

PAGE DES DOCUMENTS RELATIFS AU RAPPORT TECHNIQUE

<p>1. NUMÉRO DE RAPPORT T8080-160062 MSSC Livrabable n° 3</p>	<p>2. DATE DU RAPPORT 31 mars 2018</p>	<p>3. DATE DE PUBLICATION 11 mai 2018</p>
<p>4. TITRE Étude de faisabilité de Transports Canada relative aux EDRVL d'autobus commerciaux, livrabable n° 3</p>		<p>5. PRODUIT LIVRABLE : Rapport sommaire sur les faits en fonction des documents passés en revue dans le cadre du produit livrabable n° 2 et de l'ensemble des autres critères ou méthodologies exigés par le chargé de projet</p>
<p>6. AUTEUR(S) Christopher Armstrong, Bradley Higgins, Krystina M. Engleman, John Grindey, Kristina Lombardi, Jacobo Pardo, Henry Ramirez, Henry Schmoker et John Steiner</p>	<p>7. REMARQUES SUPPLÉMENTAIRES Le rapport complet relatif à l'étude de faisabilité se compose de cinq rapports distincts (livrables n° 3 à 7)</p>	
<p>8. NOM ET ADRESSE DE L'ORGANISME RESPONSABLE Mecanica Scientific Services Corp 3051, chemin Sturgis Oxnard, Californie, 93030</p>	<p>9. NUMÉRO DE CONTRAT T8080-160062</p>	
<p>10. NOM ET ADRESSE DE L'ORGANISME PARRAIN Transports Canada Sécurité automobile 330, rue Sparks Ottawa (Ont.), Canada, K1A 0N5</p>	<p>11. SYMBOLE D'ACHEMINEMENT DE L'ORGANISME PARRAIN ASFCA Enquêtes et recherches de collisions</p>	
<p>12. RÉSUMÉ</p> <p>Comme il est énoncé dans le contrat relatif à l'étude de faisabilité T8080-160062 sur les enregistreurs de données routières (EDR) d'autobus commerciaux, Mecanica Scientific a passé en revue un certain nombre de rapports scientifiques et d'articles scientifiques portant sur le sujet suivant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Précision, fiabilité et limites des enregistreurs de données routières de véhicules lourds (EDRVL) • Études de l'impact des EDR et des EDRVL sur la sécurité routière • Études de l'impact des EDR et des EDRVL sur les opérations des parcs de véhicules commerciaux • Normes et pratiques recommandées pour les EDRVL • Activités réglementaires propres aux EDRVL et aux véhicules de type autobus, autocar ou autobus scolaire <p>Le présent rapport est un résumé des faits fondé sur la littérature pertinente examinée. Il offre une vue d'ensemble des fonctionnalités des EDRVL et de la fiabilité des données que ces dispositifs permettent d'obtenir. Une liste de rapports ou articles techniques et scientifiques et d'études de validation portant sur l'exactitude, la fiabilité et les limites des enregistreurs de données routières (EDR) à bord des véhicules commerciaux a été élaborée et présentée à Transports Canada dans le cadre du produit livrabable n° 2.</p>		

13. REMERCIEMENTS

L'équipe de Mecanica souhaite remercier MM. Timothy Cheek, P.E. (Charlotte, C.N.), David Plant, ing. (Washington) et Timothy Austin (Appleton, Wis.) pour leurs contributions, leur expertise et leurs conseils dans le cadre de ce projet. Elle voudrait aussi remercier M. Abraham Pardo (Mexico, Mexique) pour son expertise, ses conseils et ses commentaires concernant l'industrie mexicaine des autobus, ainsi que l'équipe des services scientifiques de Mecanica pour sa contribution relative à la publication du présent document.

14. MOTS CLÉS

EDR, EDRVL, enregistreur de données routières, autobus, autobus scolaire, autocar

15. CLASSIFICATION DE SÉCURITÉ

Non classifié

16. NOMBRE DE PAGES

90



Étude de faisabilité de Transports
Canada relative aux EDRVL d'autobus
commerciaux (dossier n° T8080-
160062), livrable n° 3 :

Rapport sommaire des faits

3. Prepare and submit a summary report of the facts, based on analysis of the documents reviewed, and any other criteria/methodologies required by the Project Authority.
Deadline: Within 12 weeks of deliverable # 2

Mecanica Scientific Services Corporation

TABLE DES MATIÈRES

1.0 INTRODUCTION	1
2.0 RÉSUMÉ	2
2.1 Histoire des enregistreurs de données	2
3.0 RÉSUMÉ DES COMMENTAIRES	3
3.1 Les origines des enregistreurs de données	10
3.1.1 Origines des EDR	11
3.1.2 Origines des EDRVL	14
3.1.3 Tachygraphes	18
3.2 Recommandations en matière d'EDR et d'EDRVL et sécurité routière	22
3.2.1 JPL, Évaluation de la technologie des coussins de sécurité gonflables perfectionnés, rapport définitif	27
3.2.2 Recommandations du NTSB en matière d'EDR et d'EDRVL	28
3.2.2.1 Recommandations de sécurité du NTSB H-97-10 à -18	28
3.2.2.2 Recommandations de sécurité du NTSB H-99-45 à -54	29
3.2.2.3 Recommandation de sécurité H-02-35 du NTSB	29
3.2.3 Enregistrement des données de l'accident automobile	31
3.2.4 Groupe de travail sur les EDR de la NHTSA	33
3.2.5 Groupe de travail sur les EDR de la NHTSA, Rapport définitif, Volume II	35
3.2.6 Conférence « Safety in Numbers »	37
3.2.7 Utilisation de la technologie EDR pour l'analyse des données relatives aux accidents de la route	37
3.2.8 Analyse par le NHTSA/Volpe Center des données des EDR pour l'amélioration de la sécurité des véhicules	41
3.2.9 National Center for Transit Research, Center for Urban Transportation Research	43
3.2.10 Département américain des Transports, Motorcoach Safety Action Plan	43
3.2.11 <i>UDS Accident Data Recorder - A Contribution to Road Safety</i>	44
3.2.12 <i>SAMOVAR and Traffic Accident Reduction through Monitoring Driver Behavior with Data Recorders</i>	45
3.2.13 Commission européenne, Direction générale de l'énergie et des transports : VERONICA	48
3.2.13.1 VERONICA I	48
3.2.13.2 VERONICA II	50

3.2.14	Transport Research Laboratory, rapport d'EDR de la DG MOVE	51
3.2.15	Bureau de la sécurité des transports du Canada, rapport d'enquête ferroviaire R13T0192 : <i>Crossing Collision - VIA Rail Canada Inc. Passenger Train No. 51, OC Transpo Double-Decker Bus No. 8017</i>	56
3.3	Règlements relatifs aux EDR et aux EDRVL – Amériques	58
3.3.1	États-Unis	59
3.3.2	Mexique	64
3.4	Règlements internationaux relatifs aux EDR et aux EDRVL	65
3.4.1	Royaume-Uni, Union européenne et Russie	65
3.4.2	Japon	66
3.4.3	Chine	66
3.4.4	Région du Moyen-Orient	67
3.4.5	Australie	68
3.5	Précision des données	70
3.5.1	Sources de données des véhicules	71
3.5.2	Événements liés aux véhicules	76
3.5.3	Précision de l'identification des éléments de données, des véhicules et des événements	79
4.0	CONCLUSION	85
	APPENDICE A – SIGLES ET ABRÉVIATIONS	88
	APPENDIX B – DEFINITION DES CATÉGORIES DE VÉHICULES 2007/46/EC	92
	APPENDIX C – ANOMALIES DE DONNÉES DE L'UCE CATERPILLAR	93
	RÉFÉRENCES	95

1.0 INTRODUCTION

Depuis les années 1970, on trouve certains types d'**enregistreurs de données routières (EDR)** à bord des véhicules à passagers offerts sur les marchés régis par l'Accord de libre-échange nord-américain (ALENA). Les progrès réalisés dans les années 1990 en matière de systèmes de retenue passifs des occupants et de leurs commandes électroniques ont jeté les bases de l'évolution ultérieure et de l'acceptation des EDR dans les véhicules à passagers offerts sur les marchés régis par l'ALENA au Canada, aux États-Unis et au Mexique.

Parallèlement à l'évolution des EDR dans les véhicules à passagers, lesquelles sont principalement des véhicules légers, mais parfois moyens, les fonctionnalités de type EDR se retrouvent de plus en plus dans les véhicules moyens et lourds aussi.

Au fur et à mesure que les exigences en matière d'émissions ont évolué et sont devenues plus strictes d'ici 2002, à commencer par les exigences de 2002 de l'agence EPA (*Environmental Protection Agency*) des États-Unis en matière de réduction des émissions d'oxyde nitreux (NOx) des moteurs diesel, les fabricants de moteurs de camions moyens et lourds ont délaissé les commandes de moteurs mécaniques ou électromécaniques traditionnelles au profit de commandes de moteurs électroniques à semi-conducteurs, ceci dans le but d'affiner les commandes et de répondre aux exigences de l'EPA en matière d'émissions.

Avec ces commandes électroniques de moteur plus avancées sont apparus des protocoles de communication en série normalisés à bord des véhicules et, plus tard, des gestionnaires de réseau de communication CAN (Controller Area Network) à grande vitesse, qui définissent le réseau physique (câblage), les protocoles de communication et les messages. Ces protocoles ont jeté les bases des fonctionnalités d'EDR.

En juin 2010, la SAE (Society of Automotive Engineers International) a publié la pratique recommandée J2728, qui s'intitule « Heavy Vehicle Event Data Recorder, Tier 1. Celle-ci définissait les **enregistreurs de données routières de véhicules lourds (EDRVL)** comme des fonctions d'EDR destinées aux véhicules dont le poids nominal brut (PNBV) est de 4,5 t (10 000 lb) ou plus et qui sont munis d'un bus de données de communication J1587 ou J1939.

Le rapport suivant est un résumé de l'étude et de l'examen de documents techniques, d'études, de rapports et de règlements concernant les EDRVL que l'on trouve dans les autobus, les autocars et les autobus scolaires.

Ce rapport se concentre sur les recherches approfondies et les publications trouvées concernant la technologie EDRVL, y compris les éléments de données, les limites des données et la précision des données provenant des EDRVL. Sont également abordées les études relatives à l'impact potentiel des EDR et des EDRVL sur la sécurité routière, de même que leur déploiement dans un parc de véhicules commercial et les améliorations observées dans le taux d'accidents et sur le plan de la sécurité des chauffeurs de ce parc de véhicules commercial.

Il est important de noter que l'enregistreur de données routières (ou l'enregistreur de données routières de véhicules lourds) n'enregistre les données que pendant une période courte et limitée et doit être déclenché pour le faire. Ce n'est pas le cas du tachygraphe mécanique ou numérique, que l'on définit comme un *enregistreur de données de voyage*¹ et qui enregistre les données en continu.

2.0 RÉSUMÉ

Comme il est énoncé dans le contrat relatif à l'étude de faisabilité T8080-160062 sur les enregistreurs de données routières d'autobus commerciaux, Mecanica Scientific a étudié un certain nombre de rapports scientifiques et d'articles scientifiques portant sur les sujets suivants :

- Précision, fiabilité et limites des enregistreurs de données routières de véhicules lourds (EDRVL)
- Études de l'impact des EDR et des EDRVL sur la sécurité routière
- Études de l'impact des EDR et des EDRVL sur les opérations des parcs de véhicules commerciaux
- Activités réglementaires propres aux EDRVL et aux véhicules de type autobus, autocar ou autobus scolaire

Le présent rapport est le document qui a été présenté à Transports Canada relativement à l'étude de faisabilité T8080-160062 sur les enregistreurs de données routières d'autobus commerciaux, livrable n° 3. Cette étude offre une vue d'ensemble des fonctionnalités des EDRVL et de la fiabilité des données qu'ils offrent.

On a dressé dans un tableur et présenté à Transports Canada une liste d'études de validation et de rapports/d'ouvrages techniques et scientifiques portant sur la fiabilité et les limites des EDR de véhicules commerciaux (livrable n° 1).

Mecanica a soumis une deuxième liste (livrable n° 2), celle-ci comprenant des références supplémentaires et les résumés disponibles au sujet de chacune d'elle. Ces documents comprenaient d'autres références, celles-ci visant à appuyer le rapport sommaire (livrable n° 3). Lors de la rédaction, il est devenu clair que pour être complet, le rapport devait être étayé par des références supplémentaires. En dépit de nos efforts visant à intégrer des études techniques représentatives de l'ensemble des nations, de nombreux pays n'ont fourni que peu ou pas de références pertinentes pour cette étude et n'ont donc pas été inclus.

2.1 Histoire des enregistreurs de données

Les EDR ont vu le jour dans les années 1970 avec l'apparition d'un enregistreur de données électromécanique rudimentaire pour les premiers modèles de véhicules General Motors USA

¹« Enregistreurs de données de voyage » tel que défini par le projet VERONICA de la Commission européenne (2006).

dotés d'un système de sécurité automatique. Il s'agit du dispositif de retenue à coussin de sécurité gonflable (ACRS) à double coussin de sécurité gonflable frontal.

Contrairement aux EDR à véhicules à passagers, les EDRL sont le fruit de l'application d'exigences plus strictes en matière d'émissions : celles de l'EPA, qui imposait des contrôles électroniques plus avancés des émissions diesel.

Avant l'avènement des commandes électroniques avancées du moteur dotées de capacités d'enregistrement de données, il était courant de trouver des enregistreurs à tachygraphe mécanique intégrés aux opérations d'autobus scolaires aux États-Unis et à certaines opérations de transporteurs de charges complètes ou partielles de camion. Les tachygraphes sont également des dispositifs de sécurité réglementés et obligatoires en Europe et au Royaume-Uni depuis 32 ans.

De nombreuses études publiées aux États-Unis, en Europe et au Royaume-Uni ont été examinées et sont parvenues aux mêmes conclusions générales. L'EDR a le potentiel d'apporter des améliorations significatives à la sécurité routière à grande échelle en fournissant aux études des accidents de nouvelles données, lesquelles seraient inaccessibles par d'autres moyens. En outre, ces dispositifs permettent d'apporter des améliorations à la sécurité des parcs de véhicules commerciaux à petite échelle, car ils rendent possible l'étude de parcs de véhicules concrets ayant mis en place des EDR, la formation des chauffeurs sur la technologie d'EDR et l'utilisation active des données d'EDR aux fins de surveillance et d'encadrement uniformisés des chauffeurs.

Des recherches approfondies ont été menées et résumées ici sur toute activité réglementaire liée à l'EDR dans la zone ALENA, ainsi qu'en Amérique centrale et du Sud. La seule activité réglementaire en matière d'EDR que l'on peut localiser dans ces régions se trouve au Mexique, aux États-Unis et au Canada, grâce à la présente étude de faisabilité effectuée pour le compte de Transports Canada.

À l'échelle internationale, les seuls règlements qui relèvent plus ou moins de l'EDR sont les normes de l'Union européenne et du Royaume-Uni concernant les tachygraphes numériques (ou les tachygraphes mécaniques pour les véhicules plus anciens), qui sont utilisés principalement aux fins d'enregistrement des heures de service des conducteurs. Cependant, ces tachygraphes enregistrent toujours la vitesse du véhicule (et la vitesse de rotation du moteur) dans le temps. Ils sont donc considérés comme des enregistreurs de données de voyage.

Un examen approfondi des articles et études techniques évalués par des pairs concernant les sources de données, la précision et la fiabilité des EDR provenant du fabricant d'équipement d'origine (FEO) dans les camions et les bus commerciaux est également inclus.

3.0 RÉSUMÉ DES COMMENTAIRES

Ce projet de recherche sur les EDR à véhicules lourds recouvre partiellement celui des EDR à véhicules à passagers, à savoir les six classes définies aux États-Unis comme étant des

véhicules légers (classes 1 et 2 : PNBV de 4,5 t [10 000 lb]) ou moyens (classes 3 à 6 : PNBV de 4,5 t [10 000 lb] à 12 t [26 000 lb]).

Au moment de la rédaction du présent rapport, la majorité des camions porteurs moyens et lourds, des camions à vocation particulière (camions d'assainissement, camions à benne, balayeuses, appareils d'incendie, etc.), des tracteurs routiers, des autobus, des autocars et des autobus scolaires des marchés régis par l'ALENA, à année modèle 2000 ou plus récente, est équipée d'un dispositif faisant office d'EDRVL. De manière générale, ce dispositif est logé dans l'unité de commande électronique (UCE) du moteur du véhicule ou dans l'UCE de la cabine ou du châssis. Les fonctions des EDRVL contemporains embarqués dans les UCE des FEO des véhicules commerciaux ont des capacités d'enregistrement importantes. Il s'agit notamment du nombre d'éléments de données enregistrés (huit canaux ou plus, y compris la vitesse du véhicule, le régime moteur, l'application du frein de service, l'application du frein d'embrayage, l'application du frein de stationnement, l'activation et la désactivation des freins moteur, l'état du régulateur de vitesse, etc.), de la durée de la période d'enregistrement (de 2 s à 90 s) et de la résolution des données (de 1 Hz à 5 Hz).

La figure 3.01 ci-dessous est un exemple de journal d'événements « déclenchés par l'accélération » provenant d'un camion-tracteur Volvo de modèle récent.

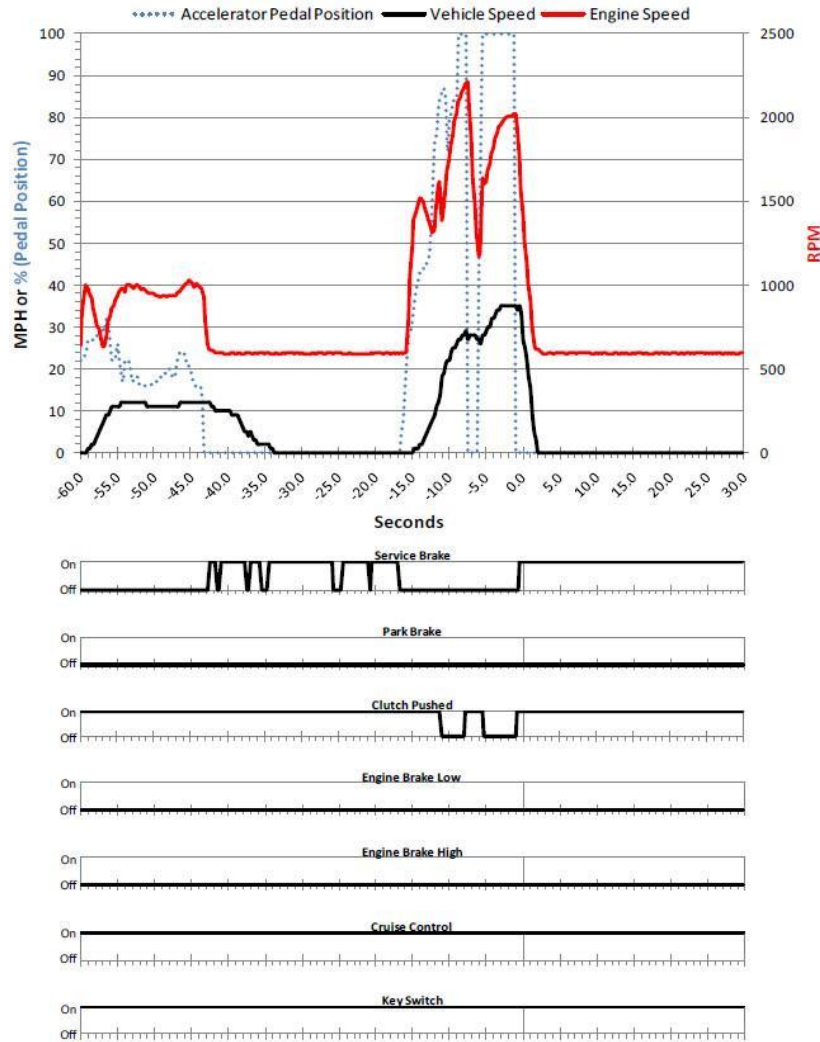


Figure 3.0.1. Exemple de données EDRVL de modèle tardif

Qu'il s'agisse d'un EDR à véhicules à passagers, dont la fonctionnalité est fondée sur le module de commande des coussins gonflables (MCCG) d'un véhicule à passagers, ou bien d'un EDR à poids lourds, qui s'appuie sur le contrôleur du moteur ou du châssis du véhicule commercial, la fonctionnalité dans son ensemble et les données fournies sont essentiellement les mêmes.

- En effet, l'enregistrement de l'EDR ou de l'EDRVL est activé par un déclencheur prédéfini, tel qu'une commande de déploiement d'un coussin de sécurité gonflable dans un véhicule à passagers ou un changement de la vitesse du camion mesurée par le capteur de vitesse du véhicule (CVV), qui est généralement installé à l'arrière de la transmission principale.
- À la suite du déclenchement, l'EDR ou l'EDRVL reçoit l'ordre de capturer et de stocker les données du véhicule, telles que la vitesse du véhicule, le régime moteur, le pourcentage d'accélération, l'application du frein de service, l'application de l'embrayage, etc., pendant une période de 2 s à 90 s autour de ce déclenchement.

Il est important de noter les différences entre un EDR et un EDRVL, notamment la méthode de déclenchement. Vous trouverez ci-dessous un bref aperçu de ces déclencheurs, ainsi que la difficulté de spécifier un déclencheur pour les EDRVL :

Déclencheurs d'événements

- Pour les EDR à véhicules à passagers, l'utilisation de l'accéléromètre du module de contrôle des coussins de sécurité gonflables et le déploiement de divers dispositifs de sécurité constituent un déclenchement logique de l'enregistrement des données par un EDR.
- À l'inverse, le déclenchement d'un événement peut présenter des difficultés dans le cas des véhicules commerciaux lourds, tels que les camions et les autobus. Lorsqu'un autocar de 20 t (45 000 livres) est impliqué dans un impact avec un véhicule à passagers, l'accélération maximale, l'accélération initiale et les forces subies par l'autocar seront relativement faibles par rapport à celles subies par le véhicule à passagers. Les valeurs réelles de l'accélération de pointe, de l'accélération initiale et des forces subies par l'autocar pourraient être du même ordre de grandeur ou inférieures à celles d'un freinage typique ou intense. Il peut donc être difficile de définir ce qui déclenchera l'enregistrement des données par l'EDRVL dans les accidents impliquant des véhicules à passagers ou des usagers de la route vulnérables tels que les piétons, les cyclistes et les motocyclettes.

Réseaux de données et éléments de données fondamentaux

- À l'origine, les EDR destinés aux véhicules à passagers étaient fondés sur les anciens réseaux de communication en série, qui étaient conformes à la recommandation SAE J1850. Sur les véhicules les plus récents, les EDR des véhicules à passagers tirent profit de systèmes à haut débit fonctionnant sous CAN, qui sont régis par les normes SAE J2284 et ISO 15765. L'ancien réseau J1850 est un bus (protocole) de diagnostic qui est le plus souvent utilisé par les véhicules de GM et de Ford. Les réseaux de communication modernes SAE J2284 et ISO 15765 sont obligatoires pour tous les véhicules fabriqués en 2008 ou plus tard qui sont commercialisés aux États-Unis. Les règlements européens sur les systèmes de diagnostic embarqué (OBD) prennent en charge un réseau CAN de 250 à 500 kbit/s, tandis que la spécification OBD II n'autorise qu'un CAN de 500 kbit/s. Les spécifications OBD et OBD-II prévoient toutes deux des bandes de kbp/s semblables, ce qui s'explique par la nécessité de disposer de liens de communication normalisés pour ainsi garantir au maximum la compatibilité sur toutes les marques et tous les modèles. Il existe différentes variantes de ce réseau, mais elles ne diffèrent que par la longueur de l'identifiant² et la vitesse de transfert de données du bus.
 - Le port de connexion physique normalisé permettant d'accéder aux données d'un véhicule léger ou moyen et de les capturer est défini par la pratique recommandée SAE J1969. Il est également réglementé à l'échelle fédérale, aux États-Unis, au Mexique et au Canada, par les lois sur les émissions. Il est connu sous le nom de

²Terme de programmation logicielle désignant la longueur d'un identifiant d'élément en octets. Au moyen du contrôleur CAN programmable, l'utilisateur peut sélectionner le débit de transmission et la longueur d'identifiant souhaités pour l'interface de communication.

port connecteur de lien de diagnostic (CLD) pour OBD-II (voir l'illustration ci-dessous).



Figure 3.0.2. CLD pour OBD-II

- À l'origine, l'EDRVL était fondé sur les anciens réseaux de communication en série définis par les normes SAE J1708 et J1587. Au fur et à mesure que les contrôles électroniques ont progressé pour répondre à des exigences plus strictes en matière d'émissions, l'industrie s'est orientée vers des réseaux CAN et ISO à plus grande vitesse, tels que définis par SAE J1939 et ISO 15765 : *Véhicules routiers – Diagnostic sur gestionnaire de réseau de communication (DoCAN)*.
 - Le port de connexion physique normalisé permettant d'accéder aux données d'un camion de poids moyen ou lourd et de les visualiser est défini par la pratique recommandée SAE J1939/13 et est connu sous le nom de CLD à 6 broches ou à 9 broches de Deutsch®.
 - Certains véhicules lourds de 2016 et plus récents sont passés à l'utilisation du connecteur de style OBD-II pour véhicules à passagers, car le CLD à 9 broches de Deutsch n'avait pas assez de broches pour prendre en charge les protocoles de communication J1939 et ISO 15765.

Reportez-vous aux figures 3.03, 3.04 et 3.05 ci-dessous pour des exemples de connecteur J1939/13 à 9 broches, de connecteur à 6 broches et de nouveau connecteur OBD-II.



6-Pin Connector (J1708) 9-Pin Connector (J1939)

Figure 3.0.3. CLD de modèle récent, à 6 broches ou à 9 broches



Figure 3.0.4. Port CLD à 9 broches de modèle récent



Figure 3.0.5. Camion-tracteur Mack de modèle récent avec CLD de type OBD-II

Ce rapport est un résumé qui traite du vaste ensemble de recherches trouvées et examinées concernant les EDR et les EDRVL. Les thèmes abordés sont les suivants :

- Un bref aperçu de l'histoire des EDR et des EDRVL
- Études de la sécurité des autoroutes et des parcs de véhicules commerciaux utilisant des EDR et des EDRVL
- Limites et exactitude des données fournies par les EDRVL que l'on trouve à bord d'une grande majorité de camions et d'autobus commerciaux moyens et lourds commercialisés sur les marchés régis par l'ALENA

La collection de documents réglementaires, de normes, de pratiques recommandées, de recommandations et de rapports et documents techniques et scientifiques a été fournie dans le cadre de l'étude T8080-160062 de Transports Canada, laquelle s'intitule *Étude de faisabilité de Transports Canada relative aux EDRVL à autobus commerciaux*, livrables n° 1 et 2. Plusieurs références techniques clés ont été obtenues et classées dans un tableur Google. Le document contient les références relatives aux sujets dont relève le rapport de synthèse. L'anticipation des sujets à aborder dans le présent résumé a conduit à rechercher d'autres publications techniques susceptibles d'étayer ce rapport d'enquête. La liste a été élargie et mise à jour lors des recherches de documents techniques. Le format et les champs utilisés dans le processus de collecte sont spécifiés au tableau 3.0 ci-dessous.

Tableau 3,0. Références techniques : définitions des champs formatés

Nom de champ	Description du champ
MSSC_Sort	Numéro d'identification de la référence; l'intention était de regrouper les sources en fonction de leur pertinence.
Type de document	Cette catégorie permet de classer le type de document (par exemple, document technique, pratiques recommandées, normes, guides de l'utilisateur, revues, etc.)
Catégorie (primaire)	Ce champ a été utilisé pour catégoriser les principaux sujets couverts pour chaque référence dans ce tableur.
Catégorie (secondaire)	Ce champ a été utilisé pour classer les sous-thèmes secondaires couverts pour chaque référence dans ce tableur.
Publié par	Ce champ indique les entités d'édition (par exemple, entreprise, sociétés, etc.)
Document n°	Il s'agit de tout numéro d'identification du document qui serait utilisé pour identifier le document de manière unique ou pour demander ou acheter le document auprès de l'éditeur.
doi	L'identificateur d'objet numérique (Digital Object Identifier ou DOI) est utilisé pour identifier les objets qui sont indexés de manière unique par l'Organisation internationale de normalisation (ISO). Si un tel identificateur est disponible, il est indiqué. Sinon, le champ est laissé vide.
Date de publication	Chaque référence a été ouverte, et sa date de publication a été saisie. Le cas échéant, l'année d'émission de la référence a été utilisée.
Auteurs	L'intention était d'extraire tous les noms des auteurs ou, si ces noms ne sont pas disponibles, d'indiquer l'entité qui a commandité l'étude. Le cas échéant, le champ a été laissé vide.
Titre	Il s'agit du titre de chaque document, tel qu'il figure dans chaque référence électronique présente dans le tableur.
Résumé	Le résumé, le sommaire, l'introduction et la conclusion, s'ils sont disponibles, sont utilisés pour faciliter un examen rapide du contenu de la référence liée.
Lien de publication	L'URL permettant le téléchargement ou l'achat du document disponible.

3.1 Les origines des enregistreurs de données

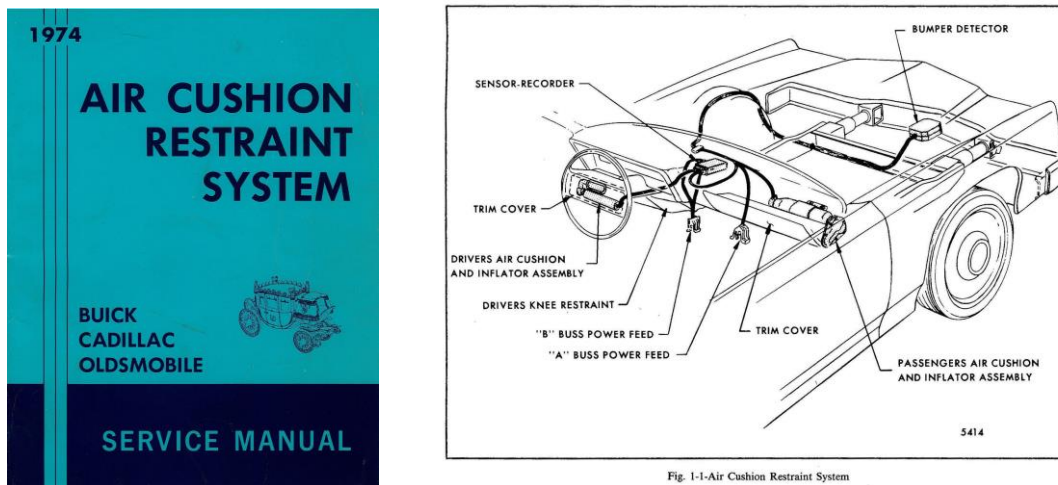
L'histoire de la technologie des enregistreurs de données remonte à l'industrialisation du premier coussin de sécurité gonflable frontal aux États-Unis par General Motors. Ce produit a été intégré notamment à certains véhicules commercialisés en 1973 sous les marques Buick, Cadillac,

Chevrolet et Oldsmobile. Les coussins de sécurité gonflables des modèles General Motors de 1973 ont été introduits pour répondre au nouveau règlement FMVSS 208 (Federal Motor Vehicle Safety Standards), qui exigeait la mise en place de dispositifs de retenue passifs.

Les enregistreurs de données à poids lourds et à autobus sont apparus beaucoup plus tard, à la fin des années 1990, pour des raisons différentes et indépendamment de l'évolution des enregistreurs de données à véhicules à passagers, laquelle était axée sur la mise au point de dispositifs de sécurité. Le développement des enregistreurs de données pour les poids lourds et les bus a été motivé par la nécessité de disposer de commandes de moteur plus avancées pour répondre aux exigences de plus en plus strictes en matière d'émissions en Amérique du Nord. Il y a également eu un intérêt pour la fourniture de cet enregistrement de données routières aux parcs de véhicules commerciaux, aux fins d'encadrement et de mentorat des chauffeurs.

3.1.1 Origines des EDR

Il existe un précédent pour la fonctionnalité des EDR dans les véhicules à passagers nord-américains depuis les années 1970. Oldsmobile (General Motors), en collaboration avec les divisions de General Motors Delco Electronics, Saginaw Steering Gear et Inland Manufacturing, a mis au point et commercialisé le premier système de coussins gonflables frontaux supplémentaires pour les véhicules de série en Amérique du Nord. Commercialisé sous le nom d'Air Cushion Restraint System (ACRS), ce dispositif de retenue à coussin de sécurité gonflable a été conçu pour répondre au nouveau règlement FMVSS 208 qui exigeait de nouveaux dispositifs de retenue passifs. Le système ACRS était disponible sur certains modèles Buick, Cadillac, Chevrolet et Oldsmobile de 1973 à 1976.



Ces premiers dispositifs de retenue passifs étaient dotés de commandes électromécaniques rudimentaires (par rapport aux normes actuelles) et d'une certaine capacité d'enregistrement des

données relatives au rendement du système, ce qui a jeté les bases de la fonctionnalité EDR telle qu'elle est connue aujourd'hui³.

Le premier EDR disponible et accessible au public était offert à bord de certains véhicules de General Motors de l'année modèle 1994 sur les marchés régis par l'ALENA, à savoir Buick, Cadillac, Chevrolet et Pontiac. La société Vetronix a créé le premier dispositif capable d'accéder à ces données et de les reproduire. C'était le *Crash Data Retrieval Tool (CDR)* ou outil d'acquisition de données en cas d'accident. Aujourd'hui, l'outil CDR est la propriété de Bosch Automotive Service Solutions, Inc.⁴ Avec l'arrivée des EDR et de l'outil CDR, ces données de la « boîte noire », comme on les appelle communément, ont connu une présence croissante à bord des véhicules vendus sur les marchés régis par l'ALENA.

