

PAGE DES DOCUMENTS RELATIFS AU RAPPORT TECHNIQUE

<p>1. NUMÉRO DE RAPPORT T8080-160062 MSSC Livraison n° 4</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, livrable n° 4</p>		<p>5. LIVRABLE Rapport sommaire de tous les dispositifs mis au point par les fabricants d'équipement d'origine et les fournisseurs du marché secondaire, y compris les exigences en matière d'équipement, les exigences opérationnelles et les spécifications techniques.</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 (Ontario) Canada K1A 0N5</p>	<p>11. SYMBOLE D'ACHEMINEMENT DE L'ORGANISME PARRAIN ASFCA Enquêtes et recherche sur les collisions</p>	
<p>12. RÉSUMÉ</p> <p>Les enregistreurs de données routières (EDR) et les enregistreurs de données routières de véhicule lourd (EDRVL) sont capables d'enregistrer les données d'un véhicule à la suite d'un accident ou d'un autre événement programmé et peuvent être classés comme des dispositifs électroniques de fabricants d'équipement d'origine (FEO) ou des dispositifs complémentaires du marché secondaire. La recherche a déterminé des limites dans les données enregistrées par les deux types de dispositifs, mais a conclu que les données sont généralement précises et utiles dans l'analyse des accidents. Ce rapport sommaire de tous les EDRVL commence par un bref historique des dispositifs télématiques, comme le système mondial de localisation (GPS), les dispositifs d'enregistrement électroniques (DEE) et les caméras-témoin embarquées. Ce qui suit est un aperçu de la fonctionnalité des EDRVL actuelle des principales unités de contrôle électroniques (UCE) des FEO, y compris des éléments de données, des seuils de déclenchement, de la durée et des fréquences de compte rendu, ainsi que du formatage et de la récupération des données. Le rapport se penche ensuite sur les dispositifs du marché secondaire, avec un historique de la réglementation sur les DEE pour les véhicules automobiles commerciaux, un aperçu des principaux DEE actuels dotés de la fonctionnalité des EDR et un examen d'un enregistreur de données d'accident majeur sur le marché. Il sera démontré que, même si elles ne sont pas toujours facilement accessibles, d'importantes données routières sont recueillies par les UCE des FEO et, de plus en plus, par les dispositifs complémentaires du marché secondaire.</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 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

58



Étude de faisabilité de Transports
Canada relative aux EDRVL d'autobus
commerciaux
(dossier n° T8080-160062),
livrable n° 4 :

Rapport sommaire sur tous les dispositifs

4. Submission of a summary report of all commercial vehicle-based systems, engine-based systems as well as global positioning systems developed both by original equipment manufacturers and after-market suppliers. This should include equipment requirements, operational requirements and technical specifications.

Deadline: Within 14 weeks of deliverable # 3

Mecanica Scientific Services Corporation

TABLE DES MATIÈRES

1.0 INTRODUCTION	1
2.0 RÉSUMÉ	2
2.1 Historique de l'EDRVL	2
2.2 Historique de la télématique GPS	3
2.3 Historique du DEE	4
2.4 Historique des caméras-(témoin) embarquées	6
3.0 RÉSUMÉ DES COMMENTAIRES	7
3.1 EDRVL fondé sur les FEO	7
3.1.1 Detroit Diesel et Mercedes Benz	9
3.1.1.1 Detroit Diesel	9
3.1.1.2 Mercedes-Benz	13
3.1.2 Cummins	15
3.1.3 Caterpillar	17
3.1.4 Mack	19
3.1.5 Volvo	22
3.1.6 International/NAVISTAR	24
3.1.7 PACCAR	25
3.1.8 Bendix	26
3.1.9 Meritor WABCO	29
3.2 DEE	30
3.2.1 Omnitrac	36
3.2.1.1 Exigences opérationnelles	36
3.2.1.2 Exigences en matière d'équipement	37
3.2.1.3 Spécifications techniques	38
3.2.2 PeopleNet	38
3.2.2.1 Exigences opérationnelles	39
3.2.2.2 Exigences en matière d'équipement	39
3.2.2.3 Spécifications techniques	41
3.2.3 Geotab	41
3.2.3.1 Exigences opérationnelles	42

3.2.3.2 Exigences en matière d'équipement	42
3.2.3.3 Spécifications techniques	43
3.2.4 Zonar	44
3.2.4.1 Exigences opérationnelles et spécifications techniques	45
3.2.4.2 Exigences en matière d'équipement	46
3.3 EDRV	46
3.3.1 SmartDrive	47
3.3.2 Lytx	49
3.3.3 Waylens	50
3.3.4 FalconEye	51
3.3.5 BlackVue	51
3.3.6 SmartWitness	52
3.4 Enregistreurs de données complémentaires spécifiques	53
3.4.1 <i>Unfalldatenspeicher</i> de Kienzle Argo	53
3.4.2 Enregistreur de données de véhicule 1901 de la NFPA	54
4.0 CONCLUSION	57
APPENDICE A – SIGLES ET ABRÉVIATIONS	59
RÉFÉRENCES	64

1.0 INTRODUCTION

En dépit de toute réglementation nord-américaine, étatique ou fédérale, au Canada, aux États-Unis ou au Mexique, la grande majorité des véhicules commerciaux moyens et lourds de l'ALENA sont équipés d'une certaine forme d'**enregistreur de données routières (EDR)** tel que défini par la SAE J1698 ou d'**enregistreur de données routières de véhicule lourd (EDRVL)** tel que défini par la SAE J2728.

Les dispositifs capables d'enregistrer les données du conducteur et du véhicule à la suite d'un accident, d'un freinage brusque, d'un arrêt ou de tout autre événement programmé peuvent être classés dans l'une des deux catégories générales suivantes :

1. Dispositifs électroniques du fabricant d'équipement d'origine (FEO) installés dans le véhicule par le fabricant du véhicule, comme l'unité de contrôle électronique (UCE) du moteur, le module de commande des coussins gonflables (MCCG) ou l'UCE des freins antiblocage (ABS)/du contrôle électronique de la stabilité (ESC).
2. Les dispositifs complémentaires du marché secondaire ajoutés à un véhicule par le propriétaire du véhicule, comme un dispositif télématique, un dispositif d'enregistrement automatique embarqué (automatic on-board recording device - AOB RD), un dispositif d'enregistrement électronique (DEE) ou un dispositif de caméras-témoin, qui capturent les données du véhicule, les données GPS, ainsi que les vidéos.

Comme indiqué dans cette série de recherches (livrable n° 3), des recherches, des essais et une validation approfondis ont été menés sur les fonctions d'EDR ou d'EDRVL du FEO, ainsi que sur la précision et la fiabilité des données d'EDR ou d'EDRVL des dispositifs du marché secondaire. La somme des recherches a permis de déterminer des limites dans les données enregistrées par l'EDR/EDRVL du FEO, mais a conclu que les données de l'EDR/EDRVL du FEO sont généralement précises et utiles dans l'analyse des accidents. Des résultats similaires ont été constatés pour les dispositifs d'EDR/EDRVL du marché secondaire.

L'attribut positif le plus important des dispositifs d'EDR/EDRVL fondés sur le FEO est que l'EDR/EDRVL est une fonction logicielle ajoutée à une UCE préexistante qui est d'origine sur le véhicule et nécessaire à son fonctionnement. La fonction d'EDR/EDRVL du FEO exploite les capteurs et les données déjà présents sur le véhicule et nécessaires au fonctionnement du véhicule pour répondre aux réglementations fédérales, comme les exigences en matière d'émissions. La fonction d'EDR/EDRVL du FEO pourrait être comparée à l'ajout d'une « application » à un téléphone intelligent.

Cependant, l'équipe de recherche de Mecanica est consciente du temps d'ingénierie et de conception, des dépenses et des complications que pourrait entraîner l'ajout de la puissance du processeur et de la capacité de mémoire aux UCE qui ne disposent pas de la fonctionnalité d'EDRVL.

Un inconvénient considérable pour les dispositifs d'EDR/EDRVL fondés sur le FEO est qu'il y a généralement plus de limitations des données et un potentiel de réduction de la précision des données lorsque le réseau de données et les capteurs du FEO du véhicule sont exploités, par opposition à un enregistreur de données indépendant spécialement conçu pour servir essentiellement de système d'acquisition de données.

Bien que les dispositifs complémentaires servant d'EDR/EDRVL pour un véhicule puissent présenter une fiabilité, une exactitude et une résolution d'enregistrement et de compte rendu de données améliorées, une telle amélioration de la qualité des données se traduit par 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.

2.0 RÉSUMÉ

2.1 Historique de l'EDRVL

La fonction intégrée d'EDRVL s'est développée à l'origine en réponse aux exigences de l'Agence pour la protection de l'environnement (Environmental Protection Agency - EPA) des États-Unis 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. L'EDRVL n'est pas un enregistreur de données autonome doté de son propre réseau de capteurs, mais un algorithme ajouté aux UCE préexistantes du FEO qui exploite les réseaux de communication, les capteurs et les UCE en boucle fermée déjà existants et normalisés, dotés de processeurs et de mémoire pour le stockage des données. 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. L'histoire de l'élaboration et de la recherche technique de l'EDR/EDRVL a été largement explorée *dans l'Étude de faisabilité de Transports Canada relative aux EDRVL d'autobus commerciaux T8080-160062*, livrable n° 3, « Rapport sommaire sur les faits ».

En 2000, la grande majorité des camions-tracteurs routiers commercialisés sur les marchés régis par l'ALENA étaient équipés de ces fonctions d'EDRVL fondées sur les FEO. Depuis 2018, les camions-tracteurs et les autobus routiers commercialisés sur les marchés régis par l'ALENA sont de plus en plus équipés de deux ou plusieurs fonctions d'EDRVL indépendantes fondées sur les FEO. En plus des fonctions d'EDRVL des FEO présentes dans les camions et les autobus commerciaux de l'année modèle actuelle (MY2018), d'autres enregistreurs de type EDR sont présents dans les systèmes du marché secondaire installés par les exploitants de véhicules commerciaux, comme la télématique, les DEE ou les enregistreurs de données routières vidéo (EDRV).

2.2 Historique de la télématique GPS

Le terme « télématique » est dérivé du mot français *télématique*, qui a été défini pour la première fois par Simon Nora et Alain Minc dans un rapport remis au gouvernement français en 1978. Télématique est le résultat de la combinaison des mots français « *télécommunications* » et « *informatique* » et désigne donc le transfert d'informations par le biais des télécommunications. La télématique continue d'être utilisée dans les domaines universitaires, mais dans le commerce, elle fait désormais généralement référence à la télématique des véhicules¹.

L'objectif de la télématique est de pouvoir obtenir des informations précises sur les véhicules en mouvement. La version originale d'un système télématique était le tachygraphe. Au milieu des années 1950, les premiers tachygraphes enregistraient automatiquement les informations relatives au véhicule, telles que la vitesse de conduite en fonction du temps et de la distance. Dans les années 1990, la télématique a convergé avec le système mondial de communications mobiles (Global System for Mobile Communications - GSM), l'Internet et le système mondial de localisation (Global Positioning System - GPS). Le *U.S. Department of Defense* a conçu et élaboré le GPS pour la navigation et le positionnement. Aujourd'hui, le GPS a révolutionné l'incidence environnementale des véhicules. Grâce aux dizaines de satellites GPS en orbite autour du globe, les récepteurs GPS permettent de localiser avec précision l'emplacement approximatif du véhicule sur la Terre. Bien que le GPS ait été initialement utilisé pour des applications militaires, ses applications civiles ont évolué tout en restant sous le contrôle de l'armée américaine. Le GPS fournit des données de navigation précises qui, avec d'autres données recueillies sur le véhicule, sont utilisées par la télématique pour communiquer avec des parties extérieures au véhicule. Cette convergence a permis d'élargir la gamme de services offerts par la télématique et d'améliorer considérablement les opérations des parcs de véhicules et l'efficacité de la consommation de carburant.

Plusieurs programmes de recherche communautaires se sont attachés à trouver des moyens d'utiliser la télématique pour la sécurité routière, l'amélioration des niveaux d'efficacité et la réduction de l'incidence environnementale. À la fin des années 1990 et au début des années 2000, l'Union européenne a fortement encouragé la recherche télématique comme moyen d'améliorer la gestion de la circulation et d'harmoniser la circulation dans les États membres de l'UE. Les technologies télématiques ont depuis continué à évoluer et ont permis d'améliorer la sécurité des véhicules tout en s'efforçant de rendre le système de transport mondial plus efficace. Le tableau 2.2 ci-dessous présente quelques innovations technologiques en matière de télématique au cours des dernières années.

Tableau 2.2. Innovations technologiques télématiques récentes

Année	Innovation télématique
1998	Les premières passerelles mains libres pour voitures ont été introduites

¹ Ewing, T., « What Is Telematics ? », consulté en août 2017.

2000	Les premiers systèmes GSM et GPS sont commercialisés
2002	Passerelles mains libres Bluetooth avec fonctions d'intégration vocale avancées
2003	Téléphone GSM avec Bluetooth intégré
2007	L'intégration des combinés multimédia est introduite
2009	Navigation mobile entièrement intégrée utilisant un système GSM pour voiture
2010	Système de divertissement multimédia 3G pour voitures
2011	Introduction de systèmes télématiques et d'infodivertissement basés sur Linux

2.3 Historique du DEE

Le DEE est une technologie récente conçue pour surveiller les heures de travail (HT) des conducteurs de camion. Les exigences de la *Federal Motor Carrier Safety Administration* (FMCSA) visant à limiter le nombre d'heures pendant lesquelles un conducteur de camion peut utiliser un véhicule commercial ont changé au fil des ans, mais la motivation fondamentale de la surveillance des HT est d'améliorer la sécurité routière. Pour évaluer les HT, le DEE surveille le véhicule commercial pour déterminer la vitesse du véhicule, l'état de ralenti du moteur, la durée de fonctionnement du moteur et le nombre de kilomètres parcourus; ces données sont ensuite comparées et servent à vérifier l'état indiqué du conducteur (conducteur, couchette, heures de service autres que de conduite, pas en service).

Les fondements du mandat relatif aux DEE de la FMCSA remontent au milieu et à la fin des années 1980, lorsque les transporteurs routiers ont commencé à utiliser des dispositifs d'enregistrement électronique, appelés « dispositifs d'enregistrement automatique embarqués », pour surveiller les HT des conducteurs. Ces AOBRD étaient simples, mais ont jeté les bases de la technologie présente dans les véhicules commerciaux d'aujourd'hui. Avant le mandat relatif aux DEE, la méthode la plus courante pour consigner les HT des conducteurs consistait à utiliser des journaux de bord papier comprenant des copies carbone pour le conducteur, les parcs de véhicules et les forces de l'ordre. Comme la plupart des parcs de véhicules et des propriétaires-exploitants ont utilisé ces journaux de bord papier dans les années 1980, les réseaux cellulaires et les plateformes de communication par satellite venaient tout juste d'être introduits; la transmission de données sans fil entre transporteurs n'était donc pas réalisable.

Après avoir exercé des pressions auprès de l'Insurance Institute for Highway Safety (IIHS), le Département étatsunien des Transports (U.S. Department of Transportation - US DOT) a pris la première mesure réglementaire concernant les dispositifs d'enregistrement électronique en exigeant que tous les transporteurs équipent leurs camions de DEE en 1986. Peu de temps après, en 1988, les AOBRD ont été introduits et des réglementations ont normalisé les moyens de leur incorporation dans l'industrie. Les AOBRD sont similaires aux DEE, bien que des spécifications techniques les séparent. Ainsi, la loi exige que les DEE soient connectés au moteur du camion, alors que les AOBRD ne le sont pas. La FMCSA a tenté pour la première fois de

réformer la réglementation des HT afin de rendre obligatoire l'utilisation des DEE en l'an 2000. Même si cette tentative de rendre obligatoire le suivi des HT avec le DEE a été initiée pour des raisons de conformité et de sécurité, elle a été annulée par une ordonnance du tribunal en 2004.

En avril 2010, une deuxième tentative a été faite pour rendre le DEE obligatoire. Le DOT a établi une règle dans le *Federal Register* permettant à la FMCSA de rendre obligatoire le DEE pour les transporteurs ayant les pires antécédents en matière de non-conformité de la législation sur les HT. Deux ans plus tard, la loi *Moving Ahead for Progress in the 21st Century* (MAP-21) a été adoptée par le Congrès des États-Unis. Cette loi exigeait de la FMCSA qu'elle élabore une règle exigeant l'utilisation du DEE et qu'elle mène des recherches sur la façon de mettre en œuvre l'utilisation du DEE pour pousser le conducteur à se conformer aux HT aussi près que possible de 100 %. Enfin, après des périodes de commentaires publics et l'approbation de l'autorité exécutive, la version finale du mandat relatif aux DEE a été publiée vers la fin de 2015. Ce mandat comprenait des lignes directrices sur les caractéristiques requises pour construire des DEE conformes. De plus, le mandat couvrait les méthodes de suivi des HT ainsi que les moyens d'empêcher les transporteurs routiers de harceler les conducteurs avec des DEE.

Le mandat relatif aux DEE actuellement en vigueur n'a été inauguré que le 16 février 2016. Depuis la publication officielle du mandat, la FMCSA a établi un calendrier de mise en conformité précis qui laisse aux transporteurs routiers suffisamment de temps pour adapter leurs systèmes actuels aux nouvelles lois. La phase initiale était principalement axée sur la sensibilisation et la transition vers une conformité totale. Cette phase devait durer jusqu'à la fin de l'année 2017 et autoriser toutes les méthodes de consignation des HT.

Une plus grande complexité est prévue dans la deuxième phase, qui devrait durer de la fin de la première phase à la fin de 2019. Au cours de cette phase, les transporteurs sont tenus de commencer à prendre des mesures de conformité et l'enregistrement manuel sur papier ou les logiciels d'enregistrement ne seront plus autorisés. Seuls les DEE ou les AOBRD conformes installés avant la fin de la première phase seront acceptés comme dispositifs d'enregistrement des HT.

La dernière phase, qui sera la plus stricte, doit commencer après le 16 décembre 2019. Elle entraînera une conformité totale des transporteurs et une surveillance des HT de tous les conducteurs et au sein de tous les parcs exploités aux États-Unis, et ce, uniquement à l'aide de DEE enregistrés conformes aux exigences de la FMCSA. Sur son site Web², la FMCSA a publié une liste des DEE conformes aux exigences obligatoires fédérales validées par des experts indépendants de l'industrie, y compris les entreprises PeopleNet, Spireon, Fleetmatics, Zonar, EROAD, Teletrac Navman, Rand McNally et plusieurs autres.

² <https://csa.fmcsa.dot.gov/ELD/List>

2.4 Historique des caméras-(témoin) embarquées

Les premiers systèmes d'enregistrement sur bande vidéo sont apparus au début des années 1960. La technologie vidéo de cette décennie n'était pas propice à l'installation de caméras dans les véhicules de police. En 1980, l'association MADD (Mothers Against Drunk Drivers) a été créée et a permis de sensibiliser le public au problème national de la conduite sous influence. La police a commencé à installer des caméras dans les véhicules de police pour documenter les infractions qui mènent à l'interpellation initiale et à l'éventuel test de sobriété sur le terrain. Ces enregistrements ont fini par être considérés comme la méthode la plus efficace pour fournir les preuves nécessaires à une condamnation³.

À la fin des années 1980, les caméras-témoin ont été introduites pour la première fois dans les voitures de police du Lone Star State of Texas. Les premières versions des caméras-témoin incorporaient des cassettes VHS et étaient généralement montées sur des trépieds. Les caméras-témoin, initialement créées pour assurer la sécurité des policiers dans les zones rurales reculées, étaient encombrantes et coûteuses.

Dans les années 1990, la guerre contre la drogue aux États-Unis a fait progresser l'utilisation des caméras embarquées en documentant les arrêts d'interdiction. La caméra a permis de documenter de plus en plus souvent des perquisitions consenties qui ont ensuite été utilisées pour obtenir des condamnations⁴. En 1999, cependant, les poursuites judiciaires alléguant un profilage racial lors des contrôles routiers ont été de plus en plus nombreuses à être intentées contre la police d'État et les patrouilles routières à travers les États-Unis. Dans le même temps, les agressions contre les officiers étaient en hausse. En réponse à ces préoccupations, les corps législatifs étatiques et fédéraux ont commencé à promulguer des lois exigeant que tous les services de police relevant de leur juridiction documentent les détails de chaque contrôle routier. Le *Department of Justice Office of Community Oriented Policing Services* a reconnu la valeur de la caméra embarquée pour résoudre les problèmes de sécurité des agents et les allégations de profilage racial tout en renforçant la confiance du public⁵.

Ce programme fournissait une aide financière aux agences de police d'État et de patrouille routière dans le seul but de mettre en place des systèmes de caméras embarquées. Les premières subventions fédérales ont été distribuées en 2000 et, à la fin de 2003, 47 États et le District de Columbia avaient reçu une aide fédérale totale de plus de 21 millions de dollars pour l'achat de caméras-témoin. Au cours du programme d'incitation, le nombre de véhicules équipés de caméras-témoin aux États-Unis est passé d'environ 3 000 à 17 500, soit 72 % du total des véhicules des patrouilles d'État, dont 4 500 grâce à la seule aide financière du programme.

