



Évaluation des pneus à large bande pour applications hors route

Rapport Avantage vol. 15 nº 6 Décembre 2014

Par:

Rob Jokai, technicien principal, Transport et énergie

Non réservé aux membres et partenaires de FPInnovations

fpinnovations.ca



FPInnovations est un chef de file mondial sans but lucratif qui se spécialise dans la création de solutions à vocation scientifique soutenant la compétitivité à l'échelle mondiale du secteur forestier canadien et qui répond aux besoins prioritaires de ses membres industriels et de ses partenaires gouvernementaux. Il bénéficie d'un positionnement idéal pour faire de la recherche, innover et livrer des solutions d'avant-garde qui touchent à tous les éléments de la chaîne de valeur forestière, des opérations forestières aux produits de consommation et industriels. FPInnovations compte plus de 525 employés et possède des laboratoires de recherche à Québec, Ottawa, Montréal, Thunder Bay, Edmonton et Vancouver ainsi que des bureaux de transfert de technologie à travers le pays. Pour de plus amples renseignements sur FPInnovations, rendez-vous à : www.fpinnovations.ca.

Suivez-nous sur:



301007867 : Essais sur camion
Rapport Avantage – Vol. 15, nº 6
Non réservé aux membres et partenaires
de FPInnovations

REMERCIEMENTS

Ce projet a reçu un soutien financier en vertu de l'accord de contribution entre FPInnovations et Ressources naturelles Canada.

Les auteurs tiennent à remercier les personnes suivantes et leurs organisations pour leur contribution à l'étude : Roy Dondale, Geoff Will, Mike Larmand, Bruce Perrin et Paul Simon de Excel Transportation Inc., et Charles Buhr de Michelin Amérique du Nord (Canada) inc.

PERSONNE-RESSOURCE

Rob Jokai Technicien principal Transport et énergie 604-222-5694 rob.jokai@fpinnovations.ca

© FPInnovations, 2014. Tous droits réservés. Reproduction ou redistribution non autorisée interdite.

Divulgation aux fins d'application commerciale: Si vous avez besoin d'assistance pour mettre en œuvre les résultats de cette recherche, veuillez communiquer avec FPInnovations à info@fpinnovations.ca.

Table des matières

INTRODUC	CTION2	ļ
OBJECTIF	5	5
MÉTHODO	LOGIE5	5
Évaluatio	n en service6	3
Consomr	nation de carburant	3
RÉSULTAT	S ET DISCUSSION)
Consomr	nation de carburant)
Incidents	opérationnels et d'entretien11	l
CONCLUSI	IONS12	ļ
RECOMMA	NDATIONS14	ļ
AVIS DE N	ON-RESPONSABILITÉ14	ļ
RÉFÉRENC	DES15	5
Liste des	s tableaux	
Tableau 1.	Poids des pneus à large bande comparativement à celui des pneus jumelés	3
Tableau 2.	Observations et résultats opérationnels à long terme	
Tableau 3.	Résumé des résultats d'essai des pneus à large bande11	
Liste des	s figures	
Figure 1.	Camion d'essai équipé de pneus à large bande sur les essieux moteurs et non moteurs6	3
Figure 2.	Réservoir portatif installé sur un véhicule d'essai	
Figure 3.	La route d'essai : Hoodoo-Teardrop Loop	3
Figure 4.	Pneus installés pour la phase de référence sur les essieux non moteurs	
	du camion d'essai	
Figure 5.	Pneus installés pour la phase d'essai sur les essieux non moteurs du camion d'essai 10	
Figure 6.	Véhicules de contrôle et d'essai T4 et T5	I
Figure 7.	Dessin de la bande de roulement des pneus des essieux moteurs : pneus à large bande (à gauche) et pneus jumelés (à droite)12	,
		-

Mots-clés

Pneu à large bande, pneus jumelés, 11R24.5, consommation de carburant, hors route, industrie forestière, camions grumiers, biomasse, camions à copeaux, X One 455/55 R22.5, efficacité énergétique.

Résumé

Les pneus à large bande sont utilisés par bon nombre de compagnies de fret pour le transport sur route. Ils possèdent une plus faible résistance au roulement que les pneus jumelés, ce qui peut améliorer le rendement du carburant des ensembles routiers. Même si ces avantages sont bien documentés en ce qui a trait à l'utilisation sur route, la pertinence des pneus à large bande pour le transport hors route reste généralement à déterminer. FPInnovations, Michelin Amérique du Nord (Canada) inc. et Excel Transportation Inc. ont équipé deux tracteurs semi-remorques de pneus à large bande. Ces véhicules transportent de la biomasse forestière provenant d'opérations de broyage en forêt dans la région de Prince George, en Colombie-Britannique. Un suivi de la performance des véhicules équipés de pneus à large bande et des essais de consommation de carburant ont été réalisés. Le présent rapport fait état des résultats de l'enquête.

