



Guide d'économie d'énergie pour la réfection des routes à l'intention des entrepreneurs canadiens en construction routière

En collaboration avec l'Association canadienne de la construction



Ressources naturelles
Canada

Natural Resources
Canada

Canada

Pour plus de renseignements ou pour recevoir d'autres exemplaires de la présente publication, communiquez avec :

**Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne
a/s de Ressources naturelles Canada**

580, rue Booth, 18^e étage
Ottawa (Ontario) K1A 0E4

Tél. : (613) 995-6839 Téléc. : (613) 992-3161

Courriel : cipec.peeic@rncan.gc.ca

Site Web : oe.e.rncan.gc.ca/peeic

Ou

Association canadienne de la construction

75, rue Albert Street, pièce 400
Ottawa (Ontario) K1P 5E7

Tél. : (613) 236-9455 Téléc. : (613) 236-9526

Courriel : cca@cca-acc.com

Site Web : www.cca-acc.com

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives Canada

Vedette principale au titre :

**Guide d'économie d'énergie pour la réfection des routes à l'intention
des entrepreneurs canadiens en construction routière**

Texte en français et en anglais disposé tête-bêche.

Titre de la p. de t. addit. : Road rehabilitation energy reduction guide for Canadian road builders.

« En collaboration avec l'Association canadienne de la construction »

Publ. par le Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne.

ISBN 0-662-68751-5

N° de cat. M144-67/2005

1. Industrie routière – Canada – Consommation d'énergie – Opinion publique.
2. Routes – Conception et construction – Canada – Consommation d'énergie – Opinion publique.
3. Routes – Entretien et réparations – Canada – Consommation d'énergie – Opinion publique.
4. Économie d'énergie – Opinion publique.
- I. Association canadienne de la construction.
- II. Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne.
- III. Titre : Road rehabilitation energy reduction guide for Canadian road builders.

TE220.R62 2005

388.1

C2005-980056-9F

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2005



Papier recyclé



REMERCIEMENTS

L'Association canadienne de la construction tient à remercier le Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne (PEEIC) de l'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada pour les fonds et le savoir-faire qu'il a consentis aux fins d'élaboration du présent guide.

Les auteurs expriment toute leur reconnaissance à l'Association canadienne de la construction (ACC) et plus particulièrement au personnel du Conseil des constructeurs de routes et grands travaux pour leur soutien organisationnel efficace.

Les auteurs aimeraient en outre remercier les experts suivants ainsi que leurs collègues pour leur aide, leurs observations techniques et leurs commentaires tout au long de la préparation de ce guide :

- Wayne Morsky et Allan Barilla, de Morsky Earthmoving Ltd., Regina (Saskatchewan)
- Tom Brown et Allan Mills, de Ledcor Alberta Limited, Edmonton (Alberta)
- Barry Brown, de Maple Leaf Construction Ltd., Winnipeg (Manitoba)
- Jean-Martin Croteau, de Miller Paving Ltd., Markham (Ontario)
- Fred J. Penney, de Penney Paving Ltd., Grand Falls-Windsor (Terre-Neuve-et-Labrador)

Avis de non-responsabilité

Les possibilités génériques telles que les présentent les auteurs du guide (l'Athena Institute), pour le compte de l'ACC, ne constituent pas des recommandations particulières de mise en œuvre dans un site donné par l'une ou l'autre des parties. Les auteurs ne sont pas responsables de toute mise en œuvre qui serait faite sans consultation préalable ni évaluation détaillée du site. L'utilisation de raisons sociales et de marques de commerce ne constitue aucunement un appui aux entreprises, aux produits commerciaux, aux systèmes ou aux personnes en question.

Engager les Canadiens sur la voie de l'efficacité énergétique à la maison, au travail et sur la route

L'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada renforce et élargit l'engagement du Canada envers l'efficacité énergétique afin d'aider à relever les défis posés par les changements climatiques.

