

PAGE DES DOCUMENTS RELATIFS AU RAPPORT TECHNIQUE

<p>1. NUMÉRO DE RAPPORT T8080-160062 MSSC Livrabable n° 6</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° 6</p>		<p>5. LIVRABLE Rapport de faisabilité relatif aux EDRVL d'autobus commerciaux et à l'élaboration d'une norme canadienne visant les autobus à passagers commerciaux</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 L'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 L'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 Collision Investigations and Research (enquêtes et recherche sur les collisions)</p>
<p>12. RÉSUMÉ</p> <p>La complexité des véhicules contemporains peut rendre ardue l'analyse des collisions en l'absence d'enregistreurs de données routières (EDR) ou d'enregistreurs de données routières de véhicule lourd (EDRVL). Le présent rapport porte sur la faisabilité de normaliser les EDRVL d'autobus commerciaux au moyen de deux méthodes courantes de génie et de conception, soit l'ajout de dispositifs d'enregistrement de données du marché secondaire ou la maximisation des unités de contrôle électroniques (UCE) des fabricants d'équipement d'origine (FEO) qui présentent déjà une fonction d'EDRVL. Que cette fonction soit assurée par une UCE de FEO ou par un dispositif du marché secondaire, un certain nombre d'objectifs de normalisation doivent être pris en considération : format de rapport commun présentant une horloge et des éléments de données normalisés; adoption d'une fréquence, d'une durée et de seuils de compte rendu communs; conception propice à une survie en cas de collision et à la conservation des données; conception d'un outil de récupération de données commun compatible avec tous les véhicules commerciaux; etc. On conclut dans le présent rapport que l'option la plus viable en matière de normalisation des EDRVL d'autobus commerciaux repose sur l'utilisation de la fonction d'EDRVL existante au sein des principales UCE de FEO, laquelle tend vers une conformité à la norme J2728 de la Society of Automotive Engineers (SAE), et ce, sans imposition d'un règlement. On traite aussi de l'incidence d'une normalisation des EDRVL sur les technologies de sécurité qui connaissent une croissance rapide, comme les systèmes perfectionnés d'aide à la conduite (SPAC).</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 leur contribution, leur expertise et leurs conseils. 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

21



Étude de faisabilité de Transports
Canada relative aux EDRVL d'autobus
commerciaux (dossier n° T8080-
160062), livrable n° 6 :

rapport de faisabilité relatif aux EDRVL
d'autobus commerciaux

*« Présentation d'un document de consultation sur la
faisabilité d'élaborer une norme canadienne visant
des EDR d'autobus commerciaux »*

Mecanica Scientific Services Corporation

TABLE DES MATIÈRES

1.0 INTRODUCTION	1
2.0 SOMMAIRE	1
3.0 FAISABILITÉ D'EDRVL D'AUTOBUS À PASSAGERS COMMERCIAUX	3
3.1 Dispositifs du marché secondaire	3
3.2 Dispositifs de FEO	5
3.2.1 Unités d'enregistrement multiples	6
3.2.2 Durée et fréquence de compte rendu variables	7
3.2.3 Seuils variables d'événements déclencheurs	8
3.3 Fréquences de compte rendu et éléments de données communs	12
3.4 Horloge commune	13
3.5 Outil commun d'imagerie de données	15
3.6 Surviabilité en cas de collision	17
3.7 Alimentation électrique indépendante	18
4.0 CONCLUSION	19
APPENDICE A – SIGLES ET ABRÉVIATIONS	21
RÉFÉRENCES	22

1.0 INTRODUCTION

On sait que la complexité des véhicules contemporains peut rendre ardue l'analyse de données physiques recueillies avant une collision, afin de déterminer la cause d'un accident. Comme indiqué dans le livrable n° 3, intitulé « Summary Report of Facts » (rapport de synthèse sur les faits), il n'existe aucun moyen particulier de connaître les manœuvres et les réactions d'un conducteur avant une collision sans le recours à un **enregistreur de données routières (EDR)**.

Les véhicules deviennent de plus en plus perfectionnés depuis l'introduction des systèmes de conduite automatisés (SCA) – comme les systèmes d'aide au suivi de voie (SASV) et les systèmes de freinage d'urgence automatique (SFUA) en marche avant et arrière – ainsi que celle des systèmes perfectionnés d'aide à la conduite (SPAC) – comme le système *SuperCruise*^{MD} de la division Cadillac de General Motors. Il s'avère donc encore important d'analyser des données d'EDR pour connaître les actions des conducteurs ou pour déterminer si un SCA ou un SPAC est intervenu ou non avant une collision.

Même en l'absence de règlements fédéraux, l'industrie tend de plus en plus vers la normalisation d'une fonction d'**enregistreur de données routières de véhicule lourd (EDRVL)**, principalement en raison du besoin des fabricants d'analyser des réclamations en matière de garantie et le rendement des produits sur le terrain, de même que du besoin général des transporteurs commerciaux d'obtenir des données aux fins d'amélioration du rendement de leurs véhicules et de la sécurité de leurs conducteurs.

Le présent rapport porte sur la faisabilité de normaliser les EDRVL d'autocars et d'autobus commerciaux ou scolaires, dans le contexte des progrès touchant les produits des fabricants d'équipement d'origine (FEO) et ceux du marché secondaire, pour ce qui est l'enregistrement de données sur les véhicules lourds.

2.0 SOMMAIRE

Le présent rapport consiste en la présentation à Transports Canada, soit *T8080-160062 Étude de faisabilité relative aux enregistreurs de données routières d'autobus commerciaux*, livrable n° 6, qui traite de la faisabilité d'élaborer une norme canadienne visant les EDR d'autobus à passagers commerciaux.

Les sections ci-après portent sur la faisabilité d'exiger et de normaliser l'installation d'EDR/EDRVL dans les autocars et les autobus commerciaux et scolaires. Bien qu'on y traite des avantages et des défis présentés par les méthodes de mise en œuvre, il faut noter qu'au cours de ses 65 ans d'expérience en matière d'enquêtes et de recherche sur les accidents routiers, Mecanica n'a relevé aucun motif technique prévenant l'installation et la normalisation des EDR/EDRVL.

Du point de vue du génie et de la conception, on envisage deux méthodes principales d'installation et de normalisation des EDRVL. La première se rapporte au recours à des dispositifs du marché secondaire facultatifs (EDR vidéo, systèmes télématiques, etc.) et obligatoires (dispositifs d'enregistrement électroniques [DEE], etc.). Parmi ces dispositifs du marché secondaire, on s'intéresse particulièrement à la manière dont on a rendu obligatoire l'utilisation de DEE aux États-Unis, par le biais d'un calendrier visant une conformité totale en 2019. Le mandat relatif aux DEE constitue un cadre de conformité et une structure politique touchant la normalisation et la transférabilité de données, ainsi que la protection de la confidentialité des données, lesquelles représentent des priorités communes sur le plan de la normalisation des EDRVL et des éléments qui peuvent être maximisés aux fins de mise en œuvre des EDRVL. L'utilisation de DEE pour procurer une fonction d'EDRVL présente cependant un inconvénient immédiat : le recours à des DEE ne serait pas exigé pour l'ensemble des autocars et des autobus commerciaux ou scolaires exploités.

La deuxième considération se rapporte à l'utilisation d'enregistreurs de données autonomes issus du marché secondaire et à la maximisation potentielle de dispositifs d'enregistrement de données fournis par des FEO, comme des unités de contrôle électroniques (UCE) de la sûreté des châssis/moteurs/transmissions déjà installées dans des véhicules lourds et généralement dotées d'une fonction quelconque d'EDRVL. Bien qu'elle pose des défis, la normalisation des EDRVL de FEO présente d'importants avantages qui la rendent préférables, y compris la contribution et l'implication des FEO en matière de normalisation.

Que la fonction d'EDRVL soit procurée par une UCE de FEO ou l'ajout d'un dispositif du marché secondaire, il faut adopter un format de rapport commun qui présente, entre autres, des éléments de données et une fréquence de rapport normalisés, ainsi que concevoir un outil de récupération de données commun qui est compatible avec tous les véhicules commerciaux, quel que soit le fabricant du véhicule (ou du moteur). Selon un modèle éprouvé au moyen de véhicules légers conformes à la partie 563 de l'article 49 du code de réglementation fédéral des États-Unis (Code of Federal Regulations - CFR), les données relatives à 90% des véhicules légers issus du marché de l'ALENA et munis d'un EDR sont accessibles à l'aide d'un outil d'imagerie commun, soit le système de récupération de données de collision (Crash Data Retrieval - ORDC).