La fonction initiale des EDR de General Motors était d'évaluer et d'étudier les performances de ses systèmes de protection des occupants de façon interne, sans que des tiers puissent accéder aux données relatives aux clients de General Motors. Cependant, cela ne devait pas rester ainsi. La National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) a mené un projet de recherche sur la sécurité routière avec le soutien de General Motors. Une fois que les enquêteurs du National Accident Sampling System (NASS) ont pris connaissance des données disponibles de General Motors, l'intérêt pour ces données et cette technologie a rapidement augmenté. L'idée consistant à employer ces données à des fins de recherche sur la sécurité routière a fait son chemin.

L'intérêt de la NHTSA pour les EDR est le résultat de sa collaboration avec General Motors et de l'assistance que l'entreprise lui a prêtée dans le cadre du programme d'enquête sur les accidents de la NHTSA. En effet, les premiers EDR avaient été étudiés par les enquêteurs de la NHTSA, qui tentaient de mieux comprendre les accidents survenus. À partir de ce premier accès à l'EDR de General Motors, l'intérêt et l'utilisation des EDR par la NHTSA se sont développés pour intégrer l'accès et l'analyse des données EDR à un certain nombre de programmes d'enquête sur les accidents de la NHTSA, y compris le programme Special Crash Investigation (SCI), le NASS Crashworthiness Data System (NASS-CDS), le Crash Injury Research and Engineering Network (CIREN) et le Crash Investigation Sampling System (CISS).

À la fin des années 1990, la NHTSA s'est concentrée sur la recherche en matière de sécurité pour faire face au nombre de décès causés par le déploiement des coussins de sécurité gonflables. Parmi les activités de recherche, la NHTSA a passé un contrat avec le Jet Propulsion Laboratory (JPL) de la National Aeronautics and Space Administration (NASA) pour qu'il réalise une étude et un rapport sur toutes les technologies des industries aérospatiales ou spatiales qui pourraient servir aux fins de la sécurité routière, en particulier dans un but d'amélioration des dispositifs de sécurité. Une étude menée par le JPL en 1997 a conclu que la technologie des coussins de sécurité gonflables était acceptable. À part quelques recommandations à l'intention des fournisseurs de capteurs, le JPL n'avait aucune suggestion d'amélioration des dispositifs de

³ Louckes, T., Slifka, R., Powell, T., et Dunford, S., *General Motors Driver Air Cushion Restraint System*, SAE Technical Paper 730605, 1973.

⁴ <https://www.boschdiagnostics.com/cdr/>

protection des occupants. Cependant, le rapport du JPL mettait en cause l'absence d'un dispositif d'enregistrement permettant de collecter des données sur les centaines de milliers d'accidents, notamment les dizaines de milliers d'accidents mortels qui se produisent chaque année. L'étude du JPL suggère que les données d'EDR recueillies et étudiées sur une période donnée pourraient être utilisées pour identifier les domaines où il est possible d'améliorer la sécurité routière et ainsi déterminer si les problèmes sont liés au conducteur, au véhicule ou à l'environnement (route).

En 1997 également, le National Transportation Safety Board (NTSB) a adressé à la NHTSA une recommandation de sécurité⁵ qui consistait à étudier la possibilité d'obtenir des données sur les accidents en situation réelle à partir des enregistreurs de données de conduite. Plus précisément, la recommandation invitait la NHTSA à élaborer et mettre en œuvre, en collaboration avec les fabricants d'automobiles nationaux et internationaux, un plan visant à recueillir de meilleurs renseignements sur les impulsions d'impact et d'autres paramètres d'impact des accidents réels, en utilisant les dispositifs actuels ou améliorés de détection et d'enregistrement des accidents.

À la suite des recommandations du JPL et du NTSB concernant l'EDR des véhicules routiers, la NHTSA a mis en place un groupe de travail (Highway Vehicle Event Data Recorder Working Group) qui s'est réuni pour la première fois en 1997 et a finalement publié un rapport en deux volumes sur l'EDR des véhicules routiers.

Le premier volume du groupe de travail de recherche et de développement sur l'EDR de la NHTSA portait sur les véhicules à passagers, et un second volume portait sur les camions, les autocars et les autobus scolaires.

Entre-temps, General Motors travaillait en étroite collaboration avec Vetronix Corporation (Santa Barbara, Californie), qui était le fournisseur de la première génération d'outils OBD de General Motors, appelée TECH-1. TECH-1 de Vetronix était l'un des premiers outils de lecture des premières données relevant d'un EDR.

En mars 2000, Vetronix Corporation a lancé et commencé à vendre le Vetronix CDR Tool, qui pouvait être utilisé pour capturer et enregistrer les données d'EDR de certains véhicules de General Motors de 1994 et plus récents. Peu après le lancement de l'outil CDR, la couverture des véhicules s'est élargie pour inclure certains modèles de Ford et de Lincoln-Mercury. Tirant profit de cet outil CDR, Chrysler, LLC a été le prochain fabricant de véhicules à passagers à rendre accessibles les données d'EDR.

En août 2003, la société Vetronix a été rachetée par Robert Bosch GmbH, tout comme son outil CDR. Depuis l'année modèle 2016, l'outil CDR de Bosch se retrouve à bord de 87 % des véhicules vendus sur les marchés régis par l'ALENA⁶.

En plus des fabricants de véhicules légers qui se sont associés à Bosch pour rendre leurs données EDR accessibles par l'outil CDR de Bosch, plusieurs fabricants ont choisi de fournir un

⁵ National Transportation Safety Board, Safety Recommendation H-97-10 through - 18, 1^{er} juillet 1997.

⁶Source : Ruth, R., « Crash Data Retrieval Update Sept. 2016 », 2016.

accès aux données via leur propre outil de diagnostic propriétaire. Ces fabricants sont Subaru USA, Hyundai Motors USA, Kia Motors USA, Mitsubishi Motors USA et Tesla Inc.

3.1.2 Origines des EDRVL

Parallèlement à l'évolution des EDR des véhicules à passagers, la technologie d'EDRVL a continué elle aussi à progresser. Cette croissance est en grande partie due aux exigences en matière d'émissions qui sont devenues plus strictes, à commencer par les exigences de 2002 de l'EPA américaine concernant la réduction des émissions d'oxyde nitreux (NOx) des moteurs diesel. Afin de répondre aux exigences de l'EPA en matière d'émissions et d'affiner les commandes de moteur, les fabricants de moteurs de camions moyens et lourds ont abandonné les commandes de moteur mécaniques ou électromécaniques traditionnelles au profit de commandes de moteur électroniques à semi-conducteurs.

La détermination des véhicules à passagers dotés de la fonctionnalité d'EDR se fonde généralement sur l'année modèle, la marque et le modèle du véhicule. La fonctionnalité d'EDRVL des camions et des bus est déterminée non pas par l'année modèle et la marque du camion, mais par l'année, la marque et le modèle du moteur installé dans le camion.

Contrairement aux véhicules légers et à la plupart des véhicules de taille moyenne, lors de l'achat d'un camion-tracteur ou d'un autocar, il est possible de choisir entre différents moteurs. Le tracteur routier Freightliner FL-120 de la fin des années 1990 (illustré à la figure 3.1.21 ci-dessous), par exemple, peut être équipé d'un moteur Caterpillar, Cummins ou Detroit Diesel, tous dotés de la fonctionnalité EDRVL dans les UCE de leur moteur.



Figure 3.1.21. Tracteur routier Freightliner FL-120 des années 1990

Il est important de noter qu'à l'instar des EDR à véhicules à passagers, l'EDRVL est un algorithme de programmation exécuté sur une UCE préexistante qui possède un processeur (ou des processeurs) ainsi qu'une mémoire interne. L'EDR ou l'EDRVL ne sont pas des enregistreurs de données supplémentaires ou ajoutés, autonomes et dotés de leur propre réseau de capteurs.

L'EDR et l'EDRVL sont tous deux des algorithmes ajoutés à des UCE préexistantes et tirent parti de réseaux de communication, de capteurs et d'UCE en boucle fermée déjà existantes et normalisées, dotées de processeurs et de mémoire pour le stockage des données.

Notez que l'UCE est définie par la norme SAE J2728 comme un sous-système électronique qui gère les fonctions d'un système de composants du véhicule. Selon cette norme, les dénominations des UCE en anglais sont « electronic control modules », « ECMs » ou tout simplement « modules ». Les UCE peuvent communiquer à l'aide des protocoles de communication de série DoCAN J1587, CAN J1939 ou ISO 15765: 2011 DoCAN.

La fonction d'EDRVL, que l'on trouve généralement sous forme d'algorithme complémentaire dans les UCE des FEO, peut également se trouver dans les équipements en option des FEO. Cet équipement comprend des dispositifs tels que les ordinateurs de bord optionnels qui peuvent être installés dans le tableau de bord, comme l'ordinateur de bord Cummins RoadRelay 4 illustré à la figure 3.1.22 ci-dessous.



Figure 3.1.22. Ordinateur de route RoadRelay 4 de Cummins

Dans les années 1990, la majorité des véhicules de type camion et autobus des marchés régis par l'ALENA utilisait des protocoles plus anciens et plus lents, à savoir J1587 (défini par diffusion de messages) et J1708 (défini par réseau série) de SAE. Voir figure 3.1.23 ci-dessous.

Table 1. Major Commercial Vehicle Electronic Sys.

Electronic Component	Data Link Type
Electronic Engines	J1708, J1939
Electronic Transmissions	J1708, J1939
Antilock Brake Systems	J1708, J1939
Diagnostic Monitors	J1708
Collision Avoidance	J1708
Instrument Gauge Clusters	J1708
Digital Information Display	J1708
Satellite Communication	J1708
Navigation Aid	J1708
Diagnostic Tools	J1708, J1939
Entertainment Radios	None

Figure 3.1.23. Récapitulatif de l'utilisation de réseaux de transmission au cours de l'année modèle 1998⁷

Au fur et à mesure que les exigences de l'EPA en matière d'émissions augmentaient, les besoins et les exigences en matière de performances dépassaient les capacités des protocoles de communication en série J1587 ou J1708. Ces protocoles ont finalement été abandonnés et remplacés par le protocole de communication rapide CAN, qui est défini par la norme SAE J1939 et la norme ISO 15765-4:2021 *Véhicules routiers – Diagnostic sur gestionnaire de réseau de communication (DoCAN)*. Le nombre de capteurs, d'entrées numériques et de données nécessaires pour répondre aux exigences plus strictes en matière d'émissions semble suivre la loi de Moore⁸, comme le montre la figure 3.1.24 ci-dessous.

⁷Source : Dannenberg, R., « Multiplexing Consumer Electronic Products in Truck Applications », document technique SAE 982757, 1998.

⁸D' Gordon Moore, 1965.

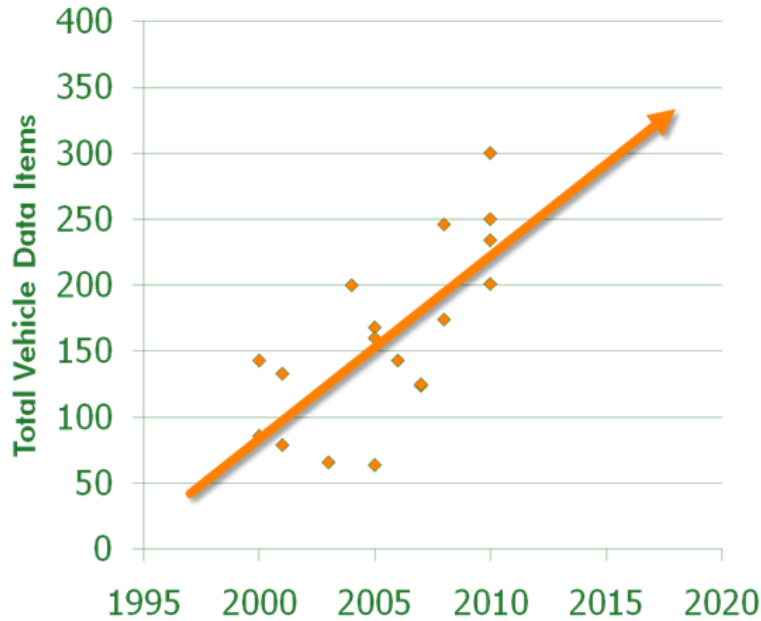


Figure 3.1.24. Nombre total d'éléments de données sur les véhicules au fil du temps⁹

Au début des années 2000, les camions et les autobus commerciaux des marchés régis par l'ALENA étaient généralement équipés de deux ou trois UCE, dont les fonctions comprenaient la gestion du moteur, du châssis et du système de freinage antiblocage (ABS).

À l'origine, la fonctionnalité d'enregistrement des données était destinée à la gestion du parc de véhicules, à l'encadrement des conducteurs et aux demandes de garantie, et non à l'analyse de la résistance à l'impact des véhicules ou à la reconstitution des accidents. Certains grands FEO du secteur des moteurs dont les UCE comportent une fonctionnalité de type EDRVL incluent un texte indiquant que les données ne sont pas destinées à la reconstitution d'accidents. Voir par exemple l'étiquette de non-responsabilité de Cummins montrée à la figure 3.1.25 ci-dessous.

*Cummins does not intend for the Electronic Control Module ("ECM") and/or the Electronic Control Unit ("ECU") to be used for purposes of accident reconstruction nor did Cummins design the ECM/ECU for purposes of accident reconstruction. The ECM / ECU does not retrieve sudden deceleration event information with requisite specificity for accident reconstruction. As such, the PowerSpec software is not intended to retrieve data from the ECM/ECU for purposes of accident reconstruction. Furthermore, only authorized personnel should use the PowerSpec software to retrieve data from the ECM/ECU. Cummins does not guarantee the accuracy of ECM/ECU data retrieved and interpreted by unauthorized third parties. Nor will Cummins interpret ECM/ECU data that is retrieved by third parties.

Figure 3.1.25. Étiquette de non-responsabilité concernant les enregistrements de données sur la décélération soudaine de Cummins

⁹Source : Austin, T., Cheek, T., Plant, D., Steiner, J., and Lackey, L., "SAE C1022: Accessing and Interpreting Heavy Vehicle Event Data Recorders », module 1, 2016.

Les fonctions EDRVL présentes dans les UCE des moteurs Cummins, ainsi que dans les UCE des moteurs des marchés de l'ALENA de Caterpillar, Detroit Diesel/Mercedes-Benz, Mack, Navistar, PACCAR et Volvo, ont fait l'objet de nombreux tests indépendants. Ces séries de tests menés par divers organismes d'ingénierie et d'application de la loi ont été publiées par la SAE sous forme de documents techniques examinés par des pairs et sont présentées en détail plus loin dans ce rapport.

3.1.3 Tachygraphes

Avant les commandes électroniques et la fonctionnalité EDRVL d'aujourd'hui, une autre forme d'enregistreur de données était utilisée depuis les années 1970 en Amérique du Nord, ainsi qu'au Japon, au Royaume-Uni et en Europe. Ces enregistreurs de données étaient des tachygraphes mécaniques, comme le montre la figure 3.1.31 ci-dessous.



Figure 3.1.31. Tachygraphe mécanique avec disque papier visible

Les tachygraphes sont encore largement utilisés au Royaume-Uni et dans l'Union européenne, car il s'agit de dispositifs réglementés et obligatoires dans les grands véhicules destinés au transport de marchandises et de passagers pour enregistrer les heures de service des conducteurs commerciaux (« driver's periods of work and rest » au Royaume-Uni). Des exemples de tachygraphes électroniques pour ces véhicules sont présentés aux figures 3.1.32, 3.1.33 et 3.1.34 ci-dessous.



Figure 3.1.32. Tachygraphe électronique Kienzle/VDO



Figure 3.1.33. Camion-tracteur typique du marché britannique



Figure 3.1.34. Tachygraphe électronique britannique

En 1981, l'installation et l'utilisation des tachygraphes au Royaume-Uni ont été rendues obligatoires. Depuis 2006, les véhicules commerciaux concernés doivent être équipés d'un tachygraphe numérique au lieu d'un tachygraphe mécanique.

Il existe de nombreuses publications traitant de l'analyse judiciaire des anciens tachygraphes mécaniques, qui enregistrent en continu la vitesse du véhicule (et certains modèles qui enregistrent également la vitesse de rotation du moteur).

Une formation des forces de police britanniques était nécessaire pour que les agents chargés de l'application de la loi soient en mesure de valider les données inscrites sur un diagramme de tachygraphe mécanique et d'effectuer une analyse du diagramme du tachygraphe en ce qui concerne le temps, la vitesse et la distance. Ainsi, le diagramme et l'analyse du tachygraphe ont été reconnus comme des preuves fiables devant un tribunal. Ce sujet est abordé dans l'article de R. F. Lambourn de 1985, *The Analysis of Tachograph Charts for Road Accident Investigation*, et dans son extrait sur les tachygraphes de l'*Encyclopedia of Forensic Sciences*, publié en 2000.

Les figures 3.1.35 et 3.1.36 ci-dessous sont extraites de l'article *Tachographs* de Lambourn dans l'*Encyclopedia of Forensic Sciences*¹⁰

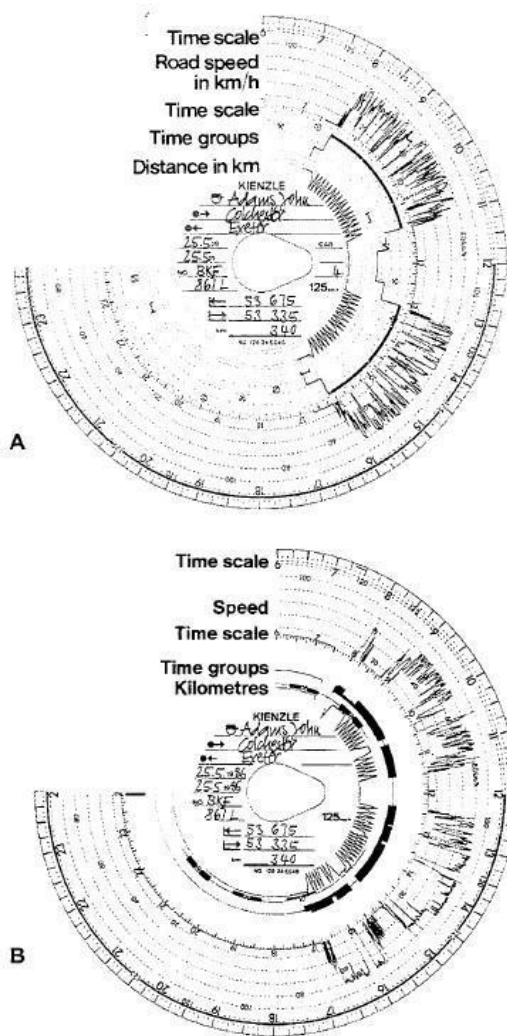


Figure 1 Tachograph chart showing recordings with (A) 'manual' time group recordings and (B) 'automatic' time group recordings. (VDO Kienzle (UK) Ltd)

Figure 3.1.35. Extrait de l'article *Tachographs* de Lambourn

¹⁰Source : Lambourn, R.F., *Tachographs*, *Encyclopedia of Forensic Sciences*, 2000.

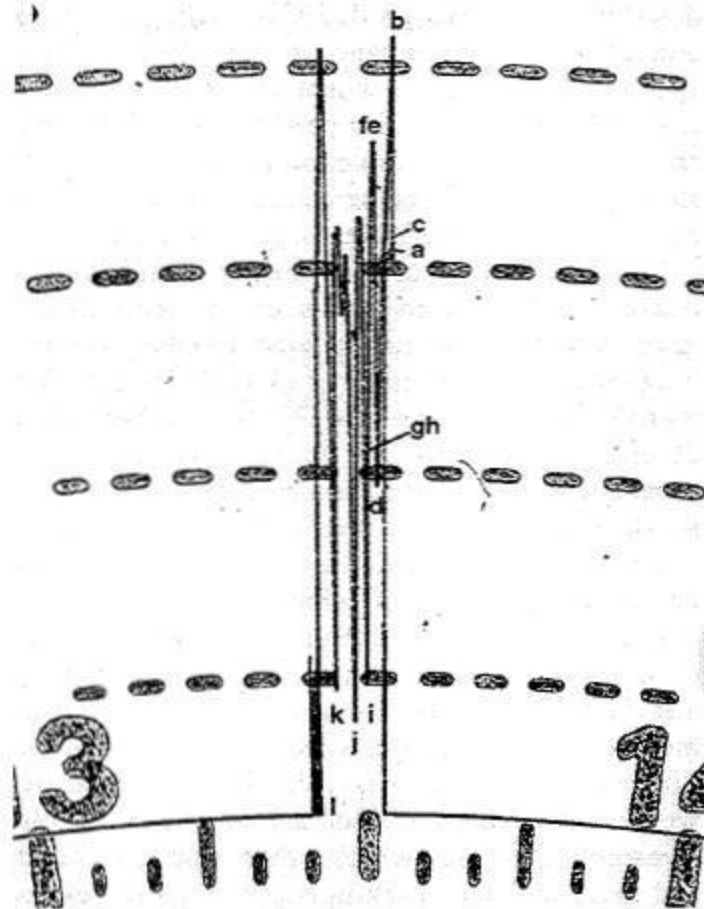


Figure 6 A real tachograph speed trace with analysis points.

Figure 3.1.36. Extrait de l'article *Tachographs* de Lambourn

Dans *Analysis of Tachograph Charts for Road Accident Investigation* et *Tachographs*, M. Lambourn a abordé l'importance de vérifier et de documenter l'étalonnage du tachygraphe mécanique ou électronique. La vérification et la documentation sont effectuées soit dans un atelier de tachygraphe certifié, soit en utilisant la « méthode de la piste de 20 mètres », qui est une méthode de vérification de l'étalonnage approuvée par le ministère britannique des Transports pour utilisation par les agences d'étalonnage dans les régions éloignées lorsqu'un atelier d'étalonnage certifié n'est pas accessible.

Une fois que l'étalonnage du tachygraphe et les données inscrites sont vérifiés, une analyse visuelle à l'aide d'un microscope spécialisé peut être utilisée pour intégrer (visuellement) les données historiques sur la vitesse du véhicule aux corrections, si nécessaire. Toute correction nécessaire sera cernée lors du processus de vérification de l'étalonnage.

Une fois que les données historiques sur la vitesse du véhicule sont intégrées pour déterminer la distance parcourue, l'itinéraire peut être déterminé et tracé à l'aide de cartes routières imprimées et d'un curvimètre.

L'analyse des cartes tachygraphiques à l'aide de microscopes tachygraphiques spécialisés présente un grand intérêt et requiert des compétences spécialisées. Cette forme d'analyse judiciaire risque cependant de devenir un art perdu en peu de temps.

Aujourd'hui, la validation de l'étalonnage de la vitesse des véhicules est quelque peu similaire à la validation de l'étalonnage d'un tachygraphe. Toutefois, l'analyse et la cartographie des données ne sont pas aussi laborieuses ou spécialisées. L'analyse des données et les corrections éventuelles pour les erreurs d'étalonnage ou le patinage des roues peuvent être ajustées en utilisant Microsoft Excel^{MD} et en configurant les calculs de correction à appliquer à un ensemble de données EDRVL, un sujet qui sera abordé plus en détail dans la suite de ce rapport.

3.2 Recommandations en matière d'EDR et d'EDRVL et sécurité routière

Depuis le rapport NASA/JPL de 1997, d'importantes activités liées à l'EDR ont été entreprises par des agences gouvernementales américaines comme la NHTSA, le programme SCI de la NHTSA et le NTSB, qui ont toutes effectué des recherches et publié diverses recommandations positives sur l'EDR, telles que les suivantes :

- Juillet 1997, NTSB Safety Recommendation H-97-10 through -18
Recommended electronic recording of crash data.
- Avril 1998, Jet Propulsion Laboratory, California Institute of Technology; *Advanced Air Bag Technology Assessment, Final Report*
Inclut une recommandation visant à étudier la faisabilité de l'installation d'enregistreurs de collisions sur les véhicules et de l'obtention de données sur les collisions pour l'analyse de la sécurité.
- November 1999, NTSB Safety Recommendation H-99-45 through -54
H-99-45: Require on-board recorders for school bus and motorcoach operations.
H-99-53: Require that all school buses and motorcoaches manufactured after January 1, 2003 be equipped with on-board recording systems.
H-99-54: Develop and implement, in cooperation with other Government agencies and industry, standards for on-board recording of bus crash data.
- Août 2001, NHTSA R&D EDR Working Group, *Event Data Recorders: Summary of Findings, Final Report*, No. NHTSA-1999-5218-9
Groupe de travail sur les EDR formé et hébergé au début de 1997 par la NHTSA en réponse aux recommandations émises par la NASA/JPL en matière d'EDR.
- Mai 2002, NHTSA R&D EDR Working Group, *Event Data Recorders: Summary of Findings, Final Report, Volume II Supplemental Findings for Trucks, Motorcoaches, and School Buses*, No. DOT HS 809 432
Complément au *rapport final 2001* du groupe de travail sur les EDR de la NHTSA, élaboré en effectuant des recherches sur les EDR des camions et des bus et en proposant des recommandations concernant les éléments de données, la capacité de survie et les descriptions d'événements.

- Juin 2004, NHTSA, *Event Data Recorders*, Notice of Proposed Rulemaking (NPRM) (69 FR 32932)
 - Spécification d'un ensemble minimum d'éléments de données que les EDR installés volontairement doivent enregistrer et initiation de 49 CFR Part 563.
- Août 2006, NHTSA, *Event Data Recorders*, règle finale (71 FR 50998)
 - Publication de la règle finale de la Partie 563 spécifiant les exigences relatives à la précision, la collecte, le stockage, la capacité de survie et la capacité de récupération des données EDR des véhicules légers
- Août 2007, NHTSA, *NHTSA's Approach to Motorcoach Safety*, mémoire lié au rôle no 200728793
 - Dans le contexte des recommandations de sécurité H-99-53 et -54 du NTSB, il a été question de la façon dont les spécifications relatives aux caractéristiques de collision et à d'autres mesures différeraient pour les autocars, et il a été indiqué qu'une norme (SAE J2728, en cours d'élaboration) était en cours d'élaboration avec le comité des camions et des autobus de la SAE, après quoi la NHTSA devait examiner les exigences relatives à l'installation du système EDRL dans les autocars.
- Septembre 2009, National Center for Transit Research, Center for Urban Transportation Research, University of South Florida, *Evaluation of Electronic Data Recorders for Incident Investigation, Driver Performance, and Vehicle Maintenance*, projet n° BD549-50
 - A étudié ce qui semble n'avoir été que des systèmes de suivi de parc de véhicules par GPS ou des enregistreurs de données vidéo d'après-vente, mais a été gêné par de nombreux problèmes techniques.
- Octobre 2009, NHTSA, *Vehicle Safety Rulemaking and Research Priority Plan 20092011*, rôle n° NHTSA-2009-0108
 - Inclut une priorité pour développer des exigences en matière de rendement pour les EDR de véhicules lourds avec la prochaine date limite de décision de l'agence fixée à 2010.
- Novembre 2009, Département américain des transports (DOT), *Motorcoach Safety Action Plan*, publication n° DOT HS 811 177
 - Recensement des plans d'augmentation des données actuellement recueillies sur les conducteurs et les exploitants d'autocars en demandant à la Federal Motor Carrier Safety Administration (FMCSA) d'explorer d'autres sources de données sur les transporteurs de passagers. Fait également référence au travail de la NHTSA avec le comité SAE Truck and Bus concernant l'élaboration de la pratique recommandée SAE J2728 *Heavy Vehicle Event Data Recorder (HVEDR) - Base Standard*.
- Mars 2011, NHTSA, *Vehicle Safety and Fuel Economy Rulemaking and Research Priority Plan 20112013*, rôle n° NHTSA-2009-0108
 - Inclusion d'une priorité visant l'établissement d'exigences de rendement d'EDR de véhicules lourds et de la possibilité que la NHTSA élabore de la réglementation relative à des exigences d'EDR ciblant les nouveaux véhicules lourds, d'ici 2011.
- Août 2012, NHTSA, *Event Data Recorders*, règle finale (77 FR 47552)

Modification de la règle finale de la partie 563 après réception de pétitions concernant les spécifications relatives aux EDR à véhicules légers.

- Décembre 2012, NHTSA, *Federal Motor Vehicle Safety Standards; Event Data Recorders*, NPRM (77 FR 74144)
Progression de FMVSS 405 (Event Data Recorders) et proposition que la partie 571 de FMVSS 405 exige une conformité des EDR à des exigences de surviabilité et de rendement fondées sur des essais d'accident.
- Octobre 2014, NHTSA, *Request for Comment on Automotive Electronic Control Systems Safety and Security* (79 FR 60574)
Reconnaissance des recommandations figurant dans le rapport spécial n° 308 de 2012 du Transportation Research Board (TRB) de la National Academy of Sciences (NAS), selon lesquelles la NHTSA devrait assurer une mise en œuvre d'EDR communs dans les nouveaux véhicules.
- Mai 2015, NHTSA, *Guidelines for the Safe Deployment and Operation of Automated Vehicle [AV] Safety Technologies*, prolongation de la période de commentaires pour les directives proposées (81 FR 31296)
Mise en évidence de la nécessité de prendre en compte les capacités d'enregistrement des données et les déclencheurs appropriés pour déterminer le bon fonctionnement, l'état opérationnel et les éventuels dysfonctionnements des systèmes audiovisuels.
- Septembre 2016, NHTSA et FMCSA, *Federal Motor Vehicle Safety Standards; Federal Motor Carrier Safety Regulations; Parts and Accessories Necessary for Safe Operation; Speed Limiting Devices*, NPRM (81 FR 61942)
Proposition d'une réglementation qui est applicable aux véhicules commerciaux à moteur (CMV) d'un PNBV supérieur à 26 000 et vise l'installation d'un limiteur de vitesse et de dispositifs conçus pour lire des dossiers de changement de réglage de vitesse, aux fins de limitation de la vitesse.

En outre, plusieurs activités de recherche internationales concomitantes concernant les EDR ont abouti aux conclusions et recommandations positives suivantes :

- Septembre 1997, Andersson, et al., *The Volvo Digital Accident Research Recorder (DARR) Converting Accident DARR Pulses into Different Impact Severity*, 1997 International Conference on the Biomechanics of Impact », Hanovre, Allemagne
Analyse par l'enregistreur de données Volvo de 250 accidents qui ont offert de nouvelles perspectives d'analyse des accidents grâce à l'enregistreur de données Volvo.
- Novembre 2006, Commission européenne, Direction générale de l'énergie et des transports, *Vehicle Event Recording based on Intelligent Crash Assessment (VERONICA)*, entente n° TREN-04-ST-S07.39597
Étude des possibilités de mettre en œuvre des EDR pour mieux comprendre les collisions et identifier les avantages potentiels en matière de prévention, de sécurité routière et d'équité légale.

- Juin 2009, Commission européenne, Direction générale de l'énergie et des transports, *Vehicle Event Recording based on Intelligent Crash Assessment, VERONICA-II*, entente n° TREN-07-ST-S07.70764
Étude européenne des EDR et conclusion que ces derniers présentent notamment comme avantages de réduire le nombre de décès, de créer des occasions de recherche approfondie à l'aide de réelles données sur les accidents issues d'EDR et d'améliorer la sécurité des usagers vulnérables de la route.
- Décembre 2014, Hynd et McCarthy, Transport Research Laboratory (Royaume-Uni), projet « DG MOVE », *Study on the Benefits Resulting from the Installation of Event Data Recorders, Final Report*, rapport de projet publié n° PPR707
Étude de base pour la décision de la Commission européenne sur l'installation des EDR pour améliorer la sécurité routière qui a conclu au potentiel des EDR pour la réduction des accidents ainsi qu'à la rentabilité de la mise en œuvre des EDR dans les véhicules à passagers.
- Décembre 2015, Bureau de la sécurité des transports du Canada (BST), *Train de voyageurs no 51 de VIA Rail Canada Inc. Autobus à 2 étages no 8017 d'OC Transpo Point milliaire 3,30, subdivision de Smiths Falls Ottawa (Ontario) le 18 septembre 2013*, rapport d'enquête ferroviaire n° R13T0192
Notamment la recommandation R15-03 du BST, qui proposait que « le ministère des Transports du Canada exige l'installation dans les autobus à passagers commerciaux d'EDR spéciaux à l'épreuve des collisions ».

Parmi la littérature trouvée et examinée concernant l'EDR ou l'EDRVL, presque toutes les recherches menées aux États-Unis, au Royaume-Uni et en Europe ont abouti indépendamment à des conclusions similaires : L'EDR offre un vaste potentiel pour améliorer la sécurité routière, réduire le nombre de décès sur les routes, améliorer la sécurité des véhicules, réduire le taux d'accidents des parcs de véhicules commerciaux et contribuer à améliorer la sécurité des parcs de véhicules commerciaux.

Une étude qui n'a pas pu valider les avantages des EDR est l'étude *Evaluation of Electronic Data Recorders for Incident Investigation, Driver Performance, and Vehicle Maintenance* (projet n° BD549-50) publiée en septembre 2009 par le National Center for Transit Research au Center for Urban Transportation Research, University of South Florida. L'équipe de recherche de Floride a rencontré de nombreuses difficultés techniques. Manque de soutien technique de la part des vendeurs du marché secondaire, inadéquation du suivi de parc de véhicules par système GPS et défaillances des systèmes d'enregistrement de données vidéo : ces problèmes ont empêché l'équipe d'évaluer correctement ces systèmes. Il semble que l'équipe de recherche de Floride ne connaissait pas la fonctionnalité EDRVL fondée sur une UCE des FEO, ou alors qu'elle a simplement manqué de l'inclure dans son étude.

