

Contenu

| | |
|---|---|
| Introduction..... | 1 |
| Méthodologie..... | 2 |
| Résultats et discussion..... | 2 |
| Impact économique et impact sur les GES | 6 |
| Conclusion..... | 7 |
| Mise en application... | 7 |
| Remerciements..... | 7 |
| Avertissement..... | 7 |
| Références | 8 |

Évaluation de mesures de réduction de la résistance au roulement des ensembles tracteur-remorque

Résumé

La présente étude a permis d'évaluer plusieurs mesures de réduction de la résistance au roulement applicables aux ensembles tracteur-remorque de classe 8 à l'aide d'essais de consommation de carburant basés sur la procédure d'essai TMC/SAE de type II — SAE J1321. Les essais ont indiqué une amélioration de plus de 9 % du carburant économisé pour un ensemble tracteur-remorque équipé de pneus à bande large et des économies pouvant atteindre 2,4 % pour les ensembles équipés de pneus à faible résistance au roulement aux essieux moteurs. On a aussi évalué l'influence des essieux relevables sur la consommation de carburant de trains doubles de type B à vide et les essais ont montré une amélioration de 4,7 % de l'efficacité énergétique lorsque trois des cinq essieux étaient relevés. D'autres essais ont permis de comparer différentes sculptures et différents composés de pneus simples à bande large et d'évaluer l'impact de la pression des pneus sur la consommation de carburant

Auteurs

Marius-Dorin Surcel
et
Jan Michaelsen

Région de l'Est

Mots clés :

Consommation de carburant, résistance au roulement, pneus, pression des pneus, évaluation.

Introduction

Les camions de classe 8 consomment environ 68 % de tout le carburant utilisé par les camions commerciaux, dont environ 70 % sont consommés sur les autoroutes. La résistance au roulement peut utiliser jusqu'à 70 % de la puissance du moteur à faible vitesse et jusqu'à 40 % à haute vitesse. Chaque tranche de 3 % de réduction de la résistance au roulement pourrait améliorer l'efficacité énergétique de 1 % (Bridgestone, 2008).

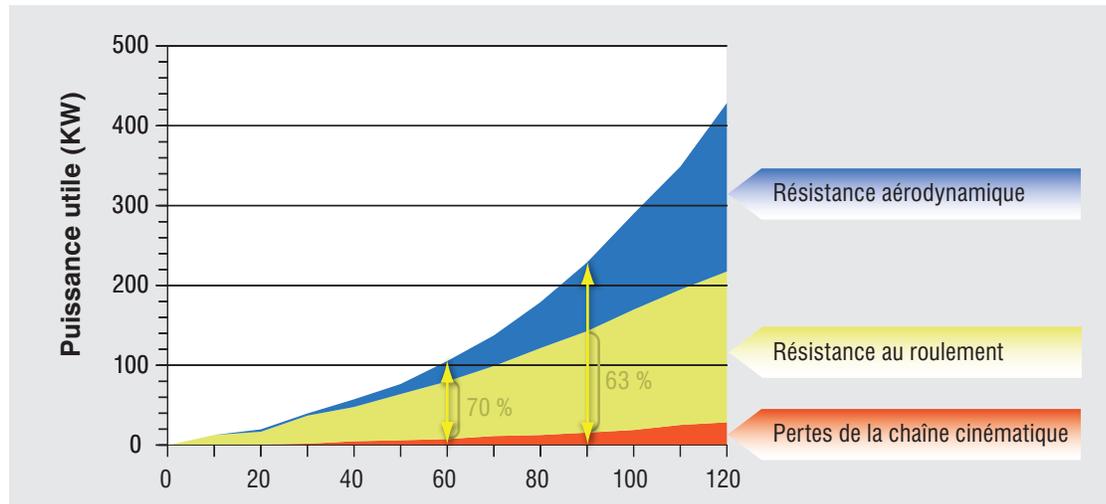
La figure 1 (voir page 2) illustre la demande de puissance sur une route asphaltée plate pour un camion grumier configuré en train double de type B dont le poids nominal brut est de 62,5 tonnes. Elle montre qu'à une

vitesse de croisière de 60 km/h, la puissance nécessaire pour compenser la résistance au roulement est de 70 %; à 90 km/h (vitesse maximale autorisée pour ce genre de véhicule au Canada), elle est de 63 %.