INTRODUCTION

Les pneus à large bande sont moins coûteux, plus légers et possèdent une plus faible résistance au roulement que les pneus jumelés traditionnels qu'ils remplacent. Ces avantages ont été prouvés dans le cas des applications sur route. Des essais de consommation sur piste réalisés par FPInnovations ont montré une amélioration de l'économie de carburant pouvant atteindre 9,7 % pour un tracteur semi-remorque équipé de pneus à large bande (Surcel, 2007). Des essais en service des pneus à large bande menés par FPInnovations ont pour leur part révélé une amélioration de 5,1 % de l'économie de carburant comparativement aux pneus jumelés (Surcel et Jokai, 2010).

Michelin a étendu sa gamme de pneus à large bande, qui comprend maintenant des pneus adaptés à la fois aux applications sur route et hors route. Selon le fabricant, le pneu à large bande X One XZY 3 sur/hors route est un pneu radial toutes positions conçu pour offrir une plus grande légèreté et des économies de carburant lors des opérations sur et hors route.

L'expérience est limitée en ce qui concerne les applications utilisées à la fois sur et hors route pour ce type de pneus. FPInnovations, en partenariat avec Michelin Amérique du Nord (Canada) inc. et Excel Transportation Inc., a procédé à une évaluation des pneus à large bande dans le cadre d'opérations forestières comprenant à la fois des trajets sur route et hors route. Deux tracteurs à pont tandem combinés à des semi-remorques à essieu tridem ont fait l'objet d'une évaluation en service et des essais contrôlés de consommation de carburant ont été effectués. Les sujets qui ont particulièrement retenu notre attention étaient la consommation de carburant et l'applicabilité à un environnement hors route.

OBJECTIFS

Les objectifs du projet s'établissaient comme suit :

- Déterminer l'incidence des pneus simples à large bande sur la consommation de carburant lors du transport sur route et hors route.
- Évaluer la durabilité et la résistance aux crevaisons des pneus à large bande dans une application hors route en se fondant sur une utilisation à long terme (un an).
- Déterminer la pertinence opérationnelle des pneus à large bande pour les applications hors route.

MÉTHODOLOGIE

Les véhicules d'essai étaient des tracteurs Peterbilt PB378 2004 équipés de moteurs Caterpillar C-13 de 435 hp (324 kW), reliés à des semi-remorques de 53 pieds à essieu tridem (figure 1). Tous les tracteurs possédaient des caractéristiques techniques identiques. Ces camions desservent des broyeurs en forêt, transportant de la biomasse forestière entre les zones forestières et les usines de traitement de la région de Prince George, où l'on fabrique des granules de bois et d'autres bioproduits. Pour l'évaluation en service, nous avons utilisé deux véhicules d'essai et deux véhicules de contrôle. En ce qui a trait aux véhicules d'essai, les tracteurs et les semi-remorques ont tous deux été équipés de pneus à large bande (X One XDN2 445/55R22.5 sur les essieux moteurs et X One XZY 455/55 R22.5 sur les essieux non moteurs) et leur rendement a été comparé à celui de deux camions chaussés de pneus jumelés traditionnels (XZA3 ou XZA-1 11R 22.5 sur les essieux moteurs et XZE 255/70 R22.5 sur les essieux non moteurs). Les pneus à large bande nécessitent l'utilisation de jantes à déport de deux pouces pour respecter la voie minimale.



Figure 1. Camion d'essai équipé de pneus à large bande sur les essieux moteurs et non moteurs

Évaluation en service

Pour déterminer la fiabilité de la technologie des pneus, on a évalué leur performance dans le temps et consigné tous les travaux d'entretien et de réparation.

Les chercheurs ont accompagné les chauffeurs lors d'un certain nombre de trajets afin de recueillir leurs opinions sur la conduite des véhicules équipés de pneus à large bande. Les principaux sujets abordés étaient les suivants : pertinence des pneus à large bande pour les opérations hors route, traction dans la boue et la neige, résistance aux crevaisons et stabilité du véhicule.

