ayant qu'à vérifier.

**Figure 3. Attacher l'enfant solidement dans l'ERE installé près de la fenêtre.**



Enfant installé dans l'ERE. L'espace entre le rebord antérieur de l'ERE et le dossier du siège avant n'est que de 10 cm (4 po) (Figure 4, volet de gauche). Cet espace limité était inconfortable pour les jambes des enfants installés dans l'ERE. Curieusement, l'espace limité a eu une incidence plus considérable sur la plus petite participante, puisque ses jambes restaient davantage en position allongée lorsqu'elle était assise dans l'ERE (Figure 3, volet de droite). Même lorsqu'elle était placée dans l'ERE B, qui permettait à ses jambes d'entrer entre l'ERE et le siège, elle a choisi d'enlever ses souliers afin qu'elle puisse placer ses pieds confortablement. On s'attend à ce que les habits de neige et les bottes d'hiver aggravent cette situation.

**Figure 4. En raison de l'espace limité entre l'ERE et le siège avant, il était difficile à l'enfant de quatre ans et demi (au centre) et à celle de deux ans et demi (à droite) d'y placer leurs jambes/pieds confortablement**



CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS. Les résultats de cette étude d'utilisabilité non officielle soulignent qu'il faudrait tenir compte de plusieurs éléments lors de l'installation de petits enfants dans les ERE dans les autobus scolaires. L'étude de ces éléments mène à plusieurs recommandations qui entrent dans quatre catégories de base : blessure, sécurité, confort et commodité. Voici quelques-unes des recommandations :

- On encourage les fabricants d'autobus scolaires à utiliser un espace maximal entre les sièges des autobus scolaires munis d'un DUA.

**Sécurité/confort**

- Les compétences responsables du transport des petits enfants dans les autobus scolaires devraient établir un processus assurant l'installation correcte des ERE. Par exemple, elles peuvent exiger que les conducteurs d'autobus obtiennent une formation certifiée de technicien en sécurité des enfants dans les véhicules et vérifier périodiquement les ERE et leur installation.

**Sécurité**

- On devrait prendre toutes les mesures possibles pour utiliser seulement un ERE pour chaque siège d'autobus (p. ex. près de la fenêtre). Ainsi, il sera plus facile d'installer et d'enlever l'ERE et d'installer l'enfant. Cette disposition est préférée aussi pour des problèmes liés aux sorties d'urgence.

**Sécurité/confort/commodité**

- Les positions adoptées par les adultes pour installer l'ERE dans les autobus scolaires et soulever les enfants pour les placer ou les retirer de l'ERE sont associées à l'augmentation des risques de blessures dorsales. Ces risques devraient être pris en considération lors de la prise de décisions sur l'endroit dans l'autobus où les petits enfants seront installés dans les ERE. On recommande de les placer dans les ERE (un par siège), vers l'avant de l'autobus scolaire, tant pour des questions relatives à la commodité du conducteur qu'aux sorties d'urgence.

**Blessure/confort/commodité**

- On devrait encourager les conducteurs des autobus scolaires à vérifier régulièrement les ERE dans leurs autobus. Il est possible que les enfants plus âgés et non attachés les altèrent. Dans le même ordre d'idées, les courroies excédentaires de l'attache supérieure et des fixations inférieures devraient être placées adéquatement dans l'ERE en tout temps.

**Sécurité/commodité**