Enfin, le présent rapport présente une importante discussion sur les technologies de sécurité qui connaissent une croissance rapide (dont les SPAC), comme les avertisseurs de sortie de voie (ASV), les systèmes d'aide au suivi de voie (SASV) et les systèmes de freinage d'urgence automatique (SFUA). D'autres systèmes perfectionnés peuvent être employés, dont les divers systèmes de transport intelligents (STI), de communication entre les véhicules (SCEV), de communication véhicules-infrastructures (SCVI) et d'intervention touchant les véhicules d'après des protocoles de communication réservée à courte portée (CRCP).

3.0 FAISABILITÉ D'EDRVL D'AUTOBUS À PASSAGERS COMMERCIAUX

Selon la norme SAE J2728 (EDRVL, niveau 1¹), l'industrie tend en grande partie vers la normalisation des EDRVL, et ce, sans réglementation. La grande majorité des camions et des autobus commerciaux sont dotés de fonctions d'EDRVL de FEO qui activent l'enregistrement d'une importante quantité de données en cas de freinage agressif (freinage brusque) ou lors d'une collision impliquant un freinage ou non. Aux États-Unis, beaucoup de données d'EDRVL sont issus d'appareils de FEO qui exploitent des UCE, des réseaux de communication et des capteurs de véhicules installés en usine, sans que d'autres équipements ne doivent être achetés ou installés dans les véhicules.

Dans le marché de l'ALENA, les véhicules de certains parcs commerciaux sont également dotés de DEE et de dispositifs de poursuite/répartition du marché secondaire qui peuvent recueillir des données sur les incidents, qui n'exploitent pas leurs propres capteurs, mais plutôt les bus CAN des véhicules, et qui sont configurés pour surveiller ces canaux pour obtenir des données.

Comme indiqué durant la présente série de recherche (livrable n° 3, résumé des faits), on a réalisé beaucoup d'activités de recherche, d'essai et de validation visant l'exactitude et la fiabilité des données obtenues grâce à des fonctions d'EDR/EDRVL de FEO, ainsi qu'à des EDR/EDRVL du marché secondaire. Ces activités ont permis d'identifier les limites des données enregistrées par des EDR/EDRVL de FEO, mais également de conclure que ces données sont habituellement exactes et utiles aux fins d'analyse des collisions. Des conclusions similaires ont été tirées en ce qui a trait aux EDR du marché secondaire.

3.1 Dispositifs du marché secondaire

Un certain nombre de DEE recueillent non seulement des données sur les incidents, mais assurent également une surveillance continue. Bien que les dispositifs du marché secondaire (DEE à fonction d'EDRVL programmée, etc.) peuvent fournir des données plus fiables et exactes, de même que présenter une capacité d'enregistrement et de présentation de rapport supérieure, la qualité accrue de leurs données est associée à un coût par véhicule important pour ce qui est de l'acquisition des dispositifs et de la main-d'œuvre nécessaire à l'installation, à la configuration et à l'étalonnage des appareils.

Dans le livrable n° 4 (rapport sommaire sur tous les dispositifs), on traite en détail de nombreux DEE fabriqués par des fournisseurs qui détiennent la majeure partie du marché des enregistreurs de données du marché secondaire. Comme indiqué précédemment, le mandat relatif aux DEE a été établi dans le but d'appliquer les normes de l'administration étatsunienne chargée de la sûreté des transporteurs routiers (Federal Motor Carrier Safety Administration - FMCSA), en ce qui concerne les rapports d'activité des conducteurs et leurs heures de travail, afin d'améliorer la

¹Recommandation de SAE International concernant les véhicules routiers, « Heavy Vehicle Event Data Recorder (HVEDR) Standard - Tier 1 », norme J2728 de la SAE, publiée en juin 2010.

sécurité des conducteurs en particulier, mais également la sûreté des routes en général. Les DEE produisent des rapports activité durant les heures de travail et hors de celles-ci, mais enregistrent aussi des données de conformité en matière d'heures de travail, dont les suivantes : identité des conducteurs, emplacement selon le GPS, date, heure, horodatage des démarrages et des arrêts du moteur des véhicules motorisés commerciaux (VMC), heures de fonctionnement des moteurs, kilométrage des véhicules, état de service, information sur les véhicules, identité des transporteurs routiers, données authentifiées sur les utilisateurs, etc.

Comme mentionné dans le livrable n°4, nombre de DEE présentent de plus en plus fréquemment des capacités supplémentaires d'enregistrement de données sur les collisions. Par exemple, le système SmartIQ de SmartDrive enregistre des événements déclencheurs (freinage brusque, etc.), tandis que les capteurs de force g à trois axes de SmartWitness recueillent des données détaillées sur les collisions et le comportement des conducteurs. Le système SmartIQ de SmartDrive présente aussi certaines des capacités de SPAC mentionnées précédemment (ASV, surveillance de la distance de suivi, évitement de collision, etc.).

Les exigences de la FMCSA en matière de conformité des DEE partagent des priorités touchant la normalisation des EDRVL. Comme indiqué dans le livrable n° 3, la principale préoccupation soulevée par les EDR/EDRVL ne se rapporte pas à la faisabilité technique, mais au débat juridique relatif à la confidentialité et à l'utilisation des données, ainsi qu'à leur accès. Pour dissiper les inquiétudes concernant l'accès aux données, on a établi, dans le cadre du mandat relatif aux DEE, des spécifications réglementaires qui restreignent uniquement à la conformité des heures de travail l'accès des organismes d'application de la loi aux données, de même que leur utilisation de celles-ci. De plus, dans un avis supplémentaire de réglementation proposée (Supplemental Notice of Proposed Rulemaking - SNPRM; 79 FR 17656), on a établi des éléments visant spécifiquement à empêcher les transporteurs d'utiliser des données de DEE pour harceler des conducteurs de VMC.

Il faut signaler qu'aux États-Unis, les transporteurs ne sont cependant pas tous tenus de doter leurs VMC de DEE, si bien que toute obligation en matière d'installation globale de EDRVL doit tenir compte du type de dispositif envisagé pour assurer une normalisation des EDRVL et la protection des renseignements personnels. En outre, dans le cas des VMC devant être conformes sur le plan des DEE, la FMCSA n'exige pas que ces derniers ni les données qu'ils recueillent survivent à une collision, malgré les recommandations du bureau états-unien de la sécurité des transports (National Transportation Safety Board – NTSB)². La FMCSA a déterminé que pour survivre à une collision, les DEE doivent pouvoir résister à des chocs ou à des forces considérables, ainsi qu'à l'eau et à une exposition prolongée à une flamme nue. Elle a souligné son intention d'appliquer des normes qui peuvent être satisfaites en reprogrammant les dispositifs existants, à faible coût pour les transporteurs. L'installation d'un logiciel d'EDRVL dans les DEE existants pourrait influencer sur les exigences de résistance à des chocs ou à des forces considérables et entraîner une hausse importante des coûts payés par les fabricants et les acheteurs commerciaux, raison pour laquelle la FMCSA n'exige pas un tel ajout.

²FMCSA, *Electronic Logging Device (ELD) Test Plan and Procedures* (procédures et plan d'essai visant les DEE), avril 2016.

Au lieu d'installer un logiciel d'EDRVL dans les DEE, on pourrait recourir à un enregistreur de données autonome conçu spécialement pour répondre aux exigences de survie et d'analyse des données de collision. L'*Unfalldatenspeicher* (UDS) de Kienzle Argo GmbH, soit un enregistreur de données d'accident (EDA), pourrait jouer ce rôle et a constitué l'appareil sur lequel repose plusieurs études européennes menées sur la sécurité routière et la sûreté des véhicules commerciaux. L'UDS-AT (« AT » signifie « technologie perfectionnée ») représente la nouvelle génération d'UDS et se distingue des autres enregistreurs, car il ne dépend uniquement des réseaux à bus CAN des véhicules et présente ses propres capteurs internes destinés à l'enregistrement et à la présentation de données sur des événements cruciaux touchant les véhicules.

L'UDS-AT procure comme avantage important un taux d'enregistrement et de présentation de données d'une résolution de 512 Hz. Il peut toutefois être déclenché à une résolution supérieure de 1 kHz si les capteurs détectent un événement crucial ou si une exigence de déclenchement préprogrammée est satisfaite. Cependant, il présente un important inconvénient, soit son prix d'installation par véhicule, lequel se situe entre 800 et 1000 € (entre 1200 et 1600 \$CAN ou entre 1000 et 1250 \$US). Un tel coût exigerait des organismes comptables réglementaires qu'ils fournissent de sérieux motifs, lesquels ne suffiraient pas à prévenir une forte contestation de la part des exploitants de véhicules.