Consommation de carburant

Suivi de la consommation de carburant en service

La procédure utilisée pour comparer la consommation de carburant en service était fondée sur le guide d'observation opérationnelle à long terme de FPInnovations (2008). Cette procédure établit un taux de consommation de carburant de référence entre les véhicules de contrôle et d'essai à l'état non modifié. Les changements sont ensuite apportés au véhicule d'essai et le suivi se poursuit. Toute différence dans les taux de consommation de carburant entre les phases de référence et d'essai est donc nécessairement attribuable aux changements effectués, en l'occurrence le remplacement des pneus jumelés par des pneus à large bande.

Essais contrôlés de consommation de carburant

Les essais contrôlés de consommation de carburant effectués étaient basés sur la SAE J1321 Joint TMC/SAE Fuel Consumption Test Procedure – Type II (SAE International, 1986). Ils comparaient la consommation de carburant du véhicule d'essai fonctionnant dans deux conditions différentes – soit avec des pneus jumelés, puis avec des pneus à large bande – à celle d'un véhicule de contrôle. Au moins trois trajets d'essai ont été réalisés pour chacune des conditions de référence et d'essai. Les camions d'essai étaient équipés de pneus jumelés standard pour les trajets de référence et de pneus à large bande pour la phase d'essais. Toute différence dans les taux de consommation de carburant entre les phases de référence et d'essai était attribuable au changement apporté au véhicule d'essai, à savoir le remplacement des pneus jumelés par des pneus à large bande.

La consommation de carburant a été mesurée de façon gravimétrique en installant des réservoirs de carburant externes sur chacun des camions. Les circuits d'alimentation des camions ont été modifiés en raccordant les conduits d'alimentation et de retour du carburant aux réservoirs portatifs, comme l'illustre la figure 2.



Figure 2. Réservoir portatif installé sur un véhicule d'essai

Les réservoirs ont été pesés avant et après chaque trajet pour déterminer la masse du carburant consommé. On privilégie la méthode gravimétrique plutôt que la méthode volumétrique, car elle n'exige aucune correction pour la température.¹

FPInnovations 7

À mesure que les camions parcourent la route d'essai, une partie du carburant acheminé au moteur est retournée au réservoir par le conduit de retour. Ce carburant de retour est plus chaud que le carburant d'alimentation, ce qui modifie la densité du carburant, rendant inexactes les mesures de consommation fondées sur le volume si aucune correction n'est apportée pour la température.

Les camions ont été chargés à pleine capacité et dans tous les cas ils ont atteint leur capacité volumétrique avant d'atteindre le poids maximal autorisé par essieu. Comme les pneus à large bande sont plus légers que les pneus jumelés qu'ils remplacent, les charges ont été ajustées de façon à ce que la charge utile soit la même dans les phases de référence et d'essai. Le tableau 1 montre le poids des pneus à large bande comparativement à celui des ensembles de pneus jumelés qu'ils remplacent.

Tableau 1. Poids des pneus à large bande comparativement à celui des pneus jumelés

Emplacement	Type de pneu	Poids – pneu et jante (kg)	Nombre de pneus sur le tracteur et la remorque	Poids total (kg)	Différence (kg)
Essieu moteur	X One	125	4	500	147
Losieu moteur	11R22.5	81	8	647	147
Essieu non	X One	125	6	750	19
moteur	255/70R22.5	64	12	769	19

Site d'essai

La route, appelée Hoodoo-Teardrop Loop, se situe au nord de Prince George et s'étend sur une distance de 47,4 km. Les camions ont mis en moyenne une heure pour parcourir le circuit. Il s'agit principalement d'une route de gravier avec un tronçon de 7 km de chaussée. Le tronçon en gravier, qui passe de la qualité d'une voie principale à celle d'une voie de raccordement, est représentatif des routes normalement empruntées par les camions forestiers. La figure 3 montre l'itinéraire de la route.