L'influence de la résistance au roulement sur la consommation de carburant ne dépend que légèrement de la vitesse, c'est-à-dire que l'avantage obtenu à une vitesse d'essai particulière devrait s'observer à d'autres vitesses. On peut faire abstraction de ce léger facteur de dépendance aux fins de la présente étude.

On peut observer que la consommation de carburant nécessaire pour compenser la résistance au roulement augmente proportionnellement avec la masse du véhicule et avec le coefficient de résistance au roulement.

Figure 1. Demande de puissance d'un camion grumier configuré en train double de type B (poids nominal brut de 62,5 tonnes) sur une route asphaltée plate



Le rapport présente les résultats des essais réalisés dans le cadre des campagnes Energotest (Surcel, 2007, Surcel et coll., 2009 et Surcel, 2009).

Méthodologie

Procédure générale

Les essais ont été réalisés conformément à la procédure TMC/SAE d'essai de consommation de carburant de type II SAE J1321 (SAE International, 1986), qui est une méthode normalisée pour comparer la consommation d'un véhicule d'essai dans deux conditions différentes à la consommation d'un véhicule témoin. On mesure précisément la consommation en pesant des réservoirs temporaires avant et après chaque trajet. Un essai de base est réalisé avant que le véhicule d'essai soit modifié. À cette étape, les véhicules parcourent le trajet plusieurs fois jusqu'à ce qu'on établisse que les résultats sont statistiquement reproductibles. Les mêmes véhicules sont ensuite à nouveau testés à l'étape finale, mais en modifiant cette fois le véhicule d'essai avec la technologie à tester et en laissant le véhicule témoin tel quel. Pour l'essai de base et l'essai final, le résultat représentatif est le rapport entre la quantité moyenne de carburant consommée par le véhicule d'essai et la quantité moyenne de carburant consommée par le véhicule témoin. Les résultats de l'essai complet sont la différence en pourcentage entre le rapport

obtenu à l'essai final et le rapport obtenu à l'essai de base.

Les tests ont été effectués sur la piste d'essai haute vitesse du Centre d'essais pour véhicules automobiles de Transports Canada à Blainville (Québec). Il s'agit d'un ovale parabolique de 6,4 km de longueur, à courbes relevées, dont la chaussée de béton est de très bonne qualité.

Résultats et discussion

Pneus simples à bande large remplaçant des pneus jumelés

Deux essais différents ont permis d'évaluer l'influence de l'installation de pneus simples à bande large sur les essieux moteurs et sur les essieux de la semi-remorque. Dans le premier test, le véhicule d'essai et le véhicule témoin étaient des tracteurs Volvo VNL 630 2005 équipés de moteurs Cummins ISX, tirant des semi-remorques fourgon grand volume Manac (deux essieux, 53 pieds, chargées), pour un poids nominal brut de 33 500 kg. Pour l'essai de base, le véhicule d'essai était chaussé de pneus 275/80 R22.5 XDN2 aux essieux moteurs et 275/80 R22.5 XZE aux essieux de la semi-remorque. Pour l'essai final, les pneus étaient des X-One 445/50 R22.5 XDA aux essieux moteurs et des X-One 445/50 R22.5 XTA MRT (rechapés) aux essieux de la semi-remorque. L'essai a révélé une économie de carburant de 9,7 % pour le véhicule d'essai équipé de pneus

simples à bande large comparativement au même véhicule équipé de pneus jumelés pendant l'essai de base.

Pour le second test, le véhicule d'essai était un tracteur Volvo VNL 630 2006 équipé d'un moteur Cummins ISX, tirant une semi-remorque fourgon grand volume Manac (deux essieux, 53 pieds, chargée), pour un poids nominal brut de 33 700 kg. Pour l'essai final, les pneus des essieux moteurs étaient des X-One 455/50 R22.5 XDN2 et ceux des essieux de la semi-remorque, des X-One 455/50 R22.5 XTE. L'essai a indiqué une économie de 9,2 % par rapport aux pneus jumelés de l'essai de base.

