



Réduction du régime moteur et de l'intensité énergétique des chargeuses dans le nord de l'Alberta



Mars 2016 – Rapport technique n°. 17

Par:

Grant Nishio, chercheur, Opérations sylvicoles
Cameron Rittich, chercheur, Transport et énergie

Réservé aux membres et aux partenaires de FPInnovations

Comptant parmi les plus grands centres de recherches forestières sans but lucratif au monde, FPInnovations se spécialise dans la création de solutions scientifiques, afin de soutenir la compétitivité du secteur forestier canadien à l'échelle mondiale, et répond aux besoins prioritaires de ses membres et de ses partenaires gouvernementaux. FPInnovations jouit d'une position idéale pour effectuer de la recherche, innover et offrir des solutions de pointe à chaque élément de la chaîne des valeurs du secteur, des opérations forestières aux consommateurs, en passant par les produits industriels. FPInnovations compte plus de 525 employés. Ses laboratoires de R et D sont situés à Québec, à Montréal et à Vancouver, et des centres de transfert de technologie sont situés dans l'ensemble du Canada. Pour en savoir davantage sur FPInnovations, visitez le www.fpinnovations.ca.

Suivez nous:  

301010126: Intensité énergétique
Rapport technique – T17

SOMMAIRE

Cette étude a porté sur l'intensité énergétique de quatre chargeuses effectuant le chargement et le déchargement des camions grumiers dans une opération forestière du nord de l'Alberta. Cette étude a également permis de mesurer la productivité et la consommation de carburant d'une chargeuse dont le moteur fonctionnait à deux régimes réduits, afin de déterminer le réglage optimal pour diminuer l'intensité énergétique.

REMERCIEMENTS

Ce projet a reçu le soutien financier de Ressources naturelles Canada, par l'entremise de l'entente sur l'Initiative sur les instituts de recherche forestière (IIRF).

Les auteurs désirent également remercier Alberta-Pacific Forest Industries Inc.

PERSONNE RESSOURCE

Grant Nishio
Chercheur
Opérations sylvicoles
604-222-5691
grant.nishio@fpinnovations.ca

Cameron Rittich
Chercheur
Transport et énergie
604-222-5740
cameron.rittich@fpinnovations.ca

Table des matières

Contexte	4
Objectifs	4
Conditions du site	4
Méthodologie	5
Résultats.....	5
Productivité et consommation de carburant des chargeuses.....	6
Étude sur les réglages de puissance inférieurs	7
Discussion	7
Conclusions et mise en oeuvre	8

Liste des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques des machines	4
Tableau 2. Productivité, consommation de carburant et intensité énergétique des chargeuses, par modèle.....	6
Tableau 3. Consommation de carburant, productivité et intensité énergétique à trois réglages de puissance	7

CONTEXTE

Pour comprendre le coût total d'une entreprise de récolte, il est essentiel de documenter la consommation de carburant et la productivité de tous les équipements utilisés. La documentation de la consommation de carburant et de la productivité des chargeuses pour calculer l'intensité énergétique, ou les litres de carburant consommés par mètre cube ou tonne de bois, peut aider à comprendre les facteurs qui font augmenter la consommation. Cette compréhension peut ensuite aider à évaluer les gains de productivité découlant des améliorations technologiques et liées à l'opération. L'intensité énergétique peut aussi être utilisée pour estimer les émissions de carbone et évaluer la manière dont elles peuvent être réduites par l'adoption de nouvelles technologies sur les équipements et de nouvelles techniques d'opération, ainsi que pour former les opérateurs et superviseurs de chantier sur les pratiques exemplaires. Cet essai a permis de mesurer la consommation de carburant de deux chargeuses effectuant le chargement de camions en bordure de route près des blocs de coupe, et de deux chargeuses effectuant le déchargement dans la cour d'entreposage. Cet essai comprenait aussi une étude détaillée de la consommation de carburant et de la productivité des chargeuses pendant le déchargement des camions, à différents régimes moteur.