Les questions juridiques relatives à la propriété des données, à l'accès à celles-ci et à la protection de la vie privée sont un thème récurrent dans les recherches sur le EDR publiées en Amérique du Nord, au Royaume-Uni et en Europe et constituent une source de préoccupation

légitime. Il est important de comprendre les différences constitutionnelles et les attentes en matière de vie privée en Amérique du Nord par rapport au Royaume-Uni et à l'Union européenne.

Plusieurs des articles mentionnés précédemment se sont conclus par des recommandations pour les EDR, ont cité les façons positives dont un EDR peut potentiellement améliorer la sécurité routière et ont fait référence à plusieurs études clés sur le parc de véhicules et la sécurité routière menées aux États-Unis, en Islande, au Royaume-Uni et en Europe.

Dans l'ensemble, de multiples études sur la sécurité routière propres aux EDR ont conclu que ces derniers auront des impacts positifs significatifs sur la sécurité routière, et ce, de la manière suivante :

- En incluant les données réelles des EDR dans une base de données nationale d'échantillonnage des accidents, les statistiques sur les accidents de la route, les décès et les blessures peuvent être analysées de manière plus approfondie et éventuellement identifier des causes d'accident non identifiables auparavant, liées au conducteur, à la conception de la route, au véhicule ou à d'autres problèmes.
- Les fabricants d'automobiles peuvent utiliser les données réelles des EDR pour améliorer les performances des véhicules en général et des systèmes de retenue des occupants en particulier.
- Les fabricants d'automobiles et les organismes de réglementation peuvent utiliser ces données pour mettre en place des systèmes d'alerte précoce plus puissants pour la découverte, la vérification et la réponse aux éventuels problèmes de défauts des véhicules et aux éventuels rappels.
- Dans le cas des parcs de véhicules commerciaux, lorsque les chauffeurs professionnels sont informés de la présence du système EDR, on constate une baisse temporaire du taux d'accidents pour ce parc de véhicules commercial. Lorsque les données des EDR sont activement utilisées pour surveiller et encadrer les conducteurs d'un parc de véhicules commerciaux donné, ce dernier peut maintenir des taux d'accidents réduits.

Il existe d'autres applications avancées des données des EDR qui sont prometteuses et devraient être envisagées pour les technologies actuelles et futures :

- L'intégration des EDR dans le système national d'intervention d'urgence et les systèmes de notification automatique en cas de collision (NAC) peut aider à envoyer le niveau approprié de premiers intervenants et fournir des données sur la gravité de l'accident à ces premiers intervenants afin qu'ils puissent se préparer et trier correctement l'accident.
- Aucune des publications actuelles examinées ne traite du rôle potentiel des EDR dans l'évaluation et l'amélioration des technologies futures à développement rapide, telles que les systèmes de transport intelligents (STI), y compris les communications de véhicule à véhicule (V à V) et de véhicule à infrastructure (V à I), les systèmes avancés d'aide à la conduite (SPAC), tels que les systèmes de freinage d'urgence automatique (FUA), d'alerte de collision avant (ACA) et d'alerte de franchissement involontaire de ligne (AFIL), ainsi que les systèmes de conduite entièrement autonomes.

Un examen plus approfondi de certaines de ces recommandations du EDR est présenté dans les sections suivantes.

3.2.1 JPL, Évaluation de la technologie des coussins de sécurité gonflables perfectionnés, rapport définitif

La NASA et le JPL, par le biais d'un protocole d'entente (PE), ont évalué la performance des coussins de sécurité gonflables, a établi le potentiel technologique de systèmes de coussins de sécurité gonflables améliorés (intelligents) et a identifié l'expertise et la technologie clés au sein de l'agence (NASA) qui pourraient potentiellement et significativement contribuer à l'amélioration de l'efficacité des coussins de sécurité gonflables.

Le rapport d'*Advanced Air Bag Technology Assessment* du JPL, publié en 1998, a cerné et recommandé des domaines d'amélioration pour les systèmes de coussins gonflables. Une enquête sur les technologies, les capteurs, les vendeurs, etc. de la NASA a également été menée au sein des divisions des systèmes aérospatiaux et spatiaux. Des technologies particulières ont été retenues dans le but de faire évoluer les coussins de sécurité gonflables, notamment des capteurs de type capacitif, qui peuvent être utilisés dans la détection de proximité et dans les systèmes de vision stéréoscopique, ces derniers pouvant en outre servir à la détection de proximité stéréoscopique ou la détection avant la collision. Il a été proposé qu'un développement plus agressif des capteurs de déroulement de ceinture et des capteurs de proximité pourrait fournir des renseignements permettant de mieux déterminer la position de l'occupant et donc d'améliorer les réponses en matière de sécurité - comme la suppression automatique du gonflage, les gonfleurs à deux étages et les ceintures de sécurité avancées - d'ici l'année modèle 2001.

La conclusion la plus pertinente de l'équipe de recherche de la NASA et du JPL a été examinée dans la section 8.1.2 du rapport du JPL sur les coussins de sécurité gonflables qui recommande de :

(7) étudier la faisabilité de l'installation d'enregistreurs de collisions sur les véhicules et de l'obtention de données sur les collisions pour l'analyse de la sécurité. Les enregistreurs de collision existent déjà sur certains véhicules équipés de capteurs électroniques de coussins de sécurité gonflables, mais les données enregistrées sont déterminées par les FEO. Ces enregistreurs pourraient constituer la base d'une capacité d'enregistrement de données évolutive qui pourrait être étendue à d'autres fins, par exemple lors de sauvetages d'urgence, où leurs renseignements pourraient être combinées avec les clés intelligentes des occupants pour fournir aux ambulanciers des données critiques sur les accidents et les personnes. Les questions de la propriété et de la protection des données devront toutefois être résolues. Lorsque

des problèmes de propriété des données se posent, il est recommandé de consulter des experts de la communauté aéronautique concernant l'utilisation des données des enregistreurs de vol des avions.

La conclusion ci-dessus, extraite du rapport du JPL, a incité le Motor Vehicle Safety Research Advisory Committee (MVSRA) de la NHTSA à organiser et à accueillir le groupe de travail sur les enregistreurs de données, dont les travaux sont examinés plus en détail (section 3.2.4) dans le présent rapport.

3.2.2 Recommandations du NTSB en matière d'EDR et d'EDRVL

Depuis 1997, le NTSB a émis de nombreuses recommandations concernant les EDR, a organisé ou participé à six forums publics et a publié huit rapports officiels axés sur la nécessité des technologies d'enregistrement. De nombreuses notes d'accident contenant des recommandations ont été publiées, en plus des témoignages présentés au Congrès américain.

Il est important de noter que le National Transportation Safety Board des États-Unis, bien qu'étant un organisme du gouvernement fédéral, n'est pas un organisme de réglementation. Le NTSB n'établit pas et n'applique pas le règlement. Le NTSB est plutôt chargé de mener des enquêtes indépendantes sur les grandes catastrophes et de formuler des recommandations pour améliorer la sécurité.

Après que le NTSB ait pu déterminer les causes profondes d'un accident d'autocar ayant fait trois morts, survenu à l'extérieur de Canon City, Colorado, en décembre 1999 (voir 3.2.2.3), l'agence a publié une recommandation supplémentaire en décembre 2002 pour que l'industrie collabore à l'établissement de normes relatives aux enregistreurs de véhicules embarqués.

Le Bureau de la sécurité des transports est l'homologue canadien de cet organisme américain. C'est le BST qui a demandé à Transports Canada de financer la recherche T8080-160062 menée par Mecanica Scientific Services Corporation (MSSC).

3.2.2.1 Recommandations de sécurité du NTSB H-97-10 à -18

Les recommandations de sécurité H-97-10 à -18 du NTSB, publiées le 1^{er} juillet 1997, visaient à affiner l'approche unique de la conception des coussins de sécurité gonflables. Il a été constaté que les blessures provoquées par les coussins de sécurité gonflables étaient élevées chez les enfants et les personnes âgées. Le document recommande de prendre plusieurs mesures pour étudier la question en mettant en œuvre des normes pour les essais et la collecte de données à partir d'accidents réels. Parmi les recommandations, on trouve le désir d'élaborer des lignes directrices pour la collecte d'éléments de données normalisés à partir de collisions réelles (H-97-15) et d'élaborer un plan pour « recueillir de meilleures informations sur les impulsions de collision et d'autres paramètres de collision dans des collisions réelles, en utilisant les dispositifs actuels ou améliorés de détection et d'enregistrement des collisions » (H-97-18).

3.2.2.2 Recommandations de sécurité du NTSB H-99-45 à -54

Le 2 novembre 1999, le NTSB a émis une recommandation concernant la sécurité des autobus scolaires et des autocars. Les recommandations de sécurité H-99-45 à -54 du NTSB font état de plusieurs études qui ont donné lieu à plusieurs recommandations de sécurité. À l'époque, les enregistreurs embarqués étaient utilisés par les parcs d'autobus scolaires de plus de 100 administrations américaines.

La recommandation concernant les enregistreurs embarqués fait référence à une étude de Laidlaw, Inc. qui s'est déroulée à Bridgeport, Connecticut, du 1^{er} décembre 1996 au 30 mai 1997. Près de la moitié des 150 bus du parc étaient équipés d'un enregistreur embarqué. Il s'est avéré que 72 % des accidents se sont produits dans des bus non équipés d'un EDR. Les résultats ont incité à modifier le programme d'entraînement de Laidlaw. Dans cette étude et dans d'autres études similaires, l'enregistreur embarqué n'a pas enregistré de données telles que l'impulsion d'accident, mais a pu déterminer la vitesse.

Plus précisément, le NTSB a émis les recommandations H-99-53 et H-99-54 à l'intention de la NHTSA afin d'exiger l'installation des EDR dans les autocars et les autobus scolaires :

Tous les autocars et autobus fabriqués après le 1^{er} janvier 2003 doivent être équipés de systèmes d'enregistrement embarqués qui enregistreront un minimum de 18 paramètres, notamment l'accélération, le freinage, la vitesse, etc. Des paramètres supplémentaires concernant les ceintures de sécurité et les coussins de sécurité gonflables doivent également être pris en compte. D'autres éléments à prendre en compte sont la fréquence d'échantillonnage, la préservation des données en cas d'accident ou de coupure de courant et l'emplacement du système d'enregistrement embarqué. En outre, en coopération avec les agences gouvernementales, élaborer et mettre en œuvre des normes pour les données relatives aux accidents de bus utilisant des dispositifs d'enregistrement embarqués. Les paramètres minimaux à enregistrer doivent être les suivants : taux d'échantillonnage des données, durée de l'enregistrement, configurations de l'interface, format de stockage des données, incorporation d'outils de gestion du parc de véhicules, capacité de survie en cas d'immersion dans un fluide, capacité de survie en cas de chocs, capacité de survie en cas d'écrasement et de pénétration, capacité de survie en cas d'incendie, alimentation électrique indépendante et capacité à répondre aux exigences futures et aux avancées technologiques.

3.2.2.3 Recommandation de sécurité H-02-35 du NTSB

Le 21 décembre 1999, un accident impliquant un seul véhicule s'est produit lorsqu'un autocar Setra 1999 de 59 passagers se dirigeait vers l'est sur la State Highway 50 en descendant une pente d'environ 11 km (7 miles) juste à l'ouest de Canon City, Colorado. La température dehors

était d'environ -7 °C (20 °F). Il neigeait légèrement et la chaussée était couverte de neige et de glace. Alors qu'il descendait la pente à une vitesse d'environ 100 km/h (63 mi/h), l'autocar a fait une embardée¹¹. Pendant les 36 s qui ont suivi, le conducteur a perdu le contrôle de l'autocar en tentant de négocier les différentes courbes de la pente descendante. L'événement de l'accident a été capturé par l'UCE du moteur Detroit Diesel DDEC IV.

L'accident a fait trois morts, 36 blessés graves et 24 blessés légers.

Grâce aux données obtenues de l'UCE du moteur Detroit Diesel DDEC IV, les enquêteurs du NTSB ont pu déterminer et conclure que l'un des principaux facteurs ayant contribué à cet accident était l'utilisation incorrecte du ralentisseur du moteur. Avec la neige et la glace sur la chaussée, la tentative du conducteur de rétrograder la transmission automatique Allison et de mettre la transmission au point mort a empêché le frein naturel de maintenir le contrôle et la vitesse pendant que l'autocar descendait la pente.

Le président de l'entreprise d'autocars de tourisme qui employait le chauffeur a indiqué au NTSB que ce dernier connaissait bien l'itinéraire, mais qu'il n'avait pas conduit ce nouvel autocar Setra équipé du ralentisseur de transmission à sept positions, notamment dans des conditions de verglas. Le conducteur avait reçu peu ou pas de formation sur le dispositif de ralentissement de la transmission.

Sans EDRVL, il n'aurait pas été possible de déterminer à quels moments de l'événement le conducteur avait utilisé le ralentisseur ou mis la transmission automatique au point mort. L'EDRVL a permis de déterminer ces facteurs contributifs et a attiré l'attention des enquêteurs sur le fait que le problème relevait du conducteur et de sa formation, ce qui permettait de prendre les mesures appropriées pour y remédier.

En raison de la nature et de la complexité de la conduite de camions et d'autobus commerciaux et de la nécessité pour les conducteurs commerciaux de savoir comment dévaler une pente de façon appropriée, c'est-à-dire de commencer à descendre la pente en passant à la bonne vitesse, et de savoir quand et quand ne pas utiliser d'autres dispositifs d'aide à la conduite ou de contrôle du véhicule, comme les freins moteur (freins Jake) et les ralentisseurs de la chaîne cinématique (ralentisseurs de transmission, ralentisseurs Telma, etc.), les EDRVL sont des dispositifs indispensables lors des enquêtes sur les accidents pour déterminer si ces contrôles sont correctement utilisés ou non.

La recommandation H-02-35 du NTSB de 2002 a été publiée comme suit :

*À l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (institut du génie électrique et électronique) et à la Society of Automotive Engineers :
Travailler ensemble, dans le cadre de votre initiative visant à établir des normes pour les enregistreurs embarqués de véhicules, afin d'élaborer des*

¹¹ Événement dynamique du véhicule au cours duquel le ou les essieux arrière du véhicule glissent d'un côté ou de l'autre.

normes pour les unités de contrôle électronique des freins et de la transmission qui exigent que ces unités stockent un historique complet des codes de défaut électroniques qui sont horodatés à l'aide d'une horloge reconnue et synchronisée avec d'autres dispositifs d'enregistrement des données d'événements embarqués.

3.2.3 Enregistrement des données de l'accident automobile

L'un des articles les plus novateurs sur les données des véhicules à passagers, *Recording Automotive Crash Event Data*, a été publié en 1999 par Chidester (NHTSA), Hinch (NHTSA), Mercer (General Motors) et Schultz (General Motors), avec des contributions importantes de Floyd (General Motors).

Cet article présente un bref historique de l'enregistrement des données dans les produits General Motors dès 1974 et donne un aperçu concis du module de détection et de diagnostic (SDM) relativement récent, appelé communément module de commande des coussins gonflables (MCCG). Le SDM de General Motors contient la fonction d'EDR pour les produits de General Motors.

Les classes de données d'événements ont été discutées dans ce document et sont organisées dans le tableau 3.2.31 ci-dessous.

Tableau 3.2.31. Propositions d'applications des données d'événements¹²

Utilisation	Types de données d'événements
Améliorer la conception des véhicules et l'infrastructure routière	<u> Systèmes de véhicules </u> critères de déploiement du système de détection associé aux coussins de sécurité gonflables <u> Systèmes d'autoroutes </u> normes de conception des éléments de sécurité en bordure de route
Fournir une base pour les initiatives de réglementation et de renseignements pour les consommateurs	gravité de l'impact frontal décalé impulsions de décélération moyennes ou extrêmes
Fournir des données objectives pour les collisions Reconstruction	<u> Défaits allégués et litiges </u> accélération involontaire du véhicule séquence de collision et de déploiement des coussins de sécurité gonflables déploiements sans coussin de sécurité gonflable

¹²Source : Chidester, A., Hinch, J., Mercer, T. C., et Schultz, K.S, *Recording Automotive Crash Event Data*, 1999.

Utilisation	Types de données d'événements
Développer une base de données objective sur le comportement des conducteurs	freinage/direction du conducteur avant la collision utilisation de la ceinture vitesse du véhicule

Comme on l'a vu, plusieurs exemples d'utilisation des données d'événements ont été proposés; il s'agissait notamment de moyens d'améliorer les systèmes de détection des coussins de sécurité gonflables, d'améliorer la conception des routes, d'élaborer des réglementations significatives sur les véhicules à moteur et de montrer comment la recherche dans le cadre du programme SCI de la NHTSA s'est améliorée, tout cela grâce aux EDR.

Les tableaux suivants de la matrice de Haddon (3.2.32 et 3.2.33) illustrent les avantages d'un renforcement des capacités de EDR pour améliorer la compréhension des activités liées à la résistance à l'impact, comme l'ont étudié Chidester, Hinch et Roston dans un article ultérieur en 2001.

Tableau 3.2.32. Matrice de Haddon sans capacité d'enregistrement des données routières¹³

	Humain	Véhicule	Environnement
Avant la collision		Marques de dérapage	
Collision		Calculé et ΔV	
Après la collision	Blessure	Dommages causés par la collision	Environnement après la collision

Tableau 3.2.33. Matrice de Haddon avec capacité d'enregistrement des données routières¹⁴

	Humain	Véhicule	Environnement
Avant la collision	Utilisation de la ceinture Direction Freinage	Vitesse ABS Autres commandes	Conditions pendant la collision
Collision	Données sur les coussins de sécurité gonflables	Impulsion de collision Mesuré et ΔV Lacet	Lieu

¹³ Source : Chidester, A., Hinch, J., and Roston T. A., *Real World Experience with Event Data Recorders*, 2001.

¹⁴ Ibid.

	Humain	Véhicule	Environnement
	Prétendeurs de ceinture de sécurité	Temps d'activation du coussin gonflable	
Après la collision	NAC (notification automatique en cas de collision)	NAC	NAC

Les conclusions des auteurs sont les suivantes :

Conclusion

- *Les enregistreurs embarqués de véhicules ont le potentiel d'améliorer considérablement la sécurité routière en fournissant aux régulateurs, aux fabricants de véhicules et à d'autres chercheurs des données objectives sur les accidents de véhicules et les scénarios d'avant la collision.*
- *Des efforts bien coordonnés de la part de toutes les parties partageant la responsabilité de la sécurité routière seront nécessaires pour atteindre les résultats envisagés lorsque le NTSB a publié sa recommandation d'efforts de coopération pour utiliser la technologie d'enregistrement des accidents.*
- *Le groupe de travail sur les EDR du Motor Vehicle Safety Research Advisory Committee établira des lignes directrices pour les futures capacités d'enregistrement de données embarquées, y compris la hiérarchisation des données requises pour améliorer la sécurité routière et les recommandations sur la nécessité pour tous les fabricants d'installer un tel équipement.*
- *La NHTSA prend les mesures nécessaires pour collecter et stocker les données des dispositifs d'enregistrement embarqués dans les véhicules dans ses bases de données de recherche sur les véhicules à moteur.*

3.2.4 Groupe de travail sur les EDR de la NHTSA

En réponse directe à la recommandation de la NASA et du JPL de 1998 invitant la NHTSA à étudier la faisabilité de l'installation d'enregistreurs de chocs sur les véhicules et de l'obtention de données d'accident pour l'analyse de la sécurité et à la recommandation ultérieure du NTSB de poursuivre la collecte de données sur les collisions à l'aide des EDR, le MVSAC de la NHTSA a organisé et accueilli le groupe de travail sur les EDR de la NHTSA (EDR Working Group), qui a publié les deux rapports dont il est question dans cette section et la suivante.

Le groupe de travail sur les EDR de la NHTSA comprenait des membres du MVSAC, ainsi que du sous-comité sur les normes de résistance à l'impact (Crashworthiness Subcommittee) du MVSAC, lequel a désigné plusieurs participants.

Il y avait plus de 20 membres représentant des fabricants de véhicules, des fabricants de DEA et des fournisseurs de transport, tels que DaimlerChrysler (maintenant FCA, LLC), DriveCam, Ford

Motor Company, General Motors, Navistar, Toyota, United Motorcoach, Vetronix, Volkswagen et VDO.

Environ 12 membres représentaient des universités, des chercheurs et d'autres parties intéressées, telles que l'Association for the Advancement of Automotive Medicine, Florida Atlantic University, Georgia Tech, Insurance Institute for Highway Safety, National Academy of Sciences/Transportation Research Board, State Farm Insurance et l'Université de Virginie.

Une quinzaine de membres représentaient des gouvernements et des organismes fédéraux, étatiques et locaux, notamment la Federal Highway Administration, la NHTSA, le NTSB et Transports Canada.

Les membres du groupe de travail sur les EDR de la NHTSA ont défini et proposé leur objectif : « faciliter la collecte et l'utilisation des données relatives à la prévention des collisions et à la résistance à l'impact provenant des EDR embarqués ». Une liste d'objectifs fondamentaux de soutien comprenait les éléments suivants :

1. État de la technologie d'EDR : dresser un état des lieux de la technologie d'EDR aujourd'hui, notamment en ce qui concerne les FEO et le marché secondaire.
2. Éléments de données : discutez des éléments de données répertoriés comme souhaitables par un ensemble diversifié d'utilisateurs.
3. Récupération des données : discutez de la manière dont les données sont récupérées à partir du véhicule ou du système d'EDR.
4. Collecte et stockage des données : discutez de la manière dont les données sont recueillies par les utilisateurs et stockées pour être utilisées par d'autres utilisateurs.
5. Enregistrement permanent : déléguer qui est responsable de la tenue de l'enregistrement permanent des données de EDR.
6. Confidentialité et questions juridiques : discutez des questions de confidentialité telles qu'elles sont perçues par les différents utilisateurs.
7. Clients et utilisations des données de EDR : discutez de l'identité des clients des données de EDR et de leurs utilisations potentielles des données sur les collisions.
8. Démonstration de la technologie d'EDR : démonstration des applications en cours des données d'EDR.

Le groupe de travail a tenu plusieurs réunions, d'octobre 1998 à décembre 2000, et a publié son rapport définitif en août 2001.

Le rapport est une source complète de données historiques et d'activités actuelles aux États-Unis concernant les EDR pour les véhicules à passagers et les véhicules commerciaux, ainsi que les activités européennes en matière d'EDR. Le rapport aborde également les activités des enregistreurs de données dans d'autres modes de transport, tels que l'aviation, le rail et la marine.

Les questions juridiques concernant les EDR, telles que la protection des renseignements personnels et la propriété des données, ont également été abordées. Certains fabricants

d'automobiles participants et les agences gouvernementales américaines ont généralement convenu que les données d'EDR des véhicules seraient la propriété du propriétaire du véhicule. D'autres personnes ont recommandé des solutions sécurisées de sauvegarde à distance (« data vault »), peut-être pour des questions de confidentialité.

Plusieurs décisions de justice américaine ont établi que la protection des renseignements personnels attendue d'un conducteur (titulaire d'un permis de conduire en bonne et due forme) sur une voie publique est fortement réduite, car les actions (ou inactions) de chaque conducteur peuvent avoir de graves conséquences pour les autres usagers de la route.

L'une des principales conclusions du GT, qui s'aligne sur les conclusions d'autres recherches sur le EDR, est la suivante :

Les EDR sont susceptibles d'avoir un impact profond sur la sécurité routière. Qu'ils soient simples ou complexes dans leur conception et leur portée, les EDR recueillent des renseignements sur les véhicules et les occupants. Les EDR peuvent contribuer à la collecte de données en situation réelle, à mieux définir les problèmes de sécurité et à aider les forces de l'ordre à comprendre les spécificités des accidents, améliorant ainsi la sécurité.

Les travaux ont été poursuivis par le groupe de travail sur les EDR de la NHTSA après la publication d'août 2001. Le groupe a organisé un groupe de travail distinct pour se concentrer sur les questions et les sujets liés aux EDR concernant les camions et les bus commerciaux et a publié le volume II du rapport définitif du groupe de travail sur les EDR de la NHTSA.

3.2.5 Groupe de travail sur les EDR de la NHTSA, Rapport définitif, Volume II

Après que le groupe de travail sur les EDR de la NHTSA a publié son premier rapport en août 2001, le groupe a poursuivi ses travaux en se concentrant sur les EDR des camions et des bus commerciaux et sur d'autres questions connexes.

Un grand nombre des membres originaux du groupe de travail sur les EDR de la NHTSA ont continué à travailler en tant que groupe de travail sur les EDR pour les camions et les bus (EDR-CB). Les membres ont contacté et interviewé des experts du NTSB, des fabricants de systèmes de diagnostic embarqué et d'autres experts en matière de diagnostic embarqué pour camions et bus.

Le volume II ayant été publié si peu de temps après le *rapport définitif* du groupe de travail sur les EDR de la NHTSA, le groupe de travail a considéré qu'il s'agissait d'un rapport complémentaire mis à jour et l'a publié sous le titre *Supplemental Findings for Trucks, Motorcoaches, and School Buses* (DOT HS 809 432). Le groupe de travail sur les EDR-CB a considéré les éléments de données, les questions relatives à la survie et la description de l'événement comme les principaux objectifs de ce rapport complémentaire.

Pour les éléments de données, le groupe de travail sur les EDR-CB a défini deux priorités d'éléments de données. Les éléments de données de priorité 1 ont été considérés comme les éléments de données de base pour l'EDR des camions et des bus, à l'instar d'une liste minimale requise pour un EDR de base des camions et des bus. Les éléments de données de priorité 2 comprenaient des éléments de données plus avancés tels que les données relatives au déploiement des coussins de sécurité gonflables, l'état de l'éclairage extérieur, l'angle du volant, l'état des essuie-glaces et l'état des systèmes d'assistance au conducteur tels que le régulateur de vitesse, le contrôle de la traction et l'état du système d'ABS.

À l'époque, la plupart des éléments de données de priorité 2, tels que l'état de l'éclairage extérieur, l'état des essuie-glaces et l'état des systèmes d'assistance au conducteur, auraient été difficiles à obtenir. Cependant, étant donné que des équipements tels que les feux de stationnement, les phares et les clignotants sont désormais également adressés par le bus CAN J1939 actuel, ces systèmes peuvent désormais être saisis par une fonction EDRVL sur un nombre croissant de camions et d'autobus commerciaux offerts sur les marchés régis par l'ALENA.

Le groupe de travail EDR-CB a consulté le Smiths Group et s'est référé à l'étude conjointe en cours de la FMCSA et de la NHTSA intitulée *Large Truck Crash Causation Study*¹⁵, qui porte sur les aspects relatifs à la survie des EDR. Le GT a discuté des aspects relatifs à la survie des EDR, tels que l'emplacement physique, les chocs d'impact, la température, l'immersion, la pénétration, l'écrasement, le feu et l'alimentation électrique indépendante.

D'après l'expérience de Mecanica en matière d'examen, d'accès, d'extraction et d'imagerie de données provenant de milliers de tracteurs routiers, de camions porteurs et d'autocars commercialisés sur les marchés régis par l'ALENA, les exigences en matière de capacité de survie décrites dans le rapport supplémentaire du groupe de travail sur l'EDR de la NHTSA (*Final Report*, volume II) semblent trop agressives et devraient être revues¹⁶.

Une autre analyse importante dans le rapport complémentaire du GT sur les EDR-CB de la NHTSA est l'examen d'une étude de cas du NTSB et leur utilisation des données enregistrées par l'UCE d'un moteur turbodiesel Detroit Diesel série 60 d'un autocar, à savoir une UCE DDEC IV. Cette enquête du NTSB portait sur un accident d'autocar survenu le 21 décembre 1999 à Canon City, dans le Colorado (voir la section 3.2.2.3 du présent rapport). Sans EDRVL, il n'aurait pas été possible de déterminer à quels moments de l'événement le conducteur avait utilisé le ralentisseur ou mis la transmission automatique au point mort. L'EDRVL a découvert un problème de conducteur et de formation des conducteurs qui a pu être corrigé.

Enfin, le GT sur les EDR-CB a réexaminé la définition d'un *événement*. Le groupe de travail a généralement convenu que la définition d'un événement devait inclure une collision. Cependant, certains membres ont recommandé que différents types d'événements soient définis en plus d'un

¹⁵ FMCSA et NHTSA, *Large Truck Crash Causation Study*, période d'étude 2001 à 2003.

¹⁶ Ce point est abordé dans le produit livrable n° 6, *Rapport de faisabilité sur les EDRVL des bus commerciaux*

événement d'accident, notamment les événements de « freinage brusque » et les événements de conduite agressive tels que les changements de voie agressifs et les événements d'accélération.

Les événements extérieurs aux accidents, tels que les freinages brusques et les épisodes de conduite agressive, devraient être inclus dans la technologie d'EDRVL pour aider à encadrer les conducteurs commerciaux et à obtenir des taux d'accidents plus faibles, comme l'ont montré de nombreuses études américaines et internationales.

3.2.6 Conférence « Safety in Numbers »

La conférence 2002 de l'initiative sur les données de sécurité intitulée *2002 Safety in Numbers* a été accueillie par le centre de conférences de l'université de Georgetown à Washington, D.C. L'objectif de la conférence était de discuter des projets visant à améliorer la qualité des données de sécurité afin que les planificateurs et les décideurs puissent prendre des décisions plus éclairées en matière de sécurité pour réduire le nombre de décès et de blessures liés au transport.

Plusieurs projets ont été identifiés, notamment la refonte des programmes du Département étatsunien des Transports (U.S. Department of Transportation - US DOT), l'élaboration de critères communs pour les blessures et les décès, l'élaboration de dénominateurs communs pour les mesures de sécurité et l'avancement des délais des données de sécurité.

L'un des projets (projet n° 5, *Developing Common Data on Accident Circumstances*) portait sur le problème des différents modes de transport qui utilisent une terminologie incohérente pour décrire les circonstances des accidents et sur la manière d'affiner les descripteurs communs des accidents, y compris une caractérisation plus détaillée des facteurs humains et des facteurs de survie aux accidents.

Ce projet a proposé des moyens d'exploiter et d'incorporer les données du EDR dans les rapports de police et les données du Fatality Analysis Reporting System (FARS) et du NASS d'une manière qui serait facile à utiliser pour les chercheurs.

3.2.7 Utilisation de la technologie EDR pour l'analyse des données relatives aux accidents de la route

Le Dr Clay Gabler et plusieurs de ses étudiants diplômés de l'école d'ingénierie et de sciences biomédicales de l'université de Wake Forest de Virginia Tech ont mené et publié plusieurs études de recherche clés sur les EDR. Avant de rejoindre la faculté de Virginia Tech, M. Gabler et ses collègues de l'université Rowan ont travaillé en collaboration avec le professeur Michael E. O'Neill de l'université George Mason sur le sujet de l'exploitation de la technologie d'EDR aux fins d'analyse des données sur les collisions. Cette recherche a été rédigée pour le National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) du Transportation Research Board de la National Academy of Sciences.

Cette recherche a permis d'identifier et de traiter l'énoncé de problème suivant :

Il est indispensable d'obtenir des données précises et fiables sur les accidents du monde réel pour améliorer la sécurité des véhicules et des routes. L'utilisation des renseignements fournis par les enregistreurs de données routières (EDR) a la capacité d'affecter profondément la sécurité routière. Les EDR sont capables de capturer des données sur la dynamique du véhicule, telles que la vitesse du véhicule, l'historique des accélérations latérales et longitudinales, la direction principale de la force exercée sur le véhicule, l'état du freinage, de la direction, de l'utilisation de la ceinture de sécurité et du déploiement des sacs gonflables, ainsi que d'autres renseignements précieux sur les collisions. Il s'agit d'une nouvelle source de données objectives pour la communauté de la sécurité routière et des véhicules, car elle permettra d'établir un lien « réel » entre les résultats des essais contrôlés et les performances réelles sur le terrain des véhicules et des caractéristiques de conception des routes. Les EDR ont le potentiel de capturer un grand nombre d'éléments de données liés aux accidents et autres pour un large éventail d'utilisateurs ayant des besoins différents en matière de données. Les éléments de données liés à l'amélioration de la sécurité des véhicules et des performances des conducteurs sont utilisés, mais peu de choses ont été faites pour appliquer ces éléments de données à l'analyse de la sécurité routière. La recherche peut identifier les éléments de données pertinents pour la sécurité routière et améliorer les méthodes d'extraction, de stockage et d'accès à ces données.

Publiée en 2004, cette étude a fourni un examen approfondi des besoins actuels en matière de données sur la sécurité routière et un examen détaillé des bases de données existantes sur la sécurité routière, telles que FARS, NASS/CDS, NASS/SEG et plusieurs autres. Les besoins en matière de bases de données des collisions par rapport aux éléments de données issues des EDR ont également été analysés. L'étude s'est penchée sur les éléments de données actuels et futurs concernant les EDR des véhicules à passagers en mettant l'accent sur les données importantes pour l'analyse des différentes bases de données de sécurité routière.

Le rapport approfondi de l'étude sur les questions juridiques entourant la mise en œuvre et l'utilisation des EDR aborde les problèmes juridiques découlant du mandat du gouvernement fédéral américain en matière d'EDR et les autorités qui permettraient à la NHTSA ou aux départements des transports des États d'accéder aux données provenant des EDR et de les inclure dans leurs propres bases de données. L'accès à l'EDR d'un véhicule privé et l'obligation d'obtenir le consentement du propriétaire du véhicule sont des complications juridiques qui surviennent lors de l'acquisition de données; le dispositif d'EDR et les données faisant partie de la fouille d'un véhicule privé par les forces de l'ordre constituent une préoccupation particulière pour les États-Unis, compte tenu des Quatrième et Quatorzième Amendements. L'étude a examiné les EDR dans le contexte du cinquième amendement également.