Contenu

REMERCIEMENTS

1	INTRODUCTION	2
1.1	L'INDUSTRIE DE LA CONSTRUCTION ROUTIÈRE ET DES GRANDS TRAVAUX	3
1.2	LE GUIDE D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE.....	3
2	MÉTHODE	4
2.1	DEVIS DESCRIPTIF ET SCÉNARIOS DE RÉFECTION DES ROUTES.....	5
2.1.1	Réfection des chaussées souples en asphalte	6
2.1.2	Distances représentatives de transport des matériaux.....	7
2.2	ENQUÊTE.....	7
3	RÉSULTATS	8
3.1	INSTALLATIONS DE PRÉPARATION DE L'ASPHALTE CHAUD	9
3.2	TRANSPORT DES MATÉRIAUX ET DU PERSONNEL	11
3.3	CONSOMMATION D'ÉNERGIE ATTRIBUABLE À L'UTILISATION DE LA MACHINERIE LOURDE SUR LE SITE	12
3.4	SOMMAIRE DE L'ENQUÊTE SUR LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE.....	13
4	POSSIBILITÉS D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE.....	14
4.1	SOLUTIONS DE RECHANGE À L'ASPHALTE CHAUD	15
4.2	POSSIBILITÉS D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE POUR LES INSTALLATIONS DE PRÉPARATION D'ASPHALTE	18
4.3	POSSIBILITÉS D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE POUR LE TRANSPORT ET LA MACHINERIE LOURDE	19
4.4	RESSOURCES INTERNET	20
	ANNEXE A – PARTICIPANTS.....	21
	ANNEXE B – FORMULAIRE D'ENQUÊTE	22

1

INTRODUCTION



1.1 L'INDUSTRIE DE LA CONSTRUCTION ROUTIÈRE ET DES GRANDS TRAVAUX

L'industrie canadienne de la construction routière et des grands travaux emploie des dizaines de milliers de Canadiens et a généré en 2003 une activité économique évaluée à plus de 5 milliards de dollars. Les constructeurs de routes réalisent toutes sortes de travaux routiers, de la construction et la réparation de routes aux travaux préparatoires pour d'autres types de projets de construction. Les petites entreprises dominent l'industrie – environ 90 p. 100 des entreprises canadiennes de construction routière emploient 20 personnes ou moins. Il s'agit également d'une industrie très saisonnière, l'essentiel des activités ayant cours en été et à l'automne. Les entreprises de construction routière sont de grandes consommatrices de carburants variés, y compris de diesel et de mazout lourd. Elles consomment également du gaz naturel, mais dans une moindre mesure.

1.2 LE GUIDE D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE

L'industrie canadienne de la construction routière est représentée par le Conseil des constructeurs de routes et grands travaux de l'Association canadienne de la construction (ACC). L'ACC représente le secteur de la construction non résidentielle au Canada et quelque 20 000 entreprises en sont membres.

Depuis qu'elle s'est jointe au Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne (PEEIC) en 2002, l'ACC s'est employée à encourager les pratiques de construction durable, y compris la réduction de la consommation d'énergie.

Jusqu'à tout récemment, les coûts d'énergie, bien que considérables, ne constituaient pas un facteur déterminant pour l'industrie de la construction routière. Par conséquent, l'industrie avait, en général, fait peu d'efforts en vue de contrôler sa consommation d'énergie. En fait, l'industrie avait toujours intégré les coûts d'énergie dans les soumissions en estimant un prix fixe pour le carburant et en absorbant tous les frais de carburant additionnels pouvant être occasionnés par une hausse des prix du carburant entre le moment où la soumission était acceptée et la fin des travaux¹.