OBJECTIFS

Voici les objectifs de cette étude :

1. Mesurer la consommation de carburant et la productivité de deux chargeuses effectuant le chargement de camions en bordure de route du bloc de coupe, et de deux chargeuses effectuant le déchargement dans la cour d'entreposage.
2. Évaluer l'intensité énergétique d'une chargeuse effectuant le déchargement d'un camion à trois régimes moteur différents qui peuvent être choisis par l'opérateur : plein régime, régime économique et sous le régime économique.

CONDITIONS DU SITE

Le site était situé au nord du village de Wabasca, en Alberta, et l'étude a été effectuée de la mi-décembre 2015 à la fin de janvier 2016. Deux chargeuses ont été observées en train de charger des camions à partir des piles de billes en bordure de route du bloc de coupe. Deux autres chargeuses ont été observées en train de décharger les camions dans la cour d'entreposage. Les températures ont oscillé entre -7°C et 8°C . Les caractéristiques des machines sont présentées au Tableau 1.

Tableau 1. Caractéristiques des machines

	John Deer 3554	Komatsu 300LL	Komatsu 300LL	Tigercat 875
Année-modèle	2005	2008	2011	2013
Site	En bordure de route du bloc de coupe	Cour d'entreposage	Cour d'entreposage	En bordure de route du bloc de coupe
Heures d'utilisation	17 500	18 484	17 011	15 100

MÉTHODOLOGIE

La consommation de carburant par quart de travail a été mesurée à l'aide de débitmètres installés sur des réservoirs portatifs fixés dans la boîte des camionnettes des opérateurs des équipements observés. Les débitmètres ont été calibrés selon les instructions du fabricant, et leur marge d'erreur est de ± 2 %. On a demandé aux opérateurs d'inscrire le volume de carburant utilisé dans un registre journalier. Certains registres étaient incomplets, et il a donc fallu exclure certaines machines de certains résultats présentés dans ce rapport. Les heures d'utilisation des machines ont été suivies grâce au compteur d'heures des équipements et à l'outil MultiDAT qui enregistre les heures de fonctionnement.

La consommation de carburant est beaucoup plus élevée lorsque la chargeuse est au travail que lorsque son moteur est au ralenti. Par conséquent, l'outil MultiDAT, muni d'un détecteur de mouvement, a permis de séparer les heures où la chargeuse travaillait des heures où le moteur était au ralenti. La consommation par quart de travail, combinant le temps de travail et le temps de ralenti, a été calculée du 17 décembre 2015 au 27 janvier 2016. La productivité du chargement et du déchargement des camions a été mesurée avec précision, à l'aide des temps détaillés et du poids des camions converti en volume (en mètres cubes).

Une étude détaillée de temps et mouvement, a été effectuée en parallèle pour la chargeuse Komatsu 300LL 2011 dans la cour, où la consommation de carburant et la productivité ont été mesurées pour trois réglages de puissance. Avant chaque essai, le moteur a été bien réchauffé, puis à chaque réglage de puissance, la consommation a été mesurée pour une période de trois à quatre heures le même jour. Comme cette chargeuse n'était pas munie d'un tachymètre, le régime-moteur n'était pas connu. Les mesures ont été prises à trois réglages de puissance : puissance maximale, réglage économique et sous le réglage économique (réglage arbitraire, sans indication sur la manette de commande des gaz).

La quantité totale de carburant consommé pour décharger les camions a été mesurée pour chaque réglage de puissance. La consommation de carburant a été mesurée avec la méthode gravimétrique. Pour se faire; trois contenants de 20 L ont été remplis et utilisés pour ravitailler la chargeuse. Ceux-ci étaient pesés avant et après chaque remplissage, afin de mesurer avec plus de précision que le compteur Fill-Rite la quantité de carburant utilisée au cours de chacun des trois essais. Après chaque essai, l'opérateur a été interrogé sur la performance et l'efficacité globale de la chargeuse.