La miniaturisation et les progrès technologiques ont rendu l'utilisation des caméras-témoin pratique et abordable, ce qui a permis leur adoption généralisée. Les ventes de caméras-témoin ont encore augmenté fortement à la fin des années 2000 en raison d'une fraude à l'assurance en

³ Rosenblatt, D. N., Cromartie, E. R., et Forman, J., « The Impact of Video Evidence on Modern Policing », 2003.

⁴ Ibid.

⁵ Ibid.

Russie, où les plaignants se jetaient sur des véhicules en mouvement pour alléguer des blessures.

Il a été démontré que les caméras-témoin permettent d'améliorer la capacité à capturer et à condamner les véritables contrevenants, d'améliorer les règlements des sinistres et de fournir des données précieuses pour une reconstitution précise des accidents. Les principaux producteurs de caméras-témoin sont Lytx, Garmin, DriveCam, Falcon Zero, SmartDrive et bien d'autres.

3.0 RÉSUMÉ DES COMMENTAIRES

3.1 EDRVL fondé sur les FEO

Comme décrit dans le livrable n° 3 : « Rapport sommaire sur les faits », la majorité des véhicules moyens et lourds régis par l'ALENA, à l'année modèle 2000 ou plus récente, est équipée d'un dispositif faisant office d'EDRVL. Cette classe de véhicules comprend les camions-tracteurs, les camions porteurs, les autobus, les autocars, les autobus scolaires et les camions à vocation particulière, comme les camions d'assainissement, les camions à benne et les appareils d'incendie. L'EDRVL est généralement situé dans l'UCE du moteur ou l'UCE de la cabine ou du châssis du véhicule. La configuration exacte dépend du FEO du moteur. Les fonctions d'EDRVL actuelles intégrées aux UCE du FEO des véhicules commerciaux ont des capacités d'enregistrement importantes, notamment la saisie d'un grand nombre d'éléments de données, des durées plus longues que celles enregistrées précédemment et des résolutions de données élevées. La récupération de ces données se fait par communication avec le connecteur de lien de diagnostic (CLD) installé dans la cabine de tous les véhicules.

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 (Controller Area Network) et ISO à plus grande vitesse, comme définis par les normes SAE J1939 et ISO 15765 : *Véhicules routiers 2011 – Communication de 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 l'année-modèle 2016 et plus récents sont passés à l'utilisation du connecteur de type OBD-II (On-Board Diagnostics) pour véhicules à passagers, car le CLD à 9 broches de Deutsch n'avait pas assez de broches. Reportez-vous aux figures 3.1-1, 3.1-2 et 3.1-3 ci-dessous pour des exemples de connecteur J1939/13 à 9 broches, de connecteur à 6 broches et de nouveau connecteur OBD-II.



Figure 3.1-1. CLD de modèle récent, à 6 broches ou à 9 broches



Figure 3.1-2. Port CLD à 9 broches de modèle récent



Figure 3.1-3. Camion-tracteur Mack de modèle récent avec CLD de type OBD-II

Même si les éléments de données saisis et stockés dans la base de données d'EDRVL sont généralement similaires dans les UCE des FEO, la façon dont les données sont présentées varie. La méthode de récupération des données est essentiellement la même et consiste à connecter le véhicule à un ordinateur portable équipé du logiciel approprié et à imager ainsi les données

disponibles. Voici un résumé des capacités de l'EDRVL parmi divers FEO de moteurs et de freins ABS.

3.1.1 Detroit Diesel et Mercedes Benz

3.1.1.1 Detroit Diesel

Detroit Diesel a introduit pour la première fois des commandes électroniques intégrées dans ses moteurs lourds avec le moteur de la série 92 en 1985. Leur système électronique est appelé commande électronique Detroit Diesel (Detroit Diesel Electronic Controls - DDEC) et a commencé avec la DDEC I. Quelques années plus tard, en 1987, le moteur de la série 60 a été introduit comme le premier moteur jamais conçu exclusivement pour les commandes électroniques. Cette même année a vu l'introduction de la DDEC II, la prochaine itération du système électronique de Detroit Diesel. Ce n'est toutefois qu'en 1997 et 1998 que les données de ces systèmes électroniques ont été mises à disposition avec le système DDEC III. La DDEC III a en fait été introduite en 1994, mais la possibilité d'avoir des pages de données DDEC n'a été offerte qu'en 1997-1998. Poursuivant le processus de dénomination itératif, Detroit Diesel a lancé le système DDEC IV en 1998, qui a fonctionné jusqu'en 2003, suivi de la DDEC V en 2004 et de la DDEC VI en 2007. La convention d'appellation a ensuite changé pour se rapporter à l'année où le système électronique a été produit conformément aux exigences de l'EPA en matière d'émissions; ainsi, en 2010, le système DDEC 10 a été introduit, suivi du DDEC 13 en 2013 et ainsi de suite, jusqu'au système DDEC 16 actuel introduit en 2016.

Ce n'est qu'avec l'introduction de la DDEC III en 1997 que les données ont été rendues accessibles; toutefois, ce système était limité dans la mesure où il ne fournissait qu'un rapport d'activité de voyage, des données de configuration, un entretien périodique, des histogrammes, un profil et des données sur la durée de vie du véhicule. À l'époque, les données spécifiques aux incidents, comme les freinages brusques, n'étaient pas enregistrées. Ce n'est qu'en 1998, lors de l'introduction du système DDEC IV, plus précisément de la version 21.0 et des versions ultérieures, que l'enregistrement d'événements propres à un incident a été disponible. Les données de la DDEC IV comprenaient les caractéristiques de la DDEC III mentionnées précédemment, avec en plus des données d'activité mensuelles, un rapport quotidien d'utilisation du moteur, des histogrammes supplémentaires, des enregistrements de diagnostic, un enregistrement du dernier arrêt et deux événements de freinage brusque. De plus, une batterie interne a été ajoutée pour l'horloge en temps réel alors que le système DDEC III n'avait pas d'horloge interne maintenue par une batterie.

Les nouveaux enregistrements de diagnostic de la DDEC IV, les deux événements de freinage brusque et le dernier événement d'arrêt sont des enregistrements propres aux incidents. Les enregistrements de diagnostic permettent d'enregistrer et de stocker les trois événements les plus récemment déclenchés. Ces événements sont déclenchés lorsque certains codes de défaillance sont activés dans certaines conditions de fonctionnement. Le système enregistre ensuite une minute d'activité avant que le défaut ne devienne actif et rapporte cette activité par intervalles de 5 secondes. Les données enregistrées comprennent les vitesses du véhicule et du

moteur, la pression de suralimentation, la pression d'huile et la pression de carburant. Le code de défaillance est également indiqué, ainsi que la date et l'heure auxquelles le défaut est devenu actif.

En outre, les deux derniers freinages brusques et un dernier arrêt sont également enregistrés. Chaque événement de freinage brusque enregistre 1 minute d'activité avant le déclenchement et 15 secondes après le déclenchement. Les valeurs enregistrées comprennent la vitesse du véhicule et de rotation du moteur, l'application des freins, l'application de l'embrayage, la charge du moteur, le pourcentage de l'accélérateur, le régulateur de vitesse et l'activité du code de diagnostic. Ces valeurs sont rapportées par intervalles d'une seconde. Le seuil de déclenchement d'un événement de freinage brusque est fixé par défaut à 7 mi/h/s, mais il peut être modifié par le propriétaire. De plus, la vitesse du véhicule doit être supérieure à 10 mi/h et ne se déclenchera pas si elle est précédée ou suivie d'une accélération de plus de 4 mi/h/s. Le dernier événement d'arrêt enregistre 1 minute et 44 secondes de données avant l'arrêt et 15 secondes après. Il enregistre les mêmes valeurs que l'événement de freinage brusque et établit également des rapports par intervalles d'une seconde. Le dernier événement d'arrêt est déclenché lorsque la vitesse du véhicule passe de l'état de marche à l'état d'arrêt et reste arrêtée pendant 15 secondes. L'état de marche est défini comme le fait d'avoir une vitesse du véhicule supérieure ou égale à 1,5 mi/h et une vitesse de rotation du moteur supérieure à zéro pendant 2 secondes. L'état d'arrêt est défini comme la vitesse du véhicule inférieure à 1,5 mi/h ou le contact coupé. Les événements de freinage brusque et le dernier événement d'arrêt sont horodatés avec la date et l'heure du déclenchement ainsi que de la valeur de l'odomètre au moment de l'enregistrement.

Au cours des différentes itérations de la DDEC, ces événements propres aux incidents sont restés largement les mêmes. La seule exception était le système DDEC VI, qui ne disposait pas d'enregistrements de diagnostic, mais fournissait des données de code de défaillance étendues pour un seul instant au moment de l'apparition de la défaillance.

Au fur et à mesure que le système DDEC évoluait et devenait plus complexe, des modules supplémentaires ont été ajoutés aux camions pour compenser. Les systèmes DDEC III, IV et V n'avaient qu'un seul calculateur qui contenait physiquement les données et était monté sur le côté conducteur du moteur. Le système DDEC VI a introduit un deuxième module appelé contrôleur de groupe motopropulseur commun (Common Powertrain Controller - CPC-2) et a renommé le module monté sur le moteur « montage de la commande du moteur » (MCM). Le CPC-2 est monté à l'intérieur de la cabine, généralement sous le tableau de bord ou derrière le pied milieu. À partir de ce moment, les données de la DDEC étaient stockées sur le CPC, tandis que les autres modules stockaient leurs propres codes d'erreur et paramètres de configuration. Le système DDEC 10 a conservé le CPC et le MCM, mais a introduit le module de contrôle de post-traitement (Aftertreatment Control Module - ACM) monté sous la cabine. La DDEC 13 a introduit un quatrième calculateur (en option), le TCM01T, qui contrôle la transmission automatique Detroit Diesel DT12 *en option*. Ce module de commande de la boîte de vitesses (transmission control module - TCM) n'est toutefois inclus que sur les camions équipés de cette transmission *en option*.



Figure 3.1.1.1-1. UCE du CPC de Daimler, 2014 Western Star



Figure 3.1.1.1-2. Emplacement typique du MCM VI/10/13/16 de la DDEC

Au-delà de ces calculateurs, il existe également le système optionnel Detroit Diesel ProDriver. Très peu de camions équipés de moteurs Detroit Diesel sont dotés de ProDriver, mais le système a la capacité de stocker des données supplémentaires séparément du ou des UCE de DDEC qui incluent un rapport d'activité de voyage, un rapport d'alertes, jusqu'à cinq événements de freinage brusque et un événement de dernier arrêt. Plus importants encore, les événements de freinage brusque peuvent être mémorisés manuellement par le conducteur. Ces événements capturent 2 minutes de valeurs de données, y compris la vitesse du véhicule et du moteur, le pourcentage de l'accélérateur, la charge du moteur, l'état du régulateur de vitesse, les alertes actives et l'état du frein de service et de l'embrayage. Ces événements sont automatiquement capturés en cas de freinage brusque et enregistrent 90 secondes avant le déclenchement et 30 secondes après le déclenchement. Si le conducteur déclenche manuellement une capture d'événement, 120 secondes de données avant le déclenchement sont enregistrées.



Figure 3.1.1.1-3. Installation typique de ProDriver

L'imagerie des données des moteurs Detroit Diesel nécessite deux applications logicielles, le lien de diagnostic Detroit Diesel (Detroit Diesel Diagnostic Link - DDDL) et les rapports de commandes électroniques Detroit Diesel (Detroit Diesel Electronic Controls Reports - DDEC Reports). Le DDDL récupère les données d'étalonnage, la piste d'audit, l'horloge en temps réel et des données supplémentaires sur les codes d'erreur, tandis que les rapports DDEC récupèrent les données relatives aux incidents et au fonctionnement du moteur, telles que les enregistrements des freins brusques, un enregistrement du dernier arrêt, des informations sur le voyage et l'utilisation quotidienne du moteur.

Au cours de ces itérations de la DDEC, des problèmes ont été documentés, tels que le système DDEC III susmentionné, dépourvu de batterie interne pour maintenir l'horloge en temps réel. On sait que les coupures de courant ont des effets néfastes sur le stockage des données. Par exemple, les DDEC IV et V ont besoin de 20 à 25 secondes après le déclenchement d'un freinage brusque pour stocker un événement complet de freinage brusque⁶. Inversement, la DDEC VI a besoin d'un signal de coupure pour enregistrer un événement de freinage brusque, de sorte qu'une interruption de l'alimentation avant la coupure peut entraîner l'absence d'enregistrement d'un événement de freinage brusque. Comme pour le dernier enregistrement d'arrêt, les DDEC IV et V mémorisent l'enregistrement au moment de l'arrêt. Heureusement, le système DDEC VI et les systèmes plus récents enregistrent le dernier arrêt dans une mémoire non volatile immédiatement après l'événement.

En ce qui concerne les dossiers de diagnostic, le problème le plus répandu est leur absence totale dans le système DDEC VI. Sur d'autres systèmes DDEC, les enregistrements de diagnostic peuvent être visionnés par le connecteur de diagnostic de la cabine sans problème. La méthode d'imagerie de données sur banc d'essai nécessite toutefois un véhicule de substitution approprié ou un harnais de simulateur de châssis, sinon les enregistrements du diagnostic risquent d'être

⁶ Messerschmidt, W., Austin, T., Smith, B., Cheek, T., *et al.*, « Simulating the Effect of Collision-Related Power Loss on the Event Data Recorders of Heavy Trucks », SAE Technical Paper 2010-01-1004, 2010.

écrasés. Pour l'imagerie de données sur banc d'essai des DDEC 10 et 13, le CPC doit être connecté afin d'imager les données d'autres calculateurs, tels que le MCM.

3.1.1.2 Mercedes-Benz

À la suite de l'acquisition de Detroit Diesel Corporation par Daimler Trucks North America (DTNA) en 2000, les moteurs de poids moyens et lourds Mercedes Benz (MMB) partagent un système électronique commun. Les moteurs comprennent le moteur de poids lourd MMB 4000 pour service intensif, qui peut être équipé dans les tracteurs Freightliner et Western Star, et le moteur de poids moyen MMB 900, que l'on trouve dans les véhicules Freightliner Business Class M2, Freightliner Custom Chassis et Thomas Bus. Tout comme le système DDEC VI des moteurs Detroit Diesel, les moteurs MMB étaient dotés d'un système à deux modules utilisant l'unité de commande du véhicule (UCV) et la *Pumpe Liene Dusse* (PLD) ou unité de contrôle intégrée des moteurs. Tout comme le CPC, l'UCV est généralement montée sous le tableau de bord dans la cabine ou sur le pied milieu, tandis que la PLD est montée sur le côté conducteur du moteur, comme le MCM.



Figure 3.1.1.2-1. Emplacement typique d'une PLD du MMB



Figure 3.1.1.2-2. Emplacement typique d'une UCV du MMB

De 2000 jusqu'à la période antérieure à la norme EPA07⁷, les MMB utilisaient un système qui enregistrait les mêmes données que les systèmes DDEC IV et V, y compris la capacité de stocker des données spécifiques à un incident, comme les événements de freinage brusque et de dernier arrêt. Cependant, ces moteurs n'enregistraient ces données que si l'UCV fonctionnait avec la version 12.09 ou supérieure du logiciel. Les MMB EPA07 utilisaient des calculateurs DDEC VI. Les données disponibles pour les MMB équipés de DDEC VI étaient les mêmes que celles disponibles pour les moteurs Detroit Diesel, à quelques exceptions près. Sur tous les MMB équipés de DDEC, le seul élément de données absent est la piste d'audit. Les données des rapports DDEC sont également stockées dans l'UCV, tandis que les données d'horloge et de configuration sont stockées dans la PLD.

La plupart des problèmes d'enregistrement des données rencontrés avec les systèmes DDEC de Detroit Diesel touchent également les MMB. Pour les MMB antérieurs à la norme EPA07 (DDEC IV et V), l'UCV a besoin d'être alimentée pendant 15 secondes après le déclenchement d'un freinage brusque pour enregistrer et stocker l'événement en mémoire. De plus, les essais ont montré qu'un événement de dernier arrêt est déclenché lorsque la vitesse de rotation du moteur est à 0 tr/min, quelle que soit la vitesse du véhicule, et qu'il faut encore environ 15 secondes de puissance après avoir atteint 0 tr/min pour enregistrer l'événement.

En ce qui concerne les enregistrements de diagnostic sur les MMB antérieurs à la norme EPA07, les essais ont montré que si des défaillances actives sont présentes, les enregistrements de diagnostic seront écrasés. Cela se produit même si l'imagerie des données est effectuée par le connecteur de diagnostic du camion. Le nombre d'enregistrements de diagnostic écrasés dépend du nombre de défaillances actives présentes au moment de la mise sous tension et du nombre de cycles de touches depuis l'écriture des enregistrements. Facteur de cycles clés lorsqu'il y a des défaillances actives présentes sur la PLD. Les essais ont révélé que lorsque la PLD présente des défaillances inactives, les enregistrements de diagnostic sont écrasés chaque fois que la clé de contact est mise en marche, même si aucune défaillance active n'est présente.

Afin d'éviter d'écraser les enregistrements de diagnostic, un simulateur de moteur approprié peut être utilisé. Une PLD de remplacement, dont toutes les défaillances inactives ont été éliminées, peut être connectée à l'UCV concernée et au simulateur de moteur pour reproduire les enregistrements de diagnostic sans les écraser. La PLD et l'UCV concernées peuvent ensuite être connectées au simulateur de moteur pour récupérer le reste des données de la PLD. Cependant, cela écrasera les enregistrements de diagnostic s'il y a des défaillances inactives sur la PLD en question. Pour les MMB équipés de DDEC VI avec le logiciel CPC 5.0 et inférieur, un signal d'arrêt est nécessaire pour enregistrer un événement de freinage brusque. En ce qui concerne le dernier événement d'arrêt, les essais ont montré que si une interruption de l'alimentation se produit avant l'arrêt, le dernier événement d'arrêt ne sera pas enregistré. Cependant, si le logiciel du CPC est 5.03 et plus, un signal d'arrêt n'est pas nécessaire pour

⁷ EPA07 fait référence à une ère d'exigences plus strictes en matière d'émissions émises par l'EPA en 2007 qui a considérablement augmenté la complexité des systèmes d'émissions et des capteurs pour répondre à la conformité, ce qui a entraîné un plus grand nombre d'UCE plus complexes.

enregistrer l'événement de freinage brusque et le dernier événement d'arrêt est écrit en mémoire immédiatement après l'événement^{8, 9, 10}.

3.1.2 Cummins

Cummins fabrique des moteurs pour les véhicules commerciaux lourds et moyens. La gamme de moteurs de poids lourds comprend les ISX, ISM et ISX-G, un moteur fonctionnant au gaz naturel. Les moteurs de poids moyen comprennent les moteurs ISB, ISC, ISL et le moteur ISL-G fonctionnant au gaz naturel. La désignation « IS » a été abandonnée à partir de 2017 pour devenir X15, X12 et ainsi de suite.

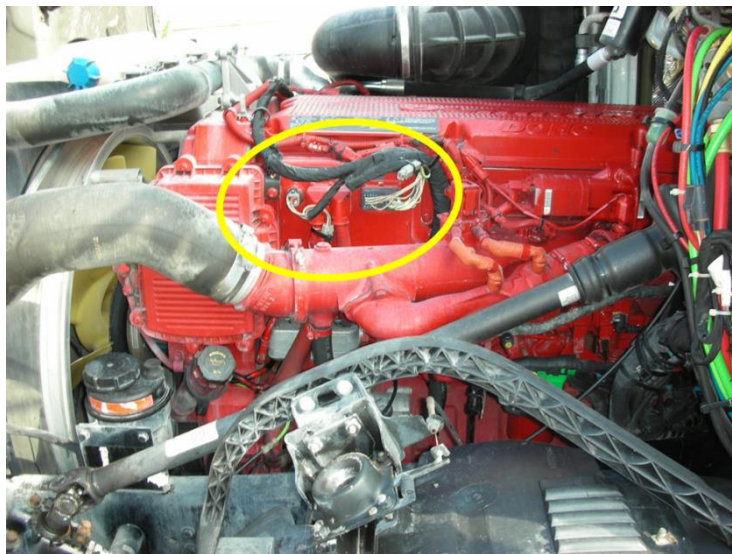


Figure 3.1.2-1. Emplacement typique de l'UCE d'un moteur Cummins

L'enregistrement des données de décélération soudaine (DDS) a été activé sur les moteurs ISX en novembre 2004. Auparavant, les informations relatives aux incidents n'étaient enregistrées que par un ordinateur de route optionnel monté sur le tableau de bord, appelé système RoadRelay ou si les moteurs de la période 2002-2005 étaient équipés du logiciel du module de commande électronique (MCE) actualisé. L'ordinateur de route Cummins RoadRelay est un dispositif similaire au Detroit Diesel ProDriver dont nous avons parlé précédemment.

Les données enregistrées sur les MCE Cummins comprennent des enregistrements de données de décélération soudaine, des instantanés de codes de défaillance, des informations sur les trajets, des informations sur les plaques d'immatriculation, des réglages de caractéristiques, un moniteur de maintenance, un moniteur de données, une piste d'audit, l'historique des

⁸ Messerschmidt, W., Austin, T., Smith, B., Cheek, T., *et al.*, « Simulating the Effect of Collision-Related Power Loss ».

⁹ Plant, D., Austin, T., et Smith, B., « Data Extraction Methods and their Effects on the Retention of Event Data Contained in the Electronic Control Modules of Detroit Diesel and Mercedes-Benz Engines », *SAE Int. J. Passeng. Cars - Mech. Syst.* 4(1):636-647, 2011.