Un autre essai a évalué l'effet de l'installation de pneus simples à bande large sur les essieux moteurs uniquement. Cet essai a comparé les pneus simples XDN2 455/50 R22.5 aux pneus jumelés XDN2 275/80 R22.5. Les pneus simples à bande large ont permis une économie de carburant de 5,1 %. Le véhicule d'essai était un Volvo VN 670 2009 équipé d'un moteur Volvo D13, tirant une semi-remorque fourgon grand volume Manac (deux essieux, 53 pieds, chargée), pour un poids nominal brut de 28 000 kg.

D'autres essais visaient à comparer des pneus simples à bande large de différentes tailles installés aux essieux moteurs. Les véhicules d'essai et témoin étaient des tracteurs Volvo VNL 630 2005 équipés de moteurs Cummins ISX, tirant des semi-remorques fourgon grand volume Manac (deux essieux, 53 pieds, chargées), pour un poids nominal brut de 33 500 kg. Les résultats montrent que les pneus plus larges donnent un meilleur rendement : une économie de carburant de 1,11 % pour les pneus XDN2 455/50 R22.5 comparativement aux pneus XDN2 445/50 R22.5. La comparaison entre différentes sculptures et différents composés a confirmé que les pneus XDA étaient plus économes en carburant que les XDN2 : le XDA 445 a montré une économie de carburant de 1,9 % par rapport au XDN2 445 et une économie de 0,8 %, non significative, par rapport au XDN2 455. Selon le fabricant de pneus, les XDA sont conçus pour l'efficacité énergétique, alors que les XDN2 sont conçus pour offrir une traction exceptionnelle peu importe la surface.

Le tableau 1 présente le sommaire des résultats des essais de consommation de carburant obtenus avec les pneus simples à bande large.

Tableau 1. Sommaire des résultats des essais de consommation de carburant des pneus simples à bande large

| N° | Position des pneus mis à l'essai | Pneus mis à l'essai | Pneus témoins | Carburant économisé (%) |
|----|---------------------------------------|------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 | Essieux moteurs et de remorque | 445/50 XDA et 445/50 XTA MRT | 275/80 XDN2 et 275/80 XZE | 9,7 |
| 2 | | 455/50 XDN2 et 455/50 XTE | 275/80 XDN2 et 275/80 XZE | 9,2 |
| 3 | Essieux moteurs du tracteur seulement | XDA 445 | XDN2 445 | 1,9 |
| 4 | | XDA 445 | XDN2 455 | 0,8 |
| 5 | | XDN2 455 | XDN2 445 | 1,1 |
| 6 | | XDN2 455 | 275/80 XDN2 | 5,1 |



Figure 2. Impact des essieux relevables sur la consommation de carburant de trains doubles de type B à vide

Pneus à faible résistance au roulement

La comparaison a porté sur les pneus des essieux moteurs. Les véhicules d'essai et témoin étaient des tracteurs Volvo VNL 630 2003 équipés de moteurs Volvo VED 12, tirant des semi-remorques fourgon grand volume Manac (deux essieux, 53 pieds, chargées), pour un poids total de 30 200 kg. Pour l'essai de base, les deux tracteurs d'essai étaient munis aux essieux moteurs de pneus pour traction à sculpture agressive 275/80 R22.5 et 295/75 R22.5 respectivement. Pour l'essai final, ils étaient tous deux équipés de pneus à faible résistance au roulement 275/80 R22.5.

Les essais réalisés par les fabricants de pneus ont montré qu'avec un ensemble type à cinq essieux, les pneus des essieux moteurs représentent 44 % de la résistance totale au roulement (The Goodyear Tire & Rubber Company, 2008). Ainsi, installer des pneus économes en carburant aux essieux moteurs occasionnerait une amélioration maximale de 2,9 % de la consommation pour le véhicule, comparativement à des pneus ordinaires installés aux mêmes essieux. Les résultats des essais sur les pneus à faible résistance au roulement comparativement à deux pneus pour traction différents (amélioration de la consommation de 2,4 % et de 1,4 %) sont conformes à l'estimation mentionnée ci-haut, ce qui confirme l'avantage des pneus économes en énergie par rapport aux pneus pour traction.