La densité de carburant a été testée à l'aide d'un hydromètre API, et la température a été corrigée à 15,6°C.

RESULTATS

Grâce à l'hydromètre API, la densité de carburant a été calculée à 0,845 kg/L, ce qui est élevé pour un échantillon de carburant diésel d'hiver dans le nord de l'Alberta. Il est important d'en tenir compte au moment d'utiliser ces résultats afin d'évaluer la consommation de carburant de machines comparables utilisées pendant la saison estivale. De façon générale, on pourrait s'attendre à ce que les conditions hivernales, combinées au mélange de diésel d'hiver, dont le rendement calorifique est inférieur au mélange estival et aux cycles de réchauffage plus longs

pour l'huile à transmission, le liquide hydraulique et l'huile moteur, fassent augmenter la consommation de carburant considérablement.

Productivité et consommation de carburant des chargeuses

Le Tableau 2 montre que les deux chargeuses effectuant le chargement de camions en bordure de route avaient une productivité respective de 74 m³ et de 114 m³ par heure-machine productive (HMP), et que la productivité respective des deux chargeuses effectuant le déchargement des camions dans la cour était de 58 m³ et de 108 m³ par HMP. Comme prévu, les longs délais entre les chargements ou les déchargements ont beaucoup réduit la productivité globale du quart de travail.

Les données sur la consommation de carburant par quart de travail ont été recueillies du 17 décembre 2015 au 28 janvier 2016, à partir des données consignées par écrit par l'opérateur. La consommation de carburant calculée pour la chargeuse John Deere effectuant le chargement en bordure de route a été de 24,2 L/h. La consommation de carburant calculée pour la chargeuse Komatsu 2011 effectuant le déchargement dans la cour a été de 21,5 L/h. Le Tableau 2 présente également la consommation de carburant par heure-machine productive, ce qui exclut les arrêts de 15 minutes ou plus. Il s'agit de renseignements pertinents pour déterminer l'effet d'une utilisation accrue des machines. Les données sur la consommation de carburant des chargeuses Tigercat 875 et Komatsu 2008 n'étaient pas disponibles.

Tableau 2. Productivité, consommation de carburant et intensité énergétique des chargeuses, par modèle

	John Deere 3554	Komatsu PC 300LL	Komatsu 300LL	Tigercat 875
Année-modèle	2005	2008	2011	2013
Activité	Chargement de camions	Déchargement de camions	Déchargement de camions	Chargement de camions
Productivité (m³/h)	55,0	83,3	38,7	84,5
Productivité (m³/PMH^a)	73,8	107,7	58,3	114,1
Consommation de carburant (L/h)	24,2	S/O	21,5	S/O
Consommation de carburant (L/PMH)	30,9	S/O	32,0	S/O
Intensité énergétique (L/m³)	0,419	S/O	0,549	S/O

^a Les heures machines productives excluent l'arrêt de 15 minutes ou plus

Étude sur les réglages de puissance inférieurs

Plusieurs paramètres d'utilisation de la chargeuse Komatsu 300LL 2011, comme le pourcentage de temps de ralenti, la consommation globale de carburant et la productivité sont montrés au Tableau 3, afin de présenter un portrait complet de chaque essai. Celui-ci présente aussi l'intensité énergétique (L/m^3) pour chaque réglage de puissance. La productivité (volume d'arbres déchargés par heure de travail) a diminué à mesure que le réglage de puissance est passé de la puissance maximale au régime économique, puis inférieur au régime économique. La différence de productivité entre la puissance maximale et le régime économique est négligeable. Par conséquent, l'intensité énergétique constitue une meilleure mesure dans ce cas-ci. Le régime économique s'est avéré 30 % plus efficace que la puissance maximale, du point de vue de l'intensité énergétique, ce qui est remarquable. Cette différence s'explique par le fait que le réglage à la puissance maximale fait fonctionner les pompes de l'accumulateur et le système hydraulique en anticipation du travail, pour augmenter la productivité. Cependant, cela augmente la consommation de carburant pendant les périodes de ralenti-moteur, qui représentaient un pourcentage significatif du temps total. Bien que la productivité ait été à son plus bas au réglage inférieur au régime économique, l'intensité énergétique s'est avérée plus élevée qu'à la puissance maximale, ce qui montre que le moteur était moins efficace et qu'il avait un impact négatif sur la productivité.