3.2 Dispositifs de FEO

Bien que le présent rapport ne contienne aucune analyse des coûts, l'utilisation d'EDRVL de FEO offre de nombreux avantages sur le plan de la normalisation au sein d'autocars et d'autobus commerciaux ou scolaires, y compris un coût inférieur, d'importants bénéfices sur le plan de la conception et une fonctionnalité déjà étendue, pour n'en nommer que quelques-uns.

Le principal atout des EDR/EDRVL de FEO consiste en l'ajout d'une fonction logicielle à l'UCE d'origine nécessaire à l'exploitation des véhicules. Cette fonction permet l'utilisation des capteurs et des données qui font déjà partie des véhicules et qui en permettent la conformité à la réglementation fédérale (émissions, etc.). Une certaine fonction d'EDRVL figure déjà dans 90 % des véhicules du marché de l'ALENA et 99 % des véhicules lourds. Le recours à des UCE de FEO pour obtenir une fonction d'EDRVL constitue l'option la moins coûteuse pour les FEO qui doivent progressivement se conformer à la réglementation, ainsi que celle qui risque d'être la moins contestée par ceux-ci.

Sur le plan de la faisabilité, les EDRVL de FEO présentent toutefois un important inconvénient, soit les limites de données supérieures qu'ils imposent et les risques d'exactitude réduite des données lorsque le réseau de données et les capteurs « FEO » des véhicules sont exploités, problème qui n'est pas rencontré dans le cas des enregistreurs de données autonomes comme l'UDS de Kienzle Argo, lequel sert essentiellement de système de collecte de données. En outre, la normalisation des EDRVL de FEO doit prendre efficacement en considération le vaste éventail de fonctions d'EDRVL procuré par les UCE de FEO, de même que les variations touchant les éléments, les fréquences, les durées et les seuils de présentation de rapport.

3.2.1 Unités d'enregistrement multiples

La normalisation des EDRVL par le biais de solutions de FEO doit tenir compte des variations de fonction d'EDRVL au sein des diverses UCE de FEO. Bien qu'il s'avère avantageux que ces dernières enregistrent essentiellement les mêmes données, nombre d'entre elles stockent les données dans des modules physiques distincts.

Par exemple, certaines versions du système de contrôle électronique de Detroit Diesel (DDEC) ont nécessité l'ajout de modules supplémentaires aux camions qui en comportent, afin tenir compte de leur complexification. Le DDEC VI compte deux modules qui recourent au contrôleur de transmission commun (CTC) [CTC-2] et au module de moteur (support de contrôle de moteur - SCM). Les données de DDEC sont stockées dans le CTC pendant que les autres modules conservent leurs propres codes de défaillance et paramètres de configuration. Le DDEC 10 comporte un CTC et un SCM, mais également un module de contrôle « après traitement » monté sous la cabine. Le DDEC 13 est doté d'une quatrième UCE (TCM01T), laquelle est optionnelle et contrôle la transmission automatique DT12 optionnelle de Detroit Diesel. D'une manière très similaire à celle employée par le DDEC VI des moteurs de Detroit Diesel, le système à deux modules des moteurs de Mercedes-Benz (MMB) exploite l'unité de contrôle des véhicules (UCV) et la *Pumpe Liene Dusse* (PLD), soit l'unité de contrôle intégrée des moteurs. Les données issues des rapports de DDEC des MMB sont elles aussi stockées dans l'UCV, alors que celles de l'horloge et de configuration sont conservées dans la PLD.

De manière comparable, un système d'enregistrement de données à deux modules a été employé par le système de contrôle et de gestion de véhicule (Vehicle Management and Control - V-MAC) de Mack lors de la mise en service du V-MAC III, puis jusqu'en 2007. Ce système à deux modules comprend une unité de contrôle de moteur électronique (UCME) qui commande des fonctions de moteur et une unité de contrôle de véhicule électronique (UCVE) qui commande des fonctions de véhicule. Le V-MAC IV, qui a été utilisé de 2006 à 2013, comprend non seulement des UCME et des UCVE modifiés, mais également un troisième module qui est appelé « Instrument Panel Electronic Control Unit » et qui consiste en une unité de contrôle électronique de panneau d'instruments (UCEPI). La version 2 du système de contrôle électronique Legacy de Volvo compte trois UCE de ce type, soit une UCEPI, une UCME et une UCVE. Les camions de Volvo sont aussi munis d'une UCE qui commande un système de retenue supplémentaire (SRS), lequel consiste en un système de coussin gonflable qui est propre aux camions de Volvo du marché de l'ALENA et qui peut stocker des données sur le rendement du système de retenue des occupants.

Il n'est donc pas nécessaire que la normalisation des unités d'enregistrement d'EDRVL force les fabricants à choisir une UCE particulière dans laquelle les données doivent être stockées. L'objectif devrait plutôt consister à éviter une diffusion des rapports d'EDRVL au sein de diverses UCE. Il serait effectivement préférable que toutes les données soient enregistrées dans une même UCE accessible à l'aide d'un moyen de connexion privilégié (connecteur de lien de diagnostic [CLD] de camion lourd, comme défini par la norme J1939/13) ou de manière directe, lorsqu'un véhicule est trop endommagé pour permettre une liaison par CLD.

3.2.2 Durée et fréquence de compte rendu variables

La durée et la fréquence de compte rendu varient encore plus, selon les UCE de FEO, que le nombre d'unités, ce qui complexifie la collecte de données dans une base commune, aux fins de recherche et d'analyse en matière de collisions.

Par exemple, lors de tout freinage brusque, le DDEC enregistre une minute d'activité avant le déclenchement et quinze secondes d'activité après ce dernier, et les valeurs de freinage brusque sont signalées selon des intervalles d'une seconde. Le système d'enregistrement d'arrêt rapide de Caterpillar (CAT) stocke l'équivalent de 44 secondes de données avant le déclenchement et quinze secondes de données après ce dernier, selon un taux similaire de 1 Hz (un échantillon par seconde). Celui de Bendix enregistre 20 secondes de données, soit dix secondes de données avant le déclenchement et dix après, selon des intervalles de 2 Hz.

Lors du dernier arrêt, le DDEC enregistre 1 min 44 s de données avant l'arrêt et 15 s de données après. Il stocke les mêmes valeurs que lors d'un freinage brusque et en rend également compte d'après des intervalles d'une seconde. Dans le cas des V-MAC IV et V-MAC IV+ de Mack, 90 secondes de données sont enregistrées lors d'une accélération et d'un dernier arrêt déclencheurs. Lors d'une accélération déclencheuse, 60 secondes de données sont stockées avant le déclenchement et 30 secondes après, alors qu'en cas de dernier arrêt, 90 secondes de données sont collectées avant le déclenchement. Lors de ces deux événements, des données sont enregistrées et signalées selon des intervalles de 0,25 seconde (4 Hz). À titre comparatif, le système de Volvo stocke 90 secondes de données lors d'une accélération déclencheuse et d'un dernier arrêt, d'après un taux de 4 Hz; 60 secondes de données sont recueillies lors d'une accélération, avant le déclenchement, et 30 secondes après, tandis que 90 secondes le sont en cas de dernier arrêt, avant le déclenchement. Le système d'International/NAVISTAR collecte des données de dernier arrêt selon un taux de 1 Hz, y compris 105 secondes de données avant l'événement. L'information d'accélération d'International/NAVISTAR contient 105 secondes de données stockées avant le déclenchement, un instantané produit lors du déclenchement et 15 secondes de données collectées après ce dernier, d'après des intervalles d'une seconde (1 Hz).

L'instantané de diagnostic de CAT produit 19 points de données avant le déclenchement et sept points après, d'après des intervalles de 0,48 seconde (taux d'échantillonnage d'environ 2 Hz). Les données d'images figées de Volvo sont enregistrées selon des intervalles de 30 secondes, si bien que deux images sont saisies avant l'activation du code de défaillance, d'après une plage se situant entre 0 à 30 secondes et 30 à 60 secondes avant le déclenchement, selon le moment où la défaillance survient, et ce, en raison de la nature du tampon circulaire d'après lequel les données sont collectées.

Il serait pertinent d'établir une fréquence de compte rendu et une durée d'enregistrement communes, étant donné leur importance aux fins d'une analyse pertinente des collisions.