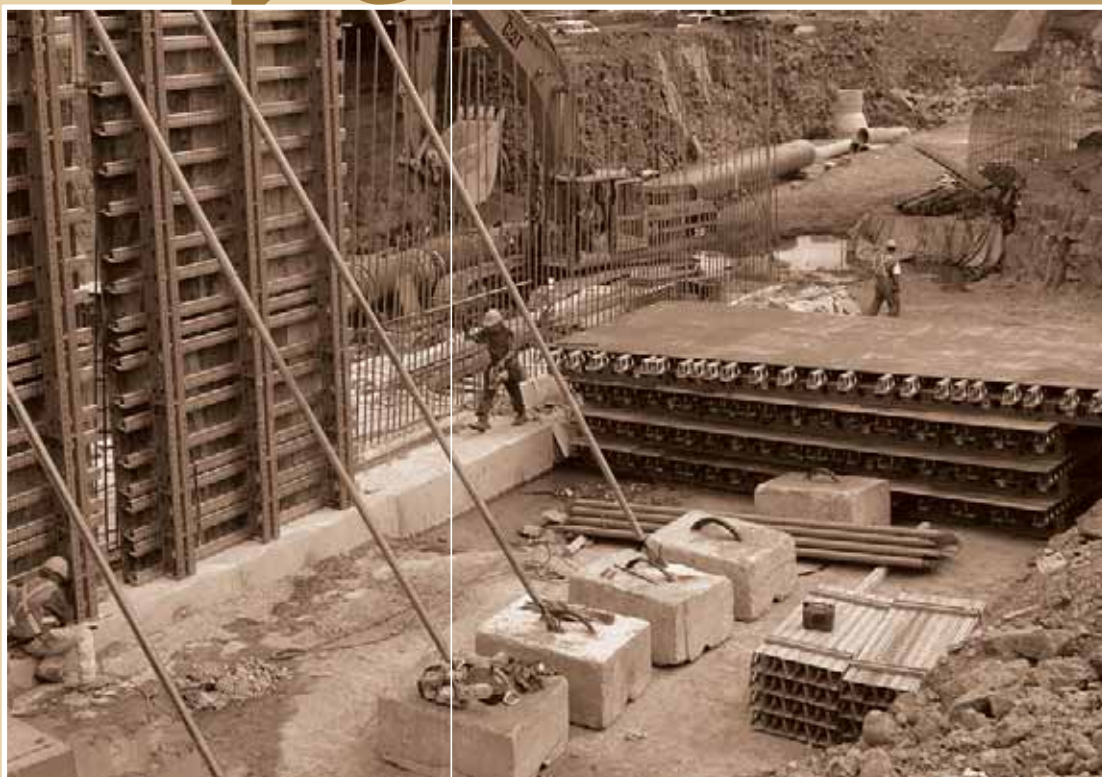
En avril 2004, le Conseil des constructeurs de routes et grands travaux de l'ACC a fait de la réduction de la consommation d'énergie l'une des priorités de l'industrie de la construction routière. Grâce au financement du PEEIC, l'ACC a conclu un contrat avec l'Athena Sustainable Materials Institute (ci-après l'Institut) en vue de travailler avec ses membres à l'élaboration d'un guide d'économie d'énergie à l'intention des entrepreneurs canadiens en construction routière. Les recommandations énoncées dans ce guide s'inspirent en partie d'une enquête sur la consommation d'énergie réalisée par l'Institut.

La section 2 du guide décrit la méthode d'enquête utilisée; la section 3 présente un sommaire des résultats de l'enquête et traite de leur importance par rapport à d'autres études; la section 4 donne un aperçu des mesures à prendre en vue de réduire la consommation d'énergie. Les participants à l'enquête sont énumérés à l'annexe A et l'annexe B est un exemple de formulaire d'enquête.

¹ Aux États-Unis, plusieurs services de voirie indemnisent les entrepreneurs pour les changements de prix importants ayant une incidence sur le coût du carburant entre le moment de l'octroi du contrat et la fin des travaux.

2

MÉTHODE



Dans le cadre de cette étude basée sur une enquête, cinq constructeurs de routes canadiens ont répondu à des questions concernant leur consommation d'énergie et leurs pratiques d'économie d'énergie. Les cinq entreprises (voir l'annexe A) ont également contribué à l'élaboration de la méthode d'enquête. La présente section décrit le processus et les outils utilisés ainsi que les hypothèses avancées dans la collecte de renseignements sur la consommation d'énergie en réfection routière. On y décrit les différents types de routes qui ont fait l'objet de l'étude ainsi que les types et les quantités de matériaux utilisés et leurs distances de transport.