¹⁰ Austin, T., Cheek, T., Plant, D., Steiner, J., et Lackey, L., « SAE C1022: Accéder et interpréter les EDR des véhicules lourds », module 4, 2016.

commandes J1939 (groupe motopropulseur), la protection du moteur, l'historique des abus du moteur et des histogrammes (surveillance du cycle de service).

Le MCE Cummins peut stocker trois enregistrements de DDS propres à un incident. L'enregistrement est déclenché lorsqu'une accélération préprogrammée est détectée. Le déclencheur par défaut est de 9 mi/h/s, mais peut être reprogrammé à une valeur définie par l'utilisateur. Les DDS enregistrent les données 59 secondes avant le déclenchement et 15 secondes après le déclenchement et peut être écrasé par des événements ultérieurs, le plus ancien étant remplacé par le plus récent dans le format premier entré, premier sorti (PEPS). La désignation de l'événement un, deux ou trois n'indique pas l'ordre d'enregistrement. Les DDS sont horodatés avec l'heure du MCE et l'odomètre au moment de l'occurrence. Les DDS peuvent être désactivées sur les moteurs ISB 2010 et 2013 et l'est généralement sur les moteurs à gaz naturel.

Les instantanés de code de défaillance peuvent également fournir des données propres à l'incident si la défaillance a été déclenchée au moment de l'incident en question. Le code d'erreur est horodaté avec le temps de fonctionnement du MCE (compteur horaire électronique) et enregistre des données telles que la vitesse de rotation du moteur et la vitesse du véhicule au moment où le code de défaillance est devenu actif. Il est important de noter que le moment où le code de défaillance devient actif peut ne pas être le moment où l'erreur réelle s'est produite.

Deux logiciels, Cummins PowerSpec et Cummins Insite, sont utilisés pour reproduire les données du MCE Cummins. Images sur site des données de code de défaillance, les paramètres de programmation, les données de voyage détaillées, les données historiques et les pistes d'audit, tandis que PowerSpec est nécessaire pour reproduire les codes de défaillance, les paramètres du moteur et les informations de voyage. En plus de ce logiciel, une liaison de données compatible RP1210A doit être utilisée pour interfacier le MCE du moteur avec l'ordinateur. Le connecteur de liaison de données facilite la communication avec le MCE. Si le véhicule commercial est gravement endommagé et que le connecteur de liaison de données ne peut établir la communication, il est possible d'accéder au MCE en l'installant sur un véhicule de remplacement ou en visualisant les données sur le banc d'essai grâce à un harnais de simulation ou de programmation.

Des erreurs de données connues peuvent exister sur certains moteurs anciens. Par exemple, une erreur d'étalonnage peut interférer avec le taux de transmission des données sur les rapports de données de décélération soudaine de tous les MCE de moteur construits pour la certification par l'EPA en 2007. Dans ce cas, les points de données sont enregistrés à 5 Hz au lieu de 1 Hz, fournissant seulement 15 secondes de données avant le déclenchement au lieu des 59 secondes standard et 11,8 secondes de données après le déclenchement au lieu des 15 publiées. Cette erreur de déclaration de données a été analysée et un correctif a été proposé pour corriger les données¹¹. Les résultats ont montré que les valeurs des paramètres enregistrés étaient correctes

¹¹Bortolin, 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):970-982, 2009.

et que seule l'horloge était incorrecte. Il a donc été recommandé de diviser les valeurs de temps par 5 pour corriger les données.

Les enregistrements de DDS sont écrits dans la mémoire de lecture seule, effaçable et programmable électriquement (Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory - EEPROM) au moment de l'arrêt. Si l'alimentation est interrompue pour des raisons telles qu'une collision catastrophique, les DDS ne seront pas enregistrées dans la mémoire non volatile et seront perdues. Les instantanés de code de défaillance sont écrits « à la volée » et sont donc conservés même en cas de coupure de courant.

RoadRelay était un ordinateur de route optionnel proposé avec les véhicules commerciaux équipés de moteurs Cummins. Les versions RoadRelay 3, RoadRelay 4 et RoadRelay 5 sont disponibles. Ces ordinateurs de route montés sur le tableau de bord enregistrent des données de voyage *supplémentaires* par rapport aux ECM Cummins, telles que les rapports de voyage, les codes de défaillance et les enregistrements des DDS.



Figure 3.1.2-2. Ordinateur de route RoadRelay de Cummins

3.1.3 Caterpillar

Caterpillar, également connu dans l'industrie sous le nom de CAT, a introduit sa première unité de commande électronique programmable du moteur (Programmable Electronic Engine Control - PEEC) en 1987. Les moteurs de poids lourds et moyens de Caterpillar fabriqués depuis 1994 disposent de données accessibles, bien que la plupart des données de ces UCE se limitent à des données de configuration et à des paramètres généraux. Les UCE de Caterpillar ont la capacité d'enregistrer des instantanés depuis novembre 1995. À partir de l'année modèle 2010, Caterpillar n'a plus fabriqué de moteurs routiers.



Figure 3.1.3-1. Emplacement typique de l'UCE d'un moteur Caterpillar

Les commandes de moteur modernes de Caterpillar sont appelées gestion numérique des moteurs avancée (Advanced Digital Engine Management - ADEM). Un fichier instantané est créé lorsqu'un déclencheur d'accélération spécifié par l'utilisateur, le « taux d'arrêt rapide », est détecté. Les UCE de CAT n'avaient pas à l'origine la fonction d'enregistrement des données d'arrêt rapide activée par défaut en usine jusqu'en janvier 2007, après quoi les moteurs EPA07 ont quitté l'usine avec cette fonction activée. Il était toujours possible pour un propriétaire de camion d'activer (ou de désactiver) la fonction d'arrêt rapide en réglant le taux d'arrêt rapide sur une valeur autre que 0 mi/h/s. Caterpillar recommande que le taux de déclenchement de l'arrêt rapide soit réglé à 7 mi/h/s. Les arrêts rapides enregistrent 44 secondes de données avant le déclenchement et 15 secondes de données après le déclenchement à une fréquence de 1 Hz (1 échantillon par seconde); ces données enregistrées comprennent la vitesse du véhicule, la vitesse de rotation du moteur, la position du frein de service et la position de la pédale d'accélération, la position de la pédale d'embrayage, l'état du régulateur de vitesse et d'autres canaux de données.

Les instantanés de diagnostic sont similaires aux instantanés d'arrêt rapide et sont créés lorsqu'un code de défaillance du moteur est généré. Dans un instantané de diagnostic, 19 points de données de prédéclenchement et 7 points de données après le déclenchement sont générés à des intervalles de 0,48 seconde (taux d'échantillonnage d'environ 2 Hz). Les instantanés de défaillance comprennent la vitesse du véhicule et la position du frein de service.

Les moteurs Caterpillar ont également la capacité d'enregistrer des événements déclenchés de l'extérieur, qui sont créés lorsque le conducteur actionne l'interrupteur de réglage/reprise du régulateur de vitesse ou lorsque les techniciens déclenchent des événements à l'aide du logiciel de diagnostic Technicien en électronique Caterpillar (CAT ET). Les données enregistrées sont similaires à celles générées par un instantané de diagnostic ou un instantané d'arrêt rapide. Ce logiciel permet également d'obtenir des images des données du moteur Caterpillar, y compris tous les instantanés.

Comme pour les autres FEO, les moteurs CAT présentent certaines anomalies de données connues, notamment l'horodatage de tous les instantanés 24 heures avant le temps réel, ainsi que la datation des instantanés enregistrés le 31 d'un mois donné avec la date du 31 décembre 1969. Ces anomalies ont été documentées sur des moteurs équipés de ADEM 2000 et de ADEM III. Certains moteurs contrôlés par la ADEM 2000, la ADEM III Bridge, la ADEM IV MXS/NXS et la ADEM IV ont rencontré une anomalie de synchronisation différente dans laquelle l'intervalle de temps entre les entrées de données est approximativement le double de la durée réelle¹².

3.1.4 Mack

Le système de contrôle électronique du moteur de Mack est appelé *Vehicle Management and Control* (V-MAC). Le système a connu quelques itérations depuis sa création. Depuis 1998, avec les commandes électroniques V-MAC III, les UCE de Mack ont la capacité d'enregistrer les données d'événements propres aux incidents. Le système V-MAC III utilisait deux modules (figure 3.1.4-1), l'unité de contrôle électronique du moteur (UCEM) pour contrôler les fonctions du moteur et l'unité de contrôle électronique du véhicule (UCEV) pour contrôler les fonctions du véhicule. L'utilisation de ce système à deux modules s'est poursuivie jusqu'en 2007.



Figure 3.1.4-1. UCEM (gauche) et UCEV (droite) de V-MAC III

Outre les données relatives aux événements propres aux incidents, les UCE ont enregistré des informations sur les trajets, les journaux de suivi de la maintenance, les paramètres de configuration et les codes de défaillance. L'UCEV de V-MAC III maintenait également une horloge système qui était utilisée pour horodater les enregistrements de données propres aux incidents. Les enregistrements d'événements propres aux incidents ont varié avec le système V-MAC III, car différentes versions de l'UCEV ont été mises en œuvre. Ces versions étaient appelées « Intervalles ». L'étape 5 a été la première mise en œuvre de l'enregistrement des données d'événements propres aux incidents, appelé *DataMax Incident Logging*, qui a capturé deux événements déclenchés par l'accélération. Depuis l'étape 8, il est possible d'enregistrer des

¹²Austin, T. et Farrell, M., « An Examination of Snapshot Data in Caterpillar Electronic Control Modules », *SAE Int. J. Passeng. Cars - Mech. Syst.* 4(1):611-635, 2011

instantanés de codes de défaillance, connus sous le nom de *Fault Reporter*. Le dernier changement est intervenu dans la version finale de l'UCEV, l'étape 12, dans laquelle les journaux d'incidents sont passés de l'enregistrement de deux événements déclenchés par l'accélération à un événement déclenché par l'accélération et un événement de dernier arrêt. La majeure partie de ces données était stockée dans l'UCEV, tandis que l'UCEM contenait principalement les codes de défaillance et les paramètres de programmation propres aux modules.

Les événements déclenchés par l'accélération ont enregistré 15,8 secondes de données avant le déclenchement et 16 secondes après le déclenchement et ont été enregistrés à des intervalles de 0,2 seconde (enregistrement de 5 Hz). Les données saisies comprennent la vitesse du véhicule, la vitesse de rotation du moteur, le frein de service, le frein de stationnement et l'embrayage, la position du commutateur du régulateur de vitesse, la position marche/arrêt de la clé et l'état des commutateurs de frein moteur haut et bas. Le seuil de déclenchement par défaut est une variation de +/-10 mi/h/s de la vitesse du véhicule accompagnée d'une variation de +/- 50 tr/min/s de la vitesse de rotation du moteur, bien que ce paramètre soit également programmable.

Le dernier événement d'arrêt enregistre 15,8 secondes de données avant que le véhicule ne s'arrête et 16 secondes après, également par intervalles de 0,2 seconde (enregistrement de 5 Hz). Les enregistrements du dernier arrêt comportent les mêmes entrées de données que les événements déclenchés par l'accélération, mais nécessitent également le serrage du frein de stationnement avant l'arrêt du moteur pour déclencher l'enregistrement de l'événement.

Les deux événements propres aux incidents sont datés et horodatés et comprennent la date et l'heure de l'acquisition des données ainsi que la date et l'heure du déclenchement de l'incident. Il y a également un timbre kilométrique indiquant le kilométrage au moment de l'imagerie des données et non propre à l'incident.

La fonction *Fault Reporter* permet d'enregistrer et de stocker les quatre événements les plus récents de l'instantané du code de défaillance. Ces événements enregistrent certains paramètres tels que la vitesse du véhicule et du moteur pendant un moment unique, ou instantané, du temps. Ils enregistrent également la date et l'heure, la valeur de l'odomètre, la position de la pédale d'accélérateur et le serrage du frein de service et de stationnement.

L'itération suivante des commandes électroniques Mack, V-MAC IV, a été introduite en 2006 et a duré jusqu'en 2013. Ce système a ajouté un troisième module appelé l'unité de contrôle électronique de panneau d'instruments (UCEPI). L'UCEV et l'UCEM étaient également présents, mais ils ont été remaniés comme illustré ci-dessous.



Figure 3.1.4-2. UCEPI (gauche), UCEM (milieu) et UCEV (droite) de V-MAC IV

V-MAC IV et l'itération actuelle, V-MAC IV+, partagent presque les mêmes caractéristiques, mais sont différents du système V-MAC III. Plus particulièrement, les journaux d'événements propres aux incidents ont été mis à jour. Pour le V-MAC IV et le V-MAC IV+, l'événement déclenché par l'accélération et l'événement du dernier arrêt enregistrent tous deux 90 secondes de données. L'événement déclenché par l'accélération enregistre 60 secondes de données avant le déclenchement et 30 secondes de données après le déclenchement, tandis que l'événement du dernier arrêt enregistre 90 secondes de données avant le déclenchement et est déclenché lorsque le camion s'arrête complètement. Les deux événements enregistrent et rapportent également les données par intervalles de 0,25 seconde (4 Hz). Le seuil de déclenchement de l'accélération reste le même que celui du V-MAC III, qui est fixé à une variation de +/-10 mi/h/s de la vitesse du véhicule accompagnée d'une variation de +/-50 tr/min/s de la vitesse de rotation du moteur.

Ces journaux d'incidents sont horodatés comme l'itération précédente de V-MAC III. La seule différence est que le timbre kilométrique est directement lié au kilométrage lors du déclenchement de l'incident, par opposition au kilométrage lors de l'imagerie des données.

En plus de ces journaux d'incidents, V-MAC IV a également conservé la fonction *Fault Reporter* de V-MAC III. Pour V-MAC IV, les instantanés du *Fault Reporter* enregistrent des informations détaillées au moment de l'apparition de la défaillance spécifique. Il est également possible d'enregistrer jusqu'à quatre instantanés, dont un réservé aux défaillances de l'UCEM et un autre aux défaillances de l'UCEV. Les deux autres fichiers d'instantanés enregistrent les défaillances de n'importe quel contrôleur. Le V-MAC IV+ ne prend malheureusement pas en charge la fonction *Fault Reporter*, bien qu'il soit possible d'afficher des données de code de défaillance étendues au moyen de la lecture des codes de problèmes de diagnostic.

Le reste des données disponibles pour être imagées sur V-MAC IV comporte ce qui suit :

- vie du véhicule et rapports de voyage;
- histogrammes du véhicule;
- codes de défaillance;
- configuration et paramètres programmables;
- données enregistrées du système de post-traitement des gaz d'échappement;
- données sur la protection du moteur;
- historique des valeurs du capteur;

- date et heure du système.

V-MAC IV+ présente ces mêmes données, à l'exception de l'historique des valeurs des capteurs.

Chacun de ces systèmes Mack connaît également ses propres erreurs de données. L'horloge du système du V-MAC III, par exemple, n'a pas de batterie de secours interne, de sorte que si l'alimentation est interrompue, l'horloge peut renvoyer une valeur aléatoire ou revenir à une valeur précédente lors de l'imagerie. La précision de l'horloge se dégrade également avec le temps, car il n'y a pas de batterie interne. Les journaux d'événements propres aux incidents présentent également des erreurs de données. Sur les systèmes V-MAC III de dernière version, l'événement de freinage brusque peut se bloquer en raison de la procédure de test en usine et ne peut pas être écrasé¹³.

Sur les premiers camions V-MAC IV, l'UCEV n'écrivait les fichiers journaux des incidents en mémoire qu'au moment de la coupure du contact et non au moment du déclenchement¹⁴.

3.1.5 Volvo

Les camions Volvo ont également produit quelques itérations de systèmes électriques et partagent plusieurs similitudes avec les camions Mack en raison de l'acquisition de Mack par Volvo en 2001. Les systèmes électriques de Volvo, en ce qui concerne l'EDRVL, peuvent être séparés en trois catégories classées par année. De 2002 à 2011, le système électrique Volvo est désigné sous le nom de système de commandes électroniques Legacy version 2. Ce système utilisait trois UCE, à savoir l'UCEPI, l'UCEM et l'UCEV (illustré ci-dessous). Le système Legacy version 2 était capable de prendre en charge la fonction d'enregistrement des incidents de DataMax avec les événements d'accélération déclenchée et de dernier arrêt, mais cette capacité n'a pas été activée en usine avant octobre 2010 pour l'année modèle 2011.

Les enregistrements de données d'arrêt sur l'image liés au code de défaillance sont spécifiques aux produits Volvo, bien qu'ils soient quelque peu similaires aux enregistrements de rapports de défaillance Mack.

¹³Steiner, 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):49-57, 2009.

¹⁴Austin, T., Cheek, T., Plant, D., Steiner, J., et Lackey, L., « SAE C1022 », module 7.



Figure 3.1.5 Ver. 2/Ver. 3 UCEPI (gauche), UCEM (milieu) et UCEM (droite)

La version 2 de Volvo a été la première itération à être équipée de la fonction d'enregistrement des incidents DataMax (enregistrement des événements déclenchés par l'accélération et des incidents liés au dernier arrêt) activée en usine. Les commandes de la version 2 ont d'abord activé la fonction d'enregistrement des incidents DataMax dans les camions Volvo fabriqués fin octobre 2010 et jusqu'en 2013. Les journaux d'incidents Volvo fonctionnaient de la même manière que ceux du Mack V-MAC IV et V-MAC IV+ et consistaient en deux événements enregistrés, l'événement déclenché par l'accélération et l'événement du dernier arrêt. Les deux journaux d'événements enregistrent 90 secondes de données à 4 Hz et comprennent des valeurs pour la vitesse du véhicule, la vitesse de rotation du moteur, le frein de service, le frein de stationnement, l'application de l'embrayage, le frein moteur bas et haut, l'état du commutateur du régulateur de vitesse et l'état marche/arrêt de la clé. L'événement déclenché par l'accélération enregistre 60 secondes de données avant le déclenchement et 30 secondes de données après le déclenchement, tandis que l'événement du dernier arrêt enregistre 90 secondes de données avant le déclenchement. Le seuil de déclenchement de l'événement d'accélération est également le même que celui de Mack, fixé à une variation de +/-10 mi/h/s de la vitesse du véhicule accompagnée d'une variation de +/-50 tr/min/s de la vitesse de rotation du moteur et le dernier événement d'arrêt est déclenché lorsque le véhicule s'arrête à 0 mi/h.

Ces deux journaux d'incidents sont également horodatés de la même façon que les journaux d'incidents Mack V-MAC IV et V-MAC IV+; chaque journal d'incident est estampillé avec la date et l'heure de l'imagerie des données et du déclenchement de l'incident, bien que le kilométrage soit estampillé avec le kilométrage au moment du déclenchement de l'incident.

Comme indiqué plus haut, les autres données spécifiques à l'incident sont appelées arrêts sur l'image. Un arrêt sur image est capturé et stocké lorsque certains codes de défaillance sont activés. Lorsque cela se produit, le système enregistre cinq trames distinctes de données : deux trames sont enregistrées avant l'activation du code de défaillance, une est enregistrée au moment de l'activation et deux sont enregistrées après l'activation. Ces trames de données sont capturées à des intervalles de 30 secondes, de sorte que les deux trames capturées avant l'activation du code de défaillance s'étendent de 0 et 30 secondes avant à 30 et 60 secondes avant, selon le moment où la défaillance s'est produite. Cela est dû à la nature du tampon circulaire sur lequel les données sont capturées. Les données stockées dans chaque trame comprennent la vitesse du véhicule et du moteur, la position de la pédale d'accélérateur et la distance totale en miles. En outre, ces événements d'arrêt sur l'image sont estampillés avec les heures de fonctionnement

des moteurs au moment de l'événement ainsi que les heures de fonctionnement du moteur totales du véhicule.

Les camions Volvo sont en outre équipés d'une UCE du système de retenue supplémentaire (SRS). Il s'agit d'un système de coussins gonflables exclusif aux camions Volvo (sur le marché de l'ALENA) qui a la capacité de stocker des données sur le rendement du système de retenue des occupants, telles que l'état de préparation du système de retenue, l'état des diagnostics et un historique du temps d'accélération limité à 150 ms¹⁵.

3.1.6 International/NAVISTAR

International fabrique des moteurs pour les véhicules commerciaux lourds et moyens. Les moteurs MaxxFORCE 7 sont utilisés dans les véhicules utilitaires moyens de classe 4 et 5, tandis que les moteurs MaxxFORCE DT 9 et 10 sont utilisés dans les véhicules utilitaires moyens de classe 6 et 7. Les moteurs MaxxFORCE 11, 12 et 13 sont utilisés dans les véhicules utilitaires lourds de classe 7 et 8. Les offres actuelles d'International/Navistar comprennent les moteurs MaxxFORCE N9, N10 et N13. Pour l'année modèle 2018, Navistar a introduit un moteur turbodiesel pour poids lourds de classe 8, le A26 d'une cylindrée de 12,4 litres.

Les moteurs International ont la capacité d'enregistrer et de signaler les données relatives aux codes de défaillance depuis 2007, mais n'ont pas enregistré de données propres aux incidents depuis les moteurs MaxxFORCE 11, 13 et 15 de 2010 et plus récents. Ces données comprennent les deux enregistrements les plus récents de l'accélération déclenchée et les deux enregistrements les plus récents du dernier arrêt. Les données d'événements plus récents écrasent les enregistrements déclenchés par l'accélération et le dernier arrêt dans le format PEPS.