3.2.3 Seuils variables d'événements déclencheurs

Dans le cas de Detroit Diesel, le seuil de déclenchement d'un freinage brusque est établi à 7 mi/s par défaut, mais peut être modifié par le propriétaire. De plus, la vitesse du véhicule doit dépasser les 10 mi/h et n'entraîne aucun déclenchement si elle est précédée ou suivie d'une accélération supérieure à 4 mi/s. Pour ce qui est de Cummins, un enregistrement est déclenché lorsqu'une accélération préprogrammée est détectée, soit 9 mi/s par défaut, valeur qui peut être remplacée par une accélération définie par l'utilisateur. Quant aux systèmes V-MAC IV et IV+ de Mack, un déclenchement survient lors d'un dernier arrêt complet. Fichier d'instantané de CAT est produit lorsqu'une accélération choisie par l'utilisateur survient ou que le taux d'arrêt rapide établi est détecté. CAT recommande d'établir ce taux à 7 mi/s.

Le DDEC est déclenché par des derniers arrêts lorsque la vitesse du véhicule passe d'un état de circulation (vitesse d'au moins 1,5 mi/h et régime du moteur supérieur à 0 pendant 2 secondes) à un état d'arrêt (vitesse inférieure à 1,5 mi/h ou contact coupé) et y demeure durant 15 secondes. Dans le cas de Volvo, un déclenchement de dernier arrêt est entraîné par une immobilisation à 0 mi/h. Pour ce qui est d'International/NAVISTAR, des données de dernier arrêt sont enregistrées lorsque le véhicule s'immobilise et que le moteur est éteint (contact coupé) ou qu'il s'arrête et que le moteur demeure au ralenti pendant plus de 2 minutes.

L'instantané de diagnostic de CAT est similaire à celui d'arrêt rapide et produit lorsqu'un code de défaillance du moteur est créé. En ce qui concerne Mack, le seuil de déclenchement relatif à l'accélération demeure le même à partir de V-MAC III, pour lequel il est établi à un changement de vitesse du véhicule de +/- 10 mi/h/s, suivi d'un changement de régime du moteur de +/- 50 tr/s. Chez Volvo, le seuil de déclenchement relatif à l'accélération est le même que chez Mack, soit un changement de vitesse du véhicule de +/- 10 mi/h/s, suivi d'un changement de régime du moteur de +/- 50 tr/s. Quant à International/NAVISTAR, les accélérations déclencheuses sont enregistrées lorsqu'un seuil programmable est surpassé. Un ou des essais ont montré que pour que des données soient enregistrées, un seuil de déclenchement/enregistrement de 5,5 mi/h/s doit être atteint et que le véhicule doit se déplacer à plus de 14,29 mi/h. Lorsque le seuil de déclenchement est réglé à 9,5 mi/h, le véhicule doit circuler à plus de 28,58 mi/h pour que des données soient recueillies.

En ce qui a trait aux systèmes EC-60/EC-80 de Bendix fabriqués à partir de 2013, un déclenchement survient lorsque l'accélération latérale et/ou longitudinale dépasse 0,5 g dans l'une ou l'autre des directions (accélération > 0,5 g), que la vitesse du véhicule diminue d'au moins 6,9 mi/h en une seconde (freinage brusque), que le système Wingman Advanced applique les freins ou que le mode de régulation de vitesse active et de freinage (RVAF) est enclenché et que l'alerte de prise de contrôle (alerte d'impact) ou le conducteur outrepassé le système.

Le tableau 3.2.3 présente une comparaison des seuils de déclenchement, des durées d'enregistrement et des fréquences établis par les FEO.

Tableau 3.2.3. EDRVL de FEO – Événements déclencheurs et enregistrement

	Daimler Trucks North America Detroit Diesel/Mercedes-Benz	Volvo Group North America (Mack, Volvo, Volvo Bus/Prévo)st)	Caterpillar
Moteur/Modules	DDEC 16 (CPC04T) et Mercedes OM471	Mack V-MAC IV+ Version 3 des commandes de Volvo	CAT C15 EPA 07; module ADEM IV
Année	De 2016 à aujourd'hui	De 2013 à aujourd'hui	2010
Durées d'enregistrement	<u>Freinage brusque</u> : 1 min (avant), 15 s (après) <u>Dernier arrêt</u> : 1 min 44 s (avant), 15 s (après)	<u>Accélération</u> : 1 min (avant), 30 s (après) <u>Dernier arrêt</u> : 90 s	44 s (avant), 15 s (après)
Fréquence d'enregistrement	1 Hz	4 Hz	1 Hz
Freinage brusque	Réglage en usine à 7 mi/h/s; configurable par le propriétaire.	+/- 10 mi/h/s	Réglage en usine à 7 mi/h/s; configurable par le propriétaire.
Dernier arrêt	Vitesse du véhicule qui passe de plus de 1,5 mi/h à moins de 1,5 mi/h, puis arrêt pendant 15 s	0 mi/h/s	N/D
Conditions de déclenchement	Vitesse du véhicule supérieure à 10 mi/h; aucun déclenchement lors d'une accélération de plus de 4 mi/h/s avant ou après.	Aucun déclenchement lors d'accélération; le véhicule doit dépasser 5 km/h (3,1 mi/h) pour qu'un dernier arrêt soit consigné.	Aucune condition spéciale.
Alimentation	Pour l'ensemble des DDEC, le retrait des modules de contrôle électroniques (MCE) du châssis n'influe pas sur le stockage de données de freinage brusque, de dernier arrêt ou d'autres informations de rapport. Dans le cas d'un dernier arrêt, un cycle clé est nécessaire; dans celui d'un freinage brusque, aucun cycle clé n'est nécessaire.	<u>Dossier de dernier arrêt</u> Les MCE semblent nécessiter jusqu'à 2 min d'alimentation pour produire un nouveau dossier, sans arrêt élégant. En cas d'arrêt avec une clé, il faut environ 20 s d'alimentation pour qu'un nouveau dossier soit produit. <u>Dossier de freinage brusque</u> Les MCE semblent nécessiter jusqu'à environ 15 s d'alimentation pour produire un nouveau dossier après un freinage brusque.	Consulter le document technique n° 2011-01- 0807 de la SAE, intitulé « An Examination of Snapshot Data in Caterpillar Electronic Control Modules » (examen de données d'instantanés stockées dans des MCE de Caterpillar) et rédigé par T. Austin, en ce qui concerne les pertes d'alimentation.

Commentaires

Dans le cas du DDEC 13 et des versions ultérieures, des dossiers de freinage brusque et de dernier arrêt sont versés dans la mémoire EEPROM immédiatement après un événement.

Remarque. D'autres données, y compris des images, peuvent être enregistrées par les systèmes de sécurité « Detroit Assurance » de Freightliner/Detroit Diesel.

Mack/Volvo considère les événements de freinage brusque comme des registres produits lors d'incidents d'accélération; les données sont versées dans une mémoire EEPROM lors du déclenchement.

Consulter le document technique n° 2011-01-0807 de la SAE, intitulé « An Examination of Snapshot Data in Caterpillar Electronic Control Modules » (examen de données d'instantanés stockées dans des MCE de Caterpillar) et rédigé par T. Austin, en ce qui concerne des considérations spéciales et des anomalies de données relevées pendant l'examen de données de Caterpillar.

Tableau 3.2.3 (suite). EDRVL de FEO – Événements déclencheurs et enregistrement

	Navistar International	Cummins	PACCAR	Bendix
Moteur/Modules	Navistar A26	Moteur X15; CM2350	Moteur MX-11 (EPA 2013)	Module EC-80
Année	De 2018 à aujourd'hui	De 2017 à aujourd'hui	De 2010 à 2017*	À partir de 2011
Durées d'enregistrement	105 s (avant), 15 s (après)	59 s (avant), 15 s (après)	5 s (avant), 5 s (après)	10 s (avant), 10 s (après)
Fréquence d'enregistrement	1 Hz	1 Hz	4 Hz	2 Hz
Freinage brusque	7,4 mi/h/s	9 mi/h/s	8,95 mi/h/s	Déclenchement du registre d'enregistreur de données de Bendix à 0,55 g; déclenchement et verrouillage à 0,75 g.
Dernier arrêt	Arrêt du véhicule et du moteur ou arrêt du véhicule et moteur au ralenti pendant plus de 2 min.	N/D	N/D	N/D
Conditions de déclenchement	Une vitesse minimale du véhicule peut être nécessaire; en cours d'établissement.	9 mi/h/s par défaut; la plupart ne sont pas programmables.	N/D	Déclenchement lorsque l'accélération latérale et/ou longitudinale dépasse 0,5 g dans toute direction (accélération > 0,5 g), que la vitesse du véhicule diminue d'au moins 6,9 mi/h en 1 s (freinage brusque), que le système Wingman Advanced applique les freins ou que le mode de régulation de vitesse active et de freinage (RVAF) est enclenché et que l'alerte de prise de contrôle (alerte d'impact) ou le conducteur outrepassé le système.