2.1 DEVIS DESCRIPTIF ET SCÉNARIOS DE RÉFECTION DES ROUTES

Les routes du Canada vont des routes de comté en gravier aux autoroutes. Ce document ne traitera que de deux types de routes – route rurale et artère urbaine –, tous deux constitués d'une surface de béton d'asphalte souple. Le tableau 1 montre les quantités de matériaux utilisées, selon les plans, par kilomètre de voie² (km de voie²) pour chaque catégorie de route, en fonction d'un indice portant californien de 3³.

TABEAU 1 QUANTITÉS DE MATÉRIAUX UTILISÉES POUR LA CHAUSSEE (par kilomètre de voie)

Structure de la chaussée	Route de catégorie 1 Route rurale secondaire	Route de catégorie 2 Artère urbaine
Asphalte (m ³)	413	863
Asphalte (tonnes) à 2,42 t/m ³	998	2 087
Ciment bitumineux (tonnes)	50	104
Agrégat (tonnes)	949	1 984
Base granulaire (m ³)	563	563
Base granulaire (tonnes) à 2,2 t/m ³	1 238	1 238
Fondation granulaire (m ³)	2 250	2 813
Fondation granulaire (tonnes) à 2,2 t/m ³	4 950	6 188

Nota : La largeur de voie est établie à 3,75 m

² Un kilomètre de voie équivaut à une largeur de voie (une largeur de 3,75 mètres a été utilisée pour cette étude) pour une distance de 1 000 mètres.

³ L'essai d'indice portant californien (CBR) est un essai empirique qui a été conçu en Californie en vue d'estimer la valeur de portance des couches de fondation et de forme des routes. L'échelle du CBR reflète la capacité portante du sol en fonction de son humidité et de sa densité. Un CBR de 3 représente une faible valeur de portance qui aura des conséquences sur la conception des structures de route à chaussée souple.

2.1.1 Réfection des chaussées souples en asphalte

Un revêtement d'asphalte est requis pour les chaussées souples en asphalte après 25 ans pour les routes de catégorie 1 et après 18 et 35 ans pour les routes de catégorie 2. Dans le cadre de la présente étude, on a supposé que la route de catégorie 1, une route rurale secondaire, devait recevoir son revêtement d'asphalte d'après 25 ans et que la route de catégorie 2, une artère urbaine, devait recevoir son revêtement d'asphalte d'après 35 ans (voir le tableau 2).

La procédure de réfection consiste à broyer toute la surface de la chaussée, à appliquer une couche de liaison sur la surface broyée, à poser à chaud une nouvelle surface d'asphalte à la machine et à compacter l'asphalte chaud à l'aide de rouleaux à roues d'acier lisses et de rouleaux à roues pneumatiques. Les matériaux comprennent l'enduit de liaison et l'asphalte chaud.

Dans le cas de la route de catégorie 1, on a supposé que le premier revêtement après 25 ans devait comprendre l'extraction d'une couche de 40 mm de l'asphalte existant pour remplacer celle-ci par une couche de 50 mm d'asphalte chaud. Pour ce qui est de la route de catégorie 2, il faudra enlever une couche de 80 mm de l'asphalte existant pour la remplacer par 100 mm d'asphalte chaud (appliqué en deux couches). Les quantités de matériaux de réfection sont indiquées au tableau 2.

Dans le cadre de l'étude, on a supposé que l'asphalte chaud utilisé pour la réfection des routes rurales (routes de catégorie 1) a été produit au moyen de centrales mobiles installées à un endroit convenable et que l'asphalte utilisé pour la réfection des routes urbaines (routes de catégorie 2) provenait d'installations permanentes de préparation d'asphalte. De façon générale, les agrégats bruts et les liants bitumineux sont livrés par camion à l'installation de production, le liant bitumineux étant habituellement livré chaud à l'état liquide et utilisé pendant qu'il est encore chaud. Les agrégats pour l'asphalte chaud sont séchés et chauffés avant d'être mélangés, après quoi les matériaux chauds peuvent être entreposés dans un silo isolé ou chargés immédiatement dans des camions pour être livrés au chantier routier.