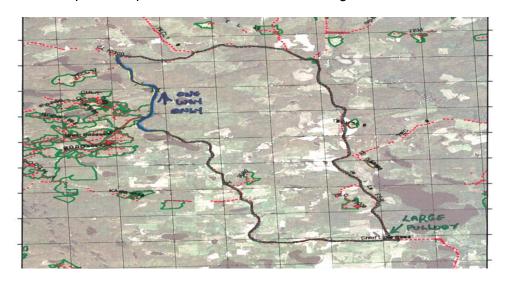


Figure 3. La route d'essai : Hoodoo-Teardrop Loop

Nous avons utilisé les mêmes chauffeurs pour l'ensemble des essais; ils ont reçu la directive de conduire comme ils le feraient normalement dans l'accomplissement de leurs tâches quotidiennes. Le but était d'obtenir des résultats reproductibles et de réduire au minimum l'influence du chauffeur sur les résultats. Chaque jour, avant le début des essais, les véhicules devaient se rendre au site d'essai; ce trajet d'environ 40 minutes était considéré comme un cycle de réchauffage qui permettait au moteur et à la transmission d'atteindre des températures de régime.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Consommation de carburant

225 (E)

232 (C)

144

134

Suivi de la consommation de carburant en service

La période de référence pour le suivi de la consommation de carburant en service s'est étendue de mars à octobre 2011 et la période d'essai des pneus à large bande, de novembre 2011 à janvier 2012. Le système de gestion du carburant de la société Excel a assuré le suivi de la consommation de carburant à l'aide d'ordinateurs de bord et des données sur les pleins de carburant. Toutefois, les données relatives à la période de référence du camion T4 n'étant pas disponibles, nous n'avons pas présenté la consommation de carburant en service de ce véhicule. Le tableau 2 ci-dessous montre la différence dans la consommation de carburant du camion 225 utilisé avec des pneus jumelés et des pneus à large bande.

Amélioration -Période de référence Période d'essai consommation de carburant (%) Véhicule Consommation Consommation Distance Taux **Distance** Taux **Jours Jours** de carburant de carburant (km) E/C (km) E/C (L/100 km) (L/100 km)

51

68

1.05

18 452

25 093

60,40

58,79

2

1.03

Tableau 2. Observations et résultats opérationnels à long terme

Le camion 225 a consommé en moyenne 2 % de moins de carburant lorsqu'il était chaussé de pneus à large bande plutôt que de pneus jumelés. Il faut aussi noter que ces camions ont été conduits par un certain nombre de chauffeurs différents et que leur point de départ n'était peut-être pas le même, deux facteurs qui peuvent influencer la consommation de carburant. Les essais contrôlés de consommation de carburant visaient à éliminer certaines de ces variables.

Essais contrôlés de consommation de carburant

54 286

50 355

59,38

56,64

La phase de référence, durant laquelle les camions d'essai étaient chaussés de pneus jumelés, s'est déroulée le 15 octobre 2011. La première phase d'essai a eu lieu la semaine suivante, soit le 22 octobre, alors qu'un des camions était équipé de pneus X One XDN2 sur les essieux moteurs et de pneus X One XZY 3 sur les essieux non moteurs, tandis que l'autre camion était muni de pneus X One XZY 3 sur les essieux non moteurs seulement. Des essais supplémentaires ont été effectués le 12 novembre et dans ce cas les deux véhicules d'essai étaient équipés de pneus Michelin X One XZY 3 sur les essieux non moteurs et de pneus X One XDN2 sur les essieux moteurs.

La figure 4 montre les pneus jumelés des essieux non moteurs installés en préparation de la phase de référence sur la remorque du véhicule d'essai, alors que la figure 5 montre les pneus à large bande installés sur la même remorque en prévision de la phase d'essai.



Figure 4. Pneus installés pour la phase de référence sur les essieux non moteurs du camion d'essai



Figure 5. Pneus installés pour la phase d'essai sur les essieux non moteurs du camion d'essai

Le tableau 3 montre la différence dans la consommation de carburant pour les deux véhicules d'essai.

Tableau 3. Résumé des résultats d'essai des pneus à large bande

Condition	Réduction moyenne de la consommation de carburant (%)
Pneus à large bande sur les essieux non moteurs seulement	3,23
Pneus à large bande sur les essieux moteurs et non moteurs	4,61

Lorsqu'il était équipé de pneus à large bande uniquement sur la remorque, le tracteur semi-remorque d'essai consommait 3,23 % moins de carburant que lorsqu'il était chaussé de pneus jumelés. Pour ce qui est des deux véhicules d'essai équipés de pneus à large bande à la fois sur le tracteur et la remorque (figure 6), la réduction moyenne de consommation de carburant atteignait 4,61 %.



Figure 6. Véhicules de contrôle et d'essai T4 et T5

Incidents opérationnels et d'entretien

Rétroaction des chauffeurs

Les chercheurs ont fait des trajets à bord des deux camions équipés de pneus à large bande. Ils ont recueilli les commentaires suivants auprès des chauffeurs :

• Le problème des roches qui se coincent entre les pneus jumelés est éliminé.