<p>Alimentation</p>	<p><u>Dossier de dernier arrêt</u> Les MCE nécessitent jusqu'à 2 min d'alimentation pour produire un nouveau dossier. En cas d'arrêt avec une clé, il faut environ 20 s d'alimentation pour qu'un nouveau dossier soit produit.</p> <p><u>Dossier de freinage brusque</u> Les MCE nécessitent jusqu'à environ 15 s d'alimentation pour produire un nouveau dossier après un freinage brusque.</p>	<p>En cas d'interruption de l'alimentation, aucun dossier de données de décélération soudaine n'est sauvegardé dans la mémoire non volatile, de sorte que celui-ci est perdu.</p>	<p>N/D</p>	<p>L'effet d'une perte d'alimentation sur l'enregistrement de données par l'UCE, dans la mémoire non volatile, en moins de 0,5 s.</p> <p><u>UCE AutoVue/SafetyDirect de Bendix</u> : des interruptions d'alimentation peuvent provoquer des pertes vidéo ou un transfert incomplet des données à la mémoire flash.</p>
<p>Commentaires</p>	<p><u>Dossier d'accélération/de décélération brusque</u> : enregistrement des deux événements les plus récents.</p> <p><u>Dossier de dernier arrêt</u> : enregistrement des deux événements les plus récents.</p>	<p>Jusqu'à trois dossiers de décélération soudaine peuvent être enregistrés.</p>	<p>Les moteurs de la série PX de PACCAR présentent la marque Cummins, et des logiciels et protocoles de Cummins devraient être employés aux fins d'imagerie de données. <u>Remarque</u>. Dans les modèles de 2017 et des années suivantes, PACCAR a désactivé la fonction d'enregistrement d'arrêt rapide en raison d'un problème touchant la fréquence de compte rendu de données.</p>	<p>Enregistrements d'au moins quatre événements; l'enregistreur de données embarqué SafetyDirect consigne et diffuse des données d'événement, y compris sur les freinages brusques, et indique la vitesse, l'heure/la date et l'emplacement.</p>

3.3 Fréquences de compte rendu et éléments de données communs

Les capacités actuelles des EDRVL de FEO traitées à la section 3.2 sont en voie d'être conformes à la pratique recommandée (PR) J2728 de la SAE. La plupart des véhicules lourds contemporains sont déjà dotés d'enregistreurs de données qui stockent plus de 30 secondes d'information. Comme indiqué précédemment, le principal écart par rapport à la PR découle de la fréquence de compte rendu. Dans la SAE J2728, on recommande un taux d'enregistrement de 10 Hz, mais au sein des EDRVL de FEO actuels, la résolution de données la plus élevée totalise 4 Hz et est assurée par les registres d'incident de Mack et de Volvo, ainsi que l'enregistreur d'arrêt rapide de PACCAR. En fait, la plupart des EDRVL de FEO enregistrent selon une résolution de 1 Hz, ce qui s'avère très faible.

Cependant, les EDRVL de FEO enregistrent généralement plus de données que les 30 secondes recommandées dans la PR J2728. Par exemple, les systèmes de Detroit Diesel stockent 75 secondes de données de freinage brusque et 120 secondes de données de dernier arrêt. Il faut toutefois noter que dans ce cas, la PR J2728 ne prévoit aucune réduction de la durée d'enregistrement des EDRVL de FEO, mais plutôt une durée minimale de 30 secondes, soit 15 secondes avant et après le déclenchement au cours d'un événement.

Dans la PR SAE J2728, on recommande cependant plusieurs éléments de données supplémentaires qui ne figurent pas dans les rapports des EDRVL de FEO actuels. Ces derniers enregistrent habituellement la vitesse du véhicule, le régime du moteur, l'application des interrupteurs de freinage et d'embrayage, ainsi que l'état de la régulation de vitesse. De plus, on recommande dans la PR SAE J2728 une couverture supérieure des systèmes de véhicules, afin que celle-ci englobe l'état du système ABS, du rapport de transmission et du ralentisseur moteur. On y exige aussi l'enregistrement de plusieurs valeurs d'en-tête, soit des données à valeur simple qui constituent une description de l'événement et de l'EDRVL de FEO en général, et qui présentent aussi la date et l'horodatage. Parmi les autres en-têtes, mentionnons le seuil de déclenchement, le compte de déclenchement et l'état complet ou non du dossier de données d'événement.

Il faut inclure des éléments de données issus de SCA, comme ceux de SFUA avant et arrière qui sont propres à une reconstitution d'accident donnée.

Le recours à ces EDRVL de FEO représente la méthode la plus efficace de respecter la norme SAE J2728 et donc le meilleur moyen d'établir des normes d'EDRVL visant les autobus commerciaux.

3.4 Horloge commune

En 2002, le NTSB a présenté les résultats d'une analyse portant sur un accident impliquant un autocar, à proximité de Canon City, au Colorado³. Le NTSB a déploré que seulement deux codes de défaillance ont pu être tirés de l'UCE d'ABS du DDEC VI, que d'autres codes présents ont été ignorés et écrasés par l'UCE et que les deux codes récupérés ne présentaient aucun horodatage ni aucune date ou étiquette d'état actif/inactif. L'absence de date et d'horodatage a empêché les enquêteurs de déterminer quand la défaillance est survenue ou si cette dernière a influé sur le fonctionnement de l'autobus avant l'accident, ce qui a poussé le NTSB à présenter la recommandation de sécurité H-02-35, dans laquelle il demande à l'Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) [institut du génie électrique et électronique] et à la SAE de concevoir en collaboration une horloge reconnue synchronisée avec d'autres dispositifs embarqués⁴ conçus pour enregistrer précisément (à la seconde près) des données sur des événements de freinage brusque/dernier arrêt et des codes de défaillance/diagnostic.

³Cette discussion est traitée en détail dans le livrable n° 3 (rapport sommaire sur les faits), à la section 3.2.2.3.

⁴Recommandation de sécurité H-02-35 du NTSB, numéro 2002.

En 2008, le NTSB s'est dit déçu que l'IEEE n'ait réalisé aucune activité liée aux normes recommandées en raison d'un manque d'intérêt du groupe de travail technique 1616 de l'IEEE, si bien qu'il a retiré la recommandation de sécurité H-02-35. En 2013, il a appuyé les travaux de la SAE visant à produire une liste complète d'éléments et d'exigences de données concernant la reconstitution d'accidents et l'élaboration de normes, par le biais de la PR J2728 de la SAE, comme indiqué à 3.3. Toutefois, le NTSB a déploré le manque continu d'une norme de synchronisation, et ce, dix ans après la recommandation d'une horloge commune dans la première version d'H-02-35. Puisque la SAE J2728 ne prévoit aucune horloge commune, la recommandation de sécurité H-02-35 a été formulée à nouveau⁵.

Chaque système de véhicule commercial de FEO attribue différemment des dates et des horodates, ce qui justifie la présence d'une horloge commune. Les freinages brusques et les derniers arrêts enregistrés par les DDEC se voient attribuer une date et une heure de déclenchement, de même qu'une valeur d'odomètre lors de l'enregistrement. Les dossiers de données de décélération soudaine de Cummins se voient aussi attribuer une valeur d'odomètre et une heure de MCE lors du déclenchement. Les instantanés de code de défaillance de Cummins peuvent également fournir des données propres aux incidents lorsqu'une défaillance survient au moment d'un incident. Cependant, le code est horodaté d'après le temps d'exécution d'un horomètre électronique (MCE), de sorte que le moment d'activation du code de défaillance peut ne pas correspondre à celui où une défaillance est réellement survenue.