Impact des essieux relevables sur la consommation de carburant pour des trains doubles de type B à vide

Des essais réalisés par des fabricants de pneus (The Goodyear Tire & Rubber Company, 2008) ont montré que dans les cas de trains doubles de type B, la résistance au roulement des pneus de remorque représente jusqu'à 62 % de la consommation totale de carburant. L'influence des essieux relevables sur la consommation pour les trains doubles de type B à vide a été évaluée à l'aide d'essais de consommation de type II. Pour l'étape de base, les cinq essieux de remorque étaient abaissés, alors que pendant l'essai, trois des essieux étaient relevés, deux de la remorque avant (figure 2) et un de la remorque arrière. Les essais ont indiqué une amélioration de la consommation de 4,7 % lorsque les essieux étaient relevés. Cependant, il faut mentionner qu'un équipement spécial est nécessaire pour relever les essieux et qu'il existe des contraintes réglementaires. Des études additionnelles sont nécessaires pour évaluer l'impact sur l'entretien (usure des pneus).

Influence de la pression des pneus sur la consommation de carburant

Maintenir une pression correcte dans les pneus peut être aussi important que choisir les bons pneus : des essais de consommation de carburant révèlent une détérioration de 3,1 % de l'efficacité énergétique lorsque la pression des pneus diminue de 15 psi (15 %). Les véhicules d'essai et témoin étaient des tracteurs Peterbilt 387 2002 équipés de moteurs Caterpillar C12, tirant des semi-remorques fourgon grand volume Manac (deux essieux, 53 pieds, chargées), pour un poids nominal brut de 34 000 kg. Les véhicules étaient équipés de pneus 275/80 R22.5.

Selon Kenworth Truck Company (2008), un surgonflage n'est ni efficace ni recommandé comme façon d'améliorer la consommation de carburant. FPIinnovations a effectué un essai pour valider cette hypothèse. L'essai a été réalisé avec un tracteur Volvo VNL



Figure 3. Systèmes autoréglables d'équilibrage de roues

630 2006 équipé d'un moteur VED 12, qui tirait une semi-remorque fourgon à quatre essieux chargée, pour un poids nominal brut de 40 500 kg. Le véhicule était équipé de pneus XZA3 275/80 R22.5 à l'essieu directeur, de pneus XDA 445/50 R22.5 aux essieux moteurs et de pneus 275/80 R22.5 aux essieux fixes de la remorque. Au cours de l'essai, l'essieu relevable avant n'a pas été déployé; trois essieux étaient donc utilisés. L'essai s'est soldé par une augmentation de 1,5 % de la consommation de carburant lorsque les pneus étaient gonflés à 120 psi plutôt qu'à 100 psi.

Systèmes autoréglables d'équilibrage de roues

Les systèmes autoréglables d'équilibrage de roues gardent les trains de roues équilibrés, ce qui, selon les fabricants, aide à réduire l'usure inégale, assure une conduite confortable, prolonge la durée de vie des pneus et d'éléments de la suspension et diminue la consommation de carburant. Les dispositifs mis à l'essai contiennent un fluide qui se déplace librement dans un anneau, ce qui contrebalance les points plus lourds et crée un équilibre dans la masse en rotation.

Des roues mal équilibrées peuvent causer des vibrations et une diminution de la traction, qui peuvent se traduire par une économie de carburant réduite. Cette réduction dépend du degré de déséquilibre des pneus et de la vitesse du véhicule. La diminution en termes

d'économie de carburant due à des roues mal équilibrées s'appliquerait donc principalement aux roues motrices.

Les deux dispositifs mis à l'essai (figure 3) ont montré une influence pratiquement nulle sur la consommation de carburant.

Comme l'exige la procédure d'essai, on a confirmé que les véhicules étaient en bon état de marche avant et pendant les essais. De plus, les tests ont été réalisés sur une piste d'essai dont la chaussée de béton est de très bonne qualité.

Pour le premier dispositif testé, le fournisseur a affirmé que les résultats auraient été meilleurs si les essais avaient été faits à plus grande vitesse (105 km/h vs 98 km/h) et si les pneus avaient été neufs au moment des essais. De plus, le dispositif pourrait avoir donné des résultats différents avec des roues non équilibrées et dans des conditions différentes.