- Sur les routes fréquentées par de nombreux camions lourds, des ornières ont tendance à se creuser sur la surface où roulent les pneus jumelés. Comme les pneus roulent généralement aux mêmes endroits, les ornières prennent la forme de deux pneus jumelés, avec une légère bosse au centre, qui correspond à l'espace entre les deux pneus. Comme les pneus à large bande ont tendance à rouler directement sur la bosse, les pneus de la remorque ont tendance à dévier à vitesse élevée en conditions de chaussée glissante. Quand les conditions routières sont bonnes, ce problème n'est pas observé.
- Quand on utilise des chaînes antidérapantes sur des pneus jumelés, on dispose de deux jeux de chaînes croisées, soit un pour chaque pneu. Les chaînes croisées sont espacées, de sorte qu'au moins un élément est toujours en contact avec la route. Dans le cas des pneus à large bande, les chauffeurs ont cependant mentionné qu'un seul jeu de chaînes croisées étant utilisé, il arrive parfois qu'aucun élément n'est en contact avec la route. Pour les pneus à large bande, l'espacement des chaînes croisées devrait être moindre pour s'assurer qu'il y a toujours au moins un élément en contact avec la route.
- Les deux chauffeurs ont observé qu'ils ne voyaient aucun problème à utiliser des pneus à large bande sur les essieux non moteurs. Ils estiment toutefois que ce type de pneus installé sur les essieux moteurs n'offre pas la même traction que les pneus jumelés utilisés antérieurement. Cela peut s'expliquer en partie par le fait que les pneus à large bande produisent des ornières qui leur sont propres et qu'ils sont donc portés à rouler directement sur les ornières créées par les pneus jumelés, ce qui entraîne une résistance au roulement accrue. Ils ont également observé que le dessin de la bande de roulement des pneus utilisés sur les essieux moteurs dans cet essai n'est peut-être pas suffisamment profond pour une utilisation hors route. La figure 7 compare le dessin de la bande de roulement des pneus à large bande avec celui des pneus jumelés.



Figure 7. Dessin de la bande de roulement des pneus des essieux moteurs : pneus à large bande (à gauche) et pneus jumelés (à droite)

Le dessin de la bande de roulement des pneus jumelés semble être plus profond que celui des pneus à large bande, ce qui peut expliquer en partie que les chauffeurs ont eu l'impression de disposer de moins de traction avec les pneus à large bande.

Réparation et entretien des pneus

Au cours des six premiers mois d'utilisation des pneus à large bande, les quelques incidents suivants ont nécessité des réparations ou des remplacements :

Camions équipés de pneus à large bande :

- Camion T5 Un tuyau a pénétré la face du pneu; il a fallu remplacer le pneu ruiné.
- Remorque T43 Conduite sur un pneu crevé; il a fallu remplacer le peu ruiné.
- Camion T4 Deux crevaisons, dont une a nécessité la réparation de la bande de roulement; l'autre était une réparation normale.

Camions équipés de pneus jumelés :

• Camion T2 – >Crevaison sur le camion de contrôle, qui a nécessité un appel de service.

Ces incidents sont considérés comme normaux pour les conditions d'utilisation forestières et non reliés à l'utilisation de pneus simples, ni révélateurs d'un pneu moins résistant. La faible taille de l'échantillon et la courte durée des essais ne permettent pas de tirer des conclusions fermes au sujet de la durabilité et de l'entretien des pneus à large bande.

Capacité pondérale par essieu réduite

En Colombie-Britannique et dans toutes les autres provinces sauf en Ontario et au Québec, un groupe d'essieux tandem équipés de pneus jumelés peut transporter 17 t, contre seulement 15,5 t s'il est équipé de pneus à large bande. En Ontario et au Québec, les groupes d'essieux tandem chaussés de pneus simples sont autorisés à transporter le même poids que ceux qui sont équipés de pneus jumelés.

Dans le cadre de ces essais, la capacité réduite n'a eu aucun effet sur la charge utile, étant donné que les camions transportaient de la biomasse provenant de peuplements affectés par le dendroctone du pin ponderosa et qu'ils atteignaient leur capacité volumique avant leur capacité pondérale. Lorsque que les opérations toucheront des peuplements plus verts, cette capacité pondérale réduite pourrait toutefois limiter la charge utile.