Enfin, les chercheurs ont examiné la perception de l'acceptabilité du EDR par le public américain au moyen d'enquêtes auprès des consommateurs et de groupes de discussion. L'acceptabilité perçue par le public a été évaluée en deux phases. La première phase a été réalisée au moyen

d'un questionnaire spécialement rédigé pour l'étude et envoyé par courrier à 10 000 conducteurs américains titulaires d'un permis de conduire. La deuxième phase a consisté en un groupe de discussion qui a fourni une rétroaction encore plus détaillée.

L'étude en deux phases de l'acceptation du public américain a donné lieu à des résultats importants, notamment :

- La majorité des personnes interrogées ne connaît pas les EDR et leurs applications.
- La plupart d'entre eux ont déclaré qu'un EDR serait bénéfique pour les enquêtes sur les accidents, qu'il ferait baisser les taux d'assurance des conducteurs prudents et qu'il encouragerait les conducteurs contrôlés à se comporter de manière plus sûre.
- Les répondants ont indiqué qu'ils préféreraient que l'utilisation d'un EDR soit facultative et que les propriétaires de véhicules conservent le contrôle des données.

En ce qui concerne les conclusions générales sur le potentiel du EDR pour améliorer l'analyse et la qualité des données statistiques, les chercheurs ont conclu :

- *En 2004, on estime que 40 millions de véhicules à passagers étaient munis d'un enregistreur de données de sécurité. En recueillant et en analysant soigneusement les renseignements fournis par le nombre croissant de véhicules équipés d'un EDR, les agences de transport des États, les agences fédérales et la communauté des chercheurs en sécurité routière ont une occasion sans précédent de comprendre l'interaction du système véhicule-route-conducteur telle qu'elle se manifeste chaque année dans des milliers d'accidents de la route aux États-Unis.*
- *Le premier avantage pour les agences de transport de l'État sera l'utilisation des données des EDR provenant des enquêtes sur les accidents de la route individuels comme une nouvelle forme puissante de preuve dans les procédures judiciaires, par exemple pour se défendre contre des poursuites ou pour récupérer les coûts de réparation des dommages causés par les collisions à l'infrastructure routière. Avec un système plus méthodique de collecte de données de EDR, les agences de transport étatiques et fédérales peuvent étendre cet avantage pour améliorer de manière significative l'efficacité de la collecte de données pour les bases de données de statistiques d'accidents. **Par exemple, dans les bases de données d'accidents des États conçues pour répondre au format MMUCC (Model Minimum Uniform Crash Criteria), un tiers (24 sur 75) des éléments de données recommandés pourraient être fournis par les EDR.** La disponibilité immédiate des données des EDR dans une base de données de statistiques d'accidents permettra aux chercheurs en sécurité routière d'aborder un certain nombre de questions de recherche difficiles à résoudre qui concernent directement les agences de transport de l'État, par exemple la pertinence des lignes directrices du NCHRP 350 sur les essais de collision des dispositifs de sécurité routière.*
- *Les agences de transport étatiques et fédérales peuvent s'attendre à assumer des coûts de démarrage et d'exploitation liés à la collecte de données de EDR. Les coûts de démarrage comprendront à la fois l'achat d'unités de récupération des données des EDR et la formation des enquêteurs sur les accidents ou du personnel des forces de l'ordre qui*

*effectueront les téléchargements des EDR. En outre, la collecte des données des EDR augmentera quelque peu le temps nécessaire à l'enquête sur l'accident. **Ces coûts ne devraient toutefois constituer un obstacle à la collecte de données d'EDR qu'à court terme. Au fur et à mesure que les données des EDR seront utilisées par les tribunaux et que les EDR se généraliseront dans le parc de véhicules à passagers, les États seront de plus en plus incités par la loi à collecter des données d'EDR.***

En plus de l'efficacité en termes de coûts et de temps que l'EDR permet pour les enquêtes, cette recherche a identifié les principaux avantages que l'EDR peut apporter aux bases de données sur les accidents de la route qui s'alignent sur les conclusions de plusieurs autres études à ce sujet. Une conclusion importante est que l'EDR est très similaire à de nombreux égards aux instruments utilisés dans les essais de choc en laboratoire.

En ce qui concerne les bases de données sur les accidents de camions lourds et d'autobus, cette recherche a permis d'identifier les éléments de données pouvant être attribués aux bases de données Trucks Involved in Fatal Accidents (TIFA) et Motor Carrier Management Information System (MCMIS) Crash File. La base de données TIFA est constituée d'accidents impliquant spécifiquement des véhicules moyens et lourds dont le PNBV est égal ou supérieur à 4,5 t (10 000 lb). Depuis 1980, elle est gérée par l'University of Michigan Transportation Research Institute (UMTRI). La base de données MCMIS est exploitée et maintenue par la FMCSA et contient des données provenant des rapports de police des États concernant les accidents impliquant des conducteurs et des véhicules de transporteurs routiers. En ce qui concerne les éléments de données permettant d'améliorer les bases de données et l'analyse de la recherche sur la sécurité routière, Gabler et al. ont conclu que les EDR peuvent apporter des améliorations significatives à la qualité même des données de ces bases. En ce qui concerne la base de données TIFA, par exemple, au moment de l'étude, elle comprenait 250 éléments de données, dont 15, selon Gabler et al., pouvaient être fournis par la technologie d'EDR contemporaine et 37 par la technologie de EDR à venir.

L'étude a également identifié et recommandé des améliorations au système EDR, telles que la hiérarchisation des éléments de données, l'augmentation de la durée d'enregistrement avant et après l'accident à 5 secondes pour chaque phase (avant et après l'impact) ainsi que l'augmentation de l'enregistrement de la phase d'accident des données d'impulsion d'accident à un minimum de 300 ms. Parmi les autres recommandations, on peut citer l'augmentation du nombre d'épreuves individuelles pouvant être enregistrées, qui passe de deux à trois. Enfin, il a été recommandé d'élargir la définition d'un *événement* pour inclure les événements provenant de nouveaux systèmes, tels que les systèmes de détection de sortie de voie et les systèmes de détection de sortie de route.

Gabler et al. ont mis en évidence les problèmes d'accès et de téléchargement (imagerie) des données des EDR à partir des véhicules à passagers et ont identifié certains besoins essentiels pour maintenir l'intégrité des données lors du transfert des données des EDR du véhicule impliqué dans l'accident et dans la base de données. Parmi les éléments clés du transfert des données des véhicules vers les bases de données, on peut citer la nécessité d'une méthode

normalisée d'extraction des données des EDR, la nécessité d'une méthode automatisée d'exportation des données des EDR vers un format compatible avec les bases de données, tel que le XML, la nécessité d'un matériel fiable et universel pour se connecter aux véhicules, la normalisation des formats de données et, surtout, la nécessité d'une formation.

Cette recherche a établi une distinction importante entre les « systèmes d'EDR de production » d'une part (ou ce que l'équipe de recherche de Mecanica appelle « FEO d'EDR ») et les EDR provenant du marché des pièces de rechange d'EDR d'autre part. L'EDR de production est une fonction ou un algorithme inclus dans une UCE qui est intégré au véhicule par le fabricant et qui est un contrôleur clé pour le fonctionnement quotidien du véhicule, et non un dispositif complémentaire. Un EDR provenant du marché des pièces de rechange est un dispositif qui est ajouté au véhicule par le propriétaire du véhicule ou l'exploitant du parc de véhicules.

3.2.8 Analyse par le NHTSA/Volpe Center des données des EDR pour l'amélioration de la sécurité des véhicules

En 2008, le centre Volpe du département américain des Transports a effectué une analyse technique sur un ensemble de données d'EDR fournies par la NHTSA, avec pour principal objectif de déterminer si les données devaient être utilisées par les chercheurs en sécurité des véhicules pour faciliter l'élaboration et l'évaluation des concepts de sécurité des véhicules. Même si l'EDR offre des capacités d'enregistrement limitées, on estime qu'il peut fournir des renseignements objectifs sur les accidents réels à des fins de recherche sur la sécurité des véhicules. La NHTSA a demandé cette analyse dans le cadre de sa mission organisationnelle consistant à sauver des vies, à prévenir les blessures et à réduire les soins de santé et les autres coûts économiques associés aux accidents de véhicules à moteur. Le tableau 3.2.8 ci-dessous résume la conclusion de l'analyse effectuée par le Volpe Center concernant les données d'EDR pour l'amélioration de la sécurité des véhicules.

Tableau 3.2.8 Résumé de l'analyse des données des EDR pour l'amélioration des véhicules¹⁷

Élément de données	Enjeux	État actuel	Avantages ou inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> ● Acquisition de données d'EDR ● Caractérisation de l'ensemble des données des EDR 	<ul style="list-style-type: none"> ● Il existe des données rapportées par les EDR qui ne sont pas disponibles dans les bases de données sur les accidents 	<ul style="list-style-type: none"> ● Il est recommandé de poursuivre les recherches en se concentrant sur les EDR significatifs relatifs aux performances du véhicule et du système de protection des occupants, qui pourraient donner un aperçu des performances du système et contribuer à la recherche sur l'atténuation des blessures. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Des avantages potentiels pour le signalement des accidents ● Augmente la fréquence des rapports de données dans les bases de données sur les collisions. ● Cela pourrait permettre de mieux comprendre la situation avant la collision.
<ul style="list-style-type: none"> ● Analyse des données d'EDR de CDS ● Analyse des données d'EDR de SCI ● Analyse des données d'EDR de CIREN 	<ul style="list-style-type: none"> ● A montré une sous-représentation potentielle des tentatives de manœuvres d'évitement impliquant un freinage dans les bases de données des collisions. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Paramètre Delta-v de la longitude, les données d'EDR étaient disponibles dans de nombreux fichiers dans lesquels aucun fichier d'accident n'était disponible; 	<ul style="list-style-type: none"> ● La substitution de valeurs inconnues du Delta-v dans les fichiers sur les collisions par des données EDR connues augmenterait la fréquence des rapports de 23 %
<ul style="list-style-type: none"> ● Reconstruction des collisions et recherche sur la sécurité 	<ul style="list-style-type: none"> ● Limité dans le nombre de paramètres enregistrés et les capacités de stockage ● Il existe un large éventail de limitations propres au module d'EDR ● Avant toute analyse, il convient de bien comprendre ce que l'EDR mesure (et quand). ● Les données d'EDR doivent toujours être utilisées en combinaison avec d'autres sources de données, y compris une reconstruction complète. 	<ul style="list-style-type: none"> ● La technologie EDR actuelle, qui rapporte objectivement les données d'accidents réels, fournit des renseignements très utiles aux chercheurs en sécurité. ● Avec l'introduction de la technologie de stabilité au retournement et des capteurs associés, de nombreux autres types de modules d'EDR du futur proche auront la capacité de stocker des renseignements sur ces paramètres. ● Il est nécessaire de connaître les limites des EDR pour interpréter et utiliser correctement les données. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Les données des EDR contemporains peuvent être utilisées pour soutenir la recherche sur la reconstitution des accidents; elles ont le potentiel d'augmenter les données des bases de données des collisions liées aux rendements des systèmes non traditionnels. ● Une analyse plus approfondie du Delta-v latéral des EDR et de l'impulsion d'accélération lorsque davantage de données seront disponibles.

¹⁷ Source : daSilva, M. P., *Analysis of Event Data Recorder Data for Vehicle Safety Improvement*, NHTSA Report No. DOT-VNTSC-NHTSA-08-01, Oct. 2008

Élément de données	Enjeux	État actuel	Avantages ou inconvénients
			<ul style="list-style-type: none"> • En définitive, les données actuelles des EDR peuvent constituer un outil d'enquête et de recherche puissant en complétant les preuves et les estimations existantes concernant les collisions.

3.2.9 National Center for Transit Research, Center for Urban Transportation Research

Une étude examinée qui n'a pas pu valider les avantages des EDR est l'étude *Evaluation of Electronic Data Recorders for Incident Investigation, Driver Performance, and Vehicle Maintenance* (projet n° BD549-50) publiée en septembre 2009 par le National Center for Transit Research au Center for Urban Transportation Research, University of South Florida.

L'équipe de recherche de Floride a été confrontée à un grand nombre de problèmes découlant du manque de soutien technique de la part des vendeurs du marché des pièces de rechange, de l'inadéquation du suivi de parc de véhicules par système GPS et des défaillances des systèmes d'enregistrement de données vidéo. Ces problèmes ont empêché l'équipe d'évaluer correctement ces systèmes. De plus, il semble que l'équipe de recherche de Floride ne connaissait pas la fonctionnalité EDRVL fondée sur un MCE des FEO, ou alors qu'elle a simplement manqué de l'inclure dans son étude.

3.2.10 Département américain des Transports, Motorcoach Safety Action Plan

En 2009, le département américain des Transports a publié un plan d'action sur la sécurité des autocars (*Motorcoach Safety Action Plan*), qui recense les différentes possibilités d'améliorer la sécurité des autocars. Le plan présentait l'analyse des données de sécurité du département et l'évaluation des causes et des facteurs contributifs des accidents, des décès et des blessures dans les autocars.

L'analyse des données par le département a montré que la fatigue du conducteur, le renversement du véhicule, l'éjection des occupants et les problèmes d'entretien de l'opérateur contribuent à la majorité des accidents, des décès et des blessures dans les autocars.

On a cerné sept mesures prioritaires visant à améliorer la sécurité des autocars. La première mesure de suivi était un appel à amorcer l'élaboration de règles pour exiger des dispositifs

d'enregistrement électronique embarqués sur tous les autocars afin de mieux contrôler les heures de service des conducteurs et de gérer la fatigue.

En plus d'exiger ce que l'on appelle aujourd'hui les dispositifs de consignation électronique (DCE), le département a présenté les mesures à prendre par la NHTSA et la FMCSA pour améliorer la collecte et l'analyse des données et a demandé à ces organismes de prendre une décision d'agence sur l'installation et les caractéristiques de rendement des EDRVL à bord des autocars : T2 2010 (NHTSA). Le rapport a souligné le travail de collaboration entre la NHTSA et la norme J2728 *Heavy Vehicle Event Data Recorder (EDRVL) Recommended Practice, Tier 1* du comité sur les camions et les bus de SAE (SAE Truck & Bus Committee). Le rapport contenait une date limite indiquant le premier trimestre 2010 comme date estimée de publication du document J2728 par le comité de la SAE. Au deuxième trimestre 2010, la NHTSA devait prendre une décision au sujet de l'installation et les caractéristiques de rendement des EDRVL sur les autocars.

En 2010, John C. Steiner de Mecanica Scientific a présidé le comité J2728 de la SAE. Le comité J2728 a publié la norme SAE J2728 *Heavy Vehicle Event Data Recorder, Tier 1* en juin 2010, avec trois mois de retard par rapport au calendrier prévu, à la fin du deuxième trimestre 2010. Aucune autre mesure ou information n'a été entendue de la part de la NHTSA concernant les activités relatives aux EDRVL pour les autocars.

3.2.11 *UDS Accident Data Recorder - A Contribution to Road Safety*

En 1998, VDO a publié une étude à propos de l'incidence de l'enregistreur de données de Kienzle Automotive sur la sécurité routière (*UDS Accident Data Recorder - A Contribution to Road Safety*). Cette étude portait sur les avantages d'installer des enregistreurs de données d'accident dans les véhicules composant des parcs. Selon le rapport, l'utilisation d'enregistreurs d'accidents a permis de réduire le nombre d'accidents, d'apporter des éclaircissements grâce à des données objectives et des qualifications détaillées susceptibles d'améliorer la certitude dans les domaines juridique, actuariel et des enquêtes, et de réduire les coûts induits par les accidents.

Il a été constaté que plusieurs parcs de véhicules de l'Union européenne, notamment des véhicules de police, des bus, des véhicules de sécurité et des taxis, équipés d'un UDS (Unfalldatenspeicher), ou « enregistreur de données d'accident », présentaient une réduction des accidents allant de 15 % (bus) à 66 % (taxis). De plus, l'utilisation d'un UDS et de leur extension de système, gestion d'urgence, pourrait améliorer la sécurité à l'aide de signaux d'alarme émis lors d'un accident, afin d'en indiquer l'emplacement par le biais d'un GPS, et d'un signalement des incidents aux services d'urgence, afin de réduire les délais d'intervention. Quant aux autobus en particulier, le ministère allemand des Transports a financé un essai pilote ciblant 123 autobus munis d'un UDS et exploités par des membres de l'association des entreprises d'autobus du Württemberg-Baden (WBO). L'essai a permis de constater une diminution de 15 à 20 % du nombre d'accidents, selon l'entreprise.

Le document explore également les résultats positifs de la réduction des accidents pour d'autres véhicules, comme les voitures de patrouille et les voitures de société, même si la prémisse sous-jacente à la réduction des accidents par UDS pour tous les types de véhicules considérés est ancrée dans la façon dont un UDS peut surveiller le comportement du conducteur. Ses auteurs affirment qu'en Allemagne, à tout le moins, « quelque 90 % des accidents répertoriés découlent d'une erreur humaine et que seulement 10 % de ceux-ci environ résultent de défaillances techniques ou de l'état de la route ». Lors de l'élaboration des recommandations de sécurité, il faut donc « prendre des mesures appropriées pour avoir un effet positif sur le comportement des usagers de la route ». Les auteurs ont proposé que l'UDS puisse faire progresser la sécurité routière en analysant, comprenant et améliorant le comportement des usagers de la route.

3.2.12 SAMOVAR and Traffic Accident Reduction through Monitoring Driver Behavior with Data Recorders

En 1995, une phase d'essai sur le terrain a été mise en œuvre pour la sortie de la SAMOVAR : Le projet DRIVE V2007, élaboré à partir du cadre de travail SAMOVAR (Safety Assessment Monitoring On-Vehicle with Automatic Recording) du programme de recherche Drive II, réalisé par la Commission des Communautés européennes entre 1992 et 1995. L'Association des assureurs des Pays-Bas et certains membres ont rendu possible une phase d'essai supplémentaire.

L'étude a été réalisée grâce à la coordination volontaire et, dans certains cas, aux dépenses individuelles d'un consortium international composé de l'Université de Londres, du Motor Industry Research Laboratory (MIRA), du Transport Research Laboratory (TRL) et du service de courrier royal (Royal Mail), du bureau IMPETUS Consultants (Grèce) et du SWOV Institute for Road Safety Research (Pays-Bas). Les participants du parc de véhicules étaient néerlandais et belges.

Un rapport complet de l'étude a été publié pour le SWOV Institute for Road Safety Research par Wouters et Bos en 1997, suivi d'un résumé succinct publié dans *Accident Analysis and Prevention* en 2000.

Au moment de la rédaction du présent document, les indications préalables à de telles recherches comprenaient les résultats d'une étude allemande dans laquelle l'installation d'enregistreurs de reconstitution d'accident dans un parc de véhicules aurait provoqué une baisse de 30 % du nombre d'accidents¹⁸. Une société d'assurance britannique anonyme aurait proposé à des exploitants une réduction de 15 % de leurs primes s'ils installaient des enregistreurs de voyage dans leurs véhicules¹⁹. Enfin, des données publiées par le parc de véhicules du service de courrier royal du Royaume-Uni (Royal Mail) ont témoigné une chute de 17 % des accidents grâce à la mise en place de 500 enregistreurs de données²⁰. Il demeure cependant des lacunes de recherche pour ce qui est de déterminer officiellement les effets possibles sur les taux

¹⁸ Wouters, P.I.J., et Bos, J.M.J, *The Impact of Driver Monitoring with Vehicle Data Recorders on Accident Occurrence; Methodology and Results of a Field Trial in Belgium and The Netherlands*, rapport n° R-97-8 du SWOV Institute for Road Safety Research, 1997.

¹⁹ Ibid.

²⁰ Ibid.

d'accidents, les facteurs qui entraînent de tels effets et si des effets concrets peuvent survenir dans toutes les circonstances où des enregistreurs de données sont installés dans le but d'améliorer la sécurité et le comportement des conducteurs.

Le projet a nécessité une coopération considérable en matière de logistique et d'échange de renseignements entre les propriétaires de parcs de véhicules, les fabricants de dispositifs de surveillance télématique, les compagnies d'assurance et les autorités régionales et nationales. Compte tenu de la participation volontaire et des dépenses de certains propriétaires de parcs de véhicules, l'échantillon de l'étude était composé de 840 véhicules dont la nature et l'utilisation variaient considérablement. L'étude dépendait également de l'approvisionnement standard d'enregistreurs de données commerciaux de différents fabricants disponibles à l'époque.

Sur les 840 véhicules participants, 270 étaient équipés de dispositifs de surveillance télématique, dont la majorité étaient des enregistreurs de données sur les accidents (EDA) et d'autres plus généralement considérés comme des enregistreurs de trajet ou « enregistreurs de données de voyages » (EDV). Selon les chercheurs, les différentes données recueillies par chaque type de dispositif indiquent que les EDA pourraient être utilisés pour fournir un retour d'information aux conducteurs sur une base occasionnelle, tandis que les EDV pourraient être utilisés pour fournir un retour d'information aux conducteurs sur une base régulière, concernant le comportement en matière de vitesse (vitesse moyenne, décélérations ou accélérations rapides) par exemple. Étant donné que l'étude ne portait ni sur les données exactes ni sur la façon dont le retour d'information était donné, les deux types d'enregistreurs ont été jugés adaptés à l'expérience.

Les chercheurs ont reconnu dans leur plan que l'hétérogénéité des véhicules du parc compliquait le contrôle des risques d'accident similaires rencontrés pendant l'essai. Ainsi, les groupes de traitement et de contrôle ont été appariés en fonction de la pertinence du type de véhicule, de la nature de l'entreprise de transport utilisant le véhicule et des conditions de circulation dans lesquelles le véhicule a été utilisé. Ainsi, le groupe A était composé de camions lourds, le groupe B de camions moyens et lourds, le groupe C d'autocars, le groupe D de taxis et de camionnettes, le groupe E de voitures de société, le groupe F d'autocars et le groupe G de taxis. L'éventail et la duplication des types de véhicules parmi les groupes sont le résultat des parcs de véhicules disponibles chez les participants et du lieu de l'essai. Par exemple, le groupe C était composé de groupes expérimental et témoin de parcs de véhicules d'autocars fournis par deux entreprises de voyage différentes aux Pays-Bas, tandis que le groupe F était composé d'un groupe expérimental et témoin de parcs de véhicules d'autocars d'une compagnie de voyage et de tourisme internationale belge. À des fins de faisabilité, la mesure de l'exposition au risque d'accident a été fondée sur les mois d'utilisation du véhicule plutôt que sur le kilométrage pour tous les groupes.

L'essai quasi-expérimental sur le terrain a commencé en 1994 et a consisté en sept groupes équipés d'enregistreurs et les conducteurs ont été informés qu'ils seraient surveillés et confrontés à des données et à la responsabilité de leur comportement de conducteur; ces groupes ont été appariés à 12 groupes témoins ou quasi-témoins (tous les critères d'appariement n'étaient pas applicables) sans l'intervention. Un an d'historique d'accidents de chaque parc de véhicules a été

fourni pour la phase de pré-test de l'essai avant que l'intervention d'installation d'enregistreurs de données ne soit mise en œuvre dans la phase de post-test. Les données sur les accidents ont été enregistrées pendant au moins un an dans la phase post-test, ce qui donne une étude totale d'au moins 24 mois de données sur les accidents. Pendant la période d'observation, les parcs de véhicules ont été concernés dans 1 836 accidents.

L'étude a été menée en partant de la prémisse que les humains sont connus pour modifier leur comportement lorsqu'ils sont conscients d'être observés. Les chercheurs ont donc cherché à examiner si cette « influence sur le comportement » pouvait être mise en œuvre auprès des conducteurs et améliorer ainsi la sécurité routière. Les chercheurs ont proposé que les dispositifs de surveillance télématique, à savoir les EDA et les EDV, ne seraient efficaces pour influencer le comportement des conducteurs que si ces derniers sont conscients d'être surveillés et peuvent être confrontés à la responsabilité de leur conduite par la direction.

En évaluant l'effet d'un mécanisme de rétroaction de surveillance télématique sur le comportement des conducteurs, les chercheurs ont constaté que l'intervention a entraîné une réduction globale du taux d'accidents de 20 % dans les groupes expérimentaux, après ajustement en fonction de l'évolution de la sécurité dans les groupes non expérimentaux. Ce résultat a été conclu avec un niveau de confiance de 90 %. Les estimations des taux de risque ajustés varient d'un groupe à l'autre, allant d'une augmentation non significative de 13 % des accidents dans la mesure de la contrainte du groupe A (camions lourds) à une réduction de 42 % dans le groupe C (autocars) et de 72 % dans le groupe F (autocars). Les groupes A (camions lourds) et B (camions moyens et lourds) disposaient de données supplémentaires sur les historiques d'accidents pour des périodes qui ne coïncidaient pas avec les périodes de l'étude d'observation des autres groupes.

Pour des raisons de fiabilité méthodologique, les chercheurs ont calculé un résultat fondé uniquement sur le chevauchement à plein temps des données avant les essais et après les essais pour les groupes expérimentaux et témoins des groupes concernés et ont estimé une réduction considérable de 31 % des accidents. Par ailleurs, si la période d'étude après les essais du groupe A était raccourcie pour les 14 mois sans chevauchement, les chercheurs ont conclu à une réduction globale des accidents d'un taux non significatif de 12 % en intégrant les données de ce groupe de tous les camions lourds. La variabilité saisonnière des dangers de la circulation a rendu le facteur de coïncidence des périodes d'études d'observation essentiel pour une évaluation fiable du risque d'exposition à travers les groupes.

Le sujet principal de l'étude était la réaction des conducteurs à la rétroaction issue des données enregistrées, lesquelles auraient causé une baisse de 20 % des taux d'accidents dans certains parcs de véhicules et atténué la gravité des accidents et les dommages subséquents, dans un groupe donné. Une proportion d'environ 15 % serait partiellement attribuable à l'historique d'accidents du parc, avant les essais. Les résultats n'ont pu être établis que d'après de grands intervalles de confiance, l'écart découlant de la petite taille de l'échantillon. On a donc recommandé la mise en œuvre d'un tel projet, mais à plus grande échelle, en tenant compte de la rétroaction fournie aux conducteurs au sujet des données enregistrées et de l'incidence de

cette rétroaction (mesures incitatives, récurrence, etc.) sur la grande variabilité des effets de réduction des taux d'accidents. Les différences de point de vue des exploitants de parcs de véhicules par rapport à la sécurité ont également été désignées comme un facteur qui influe sur les taux d'accidents au sein de parcs composés de véhicules similaires.

Wouters et Bos ont indiqué que la réduction des taux d'accidents découverte dans l'étude ne pouvait pas fournir une évaluation complète de toutes les réductions potentielles d'accidents étant donné les taux d'accidents réels des différents types de parc de véhicules et les risques rencontrés par les différents secteurs de transport. Enfin, ils ont recommandé que l'effet du mécanisme de rétroaction puisse être maintenu en fournissant aux conducteurs une rétroaction plus régulière, ce qui rend l'EDV préférable pour une surveillance régulière et cohérente du comportement.

3.2.13 Commission européenne, Direction générale de l'énergie et des transports : VERONICA

En 2005 et 2006, l'équipe de VERONICA (Vehicle Event Recording on Intelligent Crash Assessment) a formé trois groupes de travail qui ont produit plusieurs sous-rapports, désignés sous le nom de *rapport final VERONICA I* et examinés dans les sections suivantes. Le projet VERONICA a exploré les possibilités de mise en œuvre de l'EDR dans l'Union européenne afin de mieux comprendre les collisions et également de reconnaître les avantages potentiels pour la prévention, la sécurité routière et l'équité juridique.

En 2009, un deuxième rapport publié sous le nom de *rapport final VERONICA II* a été généré lorsque les mesures prévues pour réduire le nombre de décès sur les routes d'ici 2010 ont pris du retard par rapport à l'objectif précédemment établi.

Les sections suivantes mettent en évidence les recommandations de l'équipe de VERONICA pour réaliser les avantages potentiels de la mise en œuvre de l'EDR en Europe.

3.2.13.1 VERONICA I

Le *rapport final* du projet VERONICA I traite de questions techniques, administratives, légales, environnementales et de sécurité rattachées à la mise en œuvre d'EDR en Europe. L'objectif de ce projet était d'examiner et d'évaluer des normes, des solutions et des exigences disponibles et nécessaires, de même que de recommander un cadre légal, surtout aux fins de collecte de données sur les accidents issues de bases européennes. Le projet a clarifié la définition d'un « accident » comme étant « un événement soudain non désiré ou non intentionnel ou une chaîne particulière d'événements de ce type qui ont des conséquences néfastes ». L'équipe de VERONICA s'est rendu compte qu'il y avait un manque de données sur les collisions en situation réelle et qu'il était nécessaire de partager des bases de données européennes complètes sur les accidents. Le travail de l'équipe de VERONICA sur ce projet s'est harmonisé avec les approches en matière de sécurité de la Commission européenne (CE) visant à améliorer les données sur

les accidents afin de renforcer la recherche sur la sécurité active, passive et des infrastructures ainsi que pour l'atténuation des accidents.

Le projet VERONICA I a fourni une liste des paramètres de collision requis et une liste recommandée de taux d'échantillonnage et de fréquences d'enregistrement. Le projet a conclu qu'en fonction des risques élevés d'accidents ou de dommages, les transports de marchandises dangereuses, les autocars, les autobus et les autres véhicules commerciaux bénéficieraient de la mise en œuvre de l'EDR en raison des décennies d'expériences légales bien établies avec les tachygraphes.

Plusieurs avantages potentiels variaient selon le type de parc de véhicules, mais il a été noté que l'avantage global de la réduction des accidents était difficile à déterminer et donc non quantifiable dans cet examen. Le projet VERONICA a donc évalué les avantages uniquement en termes qualitatifs.

Le projet VERONICA a formulé plusieurs recommandations, dont les suivantes :

- Plusieurs recommandations portaient sur l'accélération mesurée dans les directions longitudinale et latérale. Grâce au taux d'enregistrement minimal plus élevé de 250 Hz et aux mesures d'accélération améliorées recommandées, les enquêteurs et les chercheurs en matière d'accidents pourraient calculer les estimations delta-V souhaitées sans s'appuyer sur les algorithmes de l'EDR généralement non spécifiés.
- Plusieurs recommandations ont été faites concernant les exigences de la partie 563 et il a été indiqué que plus de 90 % des nouveaux parcs de véhicules légers étatsuniens sont dotés d'une partie des EDR conformes à la partie 563 et que les exploitants concernés sont bien en voie de se conformer entièrement à la partie 563.
- Les auteurs ont proposé de poursuivre les discussions avec les fabricants de véhicules concernant le coût ou les limites d'une modification de l'enregistrement des paramètres recommandés, qui passerait de « facultatif » à obligatoire ou « si enregistré ».
- Il a été suggéré d'augmenter l'intervalle d'enregistrement minimum pour les paramètres delta-V et d'accélération de 0-250 ms à 0-300 ms ou même plus afin de s'adapter à un plus large éventail de types de collision.
- Il a également été suggéré de définir une liste ouverte d'éléments de données afin que l'activité de chaque système soit « signalée » en même temps que tout nouveau système ajouté à l'EDR. VERONICA a recommandé des exigences de déclenchement supplémentaires et plus sensibles que les exigences de déclenchement de la NHTSA.

Parmi les questions légales, l'équipe a accordé une attention particulière aux problèmes de confidentialité des données. Il a été souligné que les enregistrements de données ne devaient pas être continus et que, par conséquent, seules quelques secondes de données enregistrées avant, pendant et après l'accident étaient nécessaires. De plus, les membres du soi-disant groupe de travail sur l'article 29 ont convenu que la mise en œuvre de l'EDR en tant qu'avantage pour la société est légalement possible si, en vertu des dispositions sur la confidentialité des données, tous les renseignements recueillis sont traités avec soin.

Afin de concrétiser les avantages de la mise en œuvre de l'EDR en Europe, le projet VERONICA a proposé qu'un projet de suivi soit mené conjointement avec d'autres membres des autorités nationales afin de définir des normes contraignantes pour la génération, le traitement et la manipulation des données relatives aux accidents. Les renseignements contenus dans le rapport VERONICA II ont été recueillis après une vaste consultation auprès de praticiens, notamment des enquêteurs sur les collisions, des autorités chargées de l'application de la loi, des établissements universitaires, médicaux et juridiques, des représentants des secteurs public et privé et des organisations gouvernementales des États membres de l'UE concernés.

3.2.13.2 VERONICA II

Le *rapport final* du projet VERONICA II répondait aux préoccupations selon lesquelles les objectifs de VERONICA I visant à réduire le nombre de décès d'ici 2010 étaient en retard sur le calendrier. Un ensemble de données plus approfondi était donc nécessaire pour améliorer les renseignements disponibles pour améliorer la sécurité routière en termes d'infrastructure routière, de conception des véhicules et de formation.

Le *rapport final* du projet VERONICA II s'est attaché à présenter les exigences les plus appropriées de l'EDR. Les auteurs avaient également pour objectif d'organiser et de consolider toutes les données recueillies susceptibles de faciliter l'introduction des technologies EDR en Europe et de déboucher sur une recommandation pour un projet de directive. Les exigences recommandées comprises constitueraient la chaîne de preuves la plus efficace pour répondre aux exigences de la recherche en sécurité routière et des enquêtes sur les collisions, ainsi qu'aux procédures.

Le rapport VERONICA II donne l'exemple de l'European Road Safety Observatory (ERSO) qui encourage la recherche en matière de sécurité, mais l'équipe VERONICA II n'a pas été en mesure de répondre à ses attentes, car elle ne disposait pas des données réelles qui auraient pu être fournies si elle avait installé des EDR. Il a donc été recommandé que, pour espérer une recherche plus approfondie, les données d'EDR jouent un rôle plus important dans les futures mesures de la Commission européenne.

Dans un effort conjoint avec les chercheurs, l'équipe de VERONICA a recommandé de ne pas empêcher les fabricants d'enregistrer d'autres données aux conséquences non néfastes à des fins de sécurité et de diagnostic.