Les événements déclenchés par l'accélération sont enregistrés lorsque le déclencheur d'événement programmable est désactivé. L'événement déclenché par l'accélération contient 105 secondes de données prédéclenchement, un instantané au moment où le déclenchement s'est produit et 15 secondes de données après le déclenchement – toutes enregistrées par intervalles d'une seconde (1 Hz). En plus d'atteindre le seuil de déclenchement pour l'enregistrement, les essais ont montré que, avec le déclencheur réglé à 5,5 mi/h/s, le véhicule doit se déplacer à plus de 14,29 mi/h pour enregistrer les données de l'événement. Avec le déclencheur réglé à 9,5 mi/h, le véhicule doit se déplacer à une vitesse supérieure à 28,58 mi/h.

Les données relatives au dernier arrêt sont enregistrées lorsque le véhicule s'arrête et que le moteur est coupé (contact coupé) ou lorsque le véhicule s'arrête et que le moteur reste au ralenti pendant plus de 2 minutes. Les horodatages lors de l'événement comprennent la valeur de l'horloge en temps réel, la distance totale et la distance parcourue par le MCE, ainsi que les heures de fonctionnement du moteur. Le dernier enregistrement d'arrêt est également stocké à 1 Hz et comprend 105 secondes de données pré-événement, un instantané au moment de l'arrêt et 15 secondes de données après l'événement.

¹⁵ Ibid., module 8.

Les données d'arrêt sur l'image fournissent un autre type de données propres à un événement et l'enregistrement est déclenché lorsqu'une défaillance est détectée. Les arrêts sur l'image enregistrent les données pour un seul point dans le temps et comprennent des paramètres tels que la vitesse du véhicule, la vitesse rotation du moteur, le pourcentage de la pédale d'accélérateur, le commutateur de frein et le commutateur d'embrayage. Les arrêts sur l'image sont estampillés avec l'odomètre et les heures de fonctionnement du moteur lors de l'accident.

Aucune recherche formelle n'a exploré les incidences d'une perte soudaine de puissance pour les moteurs International. Cependant, les résultats préliminaires¹⁶ suggèrent que pour que l'enregistrement du dernier arrêt soit écrit, le MCE a besoin de jusqu'à 2 minutes d'alimentation pour écrire un nouvel enregistrement du dernier arrêt sans un « arrêt élégant ». Dans le cas d'un arrêt, le MCE a besoin d'environ 20 secondes d'alimentation pour écrire le nouveau fichier. L'enregistrement du freinage brusque semble nécessiter environ 15 secondes de puissance après l'incident de freinage brusque pour enregistrer le fichier.

ServiceMaxx est le logiciel nécessaire à l'imagerie des données des moteurs International/Navistar. Certaines versions du logiciel ServiceMaxx, comme la version 39.64 publiée en mai 2014, n'ont pas pu accéder aux données. La correction de ce problème a été publiée en août 2014 dans la version 40.1.119. Dans les cas où les données ne sont pas récupérables, il est conseillé de vérifier la version du logiciel utilisé.

3.1.7 PACCAR

PACCAR est un fabricant international de camions et de moteurs. Les marques nord-américaines de PACCAR comprennent Kenworth, Kenmex (Kenworth Mexicana) et Peterbilt; les marques européennes comprennent Leyland et DAF; et les marques australiennes comprennent Kenworth et DAF. Les marques nord-américaines peuvent utiliser des moteurs PACCAR, Cummins ou Caterpillar (avant l'AM2010).

Les moteurs turbodiesel PACCAR se composent de moteurs de moyenne et de grosse cylindrée. Les moteurs de poids moyen comprennent les moteurs turbodiesel PX-7 et PX-9. Il est important de noter que les moteurs PACCAR de la série PX sont des moteurs Cummins ISB (PX-7) et ISC (PX-9) rebadgés avec des commandes électroniques Cummins. Les moteurs PX-7 et PX-9 ont la capacité d'enregistrer et de rapporter les données de décélération soudaine de Cummins discutées précédemment. En outre, le logiciel et les protocoles Cummins sont suivis pour les données d'imagerie des moteurs PACCAR PX-7 et PX-9.

Les moteurs turbodiesel PACCAR pour poids lourds comprennent les moteurs MX-11 et MX-13 et sont des moteurs natifs PACCAR avec des commandes électroniques PACCAR. Les commandes électroniques PACCAR peuvent être équipées d'une fonction d'EDRVL appelée *Fast Stop Recorder*. L'enregistreur d'arrêts rapides est activé par défaut en usine, mais le client a la possibilité de le désactiver.

¹⁶ Ibid.

Les données de l'événement d'arrêt rapide sont imagées en utilisant le logiciel de diagnostic DAVIE4. Des données supplémentaires sont également disponibles, notamment les codes de problèmes de diagnostic (CPD) pour le système d'injection multicontrôle PACCAR (PMCI) et le système de post-traitement des émissions (EAS), les arrêts sur l'image, l'enregistreur instantané, les données de durée de vie et de trajet, l'enregistreur d'instantané et les paramètres de programmation. Afin d'imager les données d'événements avec DAVIE4, une connexion Internet est nécessaire.

L'enregistreur d'arrêt rapide (un registre d'événements de frein dur) enregistre les trois derniers événements. Les événements durent 10 secondes au total, avec 5 secondes de données avant le déclenchement et 5 secondes de données après le déclenchement enregistrées à 4 Hz. Les événements sont horodatés avec le numéro de série de l'UCE du moteur, le nombre total d'heures de fonctionnement du moteur et la distance totale du véhicule. Le déclenchement par défaut de l'arrêt rapide est de 8,95 mi/h/s, et des essais non publiés ont montré que la vitesse minimale du véhicule nécessaire pour enregistrer un arrêt rapide est d'environ 30 mi/h.

L'enregistreur d'instantanés de PACCAR capture les données à partir d'un instant précis. Jusqu'à trois instantanés peuvent être stockés et sont remplacés par de nouveaux instantanés au format PEPS. Les instantanés enregistrent des données pendant 15 secondes, dont 10 secondes de données avant le déclenchement et 5 secondes de données après le déclenchement, à une fréquence d'enregistrement de 2 Hz. Les instantanés sont déclenchés par certains CPD, mais peuvent également être déclenchés manuellement en appuyant sur le commutateur « Resume » du régulateur de vitesse puis sur le commutateur « Set » en succession immédiate.

Le logiciel DAVIE4 permet de visualiser les CPD actifs, inactifs et en attente. L'interface affiche le nombre d'occurrences de CPD ainsi que des instantanés de la première et de la dernière occurrence. Certains CPD contiennent des images fixes avec des données des instantanés étendues. Certains CPD « critiques » sont associés à des arrêts sur l'image avec plusieurs images; ce type d'arrêt sur l'image stocke cinq images avant le déclenchement et quatre images après. Les arrêts sur l'image permettent d'enregistrer plusieurs paramètres, dont la vitesse du véhicule.

3.1.8 Bendix

Bendix est un fournisseur de composants pour véhicules commerciaux, y compris divers systèmes de sécurité et de stabilité pour les camions, tracteurs, remorques, autobus et autres véhicules commerciaux de poids moyen et lourd en Amérique du Nord. Ces systèmes comprennent le système ABS, le contrôle électronique de la stabilité (Electronic Stability Control - ESC) et la technologie d'atténuation des collisions. Les systèmes Bendix sont couramment utilisés sur les tracteurs de camions Mack, Volvo, Peterbilt, Kenworth et International. Au fil des ans, Bendix a développé ces systèmes de sécurité et d'autres capables d'enregistrer des données propres aux incidents. Depuis l'année modèle 2013 environ, un véhicule équipé de certaines versions de la génération EC-60 de l'UCE ABS/ESC et de l'UCE EC-80 plus récente peut être équipé de l'enregistreur de données Bendix.

Bendix a mis au point des variations dans ses systèmes ABS en fonction de la taille et de la configuration du camion (ou de l'autobus) afin de s'assurer que le véhicule est conforme à la norme FMVSS 121. Parmi ces variantes, on peut citer l'ABS avec contrôle automatique de la traction et les systèmes de contrôle de la stabilité ajoutés, comme le programme/contrôle de stabilité antiretournement (RSP/RSC) et la « stabilité totale » ou le programme/contrôle de stabilité électronique (ESP/ESC). Selon le système, le véhicule est équipé de différents capteurs qui peuvent mesurer la vitesse de roue, l'accélération latérale et longitudinale, l'angle de braquage, la pression des freins et la vitesse de lacet.

Le principal système d'atténuation des collisions de Bendix s'appelle le système d'évitement des collisions Wingman. Le système d'évitement des collisions Wingman s'appuie sur les systèmes ABS et ESC de base et ajoute un radar à couverture frontale (FLR) et une caméra montée sur le pare-brise pour détecter les autres véhicules et les objets se trouvant devant le véhicule équipé du système Wingman. Il existe trois versions du système Wingman : Wingman ACB, Wingman Advanced et le dernier modèle, appelé Wingman Fusion. Wingman Fusion est le système de sécurité le plus complet des trois et offre le plus de fonctionnalités, notamment des alertes de survitesse, le freinage en cas de véhicule immobilisé et l'atténuation avancée des collisions.

Le système de l'enregistreur d'événement de locomotive (EEL) de Bendix, appelé AutoVue, peut être ajouté aux systèmes de sécurité ABS/ESC et Wingman. Le système de l'EEL AutoVue utilise une caméra montée sur le pare-brise pour détecter les marquages de voie peints et fournir un retour visuel, sonore et haptique au conducteur si le véhicule commence à s'écarter de sa voie de circulation.

SafetyDirect est un autre système de sécurité de Bendix. Il s'associe à un système télématique existant et permet la collecte et la transmission de données de sécurité et de vidéos. Le SafetyDirect peut être transmis à un serveur et/ou capturé dans un enregistreur de données embarqué. Les données comprennent ce qui suit :

- vidéo d'événements graves capturés par la caméra AutoVue;
- pré et post-déclenchement de 10 secondes pour l'embarqué;
- 5 secondes de pré et post-déclenchement pour la transmission;
- changement de voie sans clignotant;
- vitesse excessive en courbe;
- freinage excessif (mesuré par l'accéléromètre interne);
- suivi des distances;
- événements relatifs à l'ABS et au contrôle de la stabilité;
- excès de vitesse (si le véhicule est équipé de l'AutoVue);
- événements de freinage brusque qui comprennent la vitesse, l'horodatage et la localisation.

Le système Bendix Fusion combine des technologies de sécurité avancées telles qu'un radar avant, une caméra, des freins, un enregistreur d'événements et SafetyDirect en un système d'aide à la conduite intégré et complet.

Les systèmes AutoVue et SafetyDirect peuvent être couplés et utiliser un seul calculateur. Le calculateur AutoVue/SafetyDirect est connecté à la caméra AutoVue. Il peut donc remplir une double fonction : contrôleur pour l'EEL AutoVue de Bendix et processeur/enregistreur pour la télématique SafetyDirect (si elle est activée). Le système AutoVue n'enregistre des données/vidéo que si SafetyDirect est activé lors de la commande initiale ou configuré sur « on » ultérieurement. SafetyDirect dispose de 16 déclencheurs différents qui sont configurables, mais seuls certains déclencheurs sont configurables pour la vidéo. La vidéo est enregistrée en continu pendant 10 secondes dans deux tampons MEV (volatiles) alternés. Lorsqu'elle est déclenchée, la vidéo est enregistrée pendant 10 secondes supplémentaires après le déclenchement et cette vidéo est ensuite transférée vers la mémoire flash (non volatile). Il est important de noter qu'une coupure de courant peut entraîner la perte de la vidéo ou des données qui n'ont pas achevé ce transfert. Les données disponibles comprennent le type d'événement, l'heure et la date, la vitesse du véhicule, la valeur du compteur kilométrique, la latitude/longitude GPS, la position de la pédale d'accélérateur et l'application des freins.

Outre les systèmes susmentionnés, les nouveaux ABS de Bendix offrent la possibilité d'obtenir des données sous la forme du Bendix Data Reporter (BDR). Le logiciel de diagnostic ACOM de Bendix peut être utilisé pour représenter les données de diagnostic et de configuration de l'UCE ABS/ESC. Cependant, l'UCE ABS de Bendix doit être retiré du véhicule et envoyé à Bendix pour l'imagerie et le rapport des données BDR. La disponibilité des données dépend à la fois du type de calculateur et de la configuration du logiciel. La configuration logicielle de l'UCE ABS de Bendix peut être trouvée sur le rapport d'événement de l'ACOM. Les types d'UCE dont les données sont potentiellement disponibles sont les UCE EC-60 et EC-80. Ces UCE peuvent stocker quatre événements ou plus et sont horodatées en fonction des « heures de fonctionnement du moteur ». Chaque événement enregistre 20 secondes de données réparties en 10 secondes de données avant le déclenchement et 10 secondes de données après le déclenchement à des intervalles de 2 Hz. Les systèmes Bendix EC-60/EC-80 construits à partir de 2013 présentent les déclencheurs d'événements suivants :

- lorsque la magnitude de l'accélération latérale et/ou longitudinale dépasse 0,5 g dans n'importe quelle direction (accélération > 0,5 g);
- lorsque la vitesse du véhicule est réduite de 6,9 mi/h ou plus en une seconde (freinage brusque);
- lorsqu'il y a une intervention de freinage du système Wingman Advanced;
- lorsque la régulation de vitesse active et de freinage (RVAF) est réglée et que l'alerte de prise en charge (ou l'alerte d'impact) ou le conducteur passe outre le système.

Les UCE suivent le processus PEPS pour l'écrasement des journaux d'événements pour les nouveaux événements. Les événements graves, tels qu'une variation de l'accélération supérieure à 0,85 g ou une variation de la vitesse du véhicule supérieure à 9 mi/h/s, peuvent être

« verrouillés ». Ces événements verrouillés ne seront pas écrasés avant l'enregistrement des 50 événements suivants. Seuls deux événements sont verrouillables à la fois et, si un troisième événement jugé verrouillable survient, l'événement le plus ancien est écrasé.

Les éléments de données disponibles qui peuvent être imagés à partir d'un EC-60/EC-80 comprennent la vitesse du véhicule, l'angle du volant, le pourcentage de la position de la pédale d'accélérateur, la demande de feu de freinage CCVS (J1939 *Cruise Control/Vehicle Speed*), la pression d'application du frein de service du conducteur, l'état du frein de stationnement, l'état du régulateur de vitesse, l'état de la demande de feu de freinage de l'UCE de Bendix, le type d'alerte sonore du FLR émise, l'état d'intervention du FLR, l'activité ABS (sur tout essieu contrôlé), l'intervention ESP et l'intervention HSA (Hill Start Assist). Si un élément de données n'est pas présent au moment de l'enregistrement, il est indiqué par « S.O. », blanc ou un code spécifique.

La plupart des données disponibles sur les systèmes Bendix susmentionnés sont obtenues au moyen du logiciel Bendix ACOM Diagnostics, à l'exception des données BDR. Actuellement, la seule façon de récupérer les données BDR est d'envoyer l'UCE EC-60/EC-80 à Bendix.

3.1.9 Meritor WABCO

Meritor WABCO est un autre système ABS disponible et un concurrent direct de Bendix. Meritor propose des informations de base sur l'UCE ABS, telles que la configuration, les numéros de pièce/série et la version du logiciel. Les informations supplémentaires qui peuvent être extraites du module Meritor ABS comprennent les codes de défaillance (actifs et stockés-inactifs), la taille programmée des pneus et une fonction permettant de rapporter et d'enregistrer toutes les données EEPROM au format hexadécimal.

Meritor WABCO propose un système d'atténuation des collisions commercialisé sous le nom de Meritor OnGuard®, qui émet des avertissements sonores et visuels d'objets immobiles pour prévenir les conducteurs d'éventuelles obstructions de la voie. En outre, OnGuard dispose d'avertissements haptiques, qui fournissent de courtes impulsions de freinage pouvant aider les conducteurs à réagir plus rapidement en cas de collision arrière imminente. OnGuard fonctionne en permanence lorsque le véhicule roule à une vitesse supérieure à 15 mi/h et que le régulateur de vitesse n'est pas activé, et applique jusqu'à 50 % de la puissance de freinage du véhicule pour aider à éviter ou atténuer une collision imminente.

Il y a deux générations d'OnGuard actuellement sur la route. Meritor WABCO a lancé le premier modèle en 2007, appelé Gen. 1, ce système OnGuard fournissait un taux de décélération maximal de 0,35 g sans aucune intervention du conducteur et n'était pas conçu pour réagir à des objets immobiles. Le système Gen. 2 qui a suivi a été mis sur le marché au début de 2013 et permet une décélération jusqu'à 0,6 g lorsque la cible est un véhicule en mouvement et jusqu'à 0,3 g en réponse à un objet stationnaire.

Le logiciel Toolbox de Meritor WABCO permet d'imager les données, qui comprennent les CPD (qui peuvent intégrer des données instantanées) et les paramètres. Les paramètres doivent être

soumis à Meritor WABCO s'ils sont récupérés d'un modèle Gen. 1, mais les modèles Gen. 2 ont la capacité de décoder les paramètres par le biais du logiciel Toolbox.

Les systèmes OnGuard contiennent certaines données stockées et actives. Les données « actives » stockées dans le système OnGuard sont écrasées par le prochain événement d'atténuation. Il est recommandé de mettre le camion ou le radar hors service jusqu'à ce que ces données puissent être visualisées. Le fichier « paramètres » contient des données d'événements qui peuvent être décodées par Meritor WABCO. Toolbox (version 11.3 ou supérieur) permet de décoder le fichier de paramètres; il est également possible de démonter l'unité radar et de l'envoyer à Meritor WABCO pour l'imagerie.

WABCO fournit également le système d'EEL OnLane pour aider à prévenir les sorties de voie involontaires qui peuvent conduire à des accidents de véhicules commerciaux. Ceci est réalisé grâce à un système qui incorpore une caméra montée sur le pare-brise pour détecter les marquages des voies de la route. Pendant la conduite normale, le système :

- Détecte les marques de la voie et aide à maintenir le véhicule dans sa voie.
- Surveille la route et les zones situées de part et d'autre de la voie de circulation du véhicule grâce à une caméra montée en haut ou en bas du pare-brise du véhicule.

Le système permet également d'éviter les sorties de voie indésirables :

- Détecter des déviations de trajectoire involontaires lorsque le véhicule franchit les lignes de démarcation sans que le clignotant soit activé.
- Fournir au conducteur un avertissement visuel, sonore ou par vibration du siège pour signaler les déviations de trajectoire non désirées de chaque côté du véhicule.
- Avertir le conducteur des déviations de trajectoire involontaires lorsque la vitesse du véhicule est égale ou supérieure à 60 km/h (38 mi/h).

Le même logiciel Toolbox est utilisé pour visualiser et imager les fichiers vidéo OnLane. Les vidéos sont enregistrées environ 10 secondes avant et 5 secondes après le déclenchement, et jusqu'à 20 clips vidéo peuvent être stockés selon la méthode PEPS.

3.2 DEE

De nombreuses entreprises ont fabriqué des DEE ainsi que des AOBRD. Ces deux dispositifs diffèrent par leurs spécifications techniques telles que décrites dans chaque Code de réglementation fédéral (Code of Federal Regulations - CFR) et dans le mandat relatif aux DEE proposé par la FMSCA. La règle finale « dispositifs d'enregistrement électronique et documents à l'appui des heures de travail » (80 FR 78292), également connue sous le nom de mandat relatif aux DEE, est une règle conçue pour améliorer la sécurité des véhicules motorisés commerciaux (VMC) et réduire la charge administrative globale pour les conducteurs et les transporteurs routiers. L'augmentation de l'utilisation des DEE dans le secteur des transporteurs routiers vise à améliorer le respect des règles relatives aux HT applicables. Ce mandat stipule en grande partie

de nouvelles spécifications technologiques pour les DEE qui répondent aux exigences légales, exigent des DEE pour les conducteurs qui utilisent actuellement le rapport d'activités (Record of Duty Status - RODS), clarifient les exigences en matière de documents justificatifs, afin que les transporteurs routiers et les conducteurs se conforment efficacement aux réglementations relatives aux HT et adoptent des dispositions procédurales et techniques pour garantir que les DEE ne sont pas utilisés pour harceler les conducteurs de VMC. Plusieurs lois ont jeté les bases de cette élaboration de règles, notamment les suivantes :

- Motor Carrier Act de 1935;
- Motor Carrier Safety Act de 1984;
- Reform Act de 1988;
- Hazardous Materials Transportation Authorization Act de 1994;
- MAP-21 (Moving Ahead for Progress in the 21st Century Act).

La version finale du mandat a été publiée le 16 décembre 2015 et a mis en œuvre des changements concernant les exigences en matière de documents, les spécifications techniques, les exemptions et la certification DEE pour les contributeurs tiers potentiels de DEE. Selon la règle actuelle (80 FR 78292), la FMCSA estime que 1 844 accidents pourraient être évités, ce qui permettrait de sauver environ 26 vies par an.

Dans le Notice of Proposed Rulemaking (NPRM; 76 FR 5537) de 2011, la FMCSA a proposé que les conducteurs utilisant le RODS plus de deux jours sur sept doivent utiliser un DEE, et que les conducteurs utilisant le RODS pendant deux jours ou moins sur sept peuvent continuer à utiliser le papier. Cependant, cette idée a accumulé les rejets et la FMCSA a proposé un seuil de huit jours sur 30 pour l'utilisation des DEE. Bien que le seuil de 8 jours sur 30 préserve presque le même ratio que le seuil de 2/7 proposé, la durée prolongée offre aux conducteurs et aux transporteurs routiers plus de flexibilité. En outre, la période de huit jours est le délai standard pour les exigences actuelles de tenue des registres des HT. L'utilisation de DEE ne serait exigée que si un conducteur opère en dehors de l'exception du transport à courte distance à la disposition RODS papier pendant plus de huit jours de toute période de 30 jours. La FMCSA a refusé de limiter la réglementation aux VMC de plus de 26 000 livres ou d'exempter les petits véhicules à passagers.