Dans le cas des systèmes V-MAC III/IV/IV+ de Mack, tous les événements relatifs à un incident se voient attribuer la date et l'horodate d'imagerie des données, ainsi que la date et l'heure de l'incident déclencheur. Dans celui du V-MAC III, un millage qui n'est pas propre à l'incident est attribué au moment de l'imagerie des données. Dans celui des V-MAC IV et V-MAC IV+ de Mack, ce n'est pas le millage indiqué au moment de l'imagerie des données qui figure dans le registre d'incident, mais plutôt le millage qui correspond directement à celui établi lors de l'incident déclencheur. Les deux registres d'incident de Volvo sont horodatés comme ceux des V-MAC IV/IV+ de Mack, c'est-à-dire que chaque registre se voit attribuer la date et l'heure de l'imagerie des données et de l'incident déclencheur, de même que le millage au moment de l'incident déclencheur. Les images figées d'International/Navistar sont horodatées d'après la valeur à l'odomètre et les heures de fonctionnement du moteur, lors du déclenchement. Les horodates de dernier arrêt attribuées lors d'un déclenchement comprennent la valeur en temps réel figurant à l'horloge, la distance de voyage/totale de MCE et les heures de fonctionnement du moteur. Bendix horodate les événements selon les heures de fonctionnement du moteur. Bien que les événements soient datés et horodatés, des essais et des travaux de recherche ont révélé des incohérences touchant les horloges internes d'UCE.

On a aussi constaté que l'exactitude d'horodatage est touchée par des erreurs de compte rendu. Par exemple, les moteurs de CAT dotés d'UCE ADEM 2000 et ADEM III horodatent tous les instantanés 24 h avant l'heure/la date réelle et qu'ils attribuent aux instantanés enregistrés le 31 d'un mois donné la date du 31 décembre 1969 ou du 1^{er} janvier 1970. Certains moteurs contrôlés

⁵Recommandation de sécurité H-02-035 du NTSB, consultée en février 2018.

par un ADEM 2000, un ADEM III Bridge, un ADEM IV MXS/NXS ou un ADEM IV ont été touchés par une erreur de signalement de temps qui fait en sorte que le délai réel entre les entrées de données est approximativement doublé. On peut donner l'horloge du V-MAC III de Mack comme exemple, car celle-ci ne comporte aucune batterie auxiliaire interne et peut donc présenter une valeur aléatoire ou antérieure au moment de l'imagerie, en cas de panne d'alimentation. En outre, l'exactitude de l'horloge du V-MAC III peut également diminuer au fil de temps, en raison de l'absence d'une batterie auxiliaire interne.

Il faut noter que pour tenir compte des incohérences d'horodatage visées par les recommandations du NTSB, on a muni la plupart des véhicules lourds de dispositifs de gestion de parc à GPS. L'élément le plus pertinent des GPS consiste en l'exactitude de leur horodatage d'événement, selon une valeur universelle. L'horodatage d'événements réels est enregistré d'après divers formats (p. ex. un rapport routier ou policier de collision présente 19 h 50 à partir d'une horloge de 24 h ou l'heure locale de Los Angeles, soit 19 h 50 HNP) et repose sur la date et l'emplacement de l'événement. Les véhicules dotés de modules à GPS enregistrent l'horodate selon le temps moyen de Greenwich (Greenwich Mean Time - GMT), aussi appelé « temps universel coordonné » (Coordinated Universal Time - UTC). Par conséquent, l'horodate réel d'un événement issu d'un enregistrement GPS pourrait constituer l'horloge commune recommandée, et l'analyse devrait être fondée sur la date/l'heure GPS enregistrée et sur les mesures de latitude/longitude correspondantes. Mecanica propose que la date/l'horodate GPS commune et la localisation par latitude/longitude constituent l'horloge commune recommandée par le NTSB, car la plupart des camions comportent un système capable de stocker ces données. L'horodatage GPS est beaucoup plus exacte que les autres types d'horodatage.

3.5 Outil commun d'imagerie de données

La normalisation des EDRVL dans les produits de FEO nécessite un outil commun qui n'exige aucun achat de multiples outils d'imagerie de données destinés aux camions et aux autobus commerciaux, ni aucune formation à leur égard, de la part des organismes gouvernementaux, des chercheurs, des gestionnaires de parc, des organismes d'application de la loi et des experts-conseils concernés.

Aujourd'hui, pour pouvoir se connecter physiquement à un camion, les organismes touchés doivent payer quelque 9000 \$US et des frais de licence annuels pour utiliser tous les logiciels de diagnostic actuels, ainsi que dépenser 1000 \$US pour se procurer l'une des rares interfaces de véhicule disponibles conformes à la RP1210 du TMC. En établissant un outil commun qui permet de se connecter à tous les camions et autobus commerciaux, on peut considérablement réduire les coûts d'investissement associés aux équipements et aux logiciels d'imagerie de données d'EDRVL.

De plus, en normalisant au moyen un outil commun d'imagerie de données d'EDRVL, on peut rendre la formation pertinente beaucoup plus simple. Actuellement, il faut suivre une longue formation pour utiliser les neuf logiciels de diagnostic distincts d'Allison, de Bendix, de Caterpillar,

de Cummins, de Detroit Diesel/Mercedes-Benz, d'Eaton, d'International/Navistar, de PACCAR, de Volvo/Mack et de WABCO.

Les *véhicules à passagers légers* qui présentent une fonction d'EDR conforme à la partie 563 peuvent être sondés par un outil commun d'imagerie de données d'EDR qui est déjà bien établi, soit l'outil de récupération de données de collision (ORDC) qui a été conçu et qui est fabriqué et vendu par Bosch Automotive Service Solutions, Inc. (Santa Barbara, Californie, États-Unis)⁶. L'ORDC de Bosch se prête à environ 90 % des véhicules munis d'un EDR, dans le marché de l'ALENA, et est tenu à jour régulièrement par les fabricants, lors du colloque annuel des FEO de BOSCH.

Il n'existe actuellement aucun outil commun compatible avec la plupart des camions et des autobus commerciaux du marché de l'ALENA. Toutefois, Synercon Technologies (Tulsa, Oklahoma, États-Unis) a conçu et fabrique et vend un adaptateur de liaison et d'analyse (Forensic Link Adapter - FLA). Le FLA consiste en un ordinateur robuste capable de télécharger des données d'EDRVL depuis de vieux UCE de Detroit Diesel, de Mercedes, de MX de PACCAR et de MaxxFORCE Navistar, ainsi que de tous les UCE de Caterpillar. Ce dispositif universel constitue également une interface conforme à la RP1210, afin de communiquer avec des logiciels de FEO. Grâce à des réseaux conformes aux normes J1939 et J1708, l'algorithme de détection de Synercon Technologies balaye les réseaux des véhicules pour trouver des données sur le moteur (instantanés de CAT, enregistrements de freinage brusque de DDEC, images de données, etc.). L'adaptateur FLA chiffre les données en cours de récupération, afin d'en vérifier l'authenticité et l'intégrité, puis il les stocke indéfiniment dans une mémoire de 16 Go, jusqu'à ce qu'elles puissent être téléchargées et déchiffrées dans le serveur de Synercon Technologies et affichées à partir de ce dernier.

Une étude conjointe de l'Université de Tulsa et de l'Institute for Police Technology and Management (institut de gestion et de technologie policières) a été menée grâce au FLA, afin de récupérer les données d'un autobus scolaire Caterpillar de 2001 à moteur diesel 3126 (préfixe de numéro de série CKM). L'étude visait à simuler une collision entre un autobus scolaire et un autobus de transport en commun suffisamment violente pour entraîner une défaillance du système électrique de l'autobus scolaire. Elle a permis de conclure que le FLA peut récupérer des données d'arrêt rapide et d'autres instantanés dans un contexte où un logiciel d'entretien de technicien en électronique en est incapable⁷.

Le FLA n'est toutefois pas aussi universel qu'on le prétend, car il n'a pas été conçu d'après des données ou des renseignements exclusifs fournis par les FEO, afin d'en garantir une compatibilité optimale avec les UCE de ces derniers.

⁶<https://www.boschdiagnostics.com/cdr/>

⁷<https://www.synercontechnologies.com/forensic-link-adapter/>

3.6 Survivabilité en cas de collision

La survivabilité des EDRVL en cas de collision représente un important objectif de normalisation qui figure dans les recommandations du NTSB visant à ce que la mémoire des EDRVL puisse résister à une grave collision. Le NTSB a indiqué qu'un des éléments essentiels à la récupération des données d'EDRVL consiste à établir des exigences ciblant notamment la survivabilité en cas d'incendie. Durant presque toutes les collisions pendant lesquelles le feu endommage un MCE, la mémoire de ce dernier s'avère impossible à récupérer. On a donc souligné que la survivabilité en cas d'incendie est essentielle à la protection des données d'EDRVL et joue un rôle important quant à la survivabilité des MCE lors d'une collision.