Les camions de livraison déchargent le mélange chaud dans une asphalteuse qui répand le mélange sur la route. Le mélange chaud est compacté et nivelé au moyen de rouleaux compresseurs en acier et à pneus en caoutchouc. La quantité et la taille des rouleaux dépendent du temps qu'il fait, des quantités de matériaux utilisés et du type de mélange chaud, mais on utilise habituellement deux rouleaux compresseurs en acier et un rouleau à pneus en caoutchouc. Lorsqu'un enduit de liaison est utilisé, l'émulsion est souvent livrée au site dans un camion équipé d'une rampe de pulvérisation pour répandre l'enduit liquide.

TABEAU 2 QUANTITÉS DE MATÉRIAUX NÉCESSAIRES À LA RÉFECTION DES REVÊTEMENTS D'ASPHALTE (par kilomètre de voie)

	Route de catégorie 1 Route rurale secondaire	Route de catégorie 2 Artère urbaine
Année	25	35
Épaisseur de l'asphalte enlevé (mm)	40	80
Asphalte enlevé (tonnes)	363	726
Épaisseur de la nouvelle couche d'asphalte (mm)	50	100
Asphalte (m ³)	188	375
Asphalte (tonnes) à 2,42 t/m ³	454	908
Ciment bitumineux (tonnes)	23	45
Agrégats (tonnes)	431	863

2.1.2 Distances représentatives de transport des matériaux

Les distances de transport des matériaux peuvent varier considérablement d'un bout à l'autre du pays, selon leur disponibilité et leur proximité du site. Pour tenir compte des variations dans les distances de transport et ainsi normaliser les rapports de consommation d'énergie des participants, des distances de transport ont été préétablies pour les besoins de l'étude (tableau 3).

TABEAU 3 DISTANCES DE TRANSPORT DES MATÉRIAUX

	Route de catégorie 1 Route rurale secondaire	Route de catégorie 2 Artère urbaine
Asphalte brut vers une centrale mobile	200 km	
Asphalte brut vers une installation permanente		80 km
Agrégats vers une centrale mobile	0 km*	
Agrégats vers une installation permanente		60 km
Béton d'asphalte chaud vers le site des travaux routiers	30 km	45 km
Asphalte sorti du site des travaux routiers	60 km	70 km

* La valeur zéro reflète la pratique de l'industrie qui consiste à réduire les exigences de transport en installant une centrale mobile de malaxage d'asphalte tout près d'une source d'agrégats.

2.2 ENQUÊTE

L'enquête s'est limitée aux éléments de la construction routière sur lesquels les participants exerçaient un certain contrôle (p. ex., l'étude n'a pas tenu compte de l'énergie utilisée pour la fabrication du bitume). Par conséquent, il a fallu segmenter le processus de réfection des routes en parties bien définies afin d'établir la consommation d'énergie liée aux différentes activités. L'accent a été mis sur les trois principales activités de la réfection des routes :

- le mélange des agrégats et l'émulsion d'asphalte chaud (bitume) à l'installation de malaxage d'asphalte;
- le transport des matériaux et le transport du personnel vers le site;
- l'utilisation de la machinerie lourde sur le site.

On a cherché à collecter des données sur la consommation d'énergie des participants, ainsi que de l'information sur leurs pratiques d'économie d'énergie.

On a posté le formulaire d'enquête aux cinq entreprises de construction routière participantes. L'Institut a préparé un résumé des données reçues et retourné un résumé des données individuelles, ainsi que l'ensemble des résultats, à chacune des entreprises participantes. Les participants ont ainsi été en mesure de comparer leurs données aux moyennes du groupe. Ce processus a facilité le repérage des données aberrantes et la correction des données erronées.

Un exemplaire de l'enquête figure à l'annexe B.