Ainsi, une méthode différente a été choisie pour l'un des essais du second dispositif. Les roues du véhicule mis à l'essai ont été déséquilibrées avant l'essai de base; on a installé des masses de 142 grammes sur les jantes, selon les indications du représentant du fabricant (quatre masses sur chaque roue directrice, deux masses sur chaque roue motrice et deux masses sur chaque roue de remorque). Cet essai n'a pas entraîné de réduction de la consommation de carburant.

Il faut mentionner que les conducteurs ont signalé que le roulement était sensiblement plus doux lorsque les dispositifs étaient en place.

Impact économique et impact sur les GES

Selon l'Enquête sur les véhicules au Canada (Statistique Canada, 2009), il y avait en 2008 210 912 tracteurs-remorques au Canada qui ont parcouru 19 437,1 millions de kilomètres et consommé 6766 millions de litres de carburant. Le kilométrage annuel moyen était de 92 157 km, pour une consommation moyenne de 34,8 L/100 km. Dans l'optique d'une démarche prudente, nous considérerons que les résultats des essais s'appliqueraient uniquement aux trajets parcourus sur les routes où la vitesse maximale affichée est d'au moins 80 km/h, ce qui représente selon l'enquête 70 % du kilométrage total et correspondrait à

64 500 km par véhicule. Le volume de carburant consommé pendant une année dans les conditions mentionnées plus haut serait de 22 446 litres par véhicule. Le coût de carburant associé à cette consommation, au prix unitaire moyen de 1,00 \$/litre, est de 22 446 \$. Il n'y a pas de coût additionnel pour les véhicules équipés de pneus simples à bande large et de pneus à faible résistance au roulement; la récupération est donc instantanée. Pour évaluer le potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), le plus récent Rapport national d'Environnement Canada (Environnement Canada, 2009) souligne que la combustion du diesel produit 2663 kg d'équivalent CO₂ par litre. Le tableau 2 présente les résultats de ces estimations.

Tableau 2. Impact économique et impact sur les GES (données annuelles)

| Technologie | Économies annuelles | | Carburant économisé (L) | Réduction des émissions de GES (kg/véhicule) | Réduction des émissions de GES - Canada (tonnes) |
|--|---------------------|------|-------------------------|--|--|
| | % | \$ | | | |
| Pneus simples à bande large | 9,7 | 2177 | 2177 | 5792 | 610 750 |
| Pneus à faible résistance au roulement | 2,4 | 539 | 539 | 1433 | 151 113 |

Conclusion

Les résultats confirment que les technologies qui visent à réduire la résistance au roulement présentent un grand potentiel pour ce qui est d'augmenter l'efficacité énergétique : les pneus simples à bande large et les pneus à faible résistance au roulement ont montré des résultats particulièrement positifs.

Ces technologies pourraient réduire les émissions annuelles de GES de 5,8 tonnes par véhicule. Comme il n'y a pratiquement pas de coûts additionnels, elles constituent des mesures très attrayantes pour réduire la consommation de carburant et les émissions de GES.

Les essais ont aussi confirmé que les pneus doivent être bien gonflés pour optimiser la consommation de carburant.

Mise en application

Il n'y a pas d'obstacles majeurs à la mise en application des technologies mises à l'essai dans le cadre du projet, à l'exception de restrictions des limites de charges dans la plupart des provinces et territoires au Canada et de la nécessité d'un permis spécial pour les pneus simples à bande large au Québec. La restriction de la charge utile varie entre les provinces et territoires. Par exemple, la restriction pour les essieux tandems est nulle en Ontario et au Québec, de 1600 kg dans l'Ouest canadien, 2500 kg au Yukon, 2600 kg dans les Maritimes et jusqu'à 5000 kg dans les Territoires du Nord-Ouest (Schulman, 2003, et Groupe de travail sur la politique

concernant les poids et les dimensions des véhicules, 2009). Au Québec, un permis spécial est nécessaire pour utiliser les pneus simples à bande large avec le poids maximal par essieu et le coût du permis dépend de la configuration des essieux. Par exemple, pour un véhicule tridem équipé de pneus à bande large, le coût n'est que de 10 \$ par année. Dans le cas des essieux relevables des trains doubles de type B à vide, il faut mentionner qu'un équipement spécial est nécessaire pour relever les essieux et qu'il existe des contraintes réglementaires.