Enlèvement des pneus à large bande

En juillet et août 2012, la société Excel a décidé d'enlever les pneus à large bande de ses deux camions et de les remplacer par des ensembles de pneus jumelés. L'entreprise a invoqué les raisons suivantes :

• En raison des conditions d'utilisation des camions, Excel a estimé qu'il valait mieux remplacer les pneus à large bande par des pneus jumelés afin d'améliorer leur capacité de traction.

- Le volume de circulation de camions grumiers et de véhicules industriels sur la route empruntée par les camions était élevé. En cas de crevaison, un camion chaussé de pneus à large bande risquait de bloquer entièrement la circulation jusqu'à ce que le pneu puisse être réparé. En étant équipé de pneus jumelés, il pourrait se rendre en toute sécurité à une aire de stationnement en roulant à faible vitesse.
- Excel avait remplacé les remorques qu'elle utilisait auparavant par des remorques de capacité supérieure, capables de transporter des charges utiles plus élevées. Les pneus à large bande n'étaient pas adaptés à ces nouvelles remorques.

CONCLUSIONS

Les essais de consommation de carburant ont révélé que lorsque les ensembles de pneus jumelés étaient remplacés par des pneus à large bande sur la remorque, l'ensemble routier utilisait 3,2 % moins de carburant. Quand les pneus jumelés étaient remplacés par des pneus à large bande à la fois sur le tracteur et la remorque, la consommation de carburant était réduite de 4,6 % en moyenne pour les deux camions d'essai. Le suivi de consommation de carburant en service a montré que lorsque les pneus jumelés du tracteur et de la remorque étaient remplacés par des pneus à large bande, la consommation de carburant était réduite de 2 %.

Sur le plan opérationnel, les pneus à large bande ont bien performé; le principal problème signalé par les chauffeurs était celui de la traction réduite, qui peut être attribuable au dessin moins profond de la bande de roulement des pneus à large bande par rapport à celui des pneus jumelés utilisés antérieurement. Un autre problème était que les pneus à large bande n'étaient pas adaptés aux nouvelles remorques de capacité supérieure. Pour ces raisons, Excel a remplacé les pneus à large bande par des ensembles de pneus jumelés sur les deux camions d'essai.

RECOMMANDATIONS

Dans certaines provinces, le poids maximal autorisé par essieu est plus faible pour les pneus à large bande, ce qui signifie une charge utile réduite. Il faut consulter les règlements provinciaux sur les pneus à large bande et vérifier la capacité pondérale par essieu avant d'opter pour des pneus à large bande. Les chauffeurs qui ont participé à l'essai ont affirmé que ces pneus n'offraient pas la même traction que les pneus jumelés. Si des pneus à large bande dotés d'une bande de roulement au dessin plus profond sont mis sur le marché dans l'avenir, il faudra les réévaluer pour l'utilisation hors route.

AVIS DE NON-RESPONSABILITÉ

Les résultats s'appliquent uniquement aux technologies et véhicules mis à l'essai conformément à la procédure et aux conditions décrites dans le présent rapport. FPInnovations ne peut garantir la reproductibilité des résultats dans d'autres conditions d'utilisation.

RÉFÉRENCES

FPInnovations. 2008. Long-term Operational Observation Handbook. Pointe-Claire, Québec.

FPInnovations. 2009. Tires Operational Evaluation Procedure Handbook. Pointe-Claire, Québec.

SAE International. 1986. *Joint TMC/SAE Fuel Consumption Test Procedure – Type II, SAE Surface Vehicle Recommended Practice J1321*. Warrendale, Pensylvanie.

Surcel, Marius. 2007. Essais accélérés de consommation de carburant pour l'évaluation des technologies potentiellement écoénergétiques. FPInnovations–FERIC, Pointe Claire, Québec. 121 p.

Surcel, Marius; Jokai, Rob. 2010. Évaluation d'éléments du concept enviroTruck de l'Alliance canadienne du camionnage. Rapport de contrat CR-439 préparé pour le programme écoMARCHANDISES de Transports Canada. FPInnovations, Pointe Claire, Québec. 98 p.



Siège social

Pointe-Claire

570, boul. Saint-Jean Pointe-Claire (Québec) Canada H9R 3J9

Tél. 514-630-4100

VancouverQuébec2665, East Mall319, rue FranquetVancouver (C.-B.)Québec (Québec)Canada V6T 1Z4Canada G1P 4R4Tél. 604, 224, 3221Tél. 418, 659, 2647