3

RÉSULTATS

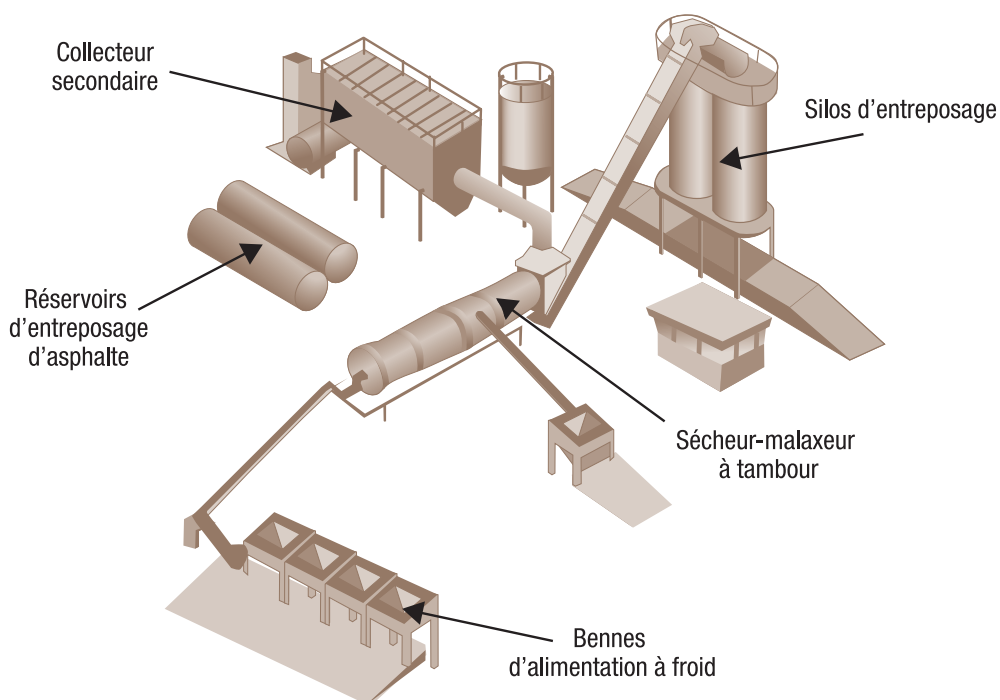


Cette section résume les résultats de l'enquête se rapportant à la consommation d'énergie dans la production et le transport des matériaux de construction routière et le transport du personnel d'entretien affecté aux routes de catégories 1 et 2. On y résume également les données sur la consommation d'énergie de la machinerie lourde utilisée sur le site pour broyer la surface existante, convoier et compacter les nouveaux matériaux. La production du béton d'asphalte chaud est considérée comme le principal facteur de consommation d'énergie du processus de réfection des routes.

3.1 INSTALLATIONS DE PRÉPARATION DE L'ASPHALTE CHAUD

Le béton d'asphalte chaud est un mélange d'agrégats (pierre concassée, gravier et sable) et de liant routier. Le pourcentage de liant routier du mélange peut varier, mais il se situe habituellement entre 4 et 6 p. 100 par charge (aux fins de l'étude, le pourcentage de liant a été estimé à 5 p. 100 compte tenu des quantités de matériaux utilisés). Les installations peuvent être mobiles ou permanentes et utiliser un mélangeur en discontinu ou à tambour. La figure 1 présente un schéma d'installation permanente type de malaxage d'asphalte.

FIGURE 1 DISPOSITION D'UNE INSTALLATION PERMANENTE TYPE DE MALAXAGE D'ASPHALTE CHAUD



Les cinq participants à l'enquête ont fourni des renseignements sur la consommation d'énergie pour un total de sept installations de préparation d'asphalte chaud (cinq installations mobiles et deux permanentes). Pour assurer la confidentialité, on a dû réunir les sept installations en un seul groupe, empêchant ainsi la production de rapports sur un type d'installation particulier.