Tableau 3. Consommation de carburant, productivité et intensité énergétique à trois réglages de puissance

Réglage de puissance	Temps de ralenti	L / h	Productivité (m^3/h)	Intensité énergétique (L/m^3)	Différence d'intensité énergétique
Puissance maximale	54%	15,0	113,7	0,122	
Réglage économique	54%	10,4	112,1	0,085	-30%
Réglage inférieur au réglage économique	62%	12,8	76,7	0,128	6%

DISCUSSION

Afin de diminuer le nombre d'heures non productives au ralenti, il est capital d'assurer une répartition efficace des camions, tant pour le chargement que le déchargement. Bien que la consommation de carburant pendant le temps de ralenti ne représente qu'un petit pourcentage de la consommation pendant les périodes productives, le ralenti prolongé représente un gaspillage de carburant qui doit être évité autant que possible. L'étude sur le réglage de puissance inférieur montre qu'une réduction de la puissance au régime économique, diminue la productivité comparativement à la puissance maximale de manière négligeable, mais améliore l'intensité énergétique de 30 %. Par conséquent, lorsque les opérateurs attendent les camions, il est impératif qu'ils placent la manette des gaz sur la position de régime économique, s'ils ne sont pas en mesure d'éteindre le moteur. Cependant, la réduction de la puissance sous le réglage

économique augmente l'intensité énergétique de 51 % et la productivité diminue de 32 %, ce qui est inacceptable. L'opérateur a déclaré que le rendement au régime économique était légèrement inférieur, mais qu'après avoir effectué quelques ajustements mineurs, le rendement semblait adéquat pour effectuer les tâches données. Cependant, il estime que le rendement au régime inférieur au régime économique n'était pas adéquat pour effectuer le travail efficacement, et que ce régime limiterait sa capacité à effectuer ses tâches. Il est d'avis qu'il pourrait utiliser le régime économique tant et aussi longtemps qu'il n'y a pas de camions qui attendent en file pour être chargés. Dans ce cas, la puissance maximale devrait être utilisée pour répondre au besoin perçu d'augmentation de la productivité.

CONCLUSIONS ET MISE EN OEUVRE

La consommation de carburant par quart de travail pour les chargeuses John Deere et Komatsu 2011 a oscillé entre 21,5 et 24,2 L/heure d'utilisation, et entre 30,9 et 32,0 L/HMP. L'étude sur la puissance réduite avec la chargeuse Komatsu 2011 a montré que le réglage à puissance maximale permet un léger gain de productivité comparativement au régime économique, mais que la consommation de carburant est considérablement plus élevée. Ces conclusions montrent que le régime économique devrait être utilisé lorsque la productivité n'est pas la priorité, ce qui est vrai la majeure partie du temps, car les chargeuses observées dans ce cas ont un faible taux d'utilisation (mal nécessaire lorsque l'objectif consiste à optimiser la phase de transport par camion, plus coûteuse). La puissance maximale devrait être utilisée lorsque la priorité n'est pas la consommation de carburant, comme lorsque des camions sont en attente. Le réglage sous le réglage économique, qui produit l'intensité énergétique la plus élevée et la productivité la plus basse, ne semble pas présenter d'avantages marqués pour le déchargement des camions



Siège

Pointe-Claire

570, boulevard Saint-Jean

Pointe-Claire, QC

H9R 3J9 Canada

T 514 630-4100

Vancouver

2665 East Mall

Vancouver, C.B.

V6T 1Z4 Canada

T 604 224-3221

Québec

319, rue Franquet

Québec, QC

G1P 4R4 Canada

T 418 659-2647



OUR NAME IS INNOVATION