La principale modification apportée par le mandat relatif aux DEE aux exigences en matière de documents a consisté à réduire la proposition précédente de l'avis de réglementation proposée supplémentaire (Supplemental Notice of Proposed Rulemaking - SNPRM; 79 FR 17656) de 10 documents minimums à huit. La FMCSA a soutenu que deux ou trois documents obtenus dans le cours normal des activités de la journée constituent un nombre insuffisant pour vérifier l'exactitude des RODS des conducteurs conformément à la règle des 60/70, qui stipule le nombre d'heures de service qu'un conducteur peut effectuer au cours d'une période donnée de plusieurs jours.

Les modifications apportées à ces stipulations exigent que les conducteurs soumettent les documents justificatifs aux transporteurs routiers au plus tard 13 jours après les avoir reçus –

une extension du délai initial de huit jours autorisé par le SNPRM – tandis que les transporteurs routiers doivent conserver les RODS et les documents justificatifs pendant six mois.

Les exigences proposées par la FMCSA en matière de documents justificatifs clarifient la certification des DEE. La FMCSA a déclaré que les modifications apportées aux exigences relatives aux pièces justificatives visaient à améliorer la qualité et l'utilité des documents conservés et à accroître l'efficacité du processus d'examen par la FMCSA des dossiers relatifs aux HT des transporteurs routiers et de la détection des infractions relatives aux HT. L'Agence a souligné que les DEE constituaient la forme la plus solide de documentation relative aux HT à cette fin. Bien que la FMCSA ait noté que les DEE sont très efficaces pour contrôler le respect des règles des HT pendant les périodes de conduite, des documents justificatifs sont toujours nécessaires pour vérifier les heures de service autres que de conduite (ODND).

Pour satisfaire aux exigences en matière de pièces justificatives, les documents doivent présenter certains critères, notamment le nom du conducteur ou le numéro d'identification attribué par le transporteur, le lieu, la date et l'heure. Parmi les exemples de données de ce type, citons les connaissements, les itinéraires et les horaires, les dossiers de répartition ou de voyage, les reçus de dépenses reflétant le temps de travail du conducteur, les dossiers de paie et de règlement, et les dossiers de communication électronique mobile transmis par les systèmes de gestion du parc automobile (SGPA) pendant la journée de travail du conducteur.

Le DEE fournit des données pertinentes pour le respect des règles de sécurité routière, telles que l'identification du conducteur, le lieu, la date et l'heure, l'horodatage de la mise en marche ou de l'arrêt du moteur du véhicule, les heures de fonctionnement du moteur, les kilomètres parcourus par le véhicule, le statut de service, les informations sur le véhicule, l'identification du transporteur routier et les données de l'utilisateur authentifié. La FMCSA a défini des spécifications pour l'enregistrement des données qui sont conformes au nouveau mandat. Ces éléments de données sont automatiquement enregistrés lorsque le conducteur change de statut de service ou d'une autre catégorie de conduite spéciale. Le DEE enregistre toutes les données dans le cas d'un conducteur qui se connecte ou se déconnecte du DEE ou d'un dysfonctionnement du diagnostic des données, à l'exception de l'emplacement géographique. Aux fins de l'application de la loi sur les HT, la FMCSA exige que tous les DEE enregistrent la localisation de manière à fournir une précision d'environ un kilomètre de rayon pendant les périodes de conduite. Lorsque le moteur s'allume ou s'éteint, ou que le VMC est en mouvement sans qu'un conducteur ait déclenché l'enregistrement au cours de l'heure précédente, le DEE enregistre tous les éléments requis. Cependant, pendant une période d'utilisation autorisée indiquée par le conducteur, un enregistrement peut laisser certains éléments vides, et les informations de localisation sont enregistrées avec une résolution à une seule décimale, ou dans un rayon de 10 miles.

La règle du DEE stipule une interface de synchronisation interne avec l'ECM du moteur du VMC, pour saisir automatiquement l'état de puissance du moteur, l'état de mouvement du véhicule, les kilomètres parcourus et les heures de fonctionnement du moteur. L'heure associée au DEE doit être synchronisée avec l'UTC, et l'écart absolu ne devait pas dépasser 10 minutes en tout point. Les DEE doivent également avoir la capacité de surveiller la conformité (connectivité du moteur,

synchronisation, positionnement, etc.) pour détecter les dysfonctionnements et les incohérences de données et être en mesure d'enregistrer ces événements.

Le tableau suivant, tiré du document de la FMCSA, présente le codage des dysfonctionnements requis par le mandat, y compris les dysfonctionnements liés à la conformité de la synchronisation du moteur. De tels dysfonctionnements peuvent être saisis comme illustré. Par exemple, un enregistrement peut être effectué lorsque l'ECM ou sa connectivité ne répond pas pendant plus de 5 secondes ou que le DEE est incapable de saisir les données jusqu'à ce qu'il soit à nouveau pleinement opérationnel. La FMCSA a clairement indiqué qu'elle attendait de tous les DEE conformes qu'ils respectent des normes de connectivité cohérentes.

Table 4
Standard Coding for Required Compliance Malfunction and Data Diagnostic Event Detection

Malfunction/Diagnostic Code	Malfunction Description
P	"Power compliance" malfunction
E	"Engine synchronization compliance" malfunction
T	"Timing compliance" malfunction
L	"Positioning compliance" malfunction
R	"Data recording compliance" malfunction
S	"Data transfer compliance" malfunction
O	"Other" ELD detected malfunction

Malfunction/Diagnostic Code	Data Diagnostic Event
1	"Power data diagnostic" event
2	"Engine synchronization data diagnostic" event
3	"Missing required data elements data diagnostic" event
4	"Data transfer data diagnostic" event
5	"Unidentified driving records data diagnostic" event
6	"Other" ELD identified diagnostic event

Figure 3.2. Codage du DEE par la FMCSA en cas de dysfonctionnement de la conformité¹⁷

Ce mandat exige que les transporteurs routiers interétatiques n'utilisent que des DEE conformes et enregistrés par la FMCSA, dont la liste a été publiée sur son site Web¹⁸. La FMCSA a également publié des procédures de test de conformité pour aider les fournisseurs à déterminer si leurs produits répondent aux exigences.

Les problèmes anticipés avec le mandat comprenaient l'incapacité à améliorer le respect des règles de sécurité routière, l'imposition de coûts excessifs, l'invasion de la vie privée et la protection inadéquate des conducteurs contre le harcèlement. La FMCSA a répondu à certaines de ces préoccupations dans le SNPRM de 2014 (79 FR 17656) tout en justifiant le mandat par la facilité de la journalisation, la réduction de la paperasse et la précision des registres.

¹⁷ Source : FMCSA, *Electronic Logging Device (ELD) Test Plan and Procedures*, p. 9, 2016.

¹⁸ <https://csa.fmcsa.dot.gov/ELD/List>

Une stipulation a été présentée selon laquelle les DEE devraient être limités aux seuls transporteurs ayant commis des violations graves des règles relatives aux HT. La FMCSA a finalement rejeté la suggestion d'exempter de cette exigence les conducteurs expérimentés ayant de solides antécédents en matière de sécurité, en raison de la difficulté à élaborer des critères permettant d'identifier les conducteurs admissibles. La FMCSA a également statué que le Congrès n'avait pas stipulé les seuils de sécurité des conducteurs lorsqu'il a promulgué la disposition du MAP-21 exigeant que la FMCSA rende obligatoire le DEE.

La règle a également fait progresser les normes de l'industrie pour le traitement des données et les exigences d'accès, en veillant à ce que seules les personnes authentifiées puissent accéder à un système de DEE. Un enregistrement du DEE reflétant le RODS d'un conducteur est considéré comme le dossier du conducteur, même si les transporteurs routiers sont tenus de le conserver pendant six mois en vertu du règlement de sécurité fédérale en matière de véhicule motorisé (Federal Motor Carrier Safety Regulations - FMCSR). Les transporteurs routiers et les conducteurs partagent donc la responsabilité de l'intégrité des enregistrements. Les transporteurs routiers sont responsables de la tenue de ces enregistrements pendant une période de 6 mois. Les droits d'édition limités et la capacité partagée du conducteur et du transporteur routier d'annoter les enregistrements devaient garantir l'exactitude des enregistrements sans qu'il y ait un nombre déraisonnable d'éditions ou de données compliquées pour le contrôle.

La FMCSA a également souligné les changements apportés aux spécifications techniques, notamment les options de transfert de données des DEE. La première option permet le transfert de données de DEE de type télématique par le biais de services Web et de courriers électroniques, tandis que la seconde utilise les méthodes de connectivité locale Bluetooth et USB 2.0. Quel que soit le mode de transfert, le DEE doit fournir des données par affichage ou impression à une autorité de sécurité sur demande. Deux dérogations à l'utilisation du DEE sont autorisées : la première concerne les opérations de conduite et d'enlèvement dans lesquelles le véhicule conduit fait partie de l'expédition, et la seconde concerne les VMC plus anciens que l'année modèle 2000. Les conducteurs qui utilisent des RODS papier pendant huit jours au maximum au cours d'une période de 30 jours sont autorisés à continuer à utiliser des journaux papier au lieu du DEE, en plus des deux exemptions précédentes.

Le SNPRM de 2014 (79 FR 17656) a évalué quatre options lors de l'ébauche de la proposition. La deuxième option a été acceptée et a rendu obligatoire l'utilisation du DEE pour toutes les opérations de VMC dans lesquelles le conducteur est tenu de remplir le RODS en vertu de la partie 395.8 de l'article 49 du CFR. On s'y est opposé en raison de l'imposition par le gouvernement de l'installation d'un dispositif dans une propriété privée, ainsi que de la possibilité pour les conducteurs de contourner les règles tout en trafiquant le RODS pour donner l'impression d'être en conformité.

Des dérogations ont donc été avancées pour certaines opérations de VMC, mais elles étaient limitées compte tenu de l'objectif du mandat, qui est de réduire les collisions liées à la fatigue. La *National Limousine Association* a fait valoir que le mandat devrait se concentrer sur les exploitants de longue distance, qui sont plus sujets à des incidents liés à la fatigue, par opposition

aux exploitants de courte distance qui ont un meilleur dossier de conformité et de sécurité. Il a été décidé que le mandat s'appliquait à toutes les opérations de VMC dans lesquelles les conducteurs sont tenus de maintenir des RODS. La FMCSA a refusé de fournir des exceptions spécifiques à l'industrie, étant donné le manque de données sur les performances de sécurité pour des segments industriels spécifiques et le fait que les segments industriels se chevauchent souvent. La FMCSA a établi que ses exigences de sécurité ne varient généralement pas en fonction de la taille du parc de véhicules ou des petites entreprises. La FMCSA a prévu que la plupart des segments de l'industrie qui cherchent à se soustraire au mandat relatif aux DEE sont visés, en partie, par l'exemption pour le transport à courte distance en vertu de la partie 395 de l'article 49 du CFR.

Les règlements Department of Transportation des États-Unis régissent la divulgation d'informations privées, y compris les demandes à des fins de litige civil. En plus d'autres protections statutaires de la vie privée, en vertu des sections 31137 (e)(1) et (3) du titre 49 du code des États-Unis, la loi MAP-21 restreint la manière dont la FMCSA peut utiliser des données de DEE et fait en sorte que le personnel d'application de la loi ne peut employer de l'information issue de DEE que pour vérifier la conformité des HT. Ces mesures doivent être prises en considération par la FMCSA pendant la conception du protocole de mise en œuvre et de formation en matière de DEE. Les conducteurs et les transporteurs se partagent donc la responsabilité quant à l'intégrité des données, et la FMCSA ne comptait pas conserver des données de DEE pendant des enquêtes. Sur le plan de la confidentialité, la FMCSA a affirmé que la réglementation comprend des normes industrielles de protection des données électroniques, régit l'accès à ces dernières et exige des transporteurs qu'ils protègent l'information personnelle des conducteurs conformément aux pratiques commerciales exemplaires en vigueur. La FMCSA possède un pouvoir restreint en ce qui concerne la protection totale des renseignements dont de tierces parties¹⁹ disposent et a ainsi reconnu que des mesures de sécurité supplémentaires pourraient s'avérer nécessaires.

Le bureau étatsunien de la sécurité des transports (National Transportation Safety Board - NTSB) a demandé à la FMCSA d'appliquer également une telle surviabilité aux DEE et à leurs données. La FMCSA n'a toutefois pas encore exigé le respect de normes en la matière, en raison des coûts que cela impliquerait. Pour survivre à un accident, les DEE doivent résister à de considérables impacts et forces, ainsi qu'à l'eau et à une exposition prolongée à des flammes nues, ce qui représente des exigences coûteuses et complexes. En outre, la FMCSA n'a exigé aucune interopérabilité entre tous les DEE, pour des raisons similaires de complexité et de coûts.

La FMCSA a souligné son intention d'établir des normes qui peuvent être respectées grâce à des dispositifs existants qui entraînent de faibles coûts supplémentaires pour les transporteurs. La FMCSA a précisé que le DEE du VMC ne doit conserver les données que pour la période de 24 heures en cours et les sept jours consécutifs précédents. On a estimé que l'obligation pour les transporteurs de conserver les données pendant six mois ne nécessitait que 10 Mo de stockage.

¹⁹ FMCSA, parties 385, 386, 390 et 395 de l'article 49 du CFR, « Electronic Logging Devices and Hours of Service Supporting Documents »

À la date de ce rapport, il y a actuellement 211 DEE auto-certifiés par les fabricants et enregistrés dans la liste publiée en ligne par la FMCSA. Vous trouverez ci-dessous des informations sur quatre des nombreux DEE auto-certifiés et enregistrés reconnus par la FMCSA comme étant conformes à la réglementation des DEE à venir.

Bien que le DEE ne fasse pas partie du champ d'application de cette étude de faisabilité relative aux EDRVL, les DEE sont abordés ici, car la plupart de ces dispositifs disposent de la fonctionnalité d'EDR/EDRVL. Les sections suivantes mettent en évidence les fournisseurs qui ont accaparé la plus grande part du marché de la fabrication des DEE.

3.2.1 Omnitrac

Omnitracs, LLC déclare être à l'avant-garde de l'utilisation de la télématique des véhicules commerciaux depuis plus de 25 ans et fournir à l'industrie du transport des « solutions pour la conformité, la sûreté et la sécurité, la productivité, la télématique et le suivi, le système de gestion des transports (SGT), la planification et la livraison [et] les données et l'analyse »²⁰. L'*Intelligent Vehicle Gateway* (IVG) d'Omnitracs, illustré à la figure 3.2.1, est un dispositif télématique conforme au mandat relatif aux DEE qui prend en charge les capacités d'enregistrement électronique pour les parcs de camions et autres entreprises. L'IVG peut être installé en 30 minutes ou moins, et le système est câblé à l'ECM. Les avantages de ce dispositif sont la souplesse de sa connexion au réseau, ses possibilités d'évolution, ses options d'intégration et l'accès mains libres aux informations essentielles.



Figure 3.2.1 IVG d'Omnitracs²¹

3.2.1.1 Exigences opérationnelles

Les exploitants de parcs de véhicules sont en mesure de se conformer aux récentes réglementations gouvernementales, aux contrôles transfrontaliers et aux règles locales qui leur sont imposés grâce au système Omnitrac. Omnitrac offre aux conducteurs du parc de véhicules

²⁰ Omnitrac LLC, « Omnitrac Strengthens Partnership with C.H. Robinson, Providing Virtual Load View Tracking Solutions », 17 octobre 2017.

²¹ Source : <https://www.omnitrac.com/products/omnitrac-ivg>

une conformité complète avec les règlements sur les HT, l'Entente internationale concernant la taxe sur les carburants (International Fuel Tax Agreement - IFTA), le mandat relatif aux DEE, ainsi que la conformité FMCSA et le DOT. Ce dispositif peut séduire les gestionnaires de parcs de véhicules, qui comprennent particulièrement bien la nécessité de choisir des solutions de conformité qui devancent l'évolution des réglementations pour assurer la continuité de leur activité.

3.2.1.2 Exigences en matière d'équipement

Comme l'illustre la figure 3.2.1.2-1²², Omnitracs a mis au point le système routage, répartition et conformité (Routing, Dispatching and Compliance - RDC), qui combine les fonctions de routage, de gestion des trajets et de conformité aux règles des HT et du DVIR dans une seule application avec un programme de fond permettant aux conducteurs du parc de véhicules de visualiser toutes les données sur un seul appareil mobile. Sinon, le spectre des produits logiciels est disponible sur les téléphones mobiles, les tablettes et les ordinateurs. Le dispositif télématique Omnitracs Relay est facile à installer et permet de recevoir des points de données GPS en temps réel pour générer une variété de rapports sur les performances du conducteur et du véhicule.



Figure 3.2.1.2-1 Omnitracs RDC System

²² Source : Omnitracs LLC, « Omnitracs Routing + Dispatching + Compliance (RDC) », 2017.

La figure 3.2.1.2-2 ci-dessous illustre l'interconnexion entre le système Omnitracs et un véhicule du parc automobile.



Figure 3.2.1.2-2. Matériel d'interconnexion de l'IVG d'Omnitracs²³

3.2.1.3 Spécifications techniques

Le développement continu par la FMCSA de spécifications techniques pour des DEE conformes a des objectifs spécifiques qui doivent être atteints en matière d'interopérabilité, de réduction des coûts, d'évolution de la technologie, de prévention du harcèlement des conducteurs et de respect de la vie privée. Omnitracs a répondu à ces spécifications des DEE par des caractéristiques telles que l'inviolabilité des DEE, qui empêche toute modification non autorisée du matériel, du logiciel et des données stockées. Les données collectées doivent être facilement transmises aux agents de contrôle autorisés, tout en protégeant la vie privée des conducteurs.

3.2.2 PeopleNet

PeopleNet (une société Trimble) est un fournisseur de solutions en ligne pour la gestion du parc de véhicules de transporteurs. Le système PeopleNet Fleet Manager fournit un contrôle en ligne sécurisé des fonctions de communication et de gestion du parc de véhicules, y compris la cartographie en ligne, la messagerie, les rapports basés sur le conducteur et le véhicule, les tableaux de bord interactifs, la facturation en ligne de l'utilisation, les notifications d'alarme et les paramètres et préférences de sécurité du parc de véhicules, la gestion des utilisateurs et la gestion des groupes. Fleet Manager permet également d'établir des rapports comparatifs sur les indicateurs de rendement clés (IRC), y compris la visualisation de divers rapports en temps réel,

²³ Source : Omnitracs LLC, « Intelligent Vehicle Gateway: Getting Started », 2016.

l'analyse des tendances historiques et l'obtention de rapports par courrier électronique. En ce qui concerne les performances, le système PeopleNet peut générer des rapports d'information sur le conducteur ainsi que des rapports sur les performances du moteur, comme la vitesse, le régime, le rendement énergétique et le temps d'inactivité.

3.2.2.1 Exigences opérationnelles

Les journaux de bord PeopleNet eDriver sont conformes à la fois au mandat relatif aux DEE et à la réglementation 395.15 des États-Unis, qui comprend les réglementations des États du Texas, de la Californie, de la Floride, de l'Alaska et les réglementations canadiennes sous le 60^e parallèle, concernant les AOBRD. La solution eDVIR (Electronic Driver Vehicle Inspection Report) de PeopleNet répond à toutes les exigences de la FMCSA pour les dossiers électroniques d'inspection des véhicules et simplifie le processus du DVIR en éliminant les problèmes associés aux dossiers papier et à la maintenance de la paperasse.

Field	Value
Driver Name	Driver One
Trailer #	12345
Trailer Hub	10,000
Defect Found?	No
Driver Acknowledge?	Yes

Figure 3.2.2.1. eDVIR de PeopleNet²⁴

Un autre produit PeopleNet, Drivewyze™ PreClear, permet de maximiser les possibilités de contournement des postes de pesée – en particulier pour les parcs de véhicules ayant de solides dossiers de sécurité et de conformité. Cet appareil est doté d'une fonction mains libres, conformément aux réglementations fédérales et provinciales sur la distraction au volant. Il garantit en outre la protection de la confidentialité des données, étant donné qu'aucune donnée personnelle ou exclusive n'est stockée sur les dispositifs en cabine ou transmise pendant les opérations.

3.2.2.2 Exigences en matière d'équipement

Les partenaires de fabrication de PeopleNet permettent aux propriétaires de parcs de véhicules de visualiser les diagnostics des camions à distance et en temps réel. Dans un camion précâblé, les propriétaires n'ont qu'à installer l'ordinateur de bord et l'écran PeopleNet pour que leurs camions soient sur la voie d'une sécurité et d'une conformité accrues, d'une réduction des coûts d'exploitation et d'une amélioration du service à la clientèle.