Parmi les autres facteurs à prendre en considération en matière de survivabilité totale, mentionnons les coûts, la protection des données, les chocs causés par les impacts, la température, l'immersion dans un fluide, les risques de pénétration et l'emplacement. Dans le volume II de son rapport final de 2002⁸, le groupe de travail de l'administration étatsunienne de la sécurité routière (National Highway Traffic Safety Administration – NHTSA) en matière d'EDR a indiqué que les coûts constituent un important facteur de survivabilité des EDRVL, surtout dans l'industrie des autobus scolaire, dont il a soulevé des préoccupations quant à la capacité financière d'acquérir des dispositifs conformes aux exigences de survivabilité. La survivabilité des EDRVL représenterait également un fardeau pour les exploitants de grands parcs de véhicules, si ces derniers devaient doter chaque unité de modules conformes sur le plan de survivabilité. Dans l'industrie en général, le coût d'installation de tels modules éveille des inquiétudes depuis que le NTSB a initialement recommandé la mise en place de ces dispositifs dans le cadre du mandat relatif aux DEE, option que la FMCSA a d'ailleurs écartée pour des raisons de coût et de complexité⁹. Or, les modules d'EDRVL peuvent contenir beaucoup plus de données que les DEE, ce qui justifierait le coût d'en exiger la survivabilité.

Le groupe de travail de la NHTSA en matière d'EDR a également indiqué que l'emplacement des modules constitue le plus important facteur de survivabilité des EDR, car l'importance des dommages que ces derniers subissent, ainsi que les risques qu'ils soient considérablement écrasés et qu'ils ne survivent pas en découlent entièrement. En outre, l'emplacement des modules influe considérablement sur leur protection contre d'autres facteurs, dont le feu, l'immersion dans un fluide, la pénétration et les chocs causés par des impacts. Le groupe de travail en matière d'EDR a conclu que les EDR devraient résister à un choc de 300 g pendant environ 50 millisecondes et que les modules d'EDRVL devraient respectivement résister à une immersion dans un fluide peu profond et à une température de 40 °F pendant huit heures. Sur le plan des risques d'écrasement et de pénétration, on a indiqué que les EDR devraient résister à un écrasement statique de 500 lb et à une charge de 200 lb et d'une aire d'impact de ½ po de diamètre relâchée depuis 3 pi.

⁸Groupe de travail de la NHTSA en matière d'EDR, *Event Data Recorders: Summary of Findings, Final Report, Volume II: Supplemental Findings for Trucks, Motorcoaches, and School Buses*, rapport n° DOT HS 809 432, mai 2002.

⁹FMCSA, *(ELD) Test Plan and Procedures*.

Dans la PR J2728 de 2010, la SAE s'est aussi penché sur la surviabilité des EDRVL en cas de collision et sur divers facteurs qui influent sur les EDRVL lors d'un accident. Dans cette norme, elle vise les mêmes facteurs que ceux abordés dans le volume II du rapport final du groupe de travail de la NHTSA en matière d'EDR, facteurs qui découlent de la norme J1455 de la SAE sur les pratiques environnementales recommandées aux fins de conception d'équipements électriques destinées à des applications à haut rendement (Recommended Environmental Practices for Electrical Equipment Design in Heavy-Duty Applications). La seule exigence de la SAE J2728 en matière d'électricité/environnement vise à ce que les EDRVL survivent à une collision et demeurent conformes sur le plan des EDRVL en cas de survie, soit une approche minimaliste comparativement à celle de dépassement du groupe de travail en matière d'EDR, laquelle entraînerait une hausse importante des coûts.

La solution proposée par le groupe de travail en 2002 consiste actuellement en le dispositif mobile de collision et d'accélération (Mobile Acceleration Crash Box - MACBOX^{MD}) de Safety Intelligence Systems, lequel peut être déclenché automatiquement ou manuellement. Le MACBOX^{MD} recueille des données vidéo (point de vue du conducteur) et de véhicule et présente d'autres fonctions d'EDR, comme une transmission chiffrée sans fil en cours de collecte de données, le stockage des données recueillies et la gestion des données d'EDR. Hormis son coût, son perfectionnement en constitue le principal inconvénient, surtout sur le plan de la mise à l'échelle.

D'autres travaux de recherche doivent être réalisés en ce qui concerne les gros véhicules routiers, et d'autres coûts liés à la protection des données d'EDRVL doivent être évalués. Ces travaux faciliteront notamment l'établissement d'une norme de survie aux collisions des modules d'EDRVL. Dans le cas des EDR de voitures à passagers, le comité chargé de la SAE J1698 a établi un seuil de résistance des EDR aux essais FMVSS 208 et du NCAP; aucun essai équivalent ne permet actuellement d'établir un seuil de survie des modules d'EDRVL. Les conclusions relatives aux modules d'EDR de véhicules lourds doivent être prises en considération lors des essais de collision visant les EDRVL, afin d'acquérir des connaissances nuancées sur l'importance des collisions auxquels les EDRVL peuvent raisonnablement survivre. Le NTSB espère que la protection de ces modules entraînera de faibles coûts et des retombées considérables sur le plan de la sécurité.

3.7 Alimentation électrique indépendante

Le dernier facteur dont il faut tenir compte consiste en l'effet des pannes d'alimentation sur les fonctions d'EDR de véhicule lourd et sur leur capacité d'enregistrer des données pendant et après une collision. Actuellement, les fonctions d'EDR de FEO des camions du marché de l'ALENA peuvent être touchées par une panne d'alimentation.

Lors de certains types de collision, les véhicules lourds peuvent subir une panne temporaire ou permanente d'alimentation s'ils sont endommagés. Une panne peut également survenir lorsque les premiers intervenants arrivent sur les lieux de l'accident et qu'ils coupent les câbles de batterie principaux pour prévenir un incendie, ce qui peut couper l'alimentation des fonctions d'EDRVL.

Les UCE des camions lourds et des autobus ne sont malheureusement pas connectées à systèmes d'alimentation auxiliaire (petits condensateurs), comme ceux des modules de commande de coussin gonflable installés dans les voitures à passagers, lesquels assurent l'alimentation des fonctions et le stockage des données d'EDR.

Il existe deux moyens possibles d'atténuer les pertes de données provoquées par une panne causée par un accident de la route.

1. Ajout aux UCE de systèmes (petits condensateurs montés superficiellement) conçus pour procurer une alimentation auxiliaire (tension électrique) aux fonctions d'EDR et permettre à celles-ci de poursuivre l'enregistrement de données de collisions.
2. Recours à une mémoire EEPROM non volatile pour stocker et conserver les données, sans alimentation constante, après un accident. On a généralement constaté que les batteries principales des véhicules commerciaux sont épuisées après quelques heures ou jours après une collision, lorsque les premiers intervenants n'en ont pas coupé les câbles principaux sur les lieux de l'accident.

La PR J2728 de la SAE traite de la recommandation d'assurer une alimentation auxiliaire.

4.0 CONCLUSION

Le présent rapport met un terme à l'*étude de faisabilité T8080-160062 de Transports Canada relative aux EDRVL d'autobus commerciaux*, livrable n° 6 : étude de faisabilité relative aux EDRVL d'autobus commerciaux. Pour normaliser l'installation d'EDRVL dans les autocars et les autobus commerciaux, deux méthodes potentielles ont été analysées, soit l'ajout de dispositifs d'enregistrement de données du marché secondaire et une maximisation des fonctions d'EDRVL existantes des UCE de FEO, lesquelles en présentent généralement déjà.

La FMCSA a efficacement normalisé les dispositifs d'enregistrement commerciaux par le biais d'un mandat relatif aux DEE et d'une série de phases de normalisation qui sont en œuvre et devraient mener à une conformité totale en 2019. Un certain nombre de DEE ont une capacité d'enregistrement de données supérieure à celle visant les heures de fonctionnement et comportent maintenant une fonction d'enregistrement de données sur les freinages brusques et d'autres types de renseignements sur les collisions. Certains de ces dispositifs présentent des SPAC perfectionnés, y compris des systèmes d'ASV et d'évitement de collision. Bien qu'il soit possible d'ajouter des programmes visant à accroître les fonctions d'EDRVL de ces dispositifs, il faut noter que tous les autocars et autobus commerciaux ou scolaires ne doivent pas être munis de DEE, afin qu'ils comportent des logiciels complets d'EDRVL, conformément au mandat de la FMCSA. En outre, la surviabilité de ces dispositifs en cas de collision n'est pas exigée, et l'utilisation de dispositifs du marché secondaire dotée d'une telle capacité de survie accroîtrait considérablement les coûts des équipements et provoquerait une contestation de la part des exploitants de véhicules.