L'équipe du projet s'est chargée de définir et de catégoriser un classement des « déclencheurs » (0 = « Jamais déclenché, 10 = « Toujours déclenché ») en fonction de son expérience, puis de définir une matrice de combinaison des « déclencheurs » et des conséquences techniques recommandées.

L'équipe de VERONICA n'a pas toujours été d'accord avec toutes les recommandations. Ford Motor Company, par exemple, doutait de la faisabilité de l'enregistrement des impacts à faible

delta V; Ford a seulement accepté d'utiliser les technologies EDR existantes et a estimé que les plus grands avantages de cette technologie seraient obtenus par un déploiement à grande échelle de l'EDR.

Le rapport VERONICA a indiqué que, depuis 1991, les États membres de l'UE recueillent des données particulières sur les accidents routiers sur une base volontaire en utilisant leur propre système national, la soit la base de données communautaire sur les accidents routiers (Community Road Accident Database - CARE), ce qui restreint leur capacité, tant sur le plan de l'analyse que de la comparaison de données à l'échelle de l'UE. C'est pourquoi une recommandation pour un jeu commun de données sur les accidents (Common Accident Data Set - CADaS) a été présentée afin de faciliter la normalisation d'un jeu minimal de données permettant à ses utilisateurs de trouver des données comparables sur les accidents routiers, d'éliminer les limites touchant la base CARE et de permettre au système CADaS de comporter davantage de données nationales aux fins d'un regroupement dans la base CARE.

Une autre recommandation portait sur la nécessité de disposer d'une alimentation de secours pour les EDR afin d'assurer un fonctionnement sûr et fiable des EDR, en particulier pour permettre l'acquisition de données avant un accident, pendant un accident, ainsi que le stockage et le téléchargement sûrs des données après un accident. Le défi consistait à mettre au point une solution d'alimentation électrique à sécurité intégrée qui garantisse un fonctionnement sûr des EDR dans les trois cas et qui soit jugée valable par tous les fabricants de véhicules (c.-à-d., peu coûteuse et complexe, avec le moins d'interférences possible avec le faisceau de câblage existant). Une autre recommandation a été faite pour disposer d'une procédure opérationnelle concernant le traitement des données.

Aux fins d'élaboration des présentes recommandations, plusieurs possibilités ont dû être prises en considération afin d'équilibrer chaque mise en œuvre. La date d'introduction proposée de ce nouveau règlement a été fixée au 29 octobre 2009. Cela signifie que le nouveau règlement pourrait être modifié par le fonctionnement et les spécifications d'essai des enregistreurs de données routières, ainsi que par les catégories de véhicules devant être équipées d'EDR.

3.2.14 Transport Research Laboratory, rapport d'EDR de la DG MOVE

Ce projet de recherche de 2014 mené et géré par le Transport Research Laboratory, Ltd. (TRL : Wokingham, Berks, Royaume-Uni) a été organisé en réponse à une résolution du Parlement européen demandant une étude *sur les avantages pour la sécurité routière résultant de l'installation d'enregistreurs de données routières*. Ce projet de recherche financé a soutenu l'engagement de la Commission européenne d'examiner l'avantage d'installer des EDR dans le but d'améliorer la sécurité routière en Europe, avec une optique particulière sur les « véhicules professionnels ».

Dans le cadre de ce projet, l'EDR a été défini comme suit :

Un système d'enregistrement des données d'un véhicule lors d'événements imprévus ayant des conséquences néfastes (c.-à-d., des dommages ou des blessures), sans surveillance continue du comportement ou des performances du conducteur.

L'équipe de recherche de TRL a défini son projet comme une étude de base destinée à aider la Commission européenne à décider si l'installation de l'EDR dans tous les véhicules ou certaines catégories de véhicules pourrait entraîner une amélioration de la sécurité routière, ainsi que toute autre conséquence qui justifierait le coût associé à l'adoption d'un règlement de l'UE relatif à l'EDR.

L'étude TRL s'est attachée à quantifier les coûts et les avantages pour plusieurs catégories de véhicules, notamment « les poids lourds, les véhicules légers de transport de marchandises, les autobus et autocars, et les véhicules de passagers (à usage privé et commercial) ».

Le rapport a déterminé des similitudes dans les catégories de véhicules du Royaume-Uni, notamment les véhicules à passagers (M1) et les petits véhicules commerciaux (N1), qui pourraient relever de la partie 563 de l'article 49 du CFR des États-Unis; à l'inverse, les gros véhicules commerciaux (N2/N3) britanniques, ainsi que les autobus et les autocars (M2/M3), ne sont pas définis aux États-Unis.

L'équipe de recherche de TRL a déterminé le même thème récurrent que Mecanica a observé dans la littérature de recherche publiée aux États-Unis, au Canada et en Europe, qui fait écho d'un consensus selon lequel l'installation des EDR dans les véhicules montre une réduction des accidents lorsque le conducteur est conscient des EDR et que sa présence sert à modifier le comportement du conducteur, permet aux données d'être utilisées par les fabricants de véhicules pour aider à améliorer la sécurité des véhicules et aide les enquêteurs sur les accidents de la route à analyser de façon plus approfondie et efficace les accidents et à déterminer les causes profondes des accidents qui n'auraient pas pu être déterminées autrement sans l'EDR.

À l'instar des préoccupations légales soulevées par le Groupe de recherche et de développement de la NHTSA chargé des EDR en 2001 et le projet Veronica I en 2006, les principales complications de l'installation des EDR déterminées par l'équipe de TRL étaient les questions légales relatives à la confidentialité, à l'accès aux données et à la propriété des données. L'étude de TRL comprenait une discussion légale approfondie sur la propriété des données et l'accès aux données pour six pays européens, y compris sur les lois anglaises, autrichiennes, françaises, allemandes, italiennes et espagnoles. Cependant, la base légale et les attentes en matière de vie privée en Europe (et au Royaume-Uni) sont différentes de celles des États-Unis et du Canada.

En ce qui concerne l'analyse des coûts, l'équipe de TRL a reconnu que de plus en plus de véhicules à passagers sont équipés d'une fonction d'EDR intégrée au MCGG du FEO, ce qui

rend le coût de l'ajout de l'EDR négligeable. L'analyse a également examiné les coûts potentiels de l'installation d'un EDR de rechange, comme l'UDS de Kienzle Automotive²¹.

Les recommandations formulées par l'équipe de recherche du TRL étaient fondées sur cette analyse des coûts et des avantages. Les chercheurs ont conclu que, compte tenu de l'EDR de type FEO inclus dans l'UCE du FEO du véhicule utilisant la propre alimentation, le réseau de communication et les capteurs du véhicule conformément à la partie 563 de l'article 49 du CFR des États-Unis (ou FMVSS 405 à venir), cela devrait être considéré comme un minimum.

L'équipe de recherche de TRL a indiqué qu'elle hésitait à proposer des recommandations similaires en matière d'EDR pour les véhicules à passagers, étant donné le manque de recherches sur l'incidence de la présence des EDR sur les conducteurs de véhicules *privés* et les parcs de véhicules, par rapport aux nombreuses études nord-américaines, britanniques et européennes démontrant les effets des EDR sur les taux d'accidents des parcs de véhicules commerciaux. Si une étude pouvait déterminer les effets de l'EDR sur les véhicules privés (et les conducteurs) et les améliorations de la sécurité routière, l'équipe de TRL a conclu qu'elle pourrait alors justifier le coût d'un EDR complémentaire ou du marché secondaire qui dépasse la partie 563 de l'article 49 du CFR des États-Unis (ou la future FMVSS 405).

Il a été proposé que si l'EDR[VL] est recommandé pour les « poids lourds (PL) », alors l'EDR[VL] devrait également être requis pour les « véhicules commerciaux légers (VCL) ». Cependant, si le VCL contient un EDR de véhicules à passagers conforme à la partie 563 de l'article 49 du CFR des États-Unis, certains canaux de données devront avoir l'option « si installé » pour les canaux de données représentant des options ou des systèmes de sécurité (comme les coussins gonflables latéraux) qui peuvent ne pas être disponibles sur un véhicule de la catégorie VCL.

En ce qui concerne les PL, l'équipe de recherche du TRL a recommandé l'élaboration de normes pour les fabricants de poids lourds, exigeant qu'ils définissent les canaux de données, la durée d'enregistrement, le taux d'enregistrement et l'emplacement de stockage physique des données d'EDR[VL].

En particulier, il a été conclu que l'installation d'EDR dans les gros véhicules commerciaux (N2/N3), ainsi que les autobus et les autocars (M2/M3), diffère selon l'organisation des systèmes et le type de données enregistrées. Dans cette étude, diverses réductions du nombre d'accidents ont été démontrées après l'installation d'enregistreurs de données embarqués (y compris des EDR); les EDR influent sur le comportement des conducteurs et entraînaient une diminution du nombre d'accidents opérationnels en cours de travail (par opposition aux défauts techniques). Il a été noté que la réduction des accidents était restreinte dans les parcs commerciaux, car les véhicules commerciaux ciblés (N2/N3 et M2/M3) faisaient déjà l'objet d'une surveillance par EDR, aux fins de soutien des conducteurs; on a donc estimé que plus de 30 % des exploitants de parcs de véhicules connaissaient déjà les avantages des EDR quant à une diminution du nombre d'accidents.

²¹ https://www.kienzle.de/index.php?108&tt_products=33

On conclut aussi que les changements de comportement des conducteurs sont étroitement liés à la rétroaction permise par les EDR, ce qui correspond aux effets positifs d'une telle rétroaction sur le comportement des conducteurs et, par conséquent, sur le nombre d'accidents publiés par VDO, dans l'étude de 1998 portant sur l'UDS de Kienzle Automotive, ainsi que par le projet SAMOVAR DRIVE-II auquel TRL a participé de 1992 à 1995.

En outre, avec l'installation des EDR, les fabricants peuvent obtenir des renseignements plus précis sur les causes des accidents, ce qui permettrait aux chercheurs d'améliorer les contre-mesures et donc de réduire potentiellement le nombre d'accidents et de blessures. Du point de vue des coûts-avantages, plusieurs projections estimatives de réduction des accidents ont été considérées comme le résultat le plus probable.

L'équipe de recherche du TRL a explicitement recommandé que les données d'EDR[VL] soient stockées séparément des données tachygraphiques numériques. L'équipe de recherche du TRL a discuté du document SAE J2728 publié en juin 2010 par le comité chargé des EDR de véhicules lourds, niveau 1 (Heavy Vehicle Event Data Recorder Committee, Tier 1) et examiné dans le rapport de Mecanica.

Tableau 3.2.14 – Résumé de l'étude sur l'installation de l'EDR européen²²

Autobus/ véhicules commerciaux	Légalité	État de la mise en œuvre	Avantages/préoccupations mis en évidence
Véhicules à passagers (M1)	<ul style="list-style-type: none"> • Les données enregistrées répondent aux spécifications obligatoires exigées par la partie 563 de l'article 49 du CFR. • Déterminer plus précisément la responsabilité. • Réduction du temps et des frais juridiques. 	<ul style="list-style-type: none"> • EDR installé à bord de presque tous les nouveaux véhicules M1 en Europe. • Équipé depuis quelques années. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plus de paramètres que les exigences minimales de la partie 563 de l'article 49 du CFR sont enregistrés. • Des études montrent une réduction des accidents grâce aux effets sur le comportement des conducteurs. • Améliorer les conceptions des véhicules et les systèmes de sécurité futurs. • Les données de reconstruction fournies permettent d'évaluer l'efficacité des contre-mesures qui contribuent à éviter les accidents.
Petits véhicules commerciaux (N1)	<ul style="list-style-type: none"> • La propriété des données d'EDR n'a pas été définie; une clarification de la propriété serait bénéfique pour l'accès et la gestion des données d'EDR. • Les pays ont un degré d'incertitude pour les données recueillies; il faut préciser les conventions une fois que la propriété est déterminée. 	<ul style="list-style-type: none"> • EDR installé à bord de presque tous les nouveaux véhicules N1 en Europe. • Équipé depuis quelques années. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plus de paramètres que les exigences minimales de la partie 563 de l'article 49 du CFR sont enregistrés. • Des études montrent une réduction des accidents grâce aux effets sur le comportement des conducteurs. • Améliorer les conceptions des véhicules et les systèmes de sécurité futurs. • Les données de reconstruction fournies permettent d'évaluer l'efficacité des contre-mesures qui contribuent à éviter les accidents.
Gros véhicules commerciaux (N2/N3)	<ul style="list-style-type: none"> • La propriété des données d'EDR n'a pas été définie; une clarification de la propriété serait bénéfique pour l'accès et la gestion des données d'EDR. • Les pays ont un degré d'incertitude pour les données recueillies; il faut préciser les conventions une fois que la propriété est déterminée. 	<ul style="list-style-type: none"> • L'installation d'EDR varie davantage pour les véhicules N2/N3 en ce qui concerne l'organisation et les types de données enregistrées. • Conception et capacité des EDR moins normalisées pour les véhicules plus gros. 	<ul style="list-style-type: none"> • La normalisation des EDR peut entraîner une augmentation des coûts pour les fabricants. • L'état des connaissances dépasse actuellement les exigences minimales de fréquence des données dans la partie 563 de l'article 49 du CFR; des données à plus grande fréquence permettent de mieux comprendre l'accident.

²²Source : Hynd, D., et McCarthy, M., *Study on the Benefits Resulting from the Installation of Event Data Recorders, Final Report*, rapport de projet n° PPR707, publié par le TRL, 2014.

Autobus/ véhicules commerciaux	Légalité	État de la mise en œuvre	Avantages/préoccupations mis en évidence
Autobus et autocars (M2/M3)		<ul style="list-style-type: none"> • L'installation d'EDR varie davantage pour les véhicules M2/M3 en ce qui concerne l'organisation et les types de données enregistrées. 	

3.2.15 Bureau de la sécurité des transports du Canada, rapport d'enquête ferroviaire R13T0192 : *Crossing Collision - VIA Rail Canada Inc. Passenger Train No. 51, OC Transpo Double-Decker Bus No. 8017*

Le 18 septembre 2013 à environ 8 h 48, un train de banlieue de VIA Rail Canada (VIA) circulant vers l'ouest a percuté un autobus à deux étages d'OC Transpo.

OC Transpo est l'autorité municipale de transport en commun de la ville d'Ottawa, dans la province de l'Ontario. L'autobus d'OC Transpo impliqué dans cet accident était un autobus à deux étages Alexander Dennis Enviro500 de 13 m (42 pi) de longueur, construit au cours de l'année modèle 2012. L'AD Enviro500 était doté d'un moteur Cummins turbodiesel à commandes électroniques et à fonction EDRVL et alimenté par celui-ci.

Le train de VIA, qui effectuait le circuit quotidien de train de banlieue régulier VIA 51 de Montréal (Qc) vers Toronto (Ont.), en passant par Ottawa (Ont.), se composait d'une locomotive General Electric Genesis (modèle EPa42), tirant quatre véhicules à passagers légers, rapides et confortables (LRC). Le train pesait 312 tonnes et s'étendait sur 410 pieds de long. La locomotive était munie d'un enregistreur d'événement de locomotive (EEL).

Un schéma du lieu de l'accident tiré du rapport no R13T0192 du BST est présenté ci-dessous à la figure 3.2.15.

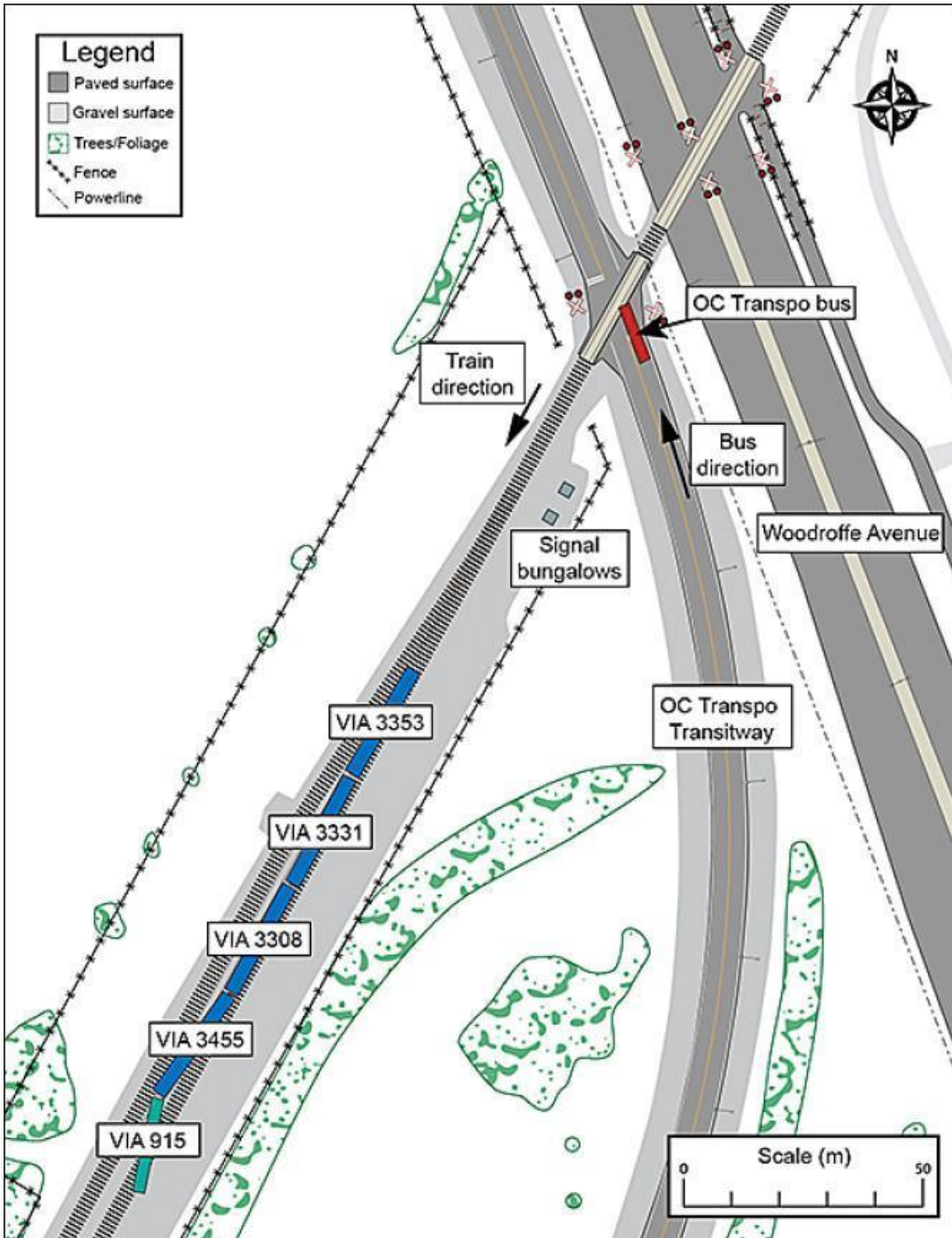


Figure 3.2.15. Schéma du lieu de l'accident²³

²³ Source : Figure 2, Bureau de la sécurité des transports du Canada, rapport d'enquête ferroviaire n° R13T0192, *Crossing Collision - Via Rail Canada Inc. Passenger Train No. 51, OC Transpo Double-Decker Bus No. 8017*, 2015.

Lors de la collision, six occupants de l'autobus à deux étages sont décédés, neuf ont été grièvement blessés et environ 25 ont subi des blessures légères. Aucun membre de l'équipage ou passager de VIA n'a été blessé dans le train. Dans son rapport d'enquête final, le BST a formulé de nombreuses recommandations de sécurité, dont une visant les EDR d'autobus.

Les enquêteurs du BST ont identifié huit « unités électroniques » (unités de contrôle électroniques - UCE) dans l'autobus à deux étages d'AD, y compris l'enregistreur de données du MCE (module de contrôle électronique de Cummins). Au terme de son enquête, le BST a publié la recommandation R15-03, dans laquelle il propose

au ministère des Transports du Canada d'exiger l'installation dans les autobus à passagers commerciaux d'EDR spéciaux à l'épreuve des collisions.

Les obstacles à l'analyse de collision qui a suivi ont fourni quelques indications sur les spécifications idéales d'enregistrement des données qui sous-tendent la recommandation du BST en faveur de l'EDR. Il a été noté que, sur les huit UCE qui fournissaient une mémoire non volatile récupérable, le MCE était la seule unité qui conservait des données utiles : le MCE n'était déclenché pour enregistrer que lorsque le l'autobus décélérait à un rythme supérieur au taux d'événement de décélération brusque programmé de 9,0 mi/s. Aucune donnée n'aurait été stockée dans le MCE si l'autobus avait décéléré à un rythme plus lent. Le BST a également noté que les données récupérées n'étaient toujours pas suffisamment détaillées pour permettre une analyse significative, comme un horodatage significatif, la distance parcourue, les données concernant le fonctionnement des freins ABS et des freins de secours, les informations concernant le freinage au-delà de sa simple application et la pression d'air dans la conduite de frein pour déterminer la force appliquée lors du freinage. Il a été conclu qu'un taux de déclaration de 1 Hz était insuffisant pour une analyse détaillée.

La présente publication de la recommandation (R15-03) du BST a poussé Transports Canada à demander la réalisation de la présente *étude de faisabilité relative aux EDR d'autobus commerciaux* (T8080-160062).

3.3 Règlements relatifs aux EDR et aux EDRVL – Amériques

Des recherches ont été menées pour déterminer quelles activités législatives liées à l'EDR/EDRVL, le cas échéant, ont eu ou ont actuellement lieu dans les Amériques, y compris les pays d'Amérique du Nord, centrale et du Sud.

La seule activité législative significative liée à l'EDR/EDRVL que l'on trouve sur le continent américain est celle des États-Unis.

Aucune activité législative liée à l'EDR n'a lieu actuellement au Canada, au-delà de ce rapport de faisabilité réalisé par Mecanica.

Aucune activité législative liée à l'EDR n'a lieu actuellement au Mexique, au-delà de certaines exigences partielles pour l'équipement de tachygraphes dans les opérations d'« autobus de luxe ». Cependant, le Mexique n'a pas d'exigences réglementaires sur la façon dont une bande de tachygraphe est utilisée pour les heures de service du conducteur ou les enquêtes sur les accidents. La loi mexicaine exige seulement que le tachygraphe soit conforme aux exigences de la Commission économique pour l'Europe (CEE) en matière d'installation de tachygraphes dans les autocars.

Enfin, aucune activité législative liée à l'EDR n'est actuellement en cours dans les pays d'Amérique centrale ou du Sud.

3.3.1 États-Unis

En 2004, la NHTSA a publié un avis de réglementation proposée (Notice for Proposed Rulemaking - NPRM; 69 FR 32932) visant l'installation volontaire d'EDR destinés à enregistrer un jeu minimal d'éléments de données particuliers propices aux enquêtes sur les accidents, aux analyses sur le rendement des équipements et aux systèmes CAN. Il a été recommandé aux fabricants de rendre les informations accessibles au public pour permettre la récupération des données d'EDR en cas d'accident. Ce NPRM indique explicitement que l'installation d'EDR n'est obligatoire et ne prévoit qu'une mise en place volontaire de tels dispositifs dans des véhicules d'un PNBV de 8500 lb et d'un poids sans charge inférieur à 5500. Il sous-tend la partie 563 de l'article 49 du CFR (71 FR 50998),

laquelle a été publiée par la NHTSA en 2006. La règle initiale de la partie 563 publiée en 2006 a été révisée et publiée à nouveau en 2009. La partie 563 donne un aperçu de spécifications/d'exigences uniformes nationales en matière d'installation d'EDR. Elle a également proposé des exigences que les fabricants de véhicules devaient respecter lors de la mise au point d'outils et de méthodes disponibles à l'échelle commerciale permettant aux enquêteurs et aux chercheurs d'extraire les données d'EDR. De plus, la règle était volontaire et applicable aux véhicules légers d'un PNBV d'au plus 3855 kg (8500 lb) fabriqués à partir du 1^{er} septembre 2012.

En 2007, la NHTSA a publié le mémoire intitulé « Approach to Motorcoach Safety » (approche en matière de sûreté des autocars), sous le rôle n° 200728793 et dans le contexte des recommandations de sécurité H-99-53 et H-99-54 du NTSB. Ce mémoire porte sur la manière dont les spécifications d'autocars établies dans la partie 563, quant aux caractéristiques d'accident et d'autres mesures, diffèrent de celles des véhicules à passagers légers. La NHTSA indiquait qu'elle collaborait avec le comité de la SAE chargé des camions et des autobus, afin d'élaborer une norme d'enregistrement de paramètres d'accident relative aux camions lourds. Elle faisait alors référence à la norme SAE J2728, qui était en cours d'élaboration et visait l'établissement d'exigences d'exploitation d'EDRVL, et signalait qu'elle envisagerait l'application d'une exigence appropriée d'installation d'EDRVL dans des autocars, après la conception de J2728.

La NHTSA a publié une version révisée du *Vehicle Safety Rulemaking and Research Priority Plan 20092011* en octobre 2009. Le plan soulignait une priorité consistant à créer des exigences de rendement d'« EDR de véhicules lourds » et prévoyait que la prochaine décision de l'organisme serait prise en 2010. Un mois plus tard, en novembre 2009, le plan d'action en matière de sûreté des autocars (*Motorcoach Safety Action Plan*) de la NHTSA (publication n° DOT HS 811 177) a renforcé les exigences relatives aux données actuellement collectées sur les conducteurs et les exploitants d'autocars et a proposé à la FMCSA d'explorer d'autres sources de données sur les transporteurs de passagers.

En 2010, Toyota Motors Sales USA et Lexus, ainsi que la NHTSA, ont répondu à de nombreux signalements du public concernant des accélérations involontaires du système de levier d'accélération électronique (ETC) de Toyota et ont enquêté sur ces signalements. La NASA et la NAS ont également participé à l'enquête sur ces signalements de consommateurs, ce qui a entraîné le rappel de millions de véhicules par Toyota. Dans son rapport de conclusions, la NHTSA a conclu qu'elle envisagerait d'initier des réglementations sur plusieurs technologies de sécurité, dont l'EDR²⁴.

La NHTSA a publié le *Vehicle Safety Rulemaking and Research Priority Plan 20112013* en 2011. Ce plan définissait une priorité visant l'établissement d'exigences de rendement d'EDR de véhicules lourds et indiquait que l'agence déciderait d'ici 2011 s'il y avait lieu d'élaborer une réglementation relative à des exigences d'EDR ciblant les nouveaux véhicules lourds.

CURRENT BILLS IN CONGRESS			
Legislative Activity	HR 5381 MVSA 2010	S3302 Rockefeller	S3302 Udall
Applies to pass. vehicle GVWR < 10,000 lbs.	X	X	
Applies to "Medium Duty" GVWR between 10,000-26,000 lbs.			X
Applies to "Heavy Duty" GVWR >26,000 lbs			X
Mandates 563 beginning 2015	X	X	
Mandates 563 beginning 2017			X

Figure 3.3.1. Projets de loi liés à l'EDR au Congrès (20062010)²⁵

²⁴ NHTSA, *Technical Assessment of Toyota Electronic Throttle Control (ETC) Systems*, 2011.

²⁵Source : Austin, T., Cheek, T., Plant, D., Steiner, J. et Lackey, L., « SAE C1022 », module 2.

En novembre 2012, une évaluation réglementaire préliminaire (ERP) a été publiée. L'ERP a analysé les répercussions potentielles de la norme FMVSS 405 qui était proposée par la NHTSA et selon laquelle on exigerait l'installation dans tous les véhicules légers d'EDR conformes aux exigences de la partie 563 en matière de normalisation des éléments, de la saisie, du format, de la récupération et de la surviabilité aux accidents des données d'EDR. La proposition n'apportait aucune modification aux exigences de la partie 563, mais exigeait que tous les fabricants de véhicules concernés se conforment d'ici le 1^{er} septembre 2014.

La NHTSA a indiqué que la réponse de l'industrie à l'enquête du programme d'évaluation des véhicules neufs (PEVN) indiquait que 91,6 % des véhicules applicables de l'année modèle 2010 étaient équipés d'un EDR. La norme FMVSS 405 a été proposée pour combler le manque d'installation d'EDR. Il a été indiqué que cette mesure permettrait aux chercheurs d'évaluer de façon plus complète les systèmes électroniques complexes des véhicules et de déterminer les problèmes critiques liés au fonctionnement de ces dispositifs de sécurité. La normalisation des éléments, ainsi que la saisie et la récupération des données ont été suggérées afin d'améliorer la disponibilité des données pour les systèmes d'AAC avancés et les réponses au trafic d'urgence.

Cette proposition rendait toutefois obligatoire l'installation d'EDR dans les coussins gonflables frontaux des véhicules légers, alors que la règle de la partie 563 de 2006 instituait l'installation des EDR de véhicules à passagers sur une base volontaire. Le coût pour équiper les 1,32 million de véhicules légers sans EDR et ainsi faire passer l'installation des EDR de 91,6 à 100 % des véhicules légers a été estimé à 26,4 millions de dollars. Les coûts estimés comprenaient le matériel pour le stockage des données enregistrées, les améliorations technologiques, les coûts d'assemblage et de conformité, ainsi que la paperasserie; le coût par véhicule a été estimé à 20 \$ US. L'ERP a indiqué que la majorité des véhicules sans EDR étaient des véhicules spécialisés de luxe, mais que ceux-ci étaient exemptés du mandat en raison de leurs systèmes de contrôle et de sécurité électroniques avancés.

L'ERP de 2012 concernant la FMVSS 405 ne portait cependant pas sur les véhicules moyens et lourds, probablement car ces derniers comportaient déjà souvent des dispositifs d'enregistrement embarqués et étaient ciblés par des exigences distinctes.

Le 13 décembre 2012, la NHTSA a publié un NPRM *Federal Motor Vehicle Safety Standards; Event Data Recorders* (77 FR 74144), qui a permis la progression de la FMVSS 405 proposée précédemment : *Event Data Recorders*. Comme prévu, la FMVSS 405 a élargi la partie 563 alors en vigueur et a rendu obligatoire l'installation d'EDR telle que définie dans la règle actuelle. De plus, proposition que la partie 571 de FMVSS 405 souligne et exige une conformité des EDR à des exigences de surviabilité et de rendement fondées sur des essais d'accident. La norme s'applique aux véhicules légers, y compris les véhicules à passagers, les camions et les autobus d'un PNBV d'au plus 3 855 kg (8 500 lb) et d'un poids sans charge d'au plus 2 495 kg (5 500 lb), fabriqués à partir du 1^{er} septembre 2014, à l'exception des « camions de type fourgon à accès en position debout ».

Le 30 janvier 2013, des représentants de fabricants à faible volume (FFV), dont McLaren Group, Lotus Cars Ltd, Ferrari SpA et Aston Martin Lagonda Ltd., ont rencontré la NHTSA pour discuter du NPRM de décembre 2012 rendant les EDR obligatoires au moyen de la norme FMVSS 405. Ces FFV s'inquiétaient de l'incidence que l'intégration des EDR dans les programmes de conception et d'essai existants aurait sur leurs cycles de conception, qui sont plus longs que ceux des grands fabricants. Les FFV ont fait remarquer que leurs UCE n'étaient pas conformes à la partie 563 et que, dans certains cas, les fabricants avaient réduit la fonctionnalité des UCE pour être exemptés de la partie 563 compte tenu de ses critères étendus. Les FFV ont présenté des estimations de coûts et de délais pour plaider en faveur de l'exclusion de la mise en œuvre progressive des EDR avant la date de conformité proposée du 1^{er} septembre 2014 et ont estimé qu'une date de conformité du 1^{er} septembre 2017 pourrait être prévue.

Le 5 mars 2013, des représentants de la NHTSA se sont réunis avec Agero pour discuter du NPRM de décembre 2012 proposant l'installation obligatoire d'un EDR dans tous les véhicules légers. Agero, qui compte parmi ses partenaires des compagnies d'assurance et des constructeurs automobiles, a expliqué comment l'EDR pouvait potentiellement améliorer leurs services, qui comprennent la notification des collisions et l'assistance routière. Le 25 avril de la même année, des représentants de Bosch ont également rencontré la NHTSA pour discuter du NPRM.

La NHTSA a publié une *Request for Comment on Automotive Electronic Control Systems Safety and Security* (79 FR 60574) en octobre 2014. Cette demande reconnaît le rapport spécial n° 308 de 2012 du TRB de la NAS, qui détermine cinq défis de sécurité dans les futurs systèmes de contrôle électronique et propose des recommandations pour relever ces défis. Parmi ces recommandations, la NAS a proposé que la NHTSA devrait assurer une mise en œuvre d'EDR communs dans les nouveaux véhicules. Il a été suggéré que l'EDR pourrait potentiellement déterminer quand des dysfonctionnements se sont produits dans l'électronique automobile critique pour la sécurité.

Le 6 janvier 2015, le 114^e Congrès des États-Unis a tenu sa première séance de la nouvelle année et a introduit H.R. 22 : « Fixing America's Surface Transportation Act », ou la loi FAST. La loi FAST a alloué des fonds au DOT pour des projets d'amélioration des infrastructures. Au sein de cette loi de 490 pages, en vertu du sous-titre C « Miscellaneous Provisions », se trouvait la « Part I – Driver Privacy Act of 2015 », qui abordait la question de la propriété des données et décrivait la confidentialité des données, avec des limitations particulières sur la récupération des données des EDR des véhicules. La loi a finalement prévu l'utilisation des données des EDR aux fins du système d'AAC et de la recherche sur la sécurité routière.

La Driver Privacy Act de 2015, 24303^s, a décrit la planification d'une étude sur l'EDR des véhicules, en ordonnant à l'administrateur de la NHTSA, dans un an, de faire un rapport au Congrès sur le temps avant et après un accident pendant lequel l'EDR devrait capturer des données pour fournir suffisamment d'informations pour enquêter sur les causes de l'accident. Elle exigeait en outre que l'administrateur de la NHTSA promulgue une réglementation sur les EDR au plus tard deux ans après ce rapport initial.