²⁴ Source : <https://www.peoplenetonline.com/products/safety-compliance/compliance-solutions>

Avec les véhicules précâblés, il suffit d'ajouter un écran PeopleNet dans la cabine pour utiliser les fonctions supplémentaires offertes par cet appareil, comme les diagnostics à distance et le système de gestion des parcs de véhicules PeopleNet. Actuellement, un certain nombre de tracteurs neufs sont précâblés pour le système PeopleNet, qui présente les caractéristiques suivantes :

- **Puissance.** Le câble principal PeopleNet, utilisant des circuits dédiés, est directement connecté au système d'alimentation du véhicule, ce qui élimine le besoin de porte-fusibles standard. Le connecteur du câble principal est généralement situé sous les traverses ou sur la paroi arrière (cabine de jour), ce qui permet à l'installateur de connecter facilement le système PeopleNet.
- **Antennes.** Pour des raisons de commodité, PeopleNet a mis à disposition les antennes GPS et cellulaires entièrement assemblées et montées sur le véhicule.
- **Accès aux codes de diagnostic et de défaillance du moteur.** Une connexion directe à l'autobus J1708/1939 du véhicule permet de collecter des données complètes sur le véhicule grâce à l'application PeopleNet Vehicle Management, qui permet d'accéder aux données du véhicule, d'améliorer les rapports, les cartes de score et les tableaux de bord, de collecter les données de la prise de force et de faciliter l'intégration avec des systèmes tiers. Les données recueillies sur le moteur comprennent les vitesses moyennes, maximales, supérieures et excessives, les tr/min, diverses durées et fréquences de ralenti, la température ambiante, l'utilisation des phares et des ceintures de sécurité. Plus pertinemment, l'enregistrement des événements à bord (EEB) de PeopleNet recueille des données d'événements tels que l'accélération soudaine (AS), la décélération soudaine (DD), le déclenchement manuel (DM) et le contrôle de stabilité (CS)²⁵.

²⁵ Source : PeopleNet, « PeopleNet Display.4 & TABLET: Quick Reference Guide », 2014.

3.2.2.3 Spécifications techniques

Le Display.4 de PeopleNet est présenté à la figure 3.2.2.3-1 et ses spécifications techniques à la figure 3.2.2.3-2.



Figure 3.2.2.3-1. Display.4 de PeopleNet²⁶

Technical Specifications	
Processor <ul style="list-style-type: none">• i.MX535 – ARM Cortex – A8 Core @ 1 GHz	Operating System <ul style="list-style-type: none">• Windows Embedded Compact 7 operating system
RAM Memory <ul style="list-style-type: none">• 512MB DDR3	Connectors <ul style="list-style-type: none">• Two high-speed USB 2.0 ports (1 on the unit and 1 on the cable)• Audio jack for external speaker• Microphone Jack
Storage Memory <ul style="list-style-type: none">• 16 GB iNAND flash memory + SD Card expansion	Networking <ul style="list-style-type: none">• WiFi 802.11 b/g/n and Bluetooth v4.0 + EDR standard
Operating Temperature <ul style="list-style-type: none">• -20° to +70°C	

Figure 3.2.2.3-2. Display.4 de PeopleNet Spécifications techniques²⁷

3.2.3 Geotab

Geotab est présent dans le secteur de la télématique depuis plus de 15 ans et se classe parmi les leaders de l'innovation technologique. Le DEE Geotab Cloud est une plateforme de parcs de véhicules conviviale et fiable pour le suivi, la gestion et le partage des RODS. En général, le DEE en nuage est fiable et robuste par rapport à d'autres types de solutions de DEE qui sont câblées, utilisent le couplage Bluetooth pour fonctionner ou exigent que les enregistrements soient téléchargés sur une clé USB. Les transporteurs peuvent utiliser le DEE en nuage pour s'assurer que leurs données des HT sont conservées de manière sûre et sécurisée. Le DEE de Geotab

²⁶ Source : <https://www.peoplenetonline.com/technology/hardware/android-tablets>

²⁷ Source : PeopleNet, « PeopleNet Display.4 », 2015.

permet aux transporteurs de se conformer aux réglementations et d'éviter les violations de conformité, les amendes et les dommages potentiels à leur score conformité, sécurité et responsabilité (Compliance, Safety, and Accountability - CSA).

3.2.3.1 Exigences opérationnelles

Les différents composants du système de DEE en nuage assurent un flux de données fiable, précis et stable de manière concertée. Les données moteur et GPS du dispositif GO sont envoyées au serveur MyGeotab. Les journaux d'état de service sont créés sur le serveur, puis transmis à l'application Geotab Drive avec les informations sur le moteur et l'emplacement.

Au fur et à mesure que le véhicule roule, le système Geotab suit un processus cyclique :

1. Le dispositif Geotab GO envoie des données sur le moteur et la localisation à MyGeotab.
2. L'application Drive envoie l'état de service du conducteur à MyGeotab.
3. MyGeotab combine les données de l'application Drive et de l'appareil GO pour créer un RODS précis.
4. MyGeotab renvoie les informations mises à jour à l'application Drive.

3.2.3.2 Exigences en matière d'équipement

L'interface principale est le connecteur du port OBD-II, dans lequel le dispositif de suivi des véhicules Geotab GO7 se branche directement.

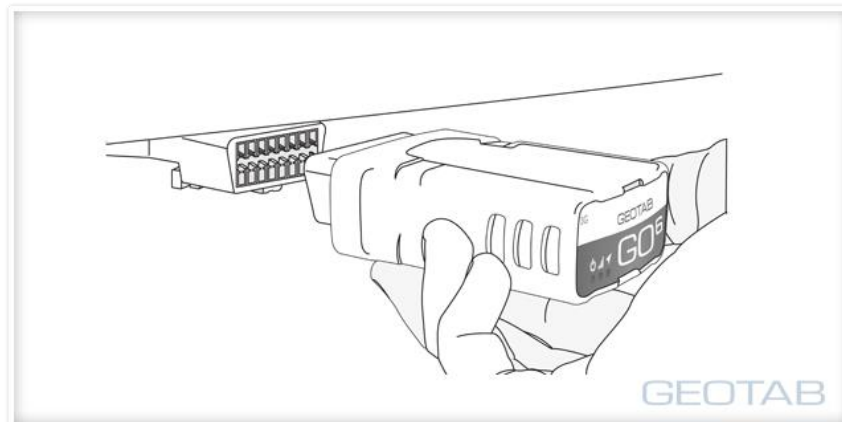


Figure 3.2.3.2-1. Geotab OBD-II plug-in²⁸

La plateforme de gestion des parcs de véhicules en ligne de Geotab et la technologie IOX Expansion peuvent être étendues pour être intégrées à des fournisseurs tiers et à des modules complémentaires comprenant le suivi par satellite, l'identification des conducteurs, les systèmes relatifs aux HT et aux caméras.

²⁸ Source : Geotab, « Differences in OBD Plug-In Fleet Management Devices », 2012.

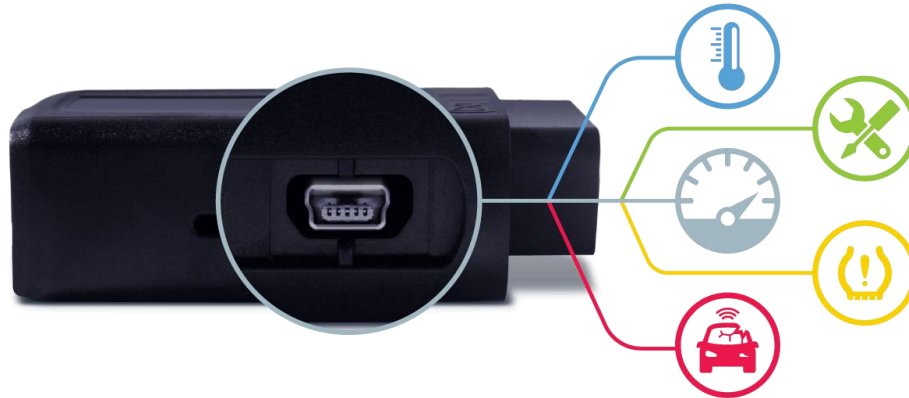


Figure 3.2.3.2-2. Interface d'entrée/sortie d'IOX Expansion²⁹

Les réseaux internes de GO7 capturent des données provenant de sources multiples, notamment le moteur, le groupe motopropulseur, le groupe d'instruments et d'autres sous-systèmes. Les différents rapports de Geotab sur les accidents et les données des journaux, les graphiques d'accéléromètres, les profils de vitesse, les graphiques de tr/min et les rapports d'exceptions facilitent la reconstruction des accidents et la détermination de ce qui s'est passé avant, pendant et après la collision; par exemple, les journaux de détection des accidents et les journaux d'accéléromètres peuvent être utilisés pour déterminer la gravité de l'accident³⁰. Le GO7 est également capable de détecter les collisions en marche arrière à bord d'un véhicule.

En cas de détection d'un accident, il est possible de mettre en place une alerte par courrier électronique ou sur le bureau, afin de prévenir le responsable.

Geotab utilise l'authentification, le cryptage et la vérification de l'intégrité des messages pour les dispositifs de suivi des véhicules Geotab et les interfaces réseau. Chaque dispositif de suivi Geotab utilise un identifiant unique et une clé de sécurité non statique qui permet difficilement de contourner l'identité du dispositif. Les mises à jour par voie aérienne utilisent des microprogrammes signés numériquement pour vérifier que les mises à jour proviennent d'une source fiable.

3.2.3.3 Spécifications techniques

La plateforme Geotab peut être étendue pour obtenir des fonctionnalités supplémentaires; Geotab GO7 comprend un port d'extension, l'IOX. Plusieurs IOX peuvent être connectés ensemble pour ajouter de nouveaux périphériques selon les besoins, y compris les fonctionnalités Geotab suivantes :



Figure 3.2.3.2-3. Geotab GO8³¹

²⁹ Source : Khan, T., « Guide to Geotab IOX Add-Ons », 2018.

³⁰ Ahmed, S., « Fleet Manager's Guide to Accident Reconstruction with Telematics Data », 2016.

³¹ Source : <https://www.geotab.com/fr-ca/dispositif-suivi-vehicule/>

- **IOX-NFC.** Identification des conducteurs par l'IDRF
- **IOX-AUX.** Connexions auxiliaires et entrées numériques pour déterminer les diverses activités du parc de véhicules
- **IOX-Garmin.** Garmin pour les HT et la messagerie; la connexion de Garmin à Geotab GO7 permet d'envoyer des messages entre les transporteurs et les conducteurs, de fournir des directions ou de gérer la conformité Garmin des HT. Geotab supporte les PND avec et sans trafic en Europe et en Amérique du Nord.
- **IOX-CAN.** L'interface CAN privée permet la transmission de données à partir d'un dispositif tiers externe au réseau du véhicule. Parmi les intégrations possibles de partenaires, citons Mobileye pour les systèmes de distraction du conducteur et Valor pour le Reefer Monitoring (surveillance de la température) et le TPMS (systèmes de surveillance de la pression des pneus).
- **IOX-RS232.** Interface série similaire à l'IOX-CAN, cet IOX permet aux partenaires de pousser les données des dispositifs externes à travers le GO7 vers MyGeotab en utilisant un protocole série propriétaire.
- **IOX-DICKEY-john.** Suivi des épandeurs de sel et de sable Idéal pour les parcs de véhicules municipaux, ce suivi permet aux gestionnaires de mieux comprendre la distribution des matériaux et des liquides : combien, où et quand en temps réel.



Figure 3.2.3.2.3. Ports d'extension Geotab IOX³²

3.2.4 Zonar

Zonar est présent dans le secteur depuis plus de 16 ans et est un partenaire stratégique de Daimler Trucks of North America ainsi qu'un membre de Continental AG. Ensemble, Zonar a produit des DEE technologiquement plus efficaces pour les conducteurs et les propriétaires de parcs de véhicules de transport. Zonar offre une suite de solutions intelligentes de gestion de parcs de véhicules ainsi que sa technologie brevetée EVIR pour les inspections avant et après le voyage. L'ensemble élargi de solutions d'inspection, de diagnostic, de visibilité des élèves et de GPS de Zonar aide les gestionnaires de parcs de véhicules et les conducteurs à accroître la sûreté et la sécurité, à optimiser les itinéraires des autobus, à assurer la conformité des inspections et à prendre des décisions fondées sur des données stockées.

³² Ibid.

3.2.4.1 Exigences opérationnelles et spécifications techniques

Zonar offre le suivi des véhicules, l'utilisation des actifs et plus encore. Des tablettes avec des applications logicielles sont proposées pour aider à chaque aspect des responsabilités professionnelles d'un conducteur. Les capacités de Zonar comprennent la technologie GPS Zonar V3, qui assure un suivi GPS haute définition, maintient les véhicules sur la route grâce à des diagnostics à distance, suit les données relatives aux coûts de consommation de carburant et prend en charge le protocole UDS avancé qui satisfait ou dépasse les spécifications des FEO.



Figure 3.2.4.1. Plateforme télématique Zonar V3³³

Le contrôle de la circulation terrestre de Zonar utilise une application de gestion de parcs de véhicules basée sur le Web. Cela permet d'accéder aux données d'exploitation du parc de véhicules en temps réel par le biais d'une connexion Internet sécurisée. Il permet également d'automatiser des tâches qui constituaient autrefois une charge pour les conducteurs, les répartiteurs et le personnel de bureau administratif.

La technologie d'IDRF brevetée de Zonar permet de combiner sa tablette Connect Next Generation et son système EVIR (Electronic Verified Inspection Reporting) pour vérifier les inspections de maintenance avant et après le voyage, ce qui favorise la sécurité, la conformité et la responsabilité. En outre, le système de messagerie basé sur les formulaires de Zonar leur permet de remplacer les formulaires papier entre les conducteurs et le personnel de répartition. Ces formulaires contiennent toutes les données à l'aide de champs prédéfinis qui se remplissent automatiquement. Les messages sont envoyés par voie électronique et contiennent des signatures électroniques qui allègent encore la charge des conducteurs et du personnel. Le système de navigation avancé de Zonar fournit aux conducteurs des directions cartographiées, des informations sur le trafic en temps réel et un retour d'information sur le conducteur.

L'intégration API de Zonar lui permet de travailler avec des sociétés de solutions logicielles et de fournir des solutions intégrées complètes qui donneraient des résultats commerciaux considérables, allant des fournisseurs de maintenance, de diagnostics, de planification et de télématique à l'intégrateur de solutions.

³³ Source : <https://www.constructionequipment.com/zonar-v3-telematics-platform>

3.2.4.2 Exigences en matière d'équipement

Les systèmes de Zonar sont évolutifs et peuvent être configurés pour répondre aux exigences du mandat relatif aux DEE qui soutient la gestion du parc de véhicules pour les conducteurs, y compris les collectes de données télématiques. L'équipement de base requis comprend un système GPS, le matériel du DEE, les applications logicielles intégrées de Zonar, les écrans compatibles, les dispositifs portables, les câbles correspondants et les connecteurs d'interface.

La tablette Zonar Connect est prête pour les DEE et une plateforme logicielle de tablettes intelligentes pour les parcs de véhicules, auto-certifiée par l'AORBD, qui permet aux parcs de véhicules de personnaliser et de mettre à niveau. La tablette de communication mobile Zonar 2020 est un dispositif télématique mobile qui fonctionne à l'intérieur et à l'extérieur de la cabine et qui est applicable aux parcs de véhicules de tous types de véhicules. Le système de contrôle de la circulation terrestre Zonar capture des données qui sont utilisées par ZFuel et qui comprennent la fréquence d'utilisation du régulateur de vitesse, le temps de ralenti du moteur, la vitesse et la vitesse actuelle du camion. ZFuel utilise les données télématiques collectées par le V3 du Zonar connecté directement à l'UCE du moteur et les analyse en fonction de différents facteurs.

Le système EVIR de Zonar utilise des étiquettes d'IDRF petites et durables placées stratégiquement à l'intérieur et à l'extérieur d'un véhicule, généralement à moins de 5 cm du point d'inspection. Le conducteur est ainsi assuré d'effectuer une inspection manuelle, les données de chaque inspection étant transmises électroniquement au personnel administratif en temps réel.

3.3 EDRV

Les enregistreurs de données routières vidéo ont gagné en popularité ces dernières années et sont devenus plus répandus dans les véhicules commerciaux. Les EDRV intègrent des accéléromètres, des gyroscopes et des équipements GPS, ce qui leur permet de fonctionner comme des enregistreurs d'événements. Ces enregistreurs fonctionnent généralement tant que le véhicule est allumé et beaucoup enregistrent souvent des données en continu. Lorsqu'un événement est déclenché, le système d'enregistrement peut capturer les minutes précédant l'événement et plusieurs minutes après, bien que de nombreux fournisseurs d'EDRV proposent des services et un stockage vidéo étendus.

Ces enregistreurs vidéo surveillent également les actions du conducteur, ce qui est utile comme outil de formation et de maintien de la sécurité pour les grands parcs de véhicules. La mise en place de « drive cams » dans les grands parcs de véhicules a permis de réduire la fréquence des comportements dangereux chez les conducteurs. Les caméras de conduite intègrent généralement un système à deux caméras, l'une regardant vers l'avant et l'autre vers l'intérieur. La caméra prospective capture la chaussée tandis que la caméra intérieure capture simultanément les données du conducteur. Ces caméras déclenchent des événements en cas de distraction au volant, de réponses tardives et de distances de suivi dangereuses. Les EDRV permettent donc d'améliorer le comportement des conducteurs grâce à un retour d'information et

à des analyses permettant de repérer les conducteurs présentant un risque accru pour la sécurité, ce qui permet de réduire le taux de mortalité au kilomètre.

3.3.1 SmartDrive

SmartDrive Systems se spécialise dans l'EDRV et l'analyse du rendement pour une variété de segments de transport, y compris les parcs de véhicules privés, les camions commerciaux, les systèmes ferroviaires de transit, les autobus de transit, les véhicules de construction et de béton, ainsi que les parcs de véhicules gouvernementaux qui comprennent les services publics et les camions de pompiers. La technologie des EDRV de SmartDrive offre une vidéo à 360 degrés sur un maximum de quatre caméras, qui peuvent être réglées pour ne faire face qu'à la route ou à un mode de confidentialité hors service, conformément aux normes de confidentialité des données du mandat relatif aux DEE. L'enregistrement des vidéos et des données est déclenché pour capturer les opérations de conduite, qu'il s'agisse d'excès de vitesse ou de freinage agressifs, de manœuvres telles que les demi-tours et les poursuites dangereuses, ou encore de la somnolence ou de la distraction au volant (envoi de SMS, inattention, regard absent de la route) grâce à la technologie SmartSense for Distracted Driving, tout en contrôlant le respect des règles des HT.

SmartDrive propose aux gestionnaires de parcs de véhicules le programme SmartChoice, un ensemble qui combine les préférences des gestionnaires en matière de vidéo et de sécurité avec un logiciel de gestion. Ce logiciel génère des rapports sur les indicateurs de rendement clés, permet le téléchargement immédiat de données en temps réel sur les performances du conducteur par le biais du Web et les appareils mobiles et suit d'autres analyses qui permettent d'améliorer les économies de carburant jusqu'à 2 % en moyenne, les économies d'entretien et la réduction des coûts des sinistres, entre autres coûts financiers que SmartDrive a estimés à 4 900 \$ d'économies par véhicule. SmartDrive propose également des services d'encadrement, dont la recherche a montré qu'ils améliorent la sécurité des conducteurs lorsqu'ils sont maintenus et qui contribuent à l'amélioration moyenne de 60 % de leur score de sécurité de CSA et à la réduction de 50 % de la fréquence globale des collisions.

La figure 3.3.1-1 ci-dessous illustre les systèmes de surveillance et les déclencheurs d'événements détectés par les systèmes d'intelligence du transport SmartIQ.

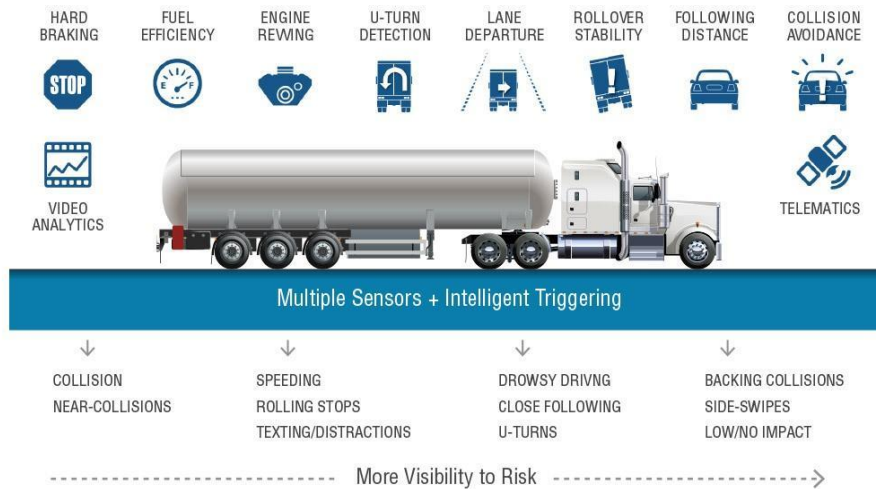


Figure 3.3.1-1. Surveillance par le SmartIQ de SmartDrive³⁴

La figure 3.3.1-2 présente les configurations personnalisables de deux à quatre caméras disponibles avec EDRV SmartDrive.



Figure 3.3.1-2. Configuration de la caméra SmartDrive³⁵

SmartDrive offre également un enregistrement étendu afin de fournir un contexte vidéo supplémentaire aux enquêteurs sur les collisions, aux chercheurs et aux gestionnaires de parcs de véhicules, ainsi que le suivi SmartDrive, qui améliore l'utilisation du véhicule et le suivi en temps réel grâce à la cartographie des trajets et au géoblocage.