Il existe d'autres dispositifs du marché secondaire spécialement conçus pour satisfaire les exigences pertinentes en matière de surviabilité et d'enregistrement de données en cas de collision, dont l'UDS de Kienzle Automotive, qui a fait l'objet d'un certain nombre d'études européennes dans lesquelles des résultats positifs ont été publiés à propos des EDRVL. Bien que les UDS constituent une option d'EDRVL intéressante en raison de leurs taux de compte rendu et de leurs capteurs, ils comportent comme grand inconvénient d'être coûteux à installer dans un véhicule. La présente étude ne porte pas sur les coûts, mais on a démontré que ces derniers influent considérablement sur l'acceptation d'une norme en matière de dispositifs d'enregistrement de données, dans l'industrie comme chez les exploitants de véhicules.

Une des options possibles de normalisation des EDRVL dans les autobus et les autocars consiste à employer les fonctions d'EDRVL existantes des principales UCE de FEO, qui tendent vers une conformité à la PR J2728 de la SAE visant les EDRVL, et ce, sans réglementation.

Pour maximiser les fonctions d'EDRVL existantes, un certain nombre d'objectifs doivent être envisagés. Puisque les données figurant dans les rapports d'EDRVL sont souvent réparties au sein de divers modules d'UCE de FEO, il serait préférable que toutes les données d'EDRVL soient stockées dans un même module accessible par CLD (comme établi dans la norme J1939/13, en ce qui concerne les camions lourds) ou exploitable lorsque les véhicules sont trop endommagés pour permettre l'utilisation d'un CLD. L'établissement d'une fréquence, d'une durée et de seuils de compte rendu communs représente un objectif de normalisation important, ainsi que celui d'une horloge commune qui produit potentiellement un horodatage par GPS. L'existence d'un outil de récupération de données universel et compatible avec les diverses UCE de FEO simplifierait la formation en matière d'accès aux données d'EDRVL, sans compter que l'archivage des données selon un format commun rationaliserait l'exactitude des résultats obtenus, afin d'accroître la pertinence des analyses de collision. En établissant des étapes de conformité, comme dans le cadre du mandat de la FMCSA relatif aux DEE, on donnerait le temps aux FEO de concevoir des versions de leurs dispositifs qui sont conformes aux nouvelles exigences. Puisque l'industrie tend vers une conformité à la SAE J2728, une normalisation des EDRVL dans les autocars et les autobus commerciaux ou scolaires fondée sur des solutions issues des FEO pourrait constituer l'option la moins contestée par les exploitants de véhicules.

La recherche montre qu'un format de compte rendu commun (éléments de données et fréquence de compte rendu normalisés, etc.) doit être adopté, et ce, que la solution repose sur des dispositifs de marché secondaire ou sur les fonctions d'EDRVL existantes d'UCE de FEO. Il faut inclure des éléments de données issus de SCA, comme ceux de SFUA avant et arrière qui sont propres à une reconstitution d'accident donnée. Le taux d'enregistrement courant de 1 Hz est inadéquat, et l'on recommande que celui des nouveaux systèmes se chiffre au moins à 10 Hz, conformément à la SAE J2728. Enfin, il faut concevoir un outil de récupération de données commun qui est compatible avec tous les véhicules commerciaux, quel que soit le fabricant du véhicule (ou du moteur).

APPENDICE A – SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ALENA	Accord de libre-échange nord-américain
CFR	Code of Federal Regulations (Code de réglementation fédéral des États-Unis)
CLD	Connecteur de lien de diagnostic
DDEC	Système de contrôle électronique de Detroit Diesel
DEE	Dispositif d'enregistrement électronique
EDA	Enregistreur de données d'accident
EDR	Enregistreur de données routières
EDRVL	Enregistreur de données routières de véhicule lourd
FEO	Fabricant d'équipement d'origine
FLA	Forensic Link Adapter (adaptateur de liaison et d'analyse)
FMCSA	Federal Motor Carrier Safety Administration (administration étatsunienne chargée de la sûreté des transporteurs routiers)
FMVSS	Federal Motor Vehicle Safety Standard (norme de sécurité fédérale en matière de véhicule motorisé)
g	Gramme
GMT	Greenwich Mean Time (temps moyen de Greenwich)
GPS	Global Positioning System (système mondial de localisation)
Hz	Hertz
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers (institut du génie électrique et électronique)
km/h	Kilomètres à l'heure
MCE	Module de contrôle électronique
mi/h	Milles à l'heure
MMB	Moteurs moyens et lourds de Mercedes-Benz
ms	Milliseconde
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration (administration étatsunienne de la sécurité routière)
N°	Numéro
NTSB	National Transportation Safety Board (bureau états-unien de la sécurité des transports)
ORDC	Outil de récupération de données de collision
PLD	<i>Pumpe Liene Dusse</i> (unité de contrôle intégrée des moteurs)
RVAF	Régulation de vitesse active et de freinage
s	Seconde
SAE	Society of Automotive Engineers
SCA	Système de conduite automatisé
SCEV	Système de communication entre les véhicules
SCM	Support de contrôle de moteur
SCVI	Système de communication véhicules-infrastructures
SFUA	Système de freinage d'urgence automatique
SPAC	Système perfectionné d'aide à la conduite
SRS	Système de retenue supplémentaire
STI	Système de transport intelligent
tr/min	Tours par minute
UCE	Unité de contrôle électronique
UCEPI	Unité de contrôle électronique de panneau d'instruments

UCME	Unité de contrôle de moteur électronique
UCV	Unité de contrôle de véhicule
UCVE	Unité de contrôle de véhicule électronique
UDS	<i>Unfalldatenspeicher</i> (service de document universel)
UTC	Coordinated Universal Time (temps universel coordonné)

RÉFÉRENCES

Bureau of Transportation Statistics, « Project 5: Developing Common Data on Accident Circumstances », présentation de projet réalisée lors de la conférence « Safety in Numbers » de janvier 2002 du département étatsunien des Transports.

Federal Motor Carrier Safety Administration, « Electronic Logging Devices and Hours of Service Supporting Documents », parties 385, 386, 390 et 395 de l'article 49 du CFR, rôle n° FMCSA-2010-0167, RIN 2126-AB20, Federal Register 80(241):78292-78416, 16 déc. 2015.

Federal Motor Carrier Safety Administration, « Electronic Logging Device (ELD) Test Plan and Procedures », version de rapport 1.0, 25 avril 2016.

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.

Legal Information Institute, « 49 CFR Part 563 - EVENT DATA RECORDERS », <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/49/part-563>, consulté en janvier 2018.

Martinez, R., « National Transportation Safety Board Safety Recommendation H-97-10-18 », Washington, juillet 1997.

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.

National Transportation Safety Board, « Highway Accident Brief », n° d'accident HWY-00-FH011, n° de rapport NTSB/HAB-02/19, 2002.

---. « Safety Recommendation », <https://www.nts.gov/safety/safety-recs/reclatters/H-10-001-007.pdf>, consultée en février 2018.

---. « Safety Recommendation H-02-035 », https://www.nts.gov/safety/safety-recs/_layouts/nts.recsearch/Recommendation.aspx?Rec=H-02-035, consultée en février 2018.

NHTSA EDR Working Group, « Event Data Recorders: Summary of Findings, Final Report No. NHTSA-1999-5218-9 », U.S Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, août 2001.

---. « Event Data Recorders: Summary of Findings, Final Report, Volume II: Supplemental Findings for Trucks, Motorcoaches, and School Buses », n° de rapport DOT HS 809 432, Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration, mai 2002.

Office of Regulatory Analysis and Evaluation, « FMVSS No. 405 Event Data Recorders (EDRs) », évaluation réglementation préliminaire préparée 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, 2 oct. 1998.

Pratique recommandée de SAE International visant les véhicules routiers, « Heavy Vehicle Event Data Recorder (HVEDR) Standard - Tier 1 », norme J2728 de la SAE, rév. de juin 2010, doi:10.4271/J2728_201006.

Pratique recommandée de SAE International visant les véhicules routiers, « Recommended Environmental Practices for Electronic Equipment Design in Heavy-Vehicle Applications », norme J1455 de la SAE, rév. d'août 1994.

Shakely, W.H., « NPRM to Mandate Event Data Recorders », National Highway Traffic Safety Administration, mémoire de rôle n° NHTSA-2012-0177, 27 août 2013.

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

Avertissement

Le présent rapport a été produit par la 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 ne peut assumer 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.