Remerciements

Les essais de consommation de carburant ont été financés en partie par l'Agence de l'efficacité énergétique du Québec, le ministère des Transports du Québec et Transports Canada. Les auteurs souhaitent remercier les entreprises de technologies qui ont fourni les pneus pour certains essais : Continental Tire et Michelin Amérique du Nord (Canada). Cette campagne d'essais n'aurait pas été possible sans l'initiative et la participation des parcs de véhicules de membres du Programme innovation transport (PIT).

Avertissement

Les résultats portent uniquement sur les véhicules et échantillons de technologies mis à l'essai selon la procédure et les conditions décrites dans le présent rapport. FPIinnovations ne peut garantir la reproductibilité des résultats dans des conditions de fonctionnement particulières.

Références

- Bridgestone Firestone North American Tire LLC. 2008. Tires & Truck Fuel Economy – A New Perspective? Real Questions, Real Answers, Special Edition Four.
- Environnement Canada. 2009. Rapport d'inventaire national, 1990-2007 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada. Ottawa, ON.
- Groupe de travail sur la politique concernant les poids et les dimensions des véhicules. 2009. Status Report, novembre 2009, présentation lors de la réunion du 24 novembre 2009, à Montréal (Québec). Conseil des sous-ministres responsables des transports et de la sécurité routière, Ottawa, ON.
- Kenworth Truck Company. 2008. White Paper on Fuel Economy.
- SAE International. 1986. Joint TMC/SAE Fuel Consumption Test Procedure – Type II, SAE Surface Vehicle Recommended Practice J1321. Warrendale, PA.
- Schulman, J., F. 2003. Heavy Truck Weight and Dimension Limits in Canada. L'Association des chemins de fer du Canada (ACFC). http://www.railcan.ca/documents/news/374/2003_09_23_heavyTruckWxD_en.pdf
- Statistique Canada. 2009. Enquête sur les véhicules au Canada : Annuelle 2008. Catalogue no. 53-223-X, ISSN 1499-318X. Ottawa, ON.
- Surcel, M.-D. 2007. Energotest 2007: Essais accélérés pour l'évaluation des technologies potentiellement écoénergétiques. FPInnovations, Pointe-Claire, QC. Rapport interne RI-2007-11-28. 120 p.
- Surcel, M.-D.; Provencher, Y.; Michaelsen, J. 2009. Fuel Consumption Track Tests for Tractor-Trailer Fuel Saving Technologies. Paper no. 2009-01-2891. SAE 2009 Commercial Vehicle Engineering Congress & Exhibition, 6–8 octobre 2009. Rosemont – Chicago, IL.
- Surcel, M.-D. 2009. Fuel Consumption Track Tests of Fuel-Saving Technologies for Tractor-Trailers: Energotest 2009, Spring Edition. FPInnovations, Pointe-Claire, QC. Rapport interne IR-2009-07-27. 58 p.
- Surcel, M.-D. 2009. Fuel Consumption Track Tests of Fuel-Saving Technologies for Tractor-Trailers: Energotest 2009, Fall Edition. FPInnovations, Pointe-Claire, QC. Rapport interne IR-2009-11-24. 77 p.
- The Goodyear Tire & Rubber Company. 2008. Factors Affecting Truck Fuel Economy.

FPInnovations

Région Est

580, boul. St-Jean
Pointe-Claire, QC, H9R 3J9

☎ (514) 694-1140
📠 (514) 694-4351
✉ admin@mtl.feric.ca

Région Ouest

2601 East Mall
Vancouver, BC, V6T 1Z4

☎ (604) 228-1555
📠 (604) 228-0999
✉ admin@vcr.feric.ca

Mise en garde

Ce rapport est publié uniquement à titre d'information à l'intention des membres de FPInnovations. Il ne doit pas être considéré comme une approbation par FPInnovations d'un produit ou d'un service à l'exclusion d'autres qui pourraient être adéquats.

This publication is also available in English.

© Copyright FPInnovations 2011.

Imprimé au Canada sur du papier recyclé fabriqué par une compagnie membre de FPInnovations.