La NHTSA a publié un avis prolongeant la période de commentaires pour les *Guidelines for the Safe Deployment and Operation of Automated Vehicle Safety Technologies* (81 FR 31296) en mai 2016. La NHTSA a souligné les sujets abordés lors des réunions publiques concernant les directives propres aux VA, qui comprennent l'évaluation des capacités d'enregistrement de données pour surveiller le bon fonctionnement des systèmes de VA, ainsi que les éléments déclencheurs appropriés pour déterminer l'état de fonctionnement et les défaillances potentielles de ces systèmes. Les préoccupations relatives à l'accès aux données et à la protection de la vie privée ont également été soulignées en ce qui concerne la façon dont les données seraient accessibles et par qui. L'examen des capacités des systèmes de VA pour la détection des dangers sur les routes et l'atténuation des accidents a été proposé, ainsi que les méthodes et la documentation qui pourraient être produites concernant la sécurité fonctionnelle et la cybersécurité de ces systèmes.

En 2016, la NHTSA et la FMCSA ont publié conjointement le NPRM *Parts and Accessories Necessary for Safe Operation; Speed Limiting Devices* (81 FR 61942). Ce NPRM exigeait que les FEO et les transporteurs de VMC installent des dispositifs de limitation de vitesse sur les véhicules lourds, déterminés comme étant des véhicules à passagers polyvalents, des camions, des autobus et des autobus scolaires dont le PNBV est supérieur à 11 793,4 kg (26 000 lb), fabriqués à partir de septembre 2020, en tenant compte de la possibilité de moderniser les véhicules plus anciens. L'objectif était de limiter la vitesse maximale du véhicule et d'assurer la responsabilité en intégrant un dispositif qui lit le réglage de vitesse actuel du véhicule et deux réglages de vitesse précédents (enregistrements comprenant la date et l'horodatage des changements de réglage) au moyen de la connexion OBD. Les coûts de mise en conformité ont été évalués comme étant minimales étant donné les capacités déjà existantes des UCE des FEO pour limiter la vitesse des véhicules. Le NPRM ne mentionne pas l'EDRVL, mais traite clairement des capacités d'enregistrement et de surveillance des données déjà présentes dans les UCE des FEO de véhicules lourds.

La NHTSA a publié un NPRM en 2017, *Federal Motor Vehicle Safety Standards; V2V Communications* (82 FR 3854), pour normaliser le message et le format des transmissions V à V. La proposition FMVSS 150 exigeait l'envoi et la réception de messages de sécurité de base concernant la vitesse du véhicule, son cap, l'état de la transmission, l'état du contrôle de stabilité, l'état des freins et d'autres éléments de données entre les véhicules afin d'avertir des dangers et de prévenir les accidents. Le NPRM s'appliquait uniquement aux véhicules légers dotés de capacités de communication V à V.

Au moment de la rédaction du présent rapport, aucune réglementation exigeant les EDRVL n'est en vigueur aux États-Unis. La dernière discussion de la NHTSA à propos des EDRVL a été publiée dans le plan d'action du DOT américain en matière de sécurité des autocars (*Motorcoach Safety Action Plan* - DOT HS 811 177) en novembre 2009; les EDRVL étaient encore considérés comme prioritaires dans le *NHTSA Vehicle Safety and Fuel Economy Rulemaking and Research Priority Plan 20112013* de 2011.

3.3.2 Mexique

En 1990, Carlos Salinas de Gortari, alors président du Mexique, a fondé le service différencié de première classe « Enlaces Terrestres Nacionales » (ETN), qui reposait sur l'exploitation des premiers autocars brésiliens Mercedes-Benz (modèles OM-371 RS et RSD) dotés de tachygraphes de série. Pour justifier l'introduction de ce nouveau tachygraphe largement inconnu au Mexique, M. Salinas de Gortari a pressé le *Secretaria de Transportación y Comunicaciones* (ministère des Communications et des Transports) de produire une loi réglementant le service public de transport de passagers.

C'est ainsi qu'a été élaboré le « REGLAMENTO para el servicio público de autotransporte federal de pasajeros » (RÈGLEMENT relatif au service public du transport automobile fédéral de passagers au Mexique) et publié dans le *Diario Oficial de la Federación (DOF; Journal officiel de la Fédération)* le 30 mai 1990. Les chercheurs hispanophones de Mecanica ont traduit et résumé ici des extraits des lois mexicaines. Les tachygraphes sont traités dans les articles 25, 26 et 38 de la publication, dans le chapitre sur les services.

ARTICLE 25. *Le premier service de luxe opère sur des trajets d'origine et de destination entre des populations offrant au passager des services supplémentaires pour son confort; il doit être fourni dans un autobus intégral de 7 ans maximum, avec système de climatisation, sièges inclinables, sanitaires, équipement sonore, **tachygraphe** et autres caractéristiques à indiquer par le Secrétariat.*

ARTICLE 26. *Le service de première classe est celui qui opère sur des trajets d'origine et de destination qui limitent le nombre de passagers au nombre de sièges dans l'autobus. Il doit s'agir d'un autobus intégral doté d'un **tachygraphe**, d'un système de climatisation, de sièges inclinables, d'installations sanitaires et d'autres caractéristiques indiquées par le Secrétariat.*

Dans les cas ci-dessus, le tachygraphe est mentionné, mais sans explication sur son utilisation ou les avantages de son utilisation.

ARTICLE 38. *Les véhicules destinés à la fonction publique fédérale doivent être équipés de commandes de vitesse graphiques. Le Secrétariat édicte les dispositions qu'il juge nécessaires pour que les véhicules respectent les limites de vitesse autorisées.*

Ici, il n'y a pas eu d'autres explications ou d'autres réglementations concernant l'objectif des commandes de vitesse graphiques (tachygraphe) ou la façon dont les commandes de vitesse graphiques devaient être utilisées pour faire respecter les lois sur la vitesse.

3.4 Règlements internationaux relatifs aux EDR et aux EDRVL

À l'échelle internationale, les seuls règlements trouvés qui relèvent plus ou moins de l'EDR sont les normes de l'Union européenne et du Royaume-Uni concernant les tachygraphes numériques (ou les tachygraphes mécaniques pour les véhicules plus anciens).

3.4.1 Royaume-Uni, Union européenne et Russie

Une analyse documentaire des règlements pertinents au Royaume-Uni, dans les États membres de l'Union européenne et en Russie a été réalisée. La seule technologie obligatoire qui ressemble un peu à l'EDR ou à l'EDRVL est le tachygraphe mécanique ou électronique, dont l'objectif principal est d'enregistrer les HT du conducteur.

Le règlement de la Commission européenne n° 1360/2002 régit l'utilisation de tachygraphes en Europe depuis le 13 juin 2002.

En août 2003, la Commission européenne a publié un rapport final sur la sécurité améliorée des occupants d'autocars et d'autobus (Enhanced Coach and Bus Occupant Safety Final Report – ECBOS), dans le cadre du programme de croissance compétitive durable du cinquième cadre de travail (Competitive and Sustainable Growth Programme of the Fifth Framework). Ce projet, réalisé conjointement par la Technical University Graz (Autriche), le Cranfield Impact Centre (Royaume-Uni), la Loughborough University (Royaume-Uni), le Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft (Allemagne), la Politecnico di Torino (Italie), TNO Automotive (Pays-Bas) et la Universidad Politécnica de Madrid - INSIA (Espagne).

Cette recherche ECBOS a été motivée par le fait qu'environ 20 000 autobus et autocars européens ont été impliqués dans des accidents qui ont causé 30 000 blessures et 150 décès. Les conclusions issues de cette étude ont mené à diverses recommandations sur la résistance aux accidents des autobus, sur la compatibilité des structures d'autobus et de camions lourds avec des véhicules à passagers plus bas et petits, sur les dispositifs de retenue des occupants, sur l'amélioration de la protection des conducteurs, sur l'atténuation des tonneaux, de même que sur prévention de l'éjection totale ou partielle des occupants. L'étude comprenait aussi des recommandations au sujet d'une harmonisation des bases de données sur les accidents et de directives touchant l'utilisation de techniques numériques.

Parmi toutes les recommandations de sécurité formulées dans le rapport ECBOS de 2003, aucune ne mentionne la technologie d'EDR ou d'EDRVL.

Le Royaume-Uni, les États membres de l'Union européenne et la Russie n'ont pas de règlement en matière d'EDR ou d'EDRVL au moment de la rédaction du présent rapport.

3.4.2 Japon

À la suite d'un accident d'autobus mortel survenu en janvier 2015 dans la préfecture de Nagano, le gouvernement japonais a annoncé le 7 mars 2016 l'obligation d'équiper tous les autobus nolisés d'enregistreurs de données vidéo.

Au moment de la rédaction du présent rapport, nous n'avons pas été en mesure d'obtenir une copie des règlements japonais pour les examiner et les aborder dans les conclusions.

3.4.3 Chine

Lors du sixième symposium de recherche sur la sécurité de SHRP 2, le 14 juillet 2011, le Dr Yan Wang a présenté un « National Road Safety Action Plan in China » (plan d'action chinois en matière de sécurité routière). Dans cette présentation, Wang a mentionné une entente de coopération signée en 2008 par les ministres chinois des Transports, de la Sécurité publique et de la Science et de la technologie. Cette entente marquait le lancement d'un plan d'action national en matière de sécurité routière visant à prévenir les accidents, ainsi que les blessures et les décès de masse, à en réduire le nombre et à améliorer les opérations de sauvetage, d'avertissement préalable, de contrôle et d'urgence. On discute d'une technologie qui favorise l'atteinte de quatre objectifs relatifs aux buts susmentionnés, y compris des dispositifs qui permettent d'influer sur le comportement des conducteurs, d'organiser les mesures de sécurité touchant les véhicules de transport, de gérer la circulation routière et d'appliquer la réglementation qui s'y rattache, de même que d'améliorer la sûreté des infrastructures routières.

Pour le premier objectif, qui consiste à intervenir dans le comportement des usagers de la route, l'utilisation de la technologie a été suggérée pour surveiller, analyser le comportement des usagers de la route et y intervenir; déterminer les conditions anormales de la route et avertir au préalable les conducteurs de véhicules commerciaux; former, mettre à l'essai et gérer cette technologie pour les conducteurs; et utiliser la technologie pour communiquer et informer sur la sécurité routière. Deuxièmement, une technologie a été proposée pour organiser la sécurité des véhicules et le transport en surveillant les opérations des véhicules commerciaux et en inspectant le rendement de la sécurité des véhicules. Troisièmement, la technologie devait être utilisée dans la gestion de la circulation routière et de la sécurité en améliorant les sauvetages d'urgence, en traitant plus rapidement les accidents graves de la circulation, en améliorant l'analyse et la reconstitution des accidents, ainsi qu'en déterminant et en contrôlant les infractions à la circulation. Enfin, l'amélioration de la sécurité des infrastructures routières pourrait être obtenue grâce à des évaluations de la sécurité améliorées par la technologie pendant les périodes de conception et d'exploitation des routes, à la surveillance des opérations et à la gestion des urgences pour les grands ponts et tunnels, au diagnostic des infrastructures routières en vue de leur réparation, ainsi qu'à la surveillance et à l'avertissement de la circulation en cas de conditions météorologiques défavorables.

Au cours d'une phase de recherche réalisée de 2009 à 2011 et financée par les gouvernements central et locaux, on a tenté de lancer d'importants projets de démonstration dans un réseau

routier de 5000 km, afin d'établir une série de spécifications technologiques relatives à la sécurité routière dans un plan d'action durable. Cinq provinces ont participé à des inspections de sécurité ciblant des véhicules commerciaux et à des formations sur la sécurité routière. On a conçu une base intégrée de données sur les accidents routiers destinée à des organismes policiers et routiers, ainsi que des technologies de surveillance des conducteurs. Dans la présentation, on proposait des objectifs rattachés à la prochaine phase de recherche. La nouvelle infrastructure de sécurité devait principalement viser des autoroutes, des routes rurales et à faible débit et des véhicules commerciaux. Elle devait également être mise en œuvre dans l'Internet des objets, dans le système de navigation Beidou et par le biais d'interventions concernant le comportement des conducteurs.

Au moment de la rédaction du présent rapport, l'équipe de recherche de Mecanica a tenté à plusieurs reprises, sans succès, d'entrer en contact avec la Chine et de discuter des activités de recherche ou de réglementation en matière d'EDR.

3.4.4 Région du Moyen-Orient

En Israël, le ministère des Transports est une entité gouvernementale dont les objectifs déclarés sont de planifier et d'élaborer le réseau de transport national, en mettant l'accent sur l'amélioration de la sécurité, de la sûreté et de l'efficacité; d'intégrer des solutions de transport; d'assurer des systèmes de transport durables; et d'utiliser des technologies de pointe dans l'exploitation des installations de transport. Dans le document de 2006 intitulé « Intelligent Transportation Systems [ITS] in Israel » (les systèmes de transport intelligents [STI] en Israël), Zeev Shadmi, scientifique en chef du ministère israélien des Transports à l'époque, identifie des initiatives d'intérêt rattachées aux STI.

Une initiative a porté sur les systèmes de gestion des parcs de véhicules. Elle a déterminé les unités embarquées comme les systèmes GPS, CAN-bus et modem cellulaire équipant des dizaines de parcs de véhicules et des milliers de véhicules. De plus, un assistant électronique du conducteur et l'utilisation d'« EDR embarqués » ont été mis en évidence pour la gestion de la sécurité des parcs de véhicules.

L'incidence des enregistreurs de données routières embarqués (EDR embarqués) a été étudié par Toledo et Lotan de l'institut Technion-Israel. Dans leur publication de 2006 intitulée « In-Vehicle Data Recorder for Evaluation of Driving Behavior and Safety » (utilisation d'EDR embarqués pour évaluer le comportement et la sécurité des conducteurs), ils traitent en détail d'un prototype d'enregistreur intelligent de données vidéo (EIDV) conçu pour surveiller les déplacements des véhicules et les actions des conducteurs, afin d'étudier le comportement de ces derniers et les collisions routières et d'ainsi améliorer la sécurité sur les routes. Dans le cadre de l'étude de Toledo et Lotan, les EIDV visaient à surveiller le comportement des conducteurs lors d'événements associés aux accidents, mais également leur comportement hors du contexte d'une collision. Les chercheurs ont constaté que la rétroaction par EIDV a initialement eu une incidence positive importante sur le comportement des conducteurs, effet qui a toutefois diminué après cinq mois. Les conclusions contemporaines tirées du projet SAMOVAR Drive II de

1992-1995 correspondent à celles de Toledo et Lotan, selon lesquelles les EIDV peuvent influencer sur le comportement des conducteurs et ainsi améliorer la sécurité routière, lorsque les conducteurs font l'objet d'une rétroaction continue basée sur des données enregistrées.

En présentant l'initiative STI concernant les assistants électroniques du conducteur et l'EIDV, M. Shadmi a mis en avant le GPS, les accéléromètres (x, y) et le modem cellulaire pour leurs mesures en temps réel de la vitesse et des accélérations et leur capacité à déterminer les manœuvres excessives. Les interventions des agents de sécurité ont été mises en évidence et un test opérationnel sur le terrain à grande échelle concernant deux fournisseurs de services et 900 véhicules appartenant à cinq organisations a été indiqué.

Au moment de la présentation, on mentionnait un programme de conception et de recherche sur la sécurité électronique qui avait été lancé pour le compte du ministère israélien des Sciences et de la Technologie, afin de se concentrer sur des technologies du projet FP5 de l'UE, comme Mobileye, Roadeye et « Aider » (eCall), dans le marché commercial des services d'appel d'urgence (eCall).

Ces initiatives étaient considérées comme des facteurs qui contribuent à un cadre de travail et à une politique israélienne de STI visant une adaptation des cadres européen et étatsunien (DOT) de STI. Des normes de STI devaient être élaborées par le comité d'experts de l'institut israélien des normes (Israel Institute of Standards), dans un contexte de coopération avec l'UE sur le plan d'une sécurité électronique fondée sur les STI.

Un effort a été fait pour rechercher des initiatives gouvernementales visant à étudier les collisions, la sécurité des conducteurs et les dispositifs de type EDR en Turquie, en Arabie saoudite, au Koweït, au Qatar et aux Émirats arabes unis. À ce jour, aucune information n'a été trouvée sur ce sujet.

3.4.5 Australie

La commission australienne nationale des transports (National Transport Commission – NTC) est un organisme de recherche indépendant mandaté par la loi de conseiller les autorités intergouvernementales australiennes chargées des transports sur les réglementations et les réformes opérationnelles dans le domaine du transport routier, ferroviaire et intermodal. La publication de 2014 intitulée *Delivering a Compliance Framework for Heavy Vehicle Telematics, Final Policy Paper* visait à établir un cadre maximisant les avantages commerciaux et de sécurité de la télématicque embarquée dans les véhicules, conformément à la sécurité et à la conformité réglementaire.

Dans ce document, on soulignait que les industries australiennes du transport routier et des autobus avaient déjà muni leurs véhicules de dispositifs télématicques destinés à améliorer leur sûreté et leur efficacité. Elle a formulé en 2011 des recommandations relatives à la conception d'une politique de conformité destinée à aider l'adoption de la télématicque dans ces industries, puis présenté une proposition en 2012 afin de s'assurer que les STI de chaque région soient

compatibles et qu'un ensemble de principes de conformité soit conjointement établi. La proposition d'un cadre de conformité a commencé par un *document de discussion* publié en 2013 avec la vision énoncée :

L'utilisation généralisée de la télématique embarquée, soutenue par des systèmes de gestion et de rapports réactifs, a permis d'atteindre de meilleurs niveaux de conformité réglementaire. Cela a conduit à une responsabilisation et à une autorégulation accrues au sein de l'industrie et a permis une mise en application plus ciblée des opérateurs à haut risque. Dans l'ensemble, cela a contribué de façon significative à la réduction des taux d'accidents des véhicules lourds, à l'amélioration de la productivité et à la réduction de leur impact environnemental.

Les objectifs du cadre étaient triples. Le premier objectif était de fournir une ressource aux autorités publiques pour évaluer les risques et déterminer les opérateurs à haut risque, ainsi qu'aux entreprises pour exploiter la télématique afin d'améliorer les performances des conducteurs. Le deuxième objectif visait à établir un ensemble de données commun fondé sur des normes internationales qui permettrait de réaliser un « mécanisme de protection de la vie privée dès la conception » afin de garantir que seules les données télématiques pertinentes nécessaires à une tâche réglementaire soient accessibles. Un ensemble de données et un dictionnaire de données communs ont été élaborés et comprennent l'enregistrement des heures de travail et de repos, l'enregistrement de la localisation des véhicules et des envois, ainsi que le contrôle de la masse et de la vitesse, avec la possibilité d'intégrer d'autres normes dans l'ensemble de données commun.

Le troisième objectif a établi 10 principes pour l'élaboration de cet ensemble de données commun, dont huit concernent la responsabilité et l'obligation de rendre compte de l'utilisation de ces données par les autorités. Les deux autres portaient sur l'objectif d'interopérabilité et d'universalité de l'ensemble de données dans les applications commerciales et de conformité, dans le but fondamental d'améliorer la sécurité.

Dans son *Final Policy Paper* de 2014, la NTC a réaffirmé la position qu'elle avait adoptée dans son *document de discussion* de 2013, qui comprenait qu'un cadre général n'était pas le moyen approprié pour évaluer les incidences réglementaires de la télématique obligatoire. Au lieu de cela, la NTC a fait valoir qu'une analyse des coûts et des avantages doit valider la nécessité de la télématique obligatoire, pour laquelle elle a trouvé des preuves insuffisantes pour recommander la télématique obligatoire en général. La NTC a conclu que, même si la télématique surveillant la vitesse et la fatigue a fourni à certains opérateurs un moyen d'assurer la sécurité des conducteurs, le gouvernement n'intervient généralement pas dans la prise de décision commerciale. Par conséquent, l'industrie devrait explorer des accords de contrats commerciaux pour encourager une plus grande adoption de la télématique dans la chaîne d'approvisionnement du transport. La NTC a conclu qu'une application réglementaire plus précise devrait être déterminée pour justifier une politique de télématique imposée par la réglementation, bien que l'adoption commerciale volontaire de la télématique conformément au cadre proposé soit recommandée.

3.5 Précision des données

Depuis 2000, soit l'année modèle, la grande majorité des autobus et des camions commerciaux ont été munis de fonctions d'EDRVL de FEO, afin de permettre l'enregistrement de nombreuses données lors d'un freinage brusque ou d'une collision impliquant ou non un freinage. Certaines de ces fonctions d'EDRVL peuvent également déclencher des enregistrements de données pour les événements de « dernier arrêt », définis simplement comme l'arrêt complet du véhicule. En ce qui concerne l'événement de dernier arrêt, certaines fonctions d'EDRVL peuvent ou non exiger une période de temps pour l'arrêt du véhicule, pour le serrage du frein de stationnement ou pour la coupure du contact.

Il est important de distinguer qu'une majorité des données de type EDRVL aux États-Unis proviennent d'EDRVL fournis par le FEO. Les fonctions d'EDRVL de FEO utilisent les UCE, les réseaux de communication et les capteurs qui sont installés dans les véhicules en usine; aucun équipement supplémentaire n'est donc acheté ou installé dans le véhicule.

La discussion suivante sur les sources de données, leur fiabilité et leur précision mise particulièrement sur les sources de données pour les EDRVL de FEO.

Le marché secondaire de l'ALENA présente des DEE et des dispositifs de répartition/de surveillance de parc commercial qui enregistrent des données sur les incidents, comme les événements de « freinage brusque » ou les rapports d'« événements critiques ». Ces systèmes ne s'appuient pas sur leurs propres capteurs pour enregistrer des éléments de données comme la vitesse du véhicule, la vitesse de rotation du moteur, le pourcentage d'accélération, le freinage, l'embrayage et le serrage du frein moteur. Ces systèmes exploitent plutôt les bus CAN des véhicules (ou le bus série J1587 pour les modèles de véhicules plus anciens) et sont configurés pour surveiller ces canaux pour y recueillir des données sur le bus CAN J1939 (ou le bus série J1587).

Pour ces dispositifs du marché secondaire dotés de la fonctionnalité d'EDRVL, les données de vitesse enregistrées peuvent provenir du CVV du véhicule au moyen du bus CAN J1939 ou le bus série J1587 du véhicule. Alternativement, les données de vitesse du véhicule peuvent être calculées à partir des données de position GPS du véhicule de l'EDRVL du marché secondaire. Certains systèmes permettent également de basculer automatiquement entre les données fournies par l'autobus local lorsque le signal GPS est faible et la vitesse calculée par le GPS.

L'équipe de recherche de Mecanica Scientific a effectué des tests et des évaluations approfondis des données télématiques fondées sur le GPS afin d'examiner la précision et la fiabilité de la vitesse du véhicule calculée par le GPS. La fiabilité et la précision de la position GPS et du calcul de la vitesse du véhicule sont une fonction dynamique de la puissance du signal GPS et du mode de fonctionnement du véhicule. Les conclusions de Mecanica sur la précision et la fiabilité de la position GPS et du calcul de la vitesse du véhicule sont examinées plus loin dans cette section.

Trois questions principales doivent être posées concernant l'exactitude des données rapportées par les EDRVL :

1. Les données proviennent-elles d'un véhicule particulier?
2. Les données proviennent-elles d'un événement particulier?
3. Quelle est la précision des données?

Les sections suivantes abordent ces questions et fournissent des méthodes et des solutions pour déterminer l'exactitude des données d'EDRVL.

3.5.1 Sources de données des véhicules

Plusieurs types de données différentes sont stockées et enregistrées dans l'UCE des véhicules lourds du marché régi par l'ALENA. Une multitude de capteurs et de sources de données fonctionnent en tandem pour capturer ces informations et les rendre facilement disponibles pour l'imagerie. Les principaux de ces capteurs sont le capteur de vitesse du véhicule, le capteur de vitesse de rotation du moteur, le capteur de position de la pédale d'accélérateur, le capteur de position de la pédale de frein et le capteur de position de la pédale d'embrayage. Vous trouverez ci-dessous une brève description et des figures pour chacun d'entre eux²⁶.

Le CVV est généralement monté sur l'anneau de tonalité situé à l'arrière de la transmission, qui doit être en rotation pour générer un signal que le CVV envoie à l'UCE. Les données du CVV sont diffusées sous la forme d'un signal de tension CA (onde sinusoïdale) et représentent une valeur d'impulsions/de révolution, qui est convertie en km/h (ou mi/h) par l'UCE.

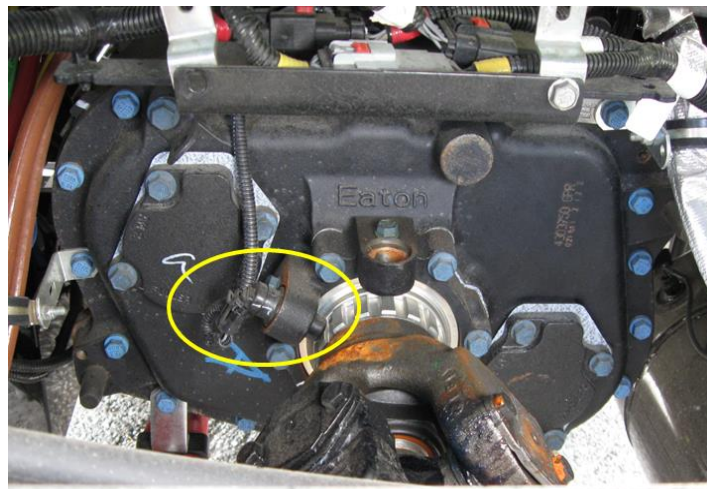


Figure 3.5.11. Capteur de vitesse du véhicule

Le capteur de vitesse de rotation du moteur est monté à l'arrière du moteur et fonctionne comme le CVV en mesurant la rotation du vilebrequin du moteur au niveau du volant pour calculer la vitesse de rotation du moteur en tours par minute (tr/min).

²⁶ Ibid., module 1.

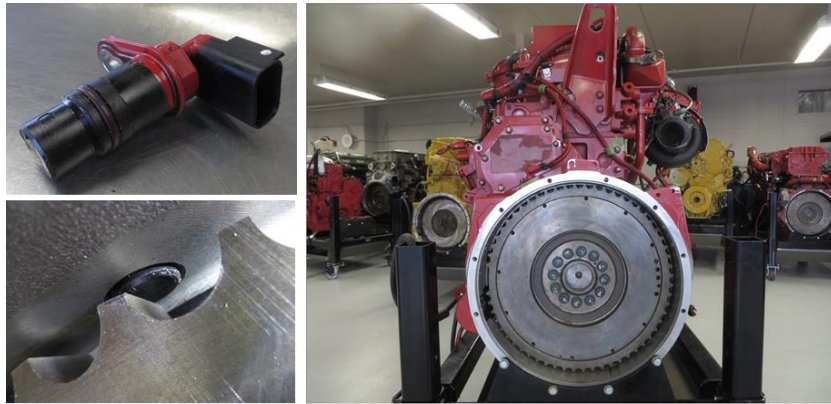


Figure 3.5.12. Capteur de vitesse de rotation du moteur

Le capteur de position de la pédale d'accélérateur est généralement monté sur la pédale d'accélérateur ou près de celle-ci et émet une tension proportionnelle au pourcentage d'application de la pédale.



Figure 3.5.13. Capteur de position de la pédale d'accélérateur

Le capteur de position de la pédale d'embrayage est également monté près de la pédale elle-même, mais il fonctionne essentiellement comme un interrupteur marche/arrêt pour enregistrer l'application de la pédale.

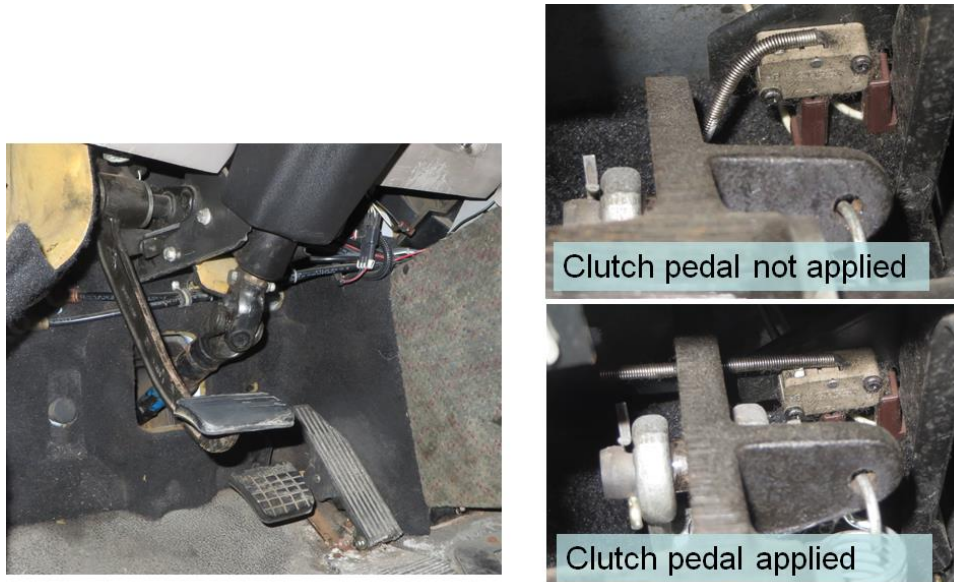


Figure 3.5.14. Capteur de position de la pédale d'embrayage

Le capteur de position de la pédale de frein est installé en ligne avec le système d'air du véhicule et il fonctionne lui aussi comme un interrupteur marche/arrêt.

Afin de vérifier l'exactitude des données obtenues par l'EDRVL, les paramètres programmés doivent être comparés aux caractéristiques physiques du véhicule²⁷. Les inspections physiques doivent documenter de nombreuses sources de données sur le véhicule, y compris les affichettes situées à l'intérieur du véhicule, telles que les affichettes de porte (figures 3.5.15 et 3.5.16), les plaques du tableau de bord et les affichettes de la « boîte à gants ». Ces affichettes indiquent le numéro d'identification du véhicule (NIV), la date de fabrication et la taille recommandée des pneus. L'affichette du moteur (figure 3.5.17) indique le modèle du moteur, le numéro d'unité/de série et la date de fabrication; l'affichette de l'UCE (figure 3.5.18) indique le modèle, le numéro de pièce, le numéro de série et le numéro de série du moteur; l'affichette de la transmission (figure 3.5.19) indique le modèle et le numéro de série; l'affichette du différentiel de l'essieu moteur (figure 3.5.110) indique le modèle de l'essieu, le numéro de série, le rapport et la date de fabrication; et le flanc des pneus de l'essieu moteur/des essieux indique la taille des pneus, la gamme de charge et le numéro DOT.

L'imagerie de données fournit les paramètres programmés pour l'UCE du moteur, comme le numéro d'identification du véhicule (NIV), qui doit correspondre à ce qui a été trouvé sur le véhicule. Tous les paramètres doivent être comparés aux données recueillies lors de l'inspection physique pour s'assurer que les valeurs des paramètres programmés correspondent à celles trouvées sur le véhicule.

²⁷Steiner, J., Cheek, T., et Hinkson, S., « Data Sources and Analysis of a Heavy Vehicle Event Data Recorder – V-MAC III », *SAE Int. J. Commer. Veh.* 2(1):4957, 2009; voir également Bayan, F. P., Cornetto, A. D., Dunn, A., Tanner, C. B., *et al.*, « Comparison of Heavy Truck Engine Control Unit Hard Stop Data with Higher-Resolution On-Vehicle Data », *SAE Int. J. Commer. Veh.* 2(1). 2:2938, avr. 2008.

Sur demande, de nombreux concessionnaires de véhicules lourds fourniront la fiche de construction du véhicule, qui fournit une grande partie des données nécessaires pour recouper les valeurs programmées par l'UCE et celles trouvées lors de l'inspection physique. La fiche de construction peut également être utilisée pour déterminer si des modifications ont été apportées au véhicule depuis sa vente initiale.

Le but de la détermination de la taille programmée et réelle des pneus, de la transmission et du rapport arrière est de corriger les données lors du calcul de la vitesse réelle sur route. Les fabricants de pneus et de transmissions ont publié des données, disponibles sur Internet, qui précisent le nombre de tours par kilomètre et les rapports de transmission en fonction du type de transmission. Ces valeurs peuvent être utilisées pour vérifier par recoupement les valeurs programmées de l'UCE afin de garantir l'exactitude des données.