³⁴ Source : <https://www.smartdrive.net/technology>

³⁵ Ibid.

3.3.2 Lytx

Lytx est un fournisseur d'EDRV qui offre des services complets d'enregistrement vidéo et de données aux gestionnaires de parcs de véhicules dans les secteurs de la construction, de la distribution, des déchets, du camionnage et du transport en commun. Lytx indique avoir aidé plus de 650 000 conducteurs et 2 200 entreprises depuis 1988. En plus de ses nombreux programmes de sécurité, la division RAIR de Lytx s'est associée à Instructional Technologies, Inc. (ITI) depuis 2011 pour offrir la formation en ligne d'ITI sur la sécurité des conducteurs aux parcs de véhicules réglementées par le DOT afin d'améliorer les scores de sécurité de CSA, les journaux des HT et d'autres mesures de conformité en matière de sécurité.

La technologie d'enregistrement des données ActiveVision de Lytx détecte les cas de distraction et de somnolence au volant qui déclenchent des alertes à bord du véhicule. DriveCam, son programme de sécurité d'EDRV, offre des services d'enregistrement sur les côtés, à l'arrière et dans l'espace de chargement, tels que la vidéo continue à la demande transmise à intervalles réguliers, ainsi que des vues de la route en direct sur les réseaux cellulaires. L'enregistrement étendu facilite la détection des collisions de faible intensité, tandis que les services de diffusion en direct permettent la collaboration entre les conducteurs et les responsables afin d'améliorer le temps de réponse et la productivité. De manière unique, Lytx propose l'enregistrement vidéo par le biais de ses propres caméras ou de caméras déjà équipées dans les parcs de véhicules, car ses services sont compatibles avec les caméras NTSC ou PAL, offrant ainsi des options rentables pour son service complet d'EDRV.

Les données capturées peuvent être transmises sur un certain nombre de plateformes mobiles, notamment les téléphones mobiles, les tablettes et les ordinateurs portables. Les données sont sauvegardées pendant 100 heures et analysées à la fois par des algorithmes et des examinateurs humains afin de produire des modèles prédictifs et des informations pour les gestionnaires de parcs de véhicules, selon les besoins.

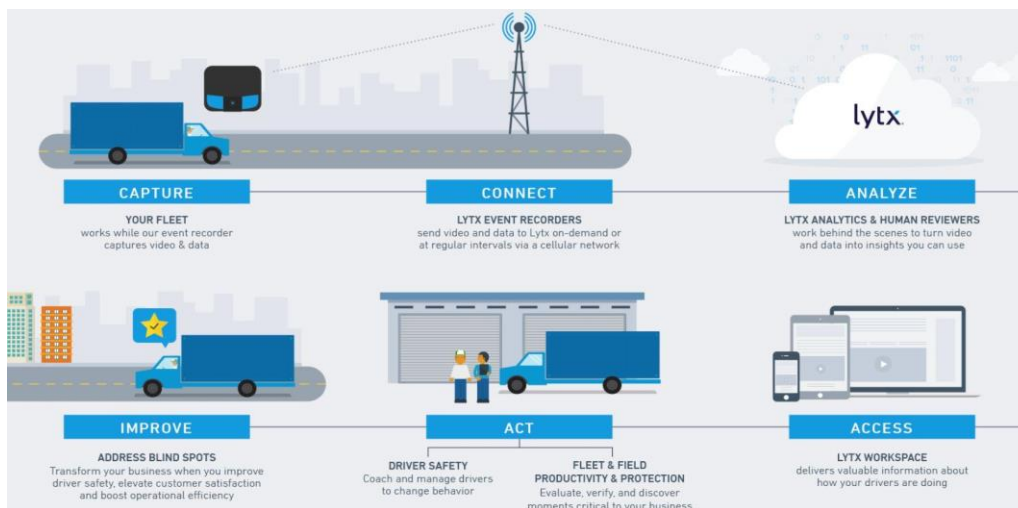


Figure 3.3.2-1. Programme de sécurité DriveCam de Lytx³⁶

³⁶ Source : <https://www.lytx.com/en-us/fleet-services/programs/lytx-video-services>

Lytix propose aux gestionnaires de parcs de véhicules le programme *Fuel Reporting* pour suivre les conducteurs ou les véhicules inefficaces afin de réduire la consommation de carburant et les coûts annuels. Le suivi du parc de véhicules utilise le GPS, l'état du moteur, les données de l'accéléromètre et la vidéo pour regrouper et analyser les données sur l'emplacement des véhicules en temps réel, la vitesse des véhicules, les heures et les lieux d'arrêt, la durée d'inactivité, la distance parcourue, les heures d'arrivée et de départ estimées, le kilométrage et l'historique des trajets. Cela permet aux gestionnaires de parcs de véhicules et aux conducteurs d'améliorer l'efficacité des itinéraires, de réacheminer les conducteurs en fonction de l'état de la circulation et de la route en temps réel, de récupérer les véhicules volés, de localiser les conducteurs disponibles les plus proches, ainsi que de contrôler le respect des vitesses de conduite et des règles de sécurité routière. Ses services visent en outre à réduire les coûts des collisions, de l'entretien et des réparations des véhicules, des sinistres et des assurances. Une interface conviviale, accessible sur un certain nombre d'appareils mobiles sur le Web, permet de déterminer les domaines dans lesquels la productivité peut être optimisée et de générer les rapports nécessaires.

En octobre 2017, la division RAIR de Lytx a publié une fonctionnalité supplémentaire spécifiquement en réponse au mandat relatif aux DEE du DOT. Cette fonctionnalité a permis de vérifier les journaux d'événements électroniques et papier et les documents justificatifs par rapport aux HT des conducteurs. Ses « contrôles de falsification des journaux » utilisent des données provenant de sources multiples, notamment le suivi GPS, l'EZPass, les cartes de carburant et les inspections. Son audit facilite la mise en conformité des gestionnaires de parcs de véhicules en déterminant les lacunes documentaires dues à des journaux incomplets ou inexacts. En outre, ce logiciel met automatiquement à jour sa conformité en accédant aux bases de données des violations de la FMCSA et du MCMIS sur une base mensuelle. Pour plus de commodité et de rentabilité, son logiciel d'analyse s'intègre à un certain nombre de grands DEE déjà présents sur le marché ou équipés dans les parcs de véhicules.

3.3.3 Waylens

Récemment fondée en 2014, Waylens a lancé son appareil phare, le Waylens Horizon, en 2015. Cet appareil a été conçu pour les passionnés de voitures afin de capturer les sensations de la course et de la conduite d'aventure dans des vidéos haute résolution, orientées vers la route et superposées à une interface de mesure des performances du conducteur. La caméra est montée sur le pare-brise tandis que le dispositif recueille les données par le biais d'un émetteur OBD-II équipé de Bluetooth et est contrôlé par une télécommande fixée au volant. Les données de rendement enregistrées par l'Horizon comprennent les miles à l'heure, le GPS, la force g, le tangage et l'antiretourneement, la date et les horodatages. Le GPS localise l'emplacement à une fréquence de 10 Hz tandis que le gyroscope à 3 axes, l'accéléromètre à 3 axes et le magnétomètre à 3 axes déterminent l'orientation, quelle que soit la manœuvre extrême du véhicule. La vidéo et les données sont accessibles via les applications Horizon mobiles et de bureau.

Au moment de la rédaction de ce rapport, l'équipe de Waylens, composée de passionnés de voitures, de concepteurs et d'ingénieurs, affirme être en train d'étendre ses services vidéo et de développer le Waylens Secure 360, un dispositif d'enregistrement par caméra-témoin à 360 degrés. Parmi les objectifs visés par l'appareil figure l'utilisation du GPS pour localiser des véhicules perdus ou volés et fournir des preuves de collisions ou d'autres accidents subis par le véhicule en l'absence de son propriétaire. La caméra-témoin est dotée d'un système de détection d'événements par fusion de capteurs, d'un GPS, d'un téléchargement automatique d'événements, d'un accès aux données d'événements au moyen du nuage, de notifications d'événements en temps réel et de données de localisation, ainsi que d'une vision nocturne consultable à partir des applications des téléphones intelligents et bureautique Waylens Secure 360. Grâce à leur téléphone intelligent, les utilisateurs peuvent visualiser un flux en direct à 360 degrés de leur véhicule au moyen d'une connexion 4G LTE à haut débit.

3.3.4 FalconEye

Un exemple d'un autre système d'enregistrement uniquement vidéo est l'enregistreur vidéo numérique mobile (Mobile Digital Video Recorder - MDVR) de Falcon Electronics LLC. Falcon Electronics LLC a conçu une gamme de produits d'enregistrement de données vidéo, notamment ses caméras de bord pour camionneurs, un système de caméra de bord sans fil à quatre écrans LCD de 9 pouces et un système MDVR à trois caméras avec écran LCD de 7 pouces et intégration GPS, commercialisé sous le nom de « boîte noire pour véhicules ».

Les systèmes tels que le MDVR de Falcon Electronics LLC sont strictement des systèmes mobiles de vidéosurveillance en circuit fermé qui n'ont pas la capacité de capturer les données des véhicules.

3.3.5 BlackVue

Fondée en 2007, BlackVue propose des caméras HD pour tableau de bord à un ou deux canaux, orientées vers l'avant, qui réduisent le flou de mouvement en enregistrant 60 images par seconde. Les caméras embarquées BlackVue utilisent des capteurs d'image Sony STARVIS qui permettent un enregistrement vidéo haute définition. Les capteurs de la caméra détectent les mouvements, et le mode stationnement est activé lorsque le conducteur s'éloigne du véhicule. Lorsqu'elle passe en mode stationnement, la caméra-témoin déclenche la vision nocturne. La société indique que même sans vision nocturne, les caméras-témoin enregistrent avec une clarté qui dépasse celle des autres capteurs et concurrents. Alternativement, la caméra peut être configurée pour enregistrer lors du déclenchement d'un événement d'impact. En mode conduite, certains modèles de caméra-témoin BlackVue sont équipés d'un système d'EEL qui émet une alerte sonore lorsque les capteurs détectent la proximité du véhicule par rapport au franchissement d'une ligne de route ou à un autre seuil calibré. Comme d'autres enregistreurs de données, les caméras-témoin BlackVue enregistrent dans un format de boucle PEPS.

Outre les menus conviviaux de l'écran tactile LCD, six fonctions interactives principales sont disponibles via le service BlackVue Over the Cloud. Il s'agit notamment de la visualisation en direct et à distance en temps réel, ainsi que de la localisation GPS et des communications vocales

bidirectionnelles par le biais d'un téléphone intelligent. Le service Over the Cloud offre également la possibilité de transférer des fichiers et des données de l'appareil photo vers un stockage sur le nuage ou vers un appareil mobile, tel qu'un téléphone intelligent ou une tablette. Cette option permet d'éviter l'écrasement de données importantes sur la mémoire de la caméra tout en permettant la lecture de vidéos sur des appareils mobiles. Depuis le nuage, les utilisateurs peuvent accéder à la lecture vidéo des fichiers sur un appareil mobile et les notifications en direct d'événements préprogrammés présentent un intérêt supplémentaire.

BlackVue a également conçu des caméras-témoin spécialement destinées aux véhicules lourds et aux gros camions commerciaux, tout en proposant des services de suivi pour les parcs de véhicules comptant jusqu'à 100 véhicules. BlackVue Fleet Tracking offre une gestion élargie des véhicules, y compris la diffusion en direct à distance de jusqu'à quatre caméras-témoin à un débit de 600 kbp/s, le suivi GPS, un historique GPS de 90 jours exportable vers des feuilles de calcul, 10 Go d'options de sauvegarde vidéo en nuage par caméras-témoin et le géoblocage avec des alertes en temps réel sur le téléphone intelligent. Toutes les fonctionnalités sont accessibles dans l'interface BlackVue Viewer Pro, bien que cette application ne fonctionne que sur Microsoft Windows alors que l'application BlackVue est accessible sur les téléphones intelligents iOS ou Android.

3.3.6 SmartWitness

Depuis 2007, SmartWitness s'est spécialisée dans les caméras de télévision en circuit fermé (CTCF) haute définition pour véhicules privés et commerciaux et a été la première à intégrer du matériel télématique dans les caméras-témoin, ou « télématique vidéo ». SmartWitness a livré plus de cinq générations de produits utilisant des composants de Sony, Bosch, Telit, U-Blox et autres, et qui ont été équipés dans plus de 250 000 véhicules à ce jour.

Les enregistreurs vidéo SmartWitness proposent des options similaires à celles des autres fournisseurs d'EDRV, notamment le GPS pour surveiller la localisation du véhicule, sa vitesse, sa direction et ses itinéraires, ainsi que la date et l'heure exactes; des microphones pour l'enregistrement audio à bord du véhicule, qui peuvent également être désactivés; et le transfert de vidéos et de données 3G LTE ou sans fil dans les minutes qui suivent un événement routier ou une collision. Il est possible d'installer jusqu'à quatre caméras sur un véhicule, les objectifs des caméras capturant chacun des champs de 170 degrés de vues frontales et périphériques. Les caméras SmartWitness sont également dotées de capteurs de force g à trois axes qui se calibrent automatiquement et fournissent des données détaillées sur les événements de collision et le comportement opérationnel du conducteur. Ils sont également compatibles avec l'intégration de logiciels télématiques tiers pour diffuser des vidéos en direct à distance. La mise sous tension, le fonctionnement et l'arrêt de l'appareil sont automatiques, et les systèmes de sécurité comprennent la redondance de la double carte SD, le formatage automatique de la carte SD et la résistance à l'effraction des conducteurs.

SmartWitness propose des solutions spécialement conçues pour le secteur du transport routier. Les systèmes matériels permettent d'installer jusqu'à cinq caméras sur un gros camion commercial, dont un enregistreur de données vidéo et une caméra-témoin, ainsi qu'une caméra

de vue latérale gauche et droite, une caméra orientée vers l'arrière et une caméra orientée vers le conducteur/le chargement. Les objectifs de la caméra offrent également des vues HD grand-angles de 170 degrés, tandis que les options d'enregistrement peuvent être réglées sur continu ou par événement. La résolution d'enregistrement et la fréquence d'images sont configurables, et la sensibilité du capteur g-shock est également réglable. Un bouton de panique en option permet aux conducteurs de déclencher à distance l'enregistrement des événements d'urgence. Des fonctions logicielles et de stockage en nuage complètent les systèmes d'enregistrement vidéo, permettant un outil de conversion AVI conservant un filigrane de données, l'intégration de Google Maps pour le suivi des itinéraires, l'outil d'exportation Google Earth de SmartWitness et la génération de rapports d'événements au moyen d'une interface de bureau intégrée.

3.4 Enregistreurs de données complémentaires spécifiques

3.4.1 *Unfalldatenspeicher* de Kienzle Argo

Certains dispositifs d'enregistrement de données complémentaires (après-vente) sont également disponibles. L'un de ces appareils est le *Unfalldatenspeicher (UDS)* de Kienzle Argo GmbH (Berlin, Allemagne), ou enregistreur de données d'accident.

Comme indiqué précédemment dans cette étude de faisabilité (livrable n° 3), l'UDS a été l'enregistreur de données fondamental de plusieurs études publiées sur la sécurité routière et la sécurité des parcs de véhicules commerciales en Europe. La plupart de ces études ont été menées avec une génération (désormais) plus ancienne d'UDS, l'appareil UDS 2.0. L'UDS-TA est une nouvelle génération d'enregistreur de données d'accident récemment introduite par Kienzle Argo pour remplacer le précédent enregistreur de données d'accident, l'UDS 2.0.

La fonction principale de l'UDS-TA de Kienzle Argo est de mesurer, d'enregistrer et de rapporter les données des événements critiques des véhicules, comme les collisions. Le « AT » dans UDS-TA signifie « technologie avancée ».

L'UDS-TA et les anciens UDS se trouvent dans les parcs de taxis européens, les parcs de véhicules commerciaux et les « véhicules à lumière bleue » tels que les véhicules de la police, des pompiers, du personnel paramédical ou de secours. L'UDS-TA est unique par rapport aux autres appareils d'enregistrement, car il ne repose pas uniquement sur les données de l'autobus du CAN du véhicule, comme les sources de données J1939. L'UDS-TA utilise les signaux de l'autobus du CAN du véhicule ainsi que ses propres capteurs internes.

Le principal capteur interne du dispositif UDS-TA est un accéléromètre tri-axial d'une portée de +/- 70 g, un capteur de champ magnétique et un gyroscope pour les mesures de lacet. Le précédent dispositif UDS était équipé d'un accéléromètre à deux axes avec une plage de +/- 50 g, d'un capteur de champ magnétique et ne permettait pas de mesurer le lacet.

Les UDS-TA (et les appareils d'ancienne génération) sont classés comme des enregistreurs de trajets, car ils enregistrent continuellement des données pendant que le véhicule est utilisé.

L'UDS-TA a un taux d'enregistrement/rapport à basse résolution de 512 Hz, mais peut être déclenché en mode haute résolution de 1 kHz si le capteur détecte un événement critique, comme une collision. L'UDS-TA enregistre les données automatiquement ou manuellement, et les déclencheurs automatiques peuvent être personnalisés.

L'UDS-TA dispose également de huit entrées de signaux discrets qui peuvent être enregistrées. La figure 3.4.1 ci-dessous présente une configuration typique.

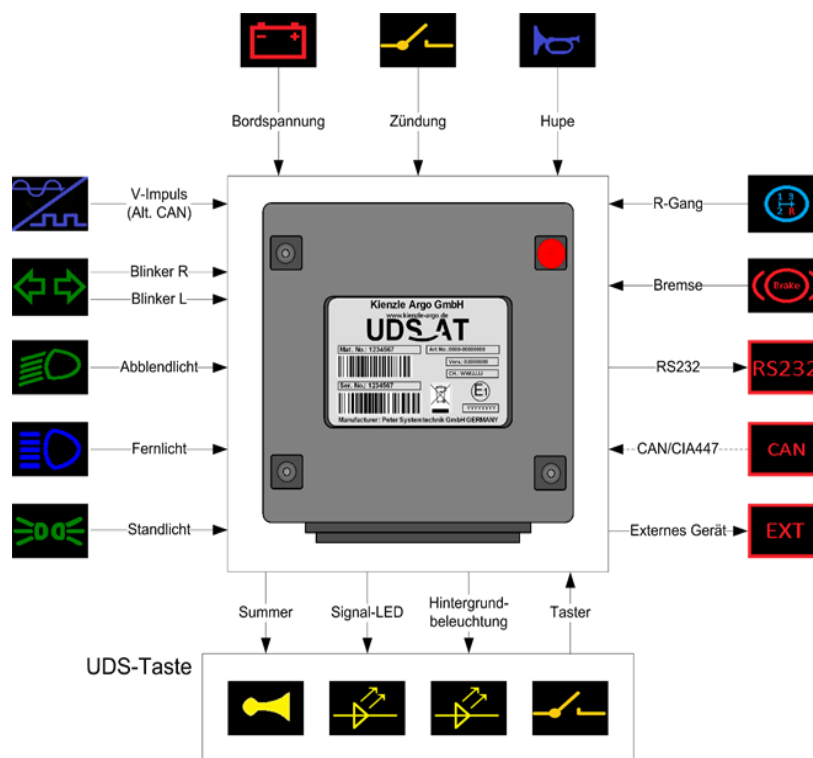


Figure 3.4.1 Entrées et sorties de signaux de l'UDS-TA³⁷

3.4.2 Enregistreur de données de véhicule 1901 de la NFPA

Un deuxième enregistreur de données d'accident spécifique à la profession qui existe dans les appareils d'incendie américains est l'enregistreur de données du véhicule (EDV) 1901 de la National Fire Protection Association (NFPA). En 2009, la NFPA a fusionné la norme 1901 « Standard for Fire Apparatus » pour y inclure un EDV afin de « saisir les données qui peuvent être utilisées pour promouvoir des pratiques de conduite et d'utilisation sûres »^{38, 39}.

L'EDV 1901 de la NFPA est défini comme un enregistreur de trajet qui n'est pas déclenché pour enregistrer des données propres à un incident. Au contraire, l'EDV 1901 enregistre les données

³⁷ Gerlach, W., « Training for UDS-AT », diapositive 11, 2017 (utilisé avec permission).

³⁸ Norme NFPA 1901, « Standard for Automotive Fire Apparatus », rév. 2009

³⁹ Austin, T., Plant, D., et LeFevre, J., « Using NFPA Compliant Fire Apparatus Vehicle Data Recorders for Collision Investigation - Weldon Type 6444 », document technique SAE 2015-01-1446, 2015.

en continu à une fréquence de 1 Hz (une fois par seconde) dans une boucle d'enregistrement de 48 heures. Les données enregistrées proviennent de l'autobus CAN J1939 équipant l'appareil d'incendie. Les figures 3.4.2-1 et 3.4.2-2 ci-dessous présentent un exemple d'EDV conforme à la norme NFPA 1901 de Pierce.