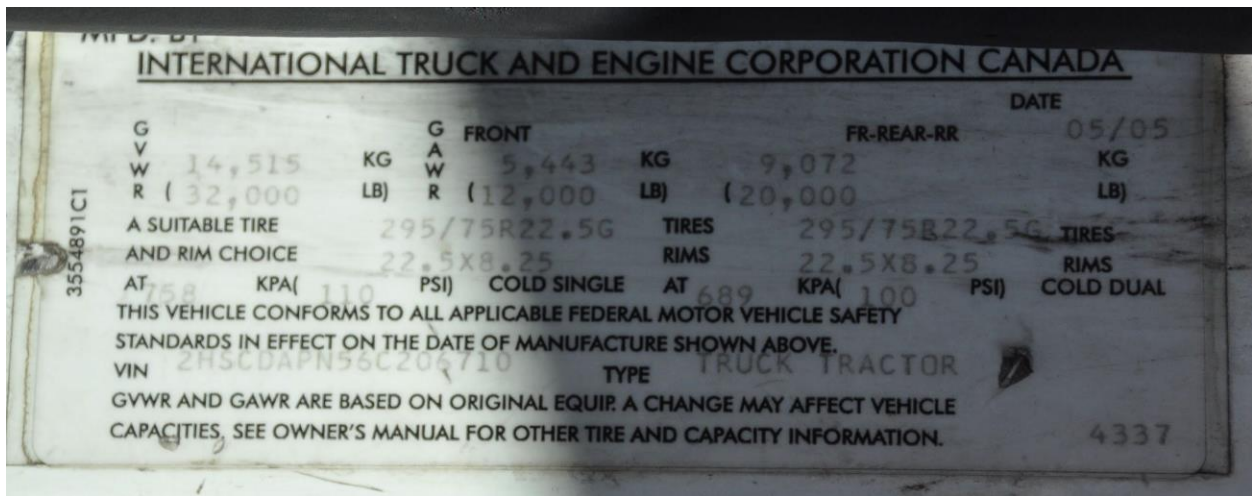


Figure 3.5.15. Affichette de montant de porte – exemple 1



Figure 3.5.16. Affichette de montant de porte – exemple 2



Figure 3.5.17. Affichette du moteur

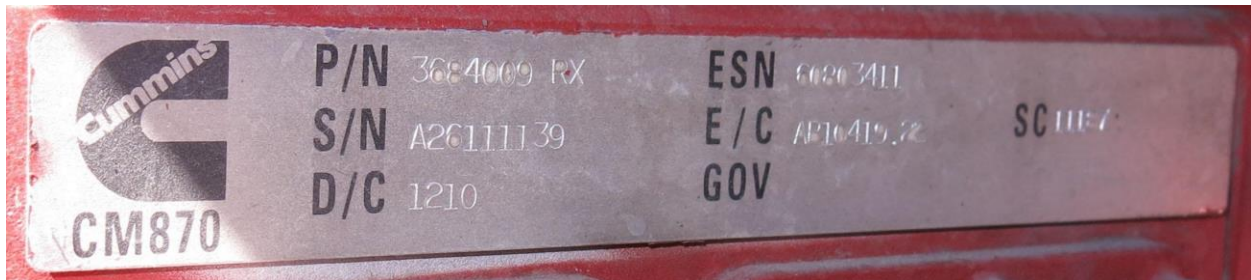


Figure 3.5.18. Affichette de l'UCE



Figure 3.5.19. Affichette de la transmission



Figure 3.5.110. Affichette du différentiel de l'essieu moteur

Ces données d'identification du châssis du véhicule et les numéros de série du moteur, de la transmission et de l'essieu sont également utilisés pour vérifier qu'un ensemble de données imagé (téléchargé) à partir d'un véhicule particulier peut être vérifié par le NIV, le moteur vérifié par le numéro de série du moteur et l'UCE particulière vérifiée par le ou les numéros de série de l'UCE.

3.5.2 Événements liés aux véhicules

La plupart des véhicules lourds routiers sont capables d'enregistrer des données propres à un incident, comme les freinages brusques ou les derniers arrêts. Un événement de freinage brusque est déclenché à la suite d'une décélération rapide du véhicule qui dépasse le seuil de changement de vitesse programmé. Un événement de dernier arrêt est déclenché lorsque le véhicule s'arrête complètement. Ces événements sont déclenchés et saisis différemment selon les fabricants de moteurs, tels que Detroit Diesel et Cummins. De nombreux fabricants de moteurs offrent également la possibilité d'enregistrer des instantanés de codes d'anomalie (CA), qui sont déclenchés lorsqu'un CA particulier devient actif. Ces événements sont souvent marqués par des horodatages qui indiquent également la distance du moteur.

Le tableau ci-dessous résume brièvement les données que chaque module moteur est capable d'enregistrer. Il convient de noter que chaque fabricant de moteurs utilise sa propre nomenclature pour les événements propres aux incidents susmentionnés, tels que « arrêt rapide » pour les événements de freinage brusque et « arrêt sur l'image » ou « rapport de défaillance » pour les instantanés de CA²⁸. Les déclencheurs d'événements varient également en termes de fréquence d'enregistrement et de seuils de déclenchement.

²⁸ Austin, T., Cheek, T., Plant, D., Steiner, J., et Lackey, L., « SAE C1022 », modules 410.

Tableau 3.5.21. Capacités d'enregistrement des données

Fabricant du moteur	Capacités d'enregistrement des données
Detroit Diesel	Deux événements de freinage brusque (1998 – aujourd'hui) Un événement de dernier arrêt (1998 – aujourd'hui) Trois enregistrements de diagnostic (1998 – 2007 et 2010 – aujourd'hui)
Cummins	Trois événements de décélération soudaine (2005 – aujourd'hui) Instantanés de codes de défaillance (1998 – aujourd'hui)
Caterpillar	Événements d'arrêt rapide (2007 – aujourd'hui)* Instantanés de diagnostic (1995 – aujourd'hui) Déclencheurs externes (1995 – aujourd'hui)
Mack	Un événement déclenché par une accélération (1998 – aujourd'hui) Un événement de dernier arrêt (2007 – aujourd'hui)** Rapport de défaillance (1998 – aujourd'hui) Avant 2007, il était possible pour les camions Mack d'enregistrer deux événements déclenchés par l'accélération au lieu d'un seul.
Volvo	Un événement déclenché par une accélération (2011 – aujourd'hui) Un événement de dernier arrêt (2011 – aujourd'hui) Arrêt sur l'image (2002 – aujourd'hui)
International/Navistar Maxxforce	Deux événements de freinage brusque (2010 – aujourd'hui) Deux événements de dernier arrêt (2010 – aujourd'hui) Arrêt sur l'image (2010 – aujourd'hui)
PACCAR	Trois événements d'arrêt rapide (2008 – aujourd'hui) Arrêt sur l'image (2008 – aujourd'hui)

Comme indiqué précédemment, ces événements propres à un incident sont horodatés comme le montre le tableau 3.5.22, qui résume la façon dont chaque fabricant de moteurs horodate ses événements propres à un incident²⁹.

* Les événements d'arrêt rapide sont possibles depuis 1995 mais n'ont été activés en usine qu'en 2007.

** Dépend de la version du logiciel de l'UCEM.

²⁹ Ibid.

Les horodatages se présentent soit sous la forme d'une date et d'une heure réelles, soit sous la forme d'un horodatage relatif, tel que la valeur du compteur d'heures ou de l'odomètre au moment de l'enregistrement du journal des incidents.

Tableau 3.5.22. Capacités d'horodatage

Fabricant du moteur	Horodatage d'événements propres à un incident
Detroit Diesel	Date et heure Odomètre
Cummins	Odomètre Temps de fonctionnement du MCE
Caterpillar	Date et heure Heures de fonctionnement du moteur
Mack	Date et heure Odomètre
Volvo	Date et heure Odomètre
International/Navistar Maxxforce	Date et heure Distance totale et distance du trajet du MCE Heures de fonctionnement du moteur
PACCAR	Odomètre Heures de fonctionnement du moteur

En utilisant ces horodatages, un freinage brusque, un dernier arrêt ou un événement instantané de CA peuvent être liés à un incident particulier. En général, l'heure d'un accident est connue avec un certain degré de précision. Ces données peuvent être comparées à la date et à l'horodatage d'un événement propre à un incident afin de vérifier leur pertinence. Les heures de fonctionnement du moteur ou les valeurs du compteur kilométrique peuvent également être utiles dans les cas où un véhicule a été remorqué ou n'a pas été déplacé depuis l'accident. Dans ce cas, il est possible de comparer l'horodatage propre à un incident avec la valeur de l'horodatage du véhicule concerné afin de vérifier si l'événement est lié à l'accident. Avant d'appliquer cette méthodologie, il faut vérifier l'exactitude des événements propres à l'incident et des horodatages, ainsi que l'absence d'anomalies dans les données.

Au fil des ans, les fabricants de moteurs ont continuellement mis à jour et révisé leurs technologies de l'UCE et de logiciels, ce qui a entraîné une disponibilité variable des données en fonction de la date de fabrication du moteur. Par exemple, il y a eu plusieurs générations d'UCE et de logiciels Detroit Diesel, notamment DDEC III, DDEC IV, DDEC V, DDEC VI, DDEC 10, DDEC 13 et DDEC 16. D'autres fabricants de moteurs ont suivi ce même processus de

conception itératif à mesure que leur technologie s'améliore. Ces données sont mises à la disposition d'analystes qualifiés par le biais d'un logiciel propriétaire, mais doivent être testées indépendamment pour en valider l'exactitude³⁰. Comme pour d'autres technologies en développement, il existe des problèmes d'erreur connus et documentés en ce qui concerne les événements et les horodatages propres à un incident. Austin et Farrell ont documenté un tel cas dans leur article de 2011 intitulé « An Examination of Snapshot Data in Caterpillar Electronic Control Modules ». Voir l'annexe C pour les tableaux extraits de leur travail qui résument les anomalies de données qui peuvent être trouvées lors de l'imagerie des données de diverses UCE de Caterpillar.

Un autre problème de données documenté concernait les UCE des moteurs Cummins et a été étudié par Bortolin, van Nooten, Scodeller, Alvar, *et al.* dans l'article de 2009 « Validating Speed Data from Cummins Engine Sudden Deceleration Data Reports ». L'anomalie de données était une erreur d'étalonnage qui faisait que le rapport de décélération soudaine enregistrait les données toutes les 0,2 seconde au lieu de toutes les 1 seconde. Normalement, un rapport de décélération soudaine de Cummins enregistre 59 secondes de données avant le déclenchement et 15 secondes de données après le déclenchement. Cependant, s'il est touché par ce problème de synchronisation, le rapport n'enregistrera que 11,8 secondes de données avant le déclenchement et 3 secondes de données après le déclenchement. Même si les valeurs des données de l'axe des x sont correctes, l'échelle de temps sera artificiellement compressée. Ce problème peut toucher les enregistrements de décélération soudaine des moteurs ISX 07 et ISM 07 qui ont été construits pour la certification EPA 2007. En outre, ce problème ne devrait toucher que les UCE programmées avec les codes d'UCE « TA » ou « VA ».

Ces types d'anomalies de données soulignent la nécessité d'une validation des données par un tiers pour garantir l'exactitude et les méthodes de rapport appropriées avant l'utilisation. Néanmoins, les données routières de véhicule sont précises et peuvent s'avérer précieuses dans le cadre d'une enquête lorsqu'elles sont correctement interprétées³¹.

Cela met en lumière un point pertinent qui sera abordé plus loin dans la recherche, à savoir l'importance d'une formation actualisée et récurrente pour les enquêteurs de la sécurité routière, les agents chargés de l'application de la loi et les spécialistes de la reconstitution des accidents, afin de suivre le rythme de cette technologie des données.

3.5.3 Précision de l'identification des éléments de données, des véhicules et des événements

Les sections précédentes ont exploré les types d'événements propres aux incidents qui peuvent être stockés par les UCE de FEO. Le processus permettant de déterminer avec précision si les données appartiennent à un véhicule particulier et si un événement propre à un incident est

³⁰Plant, D., Cheek, T., Austin, T. P., Steiner, J., *et al.*, « Timing and Synchronization of the Event Data Recorded by the Electronic Control Modules of Commercial Motor Vehicles - DDEC V », *SAE Int. J. Commer. Veh.* 6(1):209228, 2013.

³¹Lee, W. et Han, I., « Development of an Event Data Recorder and Reconstruction Analysis », document technique SAE 2004011180, 2004.

pertinent a également été abordé. La question qui demeure est de savoir si les données sont exactes. Quelques cas présentés précédemment ont montré comment certaines données peuvent présenter des anomalies en fonction du fabricant du moteur. Cette section explore plus en détail ces anomalies et la façon de les prendre en compte afin d'interpréter avec précision les données récupérées du véhicule.

L'une des caractéristiques les plus importantes des données d'événements propres à un incident est qu'elles sont horodatées. La majorité des UCE disposent d'une horloge interne qui horodate ces événements lorsqu'ils sont déclenchés. Cette horloge, si elle est équipée, est à son tour utilisée par l'analyste pour déterminer si un événement est pertinent pour l'incident en cours d'enquête. Pour ce faire, l'exactitude de l'horloge doit d'abord être vérifiée. Si les horloges internes de l'UCE ne sont pas régulièrement mises à jour, elles finissent par ne plus être synchronisées avec le « temps réel », un phénomène appelé *dérive de l'horloge*. Il existe plusieurs façons de tenir compte de la dérive de l'horloge lors de l'analyse des données d'événements. La méthode la plus efficace consiste à synchroniser l'horloge de l'ordinateur portable utilisé pour reproduire les données à l'heure UTC et à une horloge précise connue, comme une synchronisation avec le serveur d'horloge atomique du NIST américain ou une synchronisation avec le serveur temporel de Microsoft Windows au moyen du système d'exploitation Windows. Grâce à cette méthode, l'horloge interne de l'UCE peut être comparée à l'horloge synchronisée de l'ordinateur portable pour déterminer le degré de dérive de l'horloge. De même, il faut tenir compte du fuseau horaire de l'horloge de l'UCE lors de la vérification de la précision de l'horloge. Les différents fabricants de moteurs horodatent les événements propres aux incidents avec des fuseaux horaires différents, ce dont il faut tenir compte pour déterminer la pertinence d'un événement.

Dans certains cas, l'horloge interne d'une UCE peut être décalée de plusieurs jours, semaines, voire années. Lorsque cela se produit, des facteurs supplémentaires, notamment l'heure d'été et les années bissextiles, doivent être pris en compte. Dans des cas comme celui-ci, il est impératif de calculer et de rectifier avec précision la dérive de l'horloge pour prouver qu'un événement est pertinent, car un seul jour manquant pourrait conduire à une interprétation incorrecte des données.

Outre les horodatages de l'horloge interne de l'UCE, d'autres paramètres peuvent être utilisés pour déterminer la pertinence d'un événement propre à un incident. Comme indiqué précédemment, ces paramètres comprennent les valeurs de l'odomètre, les heures de fonctionnement du moteur, la distance de l'UCE et les heures de l'UCE. Ces paramètres complètent la date et les horodatages de l'horloge interne de l'UCE et, dans certains cas, constituent la seule méthode permettant de déterminer la pertinence d'un événement. Les moteurs Cummins, par exemple, n'apposent pas de date et d'horodatage sur les événements de décélération brusque; le champ de la date de l'événement est marqué « S.O. ». Au lieu de cela, l'UCE Cummins enregistre le temps de fonctionnement lors de l'incident en heures, minutes et secondes et la distance de l'incident en kilomètres. En comparant ces paramètres aux valeurs

totales répertoriées dans les données, il est possible de déterminer si un événement propre à un incident est pertinent ou non³².

Une fois les données validées, elles peuvent être analysées pour aider à comprendre la nature de l'incident examiné. Le record de vitesse des véhicules présente un intérêt particulier. Ce détail se trouve généralement dans les enregistrements des données relatives au freinage brusque et au dernier arrêt. En outre, les enregistrements de codes de défaillance peuvent comprendre des données de vitesse liées à l'incident étudié.

En particulier, la vitesse du véhicule, ainsi que d'autres valeurs enregistrées, peuvent être utilisées pour mettre en place une analyse chronologique de l'incident étudié. La plupart des événements propres à un incident enregistrent des données à 1 Hz et enregistrent généralement entre 1 et 2 minutes de données. La manière exacte d'enregistrer les données varie selon les fabricants de moteurs, mais contient généralement une forme de données de vitesse. Par exemple, Detroit Diesel enregistre deux événements de freinage brusque et un événement de dernier arrêt. Les événements de freinage brusque enregistrent 60 secondes d'activité avant le déclenchement et 15 secondes après le déclenchement, tandis que l'événement de dernier arrêt enregistre 1 minute et 44 secondes avant l'arrêt et 15 secondes après. Ces deux événements sont enregistrés à intervalles d'une seconde³³. Volvo enregistre un événement déclenché par une accélération et un événement de dernier arrêt, qui enregistrent tous deux 90 secondes de données à intervalles d'un quart de seconde. Cependant, l'événement déclenché par l'accélération enregistre 60 secondes de données avant le déclenchement et 30 secondes après, tandis que l'événement du dernier arrêt enregistre 90 secondes de données avant l'arrêt et aucune donnée après le déclenchement³⁴.

Comme indiqué précédemment, la vitesse du véhicule est un élément essentiel de l'enregistrement d'imagerie des données de l'UCE, ainsi que de l'enquête et de l'analyse des événements propres à un incident. Il est donc important de vérifier que les données de vitesse sont bonnes par rapport à tous les éléments de l'enquête, comme la configuration du véhicule, les preuves matérielles et les témoignages. Pour vérifier les données de vitesse, il faut comparer la configuration mécanique du véhicule et les paramètres programmés de l'UCE. Lors d'une inspection physique du véhicule, il convient de noter l'étiquette de la transmission, la sonnerie montée à l'arrière de la transmission, le CVV monté sur la sonnette, les étiquettes des essieux arrière et les pneus de l'essieu moteur. En tant que dispositif qui mesure la vitesse du véhicule, la documentation du CVV est essentielle. Sur les véhicules à transmission manuelle, le CVV est généralement monté sur l'arbre de transmission. Pendant le fonctionnement du véhicule, cette sonnerie tourne et le CVV crée un signal numérique mesuré en impulsions/seconde. La valeur du nombre de dents du CVV est programmée dans l'UCE, qui calcule à son tour la valeur de l'impulsion par seconde. L'UCE divise ensuite l'impulsion/seconde programmée par l'impulsion/kilomètre pour déterminer la vitesse en mi/h. La valeur d'impulsion/kilomètre est également une valeur programmée dans l'UCE. D'un point de vue mécanique, la valeur est

³² Austin, T., Cheek, T., Plant, D., Steiner, J., et Lackey, L., « SAE C1022 », module 14.

³³ Ibid., module 4.

³⁴ Ibid., module 8.

calculée en multipliant le rapport de l'essieu arrière par le nombre de tours de pneu par kilomètre, puis par le nombre de dents du CVV. Les différents fabricants de moteurs indiqueront cette information différemment dans le rapport d'imagerie des données. Volvo, par exemple, n'indique que le nombre d'impulsions/kilomètre, tandis que Cummins indique individuellement le rapport de l'essieu arrière, la taille des pneus et le nombre de dents. Pour vérifier les valeurs de vitesse rapportées lors d'un événement, il faut comparer les valeurs mécaniques et les valeurs de l'UCE.

Comme décrit ci-dessus, toutes les valeurs de l'UCE sont rapportées dans les données sous une forme ou une autre. Les valeurs mécaniques du véhicule doivent être documentées lors de l'inspection physique. Le nombre de tours de pneu par kilomètre est fondé sur la marque, le modèle, la taille et la gamme de charge du pneu, ainsi que les tours par kilomètre sont fournis par le fabricant du pneu. Il en va de même pour les rapports de transmission. Une fois trouvées, toutes ces valeurs peuvent être comparées pour déterminer la précision de la vitesse. Les figures 3.5.31 et 3.5.32 ci-dessous montrent une façon de comparer ces valeurs à l'aide d'un tableur et d'une formule de calcul de la vitesse.

ECM Configuration	Programmed	Mechanical Configuration	Notes
V = Vehicle Speed, MPH:			2005 Kenworth T800B - conventional 3X truck-tractor w/sleeper
R = Engine Speed, RPM:			VIN: xxxxxxxxxxxxxxxxx
T _r = Tire Rev/Mi:	518	518	CATERPILLAR C15 ACERT - S/N: MXSxxxxxx
R _A = Rear Axle Ratio:	3.25	3.25	EATON-FULLER 13-SPEED RTLO16913A - S/N: Pxxxxxxx
N = VSS Tooth Count:	16.00	16	ECM Top Gear Ratio: 0.730
R _T = Transmission Ratio:	Low	12.31	ECM Top Gear Minue One Ratio:0.856
	1st	8.64	ECM Top Gear Minus Two Ratio:1.00
	2nd	6.11	REAR AXLE RATIO:3.25
	3rd	4.43	
	4th	3.23	
	5th L	2.29	
	5th H	1.95	
	6th L	1.62	
	6th H	1.38	
	7th L	1.17	
7th H	1		
8th L	0.86		
8th H	0.73		

Figure 3.5.31. Feuille de calcul avec paramètres de calcul de la vitesse mécanique et programmée³⁵

³⁵ Ibid., module 15.

V = Vehicle Speed, MPH
 R = Engine Speed, RPM
 PPM = Pulses Per Mile
 T_R = Tire REV/MILE (Provided by Tire Manufacturer)
 R_A = Rear Axle Ratio
 R_T = Transmission Ratio
 N = VSS Tooth Count

Calculating PPM	Calculating V from R:
$PPM = T_R \times R_A \times N$	$V = \frac{(R) \times \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ hr}}\right)}{(T_R \times R_T \times R_A)}$

Figure 3.5.32. Formules de calcul de la vitesse³⁶

Le résultat est une analyse de calibration du CVV comparant la vitesse mécanique du véhicule à la vitesse rapportée par l'UCE en fonction du nombre de tour par minute du moteur. Un exemple de comparaison des valeurs de vitesse est illustré à la figure 3.5.33. Les valeurs tabulaires calculées sont généralement représentées graphiquement dans un graphique en dents de scie.

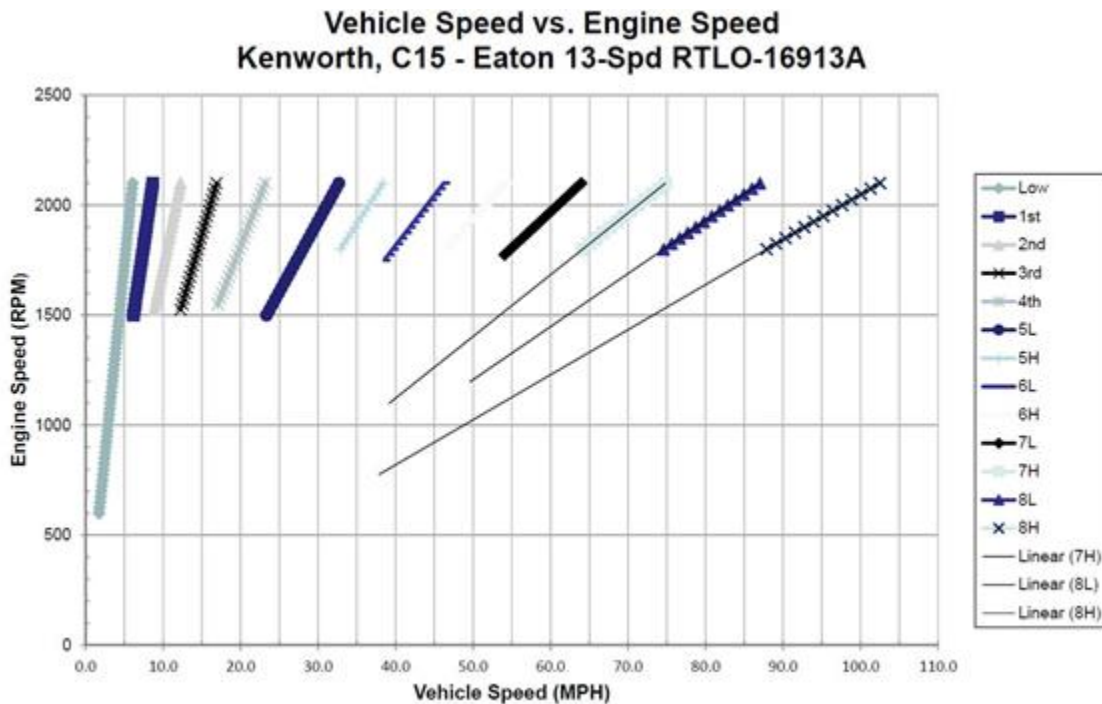


Figure 3.5.33. Graphique en dents de scie pour le calcul de la vitesse³⁷

Dans le cas illustré à la figure 3.5.33 ci-dessus, les valeurs mécaniques et celles du MCE correspondent, ce qui permet de vérifier les valeurs déterminées par le MCE et la précision des

³⁶ Ibid.
³⁷ Ibid.

données du MCE imagé. Cependant, les valeurs ne correspondent pas toujours, peut-être en raison de paramètres programmés inadaptés tels que le nombre de tours de pneu par kilomètre ou le rapport du train arrière. Compte tenu de la distance parcourue par les véhicules lourds au cours de leur vie et du fait que des composants tels que les pneus doivent être remplacés, il n'est pas rare que les valeurs réelles de la vitesse sur route diffèrent de celles déterminées par l'UCE. Si des pneus différents sont utilisés, notamment des pneus de tailles différentes, la vitesse du véhicule peut être sous ou surdéclarée. Cela ne se produit que si l'UCE n'est pas correctement reprogrammée lorsque des pneus neufs sont installés sur le véhicule. Il faudrait un changement considérable du nombre de tours de pneus par kilomètre pour produire un tel problème avec le rapport de vitesse du véhicule. Toutefois, si l'essieu arrière est remplacé sans mise à jour de l'UCE, cela peut entraîner une erreur majeure dans le rapport de vitesse par l'UCE, étant donné que le rapport est différent de celui qui a été programmé et construit à l'origine sur le véhicule. Cela renforce encore l'importance de l'exactitude et de la vérification des données.

Certaines conditions, comme le patinage des roues, peuvent avoir un effet directement et dégrader la précision de la vitesse de roue enregistrée. Le patinage des roues se produit lorsque la force appliquée à un pneu dépasse la traction disponible entre le pneu et l'interface de la chaussée. C'est ce qu'on appelle communément le « dérapage ». La principale conséquence du patinage des roues sur les données enregistrées est que la vitesse peut être sous-déclarée. Des études ont montré que la vitesse du véhicule enregistrée par l'EDRVL est sous-déclarée lorsque le CVV détecte un ralentissement dû au blocage des roues/de l'arbre de transmission pendant que le véhicule dérape. Le véhicule se déplace ou dérape alors à une vitesse supérieure à celle indiquée par l'UCE. L'analyste doit être conscient de l'existence de ce phénomène et déterminer comment aborder le problème. De nombreux documents techniques publiés (fournis dans les livrables n° 1 et 2) traitent de cette question et présentent des méthodologies, telles que le calcul d'un nombre de patinage, pour corriger les données lorsqu'un patinage de roue s'est produit. Il convient de noter que le pourcentage d'erreur augmente considérablement pour les vitesses inférieures à 5 mi/h. La vitesse déclarée d'un véhicule inférieure à 5 mi/h est surdéclarée par rapport à la vitesse réelle au sol, ce qui est principalement dû aux faibles vitesses de fonctionnement concernées et à tout bruit provenant des vibrations ou des effets de suspension. Il convient également de noter qu'un enregistrement de décélération brusque ne sera pas produit si le véhicule ne dépasse jamais le seuil de déclenchement programmé pour un événement de freinage brusque³⁸.

En l'absence de patinage important des roues et si le CVV du camion ou de l'autobus est correctement calculé, les vitesses enregistrées du véhicule à des vitesses typiques sur autoroute peuvent généralement être aussi précises que +/- 0,40 km/h (0,25 mi/h).

Un autre aspect de l'exactitude des données routières qui ont été étudiées est la synchronisation des éléments de données pour un événement propre à un incident. Des essais ont été réalisés pour évaluer la synchronisation de diverses données d'événements pour les véhicules d'EDRVL. Une série d'essais en particulier portait sur l'UCE du DDEC V d'un moteur Detroit Diesel. Ces

³⁸Steiner, J., Cheek, T., et Hinkson, S., « Data Sources and Analysis »; voir également Messerschmidt, W. et Muttart, J., « A Statistical Analysis of Data from Heavy Vehicle Event Data Recorders », *SAE Int. J. Commer. Veh.* 2(1):3948, 2009.

essais ont été réalisés, enregistrés et rapportés par Austin, Cheek, Farrell, Plant, *et al.* dans l'article de 2013 intitulé « Timing and Synchronization of the Event Data Recorded by the Electronic Modules of Commercial Motor Vehicles - DDEC V ». Même si les événements de freinage brusque et de dernier arrêt d'un DDEC V enregistrent des données à 1 Hz, les informations sont en fait diffusées sur le CAN J1939 à des taux plus élevés. Par exemple, la vitesse du véhicule est transmise à 10 Hz tandis que le pourcentage de position de la pédale d'accélérateur est transmis à 20 Hz. Afin d'observer ces différents taux de diffusion, les étapes suivantes ont été suivies. Pour aider à déterminer les problèmes de synchronisation, une procédure a permis d'installer un interrupteur pour changer simultanément les signaux. Avec le DDEC V, un commutateur quadripolaire à double tour (4PDT) a été utilisé pour distinguer les différences entre les informations du capteur, les transmissions CAN J1939 et les données d'EDRVL en ce qui concerne la synchronisation. Les données ont été recueillies à l'aide d'un enregistreur de données VBOX III GPS 100 Hz.

Après la collecte des données, un décalage potentiellement important entre le moment où la tension est délivrée par le capteur de position du papillon (CPP) et l'UCE a été constaté. On a constaté que ce décalage par rapport au CAN J1939 du véhicule pouvait atteindre 0,73 seconde. De plus, le temps minimum entre les changements de valeur rapportés pour la vitesse de rotation du moteur était de 0,01 seconde ou moins en raison des limites de l'étude. Différents essais ont été effectués sur d'autres paramètres, qui ont conclu que, pour la plupart des capteurs, il y a un décalage entre 0,01 seconde et 2 secondes.

Ces résultats soulignent la nécessité d'effectuer des essais et des vérifications indépendants des données, en particulier pour les événements propres à un incident³⁹.

4.0 CONCLUSION

Cette revue de la littérature conclut l'*Étude de faisabilité de Transports Canada relative aux EDRVL d'autobus commerciaux T8080-160062*, livrable n° 3 : « Rapport sommaire sur les faits ». Le rapport sommaire a passé en revue les documents techniques, les études, les rapports et les règlements concernant les EDRVL que l'on trouve dans les autobus, les autocars et les autobus scolaires. Ce rapport a également passé en revue les nombreuses recherches et publications trouvées concernant la technologie d'EDRVL, y compris les éléments de données, les limites des données et l'exactitude des données provenant des EDRVL, ainsi que les études relatives à l'impact potentiel des EDR et des EDRVL sur la sécurité routière, leur déploiement dans un parc de véhicules commercial et les améliorations observées dans le taux d'accidents et sur le plan de la sécurité des conducteurs de ce parc de véhicules commercial. Enfin, les implications juridiques et les réglementations internationales ont été brièvement examinées.

Les enregistreurs de trajets et les tachygraphes sont les prédécesseurs de la technologie d'EDR/EDRVL. Contrairement à l'EDR/EDRVL, qui doit être déclenché par un événement préprogrammé pour commencer à enregistrer des données, les enregistreurs de trajets et les

³⁹ Plant, D., Cheek, T., Austin, T. P., Steiner, J., *et al.*, « Timing and Synchronization ».

tachygraphes enregistrent constamment dans le temps et consignent des informations telles que les périodes de repos du conducteur et la vitesse du véhicule. Actuellement, seuls les tachygraphes électroniques ont été normalisés et rendus obligatoires dans les camions commerciaux, les autocars et les autobus au Royaume-Uni et dans les États membres de l'Union européenne.

La réglementation nord-américaine s'est orientée vers la normalisation de la technologie d'EDRVL obligatoire dans les camions, les autocars et les autobus. Depuis 2000, soit l'année modèle, la grande majorité des autobus et des camions commerciaux ont été munis de fonctions d'EDRVL de FEO capables d'enregistrer de nombreuses données lorsqu'elles sont déclenchées par un freinage brusque ou d'autres événements de collision. La majorité des données de type EDRVL aux États-Unis proviennent d'EDRVL fourni par le FEO, qui fonctionne en utilisant les UCE, les réseaux de communication et les capteurs qui sont installés dans les véhicules en usine; aucun équipement supplémentaire n'est acheté ou installé dans le véhicule. Le marché secondaire de l'ALENA présente également des dispositifs de répartition/de surveillance de parc commercial qui enregistrent des données sur les incidents. Ces systèmes n'utilisent pas leurs propres capteurs, mais exploitent plutôt les bus CAN des véhicules et sont configurés pour surveiller ces canaux pour y recueillir des données.

Au fil des ans, les fabricants de moteurs ont continuellement mis à jour et révisé leurs technologies de l'UCE et de logiciels, ce qui a entraîné une disponibilité variable des données en fonction de la date de fabrication du moteur. De nombreux fabricants ont utilisé ce processus itératif à mesure que sa technologie s'améliore et les mises à jour continues des technologies logicielles des UCE entraînent une disponibilité variable des données. Des méthodes normalisées d'extraction des données, des formats de données normalisés et un matériel universel ont été proposés pour maintenir la qualité des données, ce qui peut également permettre de remédier aux anomalies de données dans les bases de données d'enregistrements d'événements. Une autre préoccupation est le maintien de l'intégrité des données lors du transfert des données des véhicules accidentés vers les bases de données. Il a été proposé de remédier au risque d'erreurs liées aux données et aux bases de données en renforçant les protocoles d'étalonnage et de vérification par des tiers. Ces mesures sont importantes lorsque l'on envisage de regrouper les données dans des systèmes de bases de données nationales et internationales partagées sur les accidents, qui seront accessibles aux intervenants d'urgence, aux chercheurs et aux autorités fédérales et des États.

Comme les droits à la vie privée aux États-Unis et au Canada diffèrent constitutionnellement de ceux du Royaume-Uni et de l'Europe, des préoccupations juridiques ont été signalées concernant la propriété et la confidentialité des données d'EDR. De nombreuses études et organismes de recherche ont mis en évidence les préoccupations relatives à la protection de la vie privée liés à la question de savoir qui possède ces données et y accède. Les recommandations visant à préserver la protection de la vie privée vont de la limitation de l'accès aux données en ne récupérant les données liées à l'événement que dans les quelques secondes qui précèdent, pendant et après l'événement, à la mise en place d'une formation des chargés de l'application de

la loi à l'accès et à l'utilisation des données de l'événement, en passant par le suivi des mises à jour technologiques itératives des fabricants de moteurs.