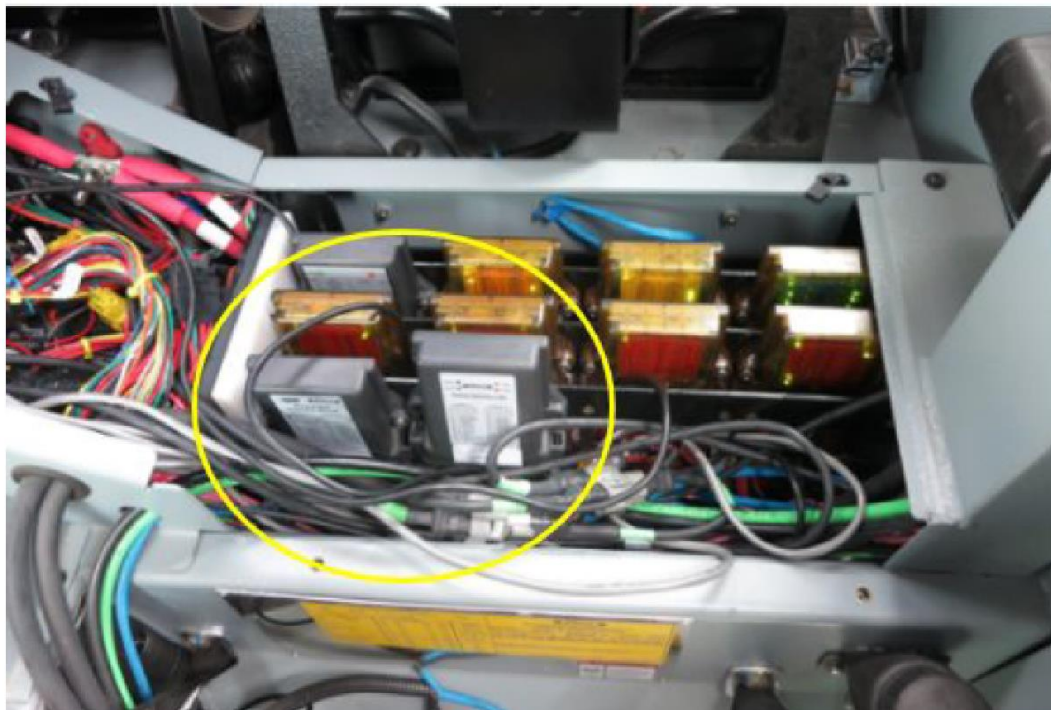


Figure 3.4.2-1. Pierce 1901 EDV installé dans la cabine



Figure 3.4.2-2. Pierce 1901 EDV

Les journaux de données de l'EDV 1901 sont accessibles via un connecteur physique USB standard de type A.



Figure 3.4.2-3. Port de connexion USB type A 1901 de la NFPA

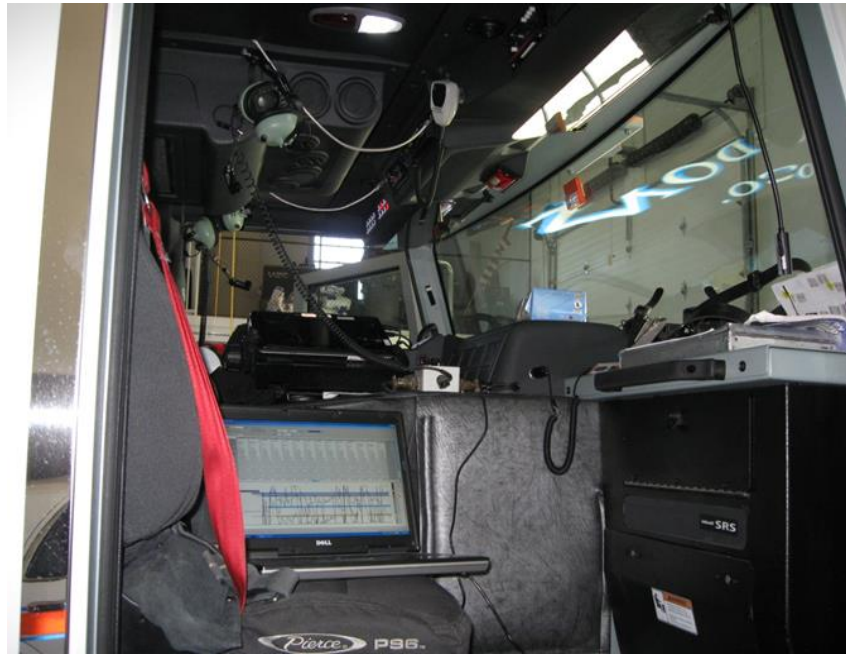


Figure 3.4.2-4. Accès typique à l'EDV 1901 de la NFPA

4.0 CONCLUSION

Cet examen des dispositifs télématiques conclut l'*Étude de faisabilité de Transports Canada relative aux EDRVL d'autobus commerciaux T8080-160062*, livrable n° 4 : « Rapport sommaire sur tous les dispositifs ». Depuis 2018, les camions-tracteurs et les autobus routiers commercialisés sur les marchés régis par l'ALENA sont de plus en plus équipés de deux ou plusieurs fonctions d'EDRVL indépendantes fondées sur les FEO. Le nombre de camions et d'autobus commerciaux immatriculés au Canada, aux États-Unis et au Mexique (AM2000 et plus récents) déjà équipés d'une forme quelconque de fonction d'EDR/EDRVL basée sur le constructeur est important.

L'attribut positif le plus significatif de l'EDR/EDRVL basé sur les FO est qu'il s'agit d'une fonction logicielle. Comme on l'a vu, de nombreuses données d'événements sont déjà enregistrées sur divers dispositifs de FEO de véhicules lourds. Cependant, ces données ne sont pas toujours facilement accessibles en raison des incohérences entre les fabricants, telles que le nombre et les différents modules qui enregistrent et stockent les données, les différents formats d'enregistrement des données et les nombreuses applications logicielles nécessaires pour accéder aux données des dispositifs de FEO. Parmi les autres complications de la conservation des données, citons la spoliation des données en raison d'une coupure de courant, le non-respect d'un seuil de déclenchement pour l'enregistrement des données ou des complications logistiques, comme l'écrasement des données d'événements lors du déplacement d'un véhicule. Ces défis à la préservation des données sur les événements liés aux véhicules lourds contrastent fortement avec la préservation normalisée des données sur les événements liés aux véhicules de tourisme établie par la partie 563 de l'article 49 du CFR des États-Unis.

En plus des fonctions d'EDRVL des FEO trouvées dans les camions et les autobus commerciaux de l'année modèle 2018, des enregistrements supplémentaires de type EDR sont disponibles dans les systèmes du marché secondaire installés par les exploitants de véhicules commerciaux, comme les systèmes télématiques, les DEE ou les EDRV. Bien qu'un dispositif complémentaire servant d'EDR/EDRVL pour un véhicule puisse améliorer la fiabilité et la précision des données, ainsi que la résolution de l'enregistrement et des rapports, l'amélioration de la qualité des données a un coût important par véhicule pour le dispositif et la main-d'œuvre pour l'installer.

Bien que le DEE dépasse le cadre de cette étude de faisabilité relative aux EDRVL, les DEE ont été abordés, car la plupart de ces dispositifs disposent d'une fonctionnalité d'EDR/EDRVL et le DEE peut être considéré comme un « hôte » pour une fonction EDR dans les camions et les autobus commerciaux. Pendant la conception du mandat relatif aux DEE, la FMCSA a souligné son intention d'établir des normes qui peuvent être respectées grâce à des dispositifs existants qui entraînent de faibles coûts supplémentaires pour les transporteurs, ce qui est bénéfique à cette fin.

Comme pour la partie 563, le développement par la FMCSA d'un mandat relatif aux DEE a modelé une infrastructure réglementaire préexistante pour la normalisation d'EDRVL. Une discussion plus approfondie concernant l'utilisation des dispositifs d'EDRVL des FEO ainsi que l'utilisation du DEE mandaté par le gouvernement fédéral américain en tant qu'hôte d'une fonction d'EDRVL se trouve dans le livrable n° 6, Rapport de faisabilité sur les EDRVL des bus commerciaux.

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)
ACM	Aftertreatment Control Module (module de contrôle de post-traitement)
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
ALENA	Accord de libre-échange nord-américain
AM	Année modèle
AOBRD	Automatic On-Board Recording Device (dispositif d'enregistrement automatique embarqué)
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)
BDR	Bendix Data Reporter
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)
CAT ET	Technicien en électronique Caterpillar
CCVS	Cruise Control/Vehicle Speed (régulateur de vitesse/vitesse du véhicule) (défini par la SAE J1939)
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)
CECU	Cab Electronic Control Unit (propre à PACCAR)
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)
CLD	Connecteur de lien de diagnostic
CPC	Common Powertrain Controller (contrôleur de groupe motopropulseur commun)
CPD	Code de problèmes de diagnostic
CPP	Capteur de position du papillon
CSA	Compliance, Safety and Accountability (conformité, sécurité et responsabilité)
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)

DDDL	Detroit Diesel Diagnostic Link (lien de diagnostic Detroit Diesel)
DDEC	Detroit Diesel Electronic Controls (système de commandes électroniques Detroit Diesel)
DDS	Données de décélération soudaine (Cummins)
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)
DTNA	Daimler Trucks North America
DVIR	Driver Vehicle Inspection Report (rapport d'inspection du véhicule du conducteur)
DVLAT	Composante latérale de delta V
DVLONG	Composante longitudinale de delta V
EAS	Système de post-traitement des émissions (propre à PACCAR)
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	Enregistreur de données routières
EDRV	Enregistreur de données routières vidéo
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
eDVIR	Electronic Driver Vehicle Inspection Report (rapport d'inspection électronique du véhicule du conducteur)
EEL	Enregistreur d'événement de locomotive
EEL	Enregistreur d'événement de locomotive
EEPROM	Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory (Mémoire de lecture seule, effaçable et programmable électriquement)
EPA	Environmental Protection Agency (Agence pour la protection de l'environnement)
ERSO	European Road Safety Observatory (observatoire européen de la sécurité routière)
ESC	Electronic Stability Control (contrôle électronique de la stabilité)
ESP	Électro-stabilisateur programmé (spécifique à Knorr-Bremse)
EVIR	Electronic Vehicle Inspection Reporting (rapport d'inspection électronique des véhicules)
FARS	Fatality Analysis Reporting System (système de rapport d'analyse des accidents mortels)
FEO	Fabricant d'équipement d'origine
FHWA	Federal Highway Administration (Administration fédérale des autoroutes)
FLR	Radar à couverture frontale
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)
GSM	Global System for Mobile Communications (système mondial de communications mobiles)
HT	Heures de travail
IDRF	Identification par radiofréquence
IFTA	Entente internationale concernant la taxe sur les carburants
IIHS	Insurance Institute for Highway safety
IRC	Indicateur de rendement clés
IVG	Intelligent Vehicle Gateway (passerelle de véhicule intelligente) (OmniTracs)
km/h	Kilomètres à l'heure
LTCCS	Large Truck Crash Causation Study
MADD	Mothers Against Drunk Drivers
MANEUVER	Tentatives de manœuvres d'évitement
MANUSE	Manual (Active) Belt System Use
MCCG	Module de commande des coussins gonflables
MCM	Montage de la commande du moteur
MCMIS	Motor Carrier Management Information System (système d'information de gestion des transporteurs)
MCR	Module de commande des dispositifs de retenue
MDVR	Mobile Digital Video Recorder (enregistreur vidéo numérique mobile)
MEV	Mémoire vive
mi/h	milles à l'heure
MMB	Moteurs moyens et lourds de Mercedes Benz
MMUCC	Model Minimum Uniform Crash Criteria (critères d'accident minimaux uniformes)
ms	milliseconde
MVEDRCLA	Appareil de verrouillage du connecteur de l'enregistreur de données routières des véhicules automobiles
MVSRAC	Motor Vehicle Safety Research Advisory Committee
N	Non-déploiement (événement)
NAC	Notification automatique de collision
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 transports)
NIV	Numéro d'identification de véhicule
N°	Numéro
NOX	Oxyde nitreux
NPRM	Notice of Proposed Rulemaking (avis de réglementation proposée)
NTSB	National Transportation Safety Board (bureau étatsunien de la sécurité des transports)
OBD	On-Board Diagnostic (diagnostic embarqué)
ODND	Heures de service autres que de conduite

PACCAR	Pacific Car and Foundry Company
PDOF	Principal Direction of Force (1 st) (direction principale de la force)
PDOF1	Sens de l'horloge pour la PDOF en degrés (CDC la plus élevée)
PE	Protocole d'entente
PEEC	Programmable Electronic Engine Control (commande électronique programmable du moteur)
PEPS	Premier entré, premier sorti
PLD	<i>Pumpe Liene Dusse</i> (unité de contrôle intégrée des moteurs) (Mercedes-Benz)
PMCI	PACCAR Multi-Controlled Injection (injection multicontrôlée de PACCAR) (spécifique à PACCAR)
PNBV	Poids nominal brut de véhicule
RDC	Routing, Dispatching and Compliance (routage, répartition et conformité)
RODS	Record of Duty Status (rapport d'activités)
RODS	Records of Duty Status (rapports d'activités)
RSC	Roll Stability Control (contrôle de stabilité antiretournement) (propre à WABCO)
RSP	Roll Stability Program (programme de stabilité antiretournement) (propre à Knorr-Bremse)
RVAF	Régulation de vitesse active et de freinage
s	Seconde
SAE	Society of Automotive Engineers
SCI	Special Crash Investigations (enquête en matière de collisions)
SDM	Module de détection et de diagnostic (General Motors)
SEG	Système d'estimation générale
SGPA	Système de gestion du parc automobile
SGT	Système de gestion des transports
SNPRM	Supplemental Notice of Proposed Rulemaking (avis de réglementation proposée supplémentaire)
SPAC	Systèmes perfectionnés d'aide à la conduite
SRS	Système de retenue supplémentaire
STI	Système de transport intelligent
t	temps (secondes)
TCM	Module de commande de la boîte de vitesses
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
UCE	Unité de contrôle électronique
UCEM	Unité de contrôle électronique du moteur
UCEPI	Unité de contrôle électronique de panneau d'instruments
UCEV	Unité de contrôle électronique du véhicule
UCV	Unité de commande du véhicule
UDS	<i>Unfalldatenspeicher</i> (service de document universel)
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
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)
Vx (ΔV_x)	Delta V longitudinal (mi/h)
Vy (ΔV_y)	Delta V latéral (mi/h)
XML	Langage de balisage extensible

RÉFÉRENCES

- Ahmed, S., « Fleet Manager's Guide to Accident Reconstruction with Telematics Data », Geotab, oct. 2016, [https://www.geotab.com/geoimages/blog/download/geotab-accident-reconstruction\(web\).pdf](https://www.geotab.com/geoimages/blog/download/geotab-accident-reconstruction(web).pdf), consulté en février 2018.
- Austin, T., Cheek, T., Plant, D., Steiner, J., et 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):611-635, 2011, doi:10.4271/2011-01-0807.
- Austin, T., Plant, D., et LeFevre, J., « Using NFPA Compliant Fire Apparatus Vehicle Data Recorders for Collision Investigation - Weldon Type 6444 », document technique SAE 2015-01-1446, 2015, doi:10.4271/2015-01-1446.
- 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):970-982, 2009, doi:10.4271/2009-01-0876.
- BlackVue, « BlackVue Over the Cloud », <https://www.blackvue.com/blackvue-over-the-cloud>, consulté en février 2018.
- Ewing, T., « What Is Telematics? », <https://www.fleetmatics.com/resources/article/what-is-telematics>, consulté en août 2017.
- 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.
- . *Electronic Logging Device (ELD) Test Plan and Procedures*, version 1 du rapport, 25 avril 2016.
- . « Electronic On-Board Recorders and Hours of Service Supporting Document Documents », parties 385, 390 et 395 de l'article 49 du CFR, rôle n° FMCSA-2012-0006, RIN 2126-AB45, *Federal Register* 77(93):28448-28451, 14 mai 2012.
- . « Electronic On-Board Recorders and Hours of Service Supporting Document Documents », parties 385, 390 et 395 de l'article 49 du CFR, rôle n° FMCSA-2010-0167, RIN 2126-AB20, *Federal Register* 76(21):5537-5555, 2 février 2011.
- . « Electronic On-Board Recorders and Hours of Service Supporting Document Documents », parties 385, 390 et 395 de l'article 49 du CFR, rôle n° FMCSA-2010-0167, RIN 2126-AB20, *Federal Register* 79(60):17656-17724, 28 mars 2014.

- Geotab, « Differences in OBG Plug-In Gleet Management Devices », 2 oct. 2012, <https://www.geotab.com/blog/all-obd-fleet-management-devices-arent-equal>, consulté en janvier 2018.
- . « Geotab GO 8 », <https://www.geotab.com/vehicle-tracking-device>, consulté en février 2018.
- Gerlach, W., « Training for UDS-AT », 19 juillet 2017, présenté par Ralf-Roland Schmidt-Cotta, Kienzle Argo, à Mecanica Scientific Services Corporation, Paracuaro, MX, 6-8 février 2018.
- Khan, T., « Guide to Geotab IOX Add-Ons », 6 févr. 2018, <https://www.geotab.com/blog/iox-expansion>, consulté en février 2018.
- Lytx, « Fleet Safety Management Solutions », <https://www.lytx.com/en-us/fleet-services>, consulté en février 2018.
- . « Lytx RAIR® Compliance Services Adds New Functionality to Create Even More Value for a Post-ELD Mandate World », communiqué de presse, <https://www.lytx.com/en-us/news-events/press-release/lytx-rair-compliance-services-adds-new-functional>, 22 oct. 2017, consulté en janvier 2018.
- . « Lytx Video Services », <https://www.lytx.com/en-us/fleet-services/programs/lytx-video-services>, consulté en février 2018.
- Messerschmidt, W., Austin, T., Smith, B., Cheek, T. *et al.*, « Simulating the Effect of Collision-Related Power Loss on the Event Data Recorders of Heavy Trucks », document technique SAE 2010-01-1004, 2010, doi:10.4271/2010-01-1004.
- National Fire Protection Association, « Standard for Automotive Fire Apparatus », norme NFPA 1901, 2016.
- Omnitracs LLC, « Intelligent Vehicle Gateway: Getting Started », document technique 80-JE014-1 Rev. B, février 2016, https://customer.omnitracs.com/training/docs/ivg/doc_cust_ivg_get-started_d.pdf, consulté en février 2018.
- . « Omnitracs Routing Dispatching Compliance (RDC) », brochure utilisateur, nov. 2017, https://www.omnitracs.com/sites/default/files/rn_rdc_11_17_brochure_web_0.pdf, consulté en janvier 2018.
- . « Omnitracs Strengthens Partnership with C.H. Robinson, Providing Virtual Load View Tracking Solutions », communiqué de presse, 17 oct. 2017, <https://www.omnitracs.com/company/press/omnitracs-strengthens-partnership-ch-robinson-providing-virtual-load-view-tracking>, consulté en janvier 2018.
- PeopleNet, « Android Tablets », <https://www.peoplenetonline.com/technology/hardware/android-tablets>, consulté en février 2018.
- . « Fleet Compliance Solutions », <https://www.peoplenetonline.com/products/safety-compliance/compliance-solutions>, consulté en février 2018.

- . « PeopleNet Display.4 », brochure promotionnelle, juin 2015, <https://www.peoplenetonline.com/wp-content/uploads/2016/05/PeopleNet-Sell-Sheet-PeopleNet-Display.4.compressed.pdf>, consulté en février 2018.
- . « PeopleNet Display.4 & TABLET: Quick Reference Guide », publication n° D-011-0512-AB, sept. 2014, <http://www.castrans.com/wp-content/uploads/2017/11/PD.4-and-Tablet-QRG.pdf>, consulté en février 2018.
- Plant, D., Austin, T., et Smith, B., « Data Extraction Methods and their Effects on the Retention of Event Data Contained in the Electronic Control Modules of Detroit Diesel and Mercedes-Benz Engines », *SAE Int. J. Passeng. Cars - Mech. Syst.* 4(1):636-647, 2011, doi:10.4271/2011-01-0808.
- Romell, R., « Trucking Firms Find Success, Challenges with Driver Cameras », *Transport Topics*, 19 août 2016.
- Rosenblatt, D. N., Cromartie, E. R., et Forman, J., « The Impact of Video Evidence on Modern Policing », préparé pour le U.S. Department of Justice, Office of Community Oriented Policing Services, subvention n° 2001-CK-WX-0157, 2003.
- SmartDrive, « SmartDrive SmartIQ Pro Packs », présentation de la solution n° SD17-159-10272017, 2017, <https://qjfq2fanlmgxz8x3qlzih10-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/2017/10/SD17-159-Pro-Packs-Solution-Brief-ML-v7.pdf>, consulté en février 2018.
- . « Transportation Intelligence », <http://www.smartdrive.net/solutions/transportation-intelligence>, consulté en février 2018.
- . « Video-Based Safety Program », <http://www.smartdrive.net/solutions/smartchoice-program-video-safety>, consulté en février 2018.
- SmartWitness, « SmartWitness for the Trucking Industry », <http://www.smartwitness.com/vehicle-camera-applications/trucking-distribution.html>, consulté en février 2018.
- . « SVC1080-LCA : HD GPS Dash Camera for Commercial Fleets », <http://www.smartwitness.com/Commercial-Dash-Cameras/SVC1080-LCA.html>, consulté en février 2018.
- 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):49-57, 2009, doi:10.4271/2009-01-0881.
- Sylvester, J., « Driver Cameras Keeping Some Trucking Companies out of Court », *Transport Topics*, 17 janvier 2017.
- « Zonar V3 Telematics Platform », *Construction Equipment*, 11 déc. 2012. <https://www.constructionequipment.com/zonar-v3-telematics-platform>, consulté en février 2018.

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.