Seule une des études examinées n'a pas pu confirmer les avantages des EDR/EDRVL et cela semble être dû à des complications techniques de la conception et de la validité de l'étude et non à la technologie elle-même. De même, bien que la NTC australienne n'ait pas été en mesure de recommander la mise en place de réglementations télématiques de masse sans une plus grande justification des coûts et des avantages, elle a reconnu les avantages de la télématique pour améliorer la sécurité des conducteurs sur une base commerciale volontaire.

Tant que des solutions juridiques concernant la propriété et la confidentialité des données des EDRVL peuvent être déterminées et réglementées, la recherche a généralement conclu à l'avantage potentiel des EDR/EDRVL pour améliorer la sécurité routière, y compris la collecte et l'analyse des données d'accidents pour mieux définir les problèmes de sécurité et les dangers pour les chercheurs, les fabricants et les régulateurs; faciliter une catégorisation et un triage plus rapides et efficaces par les intervenants d'urgence et les sauveteurs; améliorer la précision, la rapidité et la rentabilité des enquêtes sur les accidents; fournir des preuves pour résoudre les procédures juridiques et les procès, ainsi que pour recouvrer les coûts de réparation des dommages causés à l'infrastructure routière; et influencer les conducteurs pour qu'ils se comportent de manière plus sûre et cohérente sur la route.

APPENDICE A – SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ABS	Système de freins antiblocage
ACA	Alerte de risque de collision à l'avant
ACCTYPE	Accident Type (type d'accident)
ACRS	Système de retenue à coussin d'air
AD	Avant droite
ADEM	Advanced Diesel Engine Management (gestion numérique des moteurs avancée (Caterpillar))
ADL	Alexander Dennis Limited
AFIL	Alerte de franchissement involontaire de ligne
ALENA	Accord de libre-échange nord-américain
AM	Année modèle
APTA	American Public Transportation Association
ATA	American Trucking Association
Ax, Ay	Variation de l'accélération longitudinale et latérale (g)
BAGDEPLY	airBag System Deployment (déploiement du système de coussins gonflables)
BST	Bureau de la sécurité des transports du Canada
CADaS	Common Accident Data Set (jeu commun de données sur les accidents)
CAN	Controller Area Network
CARE	Community Road Accident Database (base de données communautaire sur les accidents routiers)
CB	Camion et bus
CDC	Classification de déformation de collision
CDR	Crash Data Retrieval (récupération des données sur les accidents)
CDS	Crashworthiness Data System (système de données sur la résistance aux accidents)
CE	Commission européenne
CFR	Code of Federal Regulations (Code de réglementation fédéral des États-Unis)
CIREN	Crash Injury Research and Engineering Network (Réseau de recherches et d'ingénierie sur les traumatismes provoqués par les accidents)
CISS	Crash Investigation Sampling System
CLD	Connecteur de lien de diagnostic
CPD	Code de problèmes de diagnostic
CPP	Capteur de position du papillon
CTCF	Caméra de télévision en circuit fermé
CVV	Capteur de vitesse de véhicule
D	Déploiement (événement)
D/DL	Déploiement et niveau de déploiement (événement)
D/N	Déploiement et non-déploiement (événement)
DARR	Digital Accident Research Recorder (enregistreur numérique de recherche sur les accidents) (Volvo)
DDEC	Detroit Diesel Electronic Controls (système de commandes électroniques Detroit Diesel)
DEE	Dispositif d'enregistrement électronique
Delta V	(ΔV) Changement de vitesse (mi/h)
DERM	Diagnostic & Energy Reserve Module (propre à General Motors)
DL	Niveau de déploiement (événement)

DoCAN	Diagnostic Communication Over Controller Area Network (communication de diagnostic sur gestionnaire de réseau de communication)
DOT	Department of Transportation (département étatsunien des Transports)
DVLAT	Composante latérale de delta V
DVLONG	Composante longitudinale de delta V
ECBOS	Enhanced Coach and Bus Occupant Safety (sécurité améliorée des occupants d'autocars et d'autobus)
ECM	Engine Control Module (module de commande du moteur)
EDA	Enregistreur de données sur les accidents
EDR embarqués	Enregistreur de données routières embarqué
EDR	Enregistreur de données routières
EDRVL	Enregistreur de données routières de véhicule lourd
EDRVM	Enregistreur de données routières des véhicules automobiles
EDS	Electronic Data System (système de données électroniques)
EDV	Enregistreur de données de voyage
EDV	Enregistreurs de données de véhicules
EEL	Enregistreur d'événement de locomotive
EPA	Environmental Protection Agency (Agence pour la protection de l'environnement)
ERP	Évaluation réglementaire préliminaire
ERSO	European Road Safety Observatory (observatoire européen de la sécurité routière)
ESC	Electronic Stability Control (contrôle électronique de la stabilité)
ETC	Electronic Throttle Control (commande électronique du papillon des gaz)
ETN	Enlaces Terrestres Nacionales (Mexique)
FARS	Fatality Analysis Reporting System (système de rapport d'analyse des accidents mortels)
FAST Act	Fixing America's Surface Transportation Act
FCA	Fiat Chrysler Automobiles - DaimlerChrysler anciennement.
FEO	Fabricant d'équipement d'origine
FFV	Fabricants à faible volume
FHWA	Federal Highway Administration (Administration fédérale des autoroutes)
FMCSA	Federal Motor Carrier Safety Administration
FMCSR	Federal Motor Carrier Safety Regulations (règlement de sécurité fédérale en matière de véhicule motorisé)
FMVSS	Federal Motor Vehicle Safety Standard (norme de sécurité fédérale en matière de véhicule motorisé)
FUA	Freinage d'urgence automatique
GM	General Motors
GPS	Global Positioning System (système mondial de localisation)
GT	Groupe de travail
IMPETUS	Bureau des consultants de la Grèce
ISO	International Organization for Standardization (Organisation internationale de normalisation)
JPL	Jet Propulsion Laboratory
km/h	Kilomètres à l'heure
LRC	Léger, rapide et confortable
LTCCS	Large Truck Crash Causation Study
MANEUVER	Tentatives de manœuvres d'évitement
MANUSE	Manual (Active) Belt System Use
MCCG	Module de commande des coussins gonflables

MCMIS	Motor Carrier Management Information System (système d'information de gestion des transporteurs)
MCR	Module de commande des dispositifs de retenue
mi/h	milles à l'heure
MIRA	Motor Industry Research Laboratory
MMUCC	Model Minimum Uniform Crash Criteria (critères d'accident minimaux uniformes)
MOT	Ministry of Transport (ministère des Transports)
ms	milliseconde
MSSC	Mecanica Scientific Service Corporation
MVEDRCLA	Appareil de verrouillage du connecteur de l'enregistreur de données routières des véhicules automobiles
MVSRAC	Motor Vehicle Safety Research Advisory Committee
NAC	Notification automatique de collision
NAS	National Academy of Sciences
NASA	National Aeronautics and Space Administration
NASS	National Automotive Sampling System
NASS-CDS	National Automotive Sampling System's Crashworthiness Data System (système de données sur la résistance aux accidents du National Automotive Sampling System)
NCHRP	National Cooperative Highway Research Program
NCSA	National Center for Statistics and Analysis (Centre national de statistiques et d'analyse)
NFPA	National Fire Protection Association
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration (administration étatsunienne de sécurité dans les transport)
NIST	National Institute of Standards and Technology
NIV	Numéro d'identification de véhicule
N°	Numéro
NOX	Oxyde nitreux
NPRM	Notice of Proposed Rulemaking (avis de réglementation proposée)
NTC	National Transport Commission (commission australienne nationale des transports) (Australie)
NTSB	National Transportation Safety Board (bureau étatsunien de la sécurité des transports)
OBD	On-Board Diagnostic (diagnostic embarqué)
PACCAR	Pacific Car and Foundry Company
PDOF	Principal Direction of Force (1st) (direction principale de la force)
PDOF1	Sens de l'horloge pour la PDOF en degrés (CDC la plus élevée)
PE	Protocole d'entente
PEVN	Programme d'évaluation des véhicules neufs
PL	Poids lourd
PNBV	Poids nominal brut de véhicule
R et D	Recherche et développement
s	Seconde
SAE	Society of Automotive Engineers
SAMOVAR	Safety Assessment Monitoring On-Vehicle with Automatic Recording
SCI	Special Crash Investigations (enquête en matière de collisions)
SDM	Module de détection et de diagnostic (General Motors)
SEG	Système d'estimation générale
SPAC	Systèmes perfectionnés d'aide à la conduite
SRL	Société à responsabilité limitée

STI	Système de transport intelligent
SWOV	Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid (Pays-Bas) (en néerlandais : Institute for Road Safety Research)
t	temps (secondes)
TIFA	Trucks Involved in Fatal Accidents (camions impliqués dans des accidents mortels)
TIM	Technologie de l'information mondiale
TMC	Truck Maintenance Council
tr/min	tours par minute
TRB	Transportation Research Board
TRL	Transport Research Laboratory
UCE	Unité de contrôle électronique
UDS	<i>Unfalldatenspeicher</i> (service de document universel)
UMTRI	University of Michigan Transportation Research Institute
URV	Usagers de la route vulnérables
US DOT	United States Department of Transportation (Département étatsunien des Transports)
V à I	Véhicule à infrastructure
V à V	Véhicule à véhicule
VA	Véhicule automatisé
VCL	Véhicule commercial lourd
VCL	Véhicules commerciaux légers
VDO	Vereinigte DEUTA - OTA (nom de la société)
VERONICA	Vehicle Event Recording based on Intelligent Crash Assessment (analyse intelligente d'accident fondée sur un enregistrement de données routières)
VMC	Véhicules motorisés commerciaux
Vx (ΔV_x)	Delta V longitudinal (mi/h)
Vy (ΔV_y)	Delta V latéral (mi/h)
WBO	Verband der Württembergisch-Badischen Omnibusunternehmen-Bus Co. (Allemagne)
XML	Langage de balisage extensible

APPENDIX B – DEFINITION DES CATÉGORIES DE VÉHICULES 2007/46/EC

De 2007/46/EC tel que modifié en dernier lieu par 385/2009.

Les catégories de véhicules sont définies selon la classification suivante : (Lorsqu'on est fait référence à la « masse maximale » dans les définitions suivantes, il s'agit de la « masse maximale en charge techniquement admissible » telle que spécifiée au point 2.8 de l'annexe I de la directive susmentionnée).

Catégorie M : Véhicules motorisés ayant au moins quatre roues, conçus et construits pour le transport de passagers.

- Catégorie M1 : Véhicules conçus et construits pour le transport de passagers et ne comportant pas plus de huit sièges en plus du siège du conducteur.
- Catégorie M2 : Véhicules conçus et construits pour le transport de passagers, comportant plus de huit sièges en plus du siège du conducteur et ayant une masse maximale n'excédant pas 5 tonnes.
- Catégorie M3 : Véhicules conçus et construits pour le transport de passagers, comportant plus de huit sièges en plus du siège du conducteur et ayant une masse maximale supérieure à 5 tonnes.

Les types de carrosserie et les codifications pertinents pour les véhicules de la catégorie M sont définis dans la partie C de la présente annexe, paragraphe 1 (véhicules de la catégorie M1) et paragraphe 2 (véhicules des catégories M2 et M3), pour être utilisés aux fins spécifiées dans cette partie.

Catégorie N : Véhicules motorisés ayant au moins quatre roues, conçus et construits pour le transport de marchandises.

- Catégorie N1 : Véhicules conçus et construits pour le transport de marchandises et dont la masse maximale ne dépasse pas 3,5 tonnes.
- Catégorie N2 : Véhicules conçus et construits pour le transport de marchandises et dont la masse maximale dépasse 3,5 tonnes, mais ne dépasse pas 12 tonnes.
- Catégorie N3 : Véhicules conçus et construits pour le transport de marchandises et dont la masse maximale dépasse 12 tonnes.

Catégorie O : Remorques (y compris les semi-remorques).

- Catégorie O1 : Remorques dont la masse maximale ne dépasse pas 0,75 tonne.
- Catégorie O2 : Remorques dont la masse maximale dépasse 0,75 tonne, mais ne dépasse pas 3,5 tonnes.
- Catégorie O3 : Remorques dont la masse maximale dépasse 3,5 tonne, mais ne dépasse pas 10 tonnes.
- Catégorie O4 : Remorques dont la masse maximale dépasse 10 tonnes.

APPENDIX C – ANOMALIES DE DONNÉES DE L'UCE CATERPILLAR

ADEM II, ADEM 2000, ADEM 2000 HEUI, ADEM III "Bridge," ADEM III "Bridge" HEUI

ECM Type	Engine Prefix	Engine Model	ECM Software Version Dates (* denotes current as of test date)	Date Anomalies	Diagnostic Snapshot Anomalies	Quick Stop Anomalies	Interval Anomaly	Software Corrections
ADEM II	6TS	3406E	MAR97	No	No	No	No	N/A
ADEM II	5EK	3406E	DEC93; AUG95; NOV95; DEC98; DEC99*	No	No	(5)	No	Current
ADEM II	9CK	3176B	APR94	No	No	No	No	N/A
ADEM II	9NS	C-12	JUL97; OCT97	No	No	No	No	N/A
ADEM II	2PN	C-10	MAR97	No	No	No	No	N/A
ADEM 2000	2WS	3406E	JUL99; MAY05*	(1, 2)	No	(6)	(8)	(10)
ADEM 2000	6NZ	C-15	NOV99; NOV00	(1, 2)	No	No	(8)	Not Tested
ADEM 2000	2KS	C-12	JUL01; JAN02; SEP08*	(1, 2)	No	No	(8)	Current
ADEM 2000	3CS	C-10	MAR99; MAR02*	(1, 2)	No	(6)	(8)	(10)
ADEM 2000 (HEUI)	7AS	3126B	DEC01; NOV03*		<i>No Snapshot Writing Ability</i>			Current
ADEM 2000 (HEUI)	8YL	3126B	NOV03*	(1, 2)	(3)	(6)	(8)	Current
ADEM 2000 (HEUI)	CKM	3126E	OCT01	(1, 2)	No	(6)	(8)	Not Tested
ADEM III Bridge	MBN	C-15	MAY03; MAR05*	(1, 2)	(3)	No	(8)	Current
ADEM III Bridge	MBL	C-12	NOV02; JUL03*	(1, 2)	(3)	No	(8)	Current
ADEM III Bridge	MBJ	C-10	OCT02; AUG03*	(1, 2)	(3)	No	(8)	Current
ADEM III Bridge (HEUI)	HEP	3126E	OCT02*	(1, 2)	(3)	(6)	(8)	Current

Date Anomalies:

1. Snapshots were shown as occurring 24 hours in the future.
2. Snapshots occurring on the 31st day of an applicable month were dated December 31, 1969.

Diagnostic Snapshot Anomalies:

3. One Diagnostic Snapshot, which had to be manually cleared before a new file could be written.
4. Two Diagnostic Snapshots, which had to be manually cleared before a new file could be written.

Quick Stop Snapshot File Anomalies:

5. Unable to retrieve Quick Stop File on "CA" ECMs with removable personality module.
6. Two Quick Stop files could not be written on the same key cycle.
7. Existing Quick Stop file had to be manually cleared before a new file could be written.

Interval Anomaly:

8. Displayed time between data points was approximately double that of the actual duration.

Software Version Corrections:

9. Diagnostic Snapshot anomalies were corrected with updated software versions.
10. Quick Stop file anomalies were corrected with updated software versions.
11. Interval anomaly was corrected with updated software versions.

Figure C-1. Anomalies de données de Caterpillar pour ADEM II, ADEM 2000 et ADEM III⁴⁰.

⁴⁰Austin, T. et Farrell, M., « An Examination of Snapshot Data in Caterpillar Electronic Control Modules », SAE Int. J. Passeng. Cars - Mech. Syst. 4(1):61-63, 2011

ADEM III, ADEM III HEUI, ADEM IV MXS/NXS, ADEM IV EPA07

ECM Type	Engine Prefix	Engine Model	ECM Software Version Dates (* denotes current as of test date)	Date Anomalies	Diagnostic Snapshot Anomalies	Quick Stop Anomalies	Interval Anomaly	Software Corrections
ADEM III	BXS	C15	MAR06	(1, 2)	No	No	No	Not Tested
ADEM III	KCB	C13	OCT07; MAY06; DEC06; AUG08; APR09*	(1, 2)	No	No	No	Current
ADEM III	KCA	C11	MAR06	(1, 2)	No	No	No	Not Tested
ADEM III HEUI	9DG	C9	AUG05; MAR06; JUN06; JAN07	(1, 2)	(3)	(6)	No	Not Tested
ADEM III HEUI	KAL	C7	MAR04; AUG05	(1, 2)	(3)	(6)	No	Not Tested
ADEM III HEUI	SAP	C7	OCT04; JAN05; AUG06; DEC08*	(1, 2)	(3)	(6)	No	(9)
ADEM III HEUI	WAX	C7	AUG05	(1, 2)	(3)	(6)	No	Not Tested
ADEM IV MXS/NXS	MXS	C15	AUG04; ARP05; FEB06; OCT07; JUL08*	(1, 2)	No	No	(8)	Current
ADEM IV MXS/NXS	NXS	C15	JUL08*	(1, 2)	No	No	(8)	Current
ADEM IV EPA07	SDP	C15	FEB09; JUN09	No	No	No	No	N/A
ADEM IV EPA07	LEE	C13	FEB08; JUL08; JUN09*	No	(4)	(7)	(8)	(9, 10, 11)

Date Anomalies:

1. Snapshots were shown as occurring 24 hours in the future.
2. Snapshots occurring on the 31st day of an applicable month were dated December 31, 1969.

Diagnostic Snapshot Anomalies:

3. One Diagnostic Snapshot, which had to be manually cleared before a new file could be written.
4. Two Diagnostic Snapshots, which had to be manually cleared before a new file could be written.

Quick Stop Snapshot File Anomalies:

5. Unable to retrieve Quick Stop File on "CA" ECMs with removable personality module.
6. Two Quick Stop files could not be written on the same key cycle.
7. Existing Quick Stop file had to be manually cleared before a new file could be written.

Interval Anomaly:

8. Displayed time between data points was approximately double that of the actual duration.

Software Version Corrections:

9. Diagnostic Snapshot anomalies were corrected with updated software versions.
10. Quick Stop file anomalies were corrected with updated software versions.
11. Interval anomaly was corrected with updated software versions.

Figure C-2. Anomalies de données de Caterpillar pour ADEM III, ADEM III HEU et ADEM IV⁴¹.

⁴¹ Ibid.

RÉFÉRENCES

- Andersson, U., Koch, M., et Norin, H., « The Volvo Digital Accident Research Recorder (DARR) Converting Accident DARR Pulses into Different Impact Severity Measures », présenté à la conférence IRCOBI de 1997, Hannover, Allemagne, 24-26 septembre 1997.
- Austin, T., Cheek, T., Plant, D., Steiner, J., and Lackey, L., "SAE C1022: Accessing and Interpreting Heavy Vehicle Event Data Recorders », modules 1 à 10, présentation du cours par SAE International, oct. 2016.
- Austin, T. et Farrell, M., « An Examination of Snapshot Data in Caterpillar Electronic Control Modules » *SAE Int. J. Passeng. Cars - Mech. Syst.* 4(1):611635, 2011, doi:10.4271/2011010807.
- Austin, T., Plant, D., et LeFevre, J., « Using NFPA Compliant Fire Apparatus Vehicle Data Recorders for Collision Investigation - Weldon Type 6444 », document technique SAE 2015011446, 2015, doi:10.4271/2015011446.
- Bayan, F. P., Cornetto, A. D., Dunn, A., Tanner, C. B., *et al.*, « Comparison of Heavy Truck Engine Control Unit Hard Stop Data with Higher-Resolution On-Vehicle Data », *SAE Int. J. Commer. Veh.* 2(1):2938, avr. 2008. doi : 10.4271-2009-01-0879
- Bortolin, R., van Nooten, S., Scodeller, M., Alvar, D. et al., « Validating Speed Data from Cummins Engine Sudden Deceleration Data Reports », *SAE Int. J. Passeng. Cars - Mech. Syst.* 2(1):970982, 2009, doi:10.4271/2009010876.
- Bureau de la sécurité des transports du Canada, *Crossing Collision, Via Rail Canada Inc. Passenger Train No. 51, OC Transpo Double-Decker Bus No. 8017, Mile 3.30, Smiths Falls Subdivision, Ottawa, Ontario, 18 September 2013*, rapport d'enquête ferroviaire n° R13T0192, 2015.
- Bureau of Transportation Statistics, « Project 5: Developing Common Data on Accident Circumstances », présentation de projet lors de la conférence « Safety in Numbers » de 2002 du Department of Transportation des États-Unis, janvier 2002.
- Chidester, A., Hinch, J., Mercer, T. C., et Schultz, K.S, « Recording Automotive Crash Event Data », présenté au International Symposium on Transportation Recorders, Arlington, Virginie, 35 mai 1999.
- Chidester, A., Hinch, J., et Roston T. A., « Real World Experience with Event Data Recorders », document n° 247, *Proceedings of Seventeenth International Technical Conference on Enhanced Safety of Vehicles*, Amsterdam, 47 juin 2001.

- Commission des Communautés européennes, *Technical Specifications for the Digital Tachograph, Commission Regulation (CE) n° 1360/2002*, 13 juin 2002.
- Congrès des États-Unis, H.R. 22 cité comme la « Fixing America's Surface Transportation Act » (129 STAT. 1312 PUBLIC LAW 11494), 114^e Congrès, Washington DC, déc. 2015.
- Dannenbergh, R., « Multiplexing Consumer Electronic Products in Truck Applications », document technique SAE 982757, 1998, doi:10.4271/982757.
- daSilva, M. P., *Analysis of Event Data Recorder Data for Vehicle Safety Improvement*, NHTSA Report n° DOT-VNTSC-NHTSA-08-01, Springfield, Virginie : National Technical Information Service, oct. 2008.
- Federal Motor Carrier Safety Administration, et National Highway Transportation Safety Administration, « Large Truck Crash Causation Study », <https://ai.fmcsa.dot.gov/ltccs/default.asp>, consulté en janvier 2018.
- Gabler, H. C., Gabauer, D. J., Newell, H. L., et O'Neill, M. E., *Use of Event Data Recorder (EDR) Technology for Highway Crash Data Analysis, Final Report*, projet 1724 du NCHRP, préparé pour le Transportation Research Board de la National Academies of Science, déc. 2004.
- Gabler, H. C., Hinch, J., et Steiner, J.C., « Event Data Recorders: A Decade of Innovation », (Warrendale, SAE International, 2007), ISBN:9780768020663.
- Graz, T., *ECBOS - Enhanced Coach and Bus Occupant Safety, Summary Report*, Technical University GRSG-86-4, projet n° 1999-RD.11130, janv. 2000.
- Grose, G., Tunick, L., Cavicchioli, E., Cawdron, I., et Wood, S., « NHTSA EDR NPRM: Small Volume Manufacturer Lead-time », présentation à la NHTSA, Washington, D.C., janv. 2013.
- Groupe de travail de la NHTSA en matière d'EDR, *Event Data Recorders: Summary of Findings, Final Report*, n° NHTSA-1999-5218-9, U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, août 2001.
- Hynd, D., et McCarthy, M., *Study on the Benefits Resulting from the Installation of Event Data Recorders, Final Report*, préparé pour la Commission européenne, DG MOVE, rapport de projet n° PPR707, publié par le Transport Research Laboratory, 2014.
- Kane, S., Liberman, E., DiViesti, T., Click, F., et MacDonald, M., *An Examination of the National Highway Traffic Safety Administration and the National Aeronautics and Space Administration Engineering Safety Center Assessment and Technical Evaluation of Toyota Electronic Throttle Control (ETC) Systems and Unintended Acceleration*, Rehoboth, Massachusetts : Safety Research & Strategies, Inc, mai 2011.

- Knight, S. K., « Federal Motor Vehicle Safety Standards; Event Data Recorders: Part 571 Federal Motor Vehicle Safety Standards, §571.405 », *Federal Register*, 77(240):74159, 2012.
- Lambourn, R. F., « Accident Investigation: Tachographs » in *Encyclopedia of Forensic Sciences*, (Academic Press, 2000), 4858, doi:10.1006/nwfs.2000.0482.
- . « The Analysis of Tachograph Charts for Road Accident Investigation », *Forensic Science International*, 28(34):181199, 1985, doi:10.1016/03790738(85)901306.
- Lee, W. et Han, I., « Development of an Event Data Recorder and Reconstruction Analysis », document technique SAE 2004011180, 2004, doi:10.4271/2004011180.
- Legal Information Institute, « 49 CFR Part 563 - EVENT DATA RECORDERS », <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/49/part-563>, consulté en janvier 2018.
- Louckes, T., Slifka, R., Powell, T., et Dunford, S., « General Motors Driver Air Cushion Restraint System », document technique SAE 730605, 1973, doi:10.4271/730605.
- Martinez, R., *National Transportation Safety Board Safety Recommendation H-97-10-18*, Washington, D.C., juillet 1997.
- Messerschmidt, W. et Muttart, J., « A Statistical Analysis of Data from Heavy Vehicle Event Data Recorders », *SAE Int. J. Commer. Veh.* 2(1):3948, 2009, doi:10.4271/2009010880.
- Millman, R. G., « Safety Recommendation; H-99-45 through -54 », National Transportation Safety Board, 2 nov. 1999, http://ntsb.gov/safety/safety-recs/RecLetters/h99_45_54.pdf.
- Molino, L., « Meeting with Bosch on EDR Rulemaking », National Highway Traffic Safety Administration, mémoire lié au rôle n° NHTSA 20120177, 30 juill. 2014.
- . « Meeting with Agero on EDR Rulemaking », National Highway Traffic Safety Administration, mémoire lié au rôle n° NHTSA 20120177, 30 juill. 2014.
- . « Meeting with Small Volume Manufacturers on EDR Rulemaking », National Highway Traffic Safety Administration, mémoire lié au rôle n° NHTSA-2012-0177, 30 juill. 2014.
- National Highway Traffic Safety Administration, « Event Data Recorders », partie 563 de l'article 49 du CFR, rôle n° NHTSA-2004-18029, RIN 2127-AI72, *Federal Register* 69(113):3293232954, 14 juin 2004.
- . « Event Data Recorders », partie 563 de l'article 49 du CFR, rôle n° NHTSA-2006-25666, RIN 2127-AI72, *Federal Register* 71(166):5099851048, 28 août 2006.
- . « Event Data Recorders », partie 563 de l'article 49 du CFR, rôle n° NHTSA-2012-0099, RIN 2127-AL14, *Federal Register* 77(154):4755247557, 9 août 2012.

- . « Federal Motor Vehicle Safety Standards; Event Data Recorders », partie 571 de l'article 49 du CFR, rôle n° NHTSA-2012-0177, RIN 2127-AK86, *Federal Register* 77(240):7414474159, 13 déc. 2012.
 - . « Federal Motor Vehicle Safety Standards; V2V Communications », partie 571 de l'article 49 du CFR, RIN 2127-AL55, *Federal Register* 82(8):38544019, 12 janv. 2017.
 - . « Guidelines for the Safe Deployment and Operation of Automated Vehicle Safety Technologies », DOT rôle n° NHTSA-2016-0036, *Federal Register* 81(96):3129631297, 18 mai 2016.
 - . *Motorcoach Safety Action Plan*, rapport n° DOT HS 811 177, rôle n° NHTSA-2007-28793, U.S. Department of Transportation, nov. 2009.
 - . « NHTSA Vehicle Safety and Fuel Economy Rulemaking and Research Priority Plan 20112013 », rôle n° NHTSA-2009-0108, mars 2011.
 - . « NHTSA Vehicle Safety Rulemaking and Research Priority Plan 20092011 », rôle n° NHTSA-2009-0108, oct. 2009.
 - . « Request for Comment on Automotive Electronic Control Systems Safety and Security », rôle n° NHTSA-2014-0108, *Federal Register* 79(194):6057460583, 7 oct. 2014.
- National Highway Traffic Safety Administration et Federal Motor Carrier Safety Administration, « Federal Motor Vehicle Safety Standards; Federal Motor Carrier Safety Regulations; Parts and Accessories Necessary for Safe Operation; Speed Limiting Devices », rôle n° NHTSA-2016-0087, RIN 2127-AK92/FMCSA, rôle n° FMCSA-2014-0083, RIN-2126-AB63, *Federal Register* 81(173):6194261972, 7 sept. 2016.
- National Transportation Safety Board, « Highway Accident Brief », accident n° HWY-00-FH011, n° de rapport NTSB/HAB-02/19, 2002.
- . *Event Data Recorders: Summary of Findings, Final Report, Volume II: Supplemental Findings for Trucks, Motorcoaches, and School Buses*, rapport n° DOT HS 809 432 DOT HS 809 432, U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, mai 2002.
- Office of Regulatory Analysis and Evaluation, *FMVSS n° 405 Event Data Recorders (EDRs), Preliminary Regulatory Evaluation*, préparé pour la National Highway Traffic Safety Administration, nov. 2012.
- Owings, R. P., « Record of the National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) Event Data Recorder Working Group First Meeting », préparé pour le Motor Vehicle Safety Research Advisory Committee, Crashworthiness Subcommittee, Washington D.C., 2 oct. 1998.

- Phen, R. L., Dowdy, M. W., Ebbeler, D. H., Kim, E. H., *et al.*, *Advanced Air Bag Technology Assessment, Final Report*, préparé pour la National Highway Traffic Safety Administration et la National Aeronautics and Space Administration, JPL Publication n° 983, avr. 1998.
- Plant, D., Cheek, T., Austin, T. P., Steiner, J., *et al.*, « Timing and Synchronization of the Event Data Recorded by the Electronic Control Modules of Commercial Motor Vehicles - DDEC V », *SAE Int. J. Commer. Veh.* 6(1):209228, 2013, doi:10.4271/2013011267.
- Ruth, R., « Crash Data Retrieval Update Sept 2016 », IPTM [Institute of Policy Technology and Management] groupe de travail chargé des EDR, sept. 2016, http://www.ruthconsulting.com/docs/2016_Sept/EDR Update PSP 09 28 2016 Rick Ruth.pdf
- SAE International Recommended Practice, « Heavy Vehicle Event Data Recorder (EDRVL) Standard - Tier 1 », norme J2728 de la SAE, rév. juin 2010, doi:10.4271/J2728_201006.
- Sapper, D., Cusack, H., et Staes, L., *Evaluation of Electronic Data Recorders for Incident Investigation, Driver Performance, And Vehicle Maintenance, Project No. BD549-5, Final Report*, préparé pour le Florida Department of Transportation Research Center par le National Center for Transit Research Center for Urban Transportation Research, University of South Florida, sept. 2009.
- Schmidt-Cotta, R., *Vehicle Event Recording based on Intelligent Crash Assessment (VERONICA-II) Final Report*, préparé pour la Commission européenne, entente de la Direction générale de l'énergie et des transports n° TREN-07-ST-S07.70764, juin 2009.
- Schmidt-Cotta, R., Steffan, H., Kast, A., Labbett, S., et Brenner, M., *Vehicle Event Recording based on Intelligent Crash Assessment (VERONICA)*, préparé pour la Commission européenne, entente de la Direction générale de l'énergie et des transports n° TREN-04-ST-S07.39597, nov. 2006.
- Shadmi, Zeev, « Intelligent Transportation Systems in Israel: Bird's-eye View of Current Inventory and On-going Projects », présentation lors du colloque sur les STI INFRA 24359, ministère israélien des Transports, 2006.
- Shakely, W.H., « NPRM to Mandate Event Data Recorders », National Highway Traffic Safety Administration, mémoire lié au rôle n° NHTSA-2012-0177, 27 août 2013.
- Steiner, J., Cheek, T., et Hinkson, S., « Data Sources and Analysis of a Heavy Vehicle Event Data Recorder – V-MAC III », *SAE Int. J. Commer. Veh.* 2(1):4957, 2009, doi:10.4271/2009010881.
- Toledo, T., et Lotan, T., « In-Vehicle Data Recorder for Evaluation of Driving Behavior Safety », *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1953:112119, préparé pour le Safety Data, Analysis, and Evaluation Committee, 2006.

VDO Kienzle Sales and Services GmbH, *Unfalldatenspeicher (UDS) Accident Data Recorder - A Contribution to Road Safety*, 1998.

Wang, Y., « National Road Safety Action Plan in China », présenté lors du sixième symposium de recherche sur la sécurité de SHRP 2, Washington DC, 14 juillet 2011.

Williams, J., *Delivering a Compliance Framework for Heavy Vehicle Telematics, Final Policy Paper*, préparé pour la National Transport Commission de l'Australie, juin 2014, ISBN : 9781921604539.

Wouters, P.I.J., et Bos, J.M.J, *The Impact of Driver Monitoring with Vehicle Data Recorders on Accident Occurrence; Methodology and Results of a Field Trial in Belgium and The Netherlands*, rapport n° R-97-8 du SWOV Institute for Road Safety Research, 1997.

---. « Traffic Accident Reduction by Monitoring Driver Behavior with In-Car Data Recorders », *Accident Analysis and Prevention*, 32:643650, 2000.

Avertissement

Ce rapport a été produit par Mecanica Scientific Services Corporation (Mecanica) dans le cadre d'un contrat conclu avec Transports Canada. Mecanica s'est efforcée d'assurer la pertinence, l'exactitude et la nature actuelle de son contenu. Mecanica n'assumera aucune responsabilité liée à une erreur, à une omission ou à une dépendance touchant une partie ou la totalité du contenu, dans un contexte distinct.

L'information et les opinions présentées dans le rapport ne peuvent être attribuées qu'à l'auteur ou qu'aux auteurs et ne témoignent pas nécessairement l'opinion officielle de Mecanica. Mecanica ne peut garantir l'exactitude des données figurant dans la présente étude. Ni Mecanica ni aucun délégué de celle-ci ne peuvent être tenus responsables de l'utilisation des informations fournies dans le présent document.