La production des installations pouvait varier entre 12 000 et 250 000 tonnes par année. Le tableau 4 présente la consommation moyenne de carburant par tonne d'asphalte chaud ainsi que la consommation d'énergie selon le type de carburant. Le gaz naturel et l'huile usée sont les combustibles les plus utilisés dans la préparation de l'asphalte chaud et représentent presque 75 p. 100 de l'énergie totale consommée dans une installation. Il est à noter que malgré les frais peu élevés de consommation d'électricité déclarés, toutes les installations mobiles ayant participé à l'enquête utilisent des génératrices au diesel pour répondre à leurs besoins en électricité sur place. Une petite part de toute l'énergie consommée aux installations participantes était attribuable à l'équipement mobile utilisé sur place (les chargeuses, par exemple). Bien que la consommation d'énergie moyenne des sept installations ait été établie à 406 mégajoules (MJ) par tonne d'asphalte chaud, la plus faible consommation a été de 356 MJ par tonne et la plus élevée, de 443 MJ par tonne.

TABLEAU 4 CONSOMMATION MOYENNE D'ÉNERGIE PAR TONNE D'ASPHALTE CHAUD

	Unité de mesure	Quantité	Équivalent énergétique (MJ)
Gaz propane liquide	L	0,52	13,85
Mazout lourd	L	0,72	30,12
Diesel	L	1,24	48,07
Huile usée	L	2,95	123,43
Électricité	kWh	2,12	12,98
Gaz naturel	m ³	4,66	177,21
			Total 405,66

Nota : Pouvoir calorifique plus élevé pour le mazout et l'huile selon la conversion des quantités en MJ : gaz naturel (38,03 MJ/m³), diesel (38,77 MJ/L), mazout lourd et huile usée (41,84 MJ/L), gaz propane liquide (26,64 MJ/L) et énergie primaire de l'électricité (6,12 MJ/kWh).

On estime à un peu plus de 500 le nombre d'installations de préparation d'asphalte chaud au Canada, produisant de 30 à 31 millions de tonnes d'asphalte annuellement. L'Ontario possède la plus grande concentration d'installations (28 p. 100) et produit environ 40 p. 100 de tout le béton d'asphalte du pays. La majorité des installations de préparation d'asphalte du Canada ont plus de 30 ans et sont en général des installations à production discontinue, produisant entre 180 et 240 tonnes d'asphalte à l'heure (t/h). Les nouvelles centrales mobiles, qui produisent 400 t/h, consomment environ 7,4 L/tonne de combustible (environ 300 MJ/tonne) lorsqu'elles traitent des agrégats dont la teneur en humidité est de 5 p. 100⁴.

Selon les données sur les installations mobiles participantes, la consommation de combustible de ces dernières s'établit entre 7 L (280 MJ) et 11 L (440 MJ), pour une moyenne de 9,2 L (368 MJ). Les combustibles liquides utilisés comprennent le mazout lourd, le diesel et l'huile usée.

⁴ Multi-pollutant Emission Reduction Analysis Foundation (MERAF) for the Hot-Mix Asphalt Sector (rapport final) par Canadian ORTECH Environmental Inc. et John Emery Geotechnical Engineering Limited (JEGEL), mars 2000, p. 67.

3.2 TRANSPORT DES MATÉRIAUX ET DU PERSONNEL

Le tableau 5 illustre la quantité de carburant consommée pour transporter les matériaux et le personnel vers le site selon le type de route, en utilisant les mêmes quantités de matériaux que celles définies au tableau 2 et les mêmes distances que celles établies au tableau 3.

Les résultats de l'enquête pour la route de catégorie 1 (route rurale secondaire) indiquent qu'au total, 1 222 L de diesel et 156 L d'essence sont consommés pour transporter les matériaux et les travailleurs en direction et en provenance du site. Le transport de l'asphalte broyé provenant de la chaussée existante est l'activité qui consomme le plus d'énergie (38 p. 100), suivie de près par le transport du béton d'asphalte chaud vers le chantier (31 p. 100), puis par le transport des travailleurs (20 p. 100). Le transport du liant routier liquide vers l'installation de préparation d'asphalte représente la plus petite part (11 p. 100) de toute l'énergie consommée pour la réfection d'un kilomètre de voie d'une route de catégorie 1. La quantité d'énergie consommée pour le transport des agrégats est négligeable, puisque la pratique de l'industrie consiste à installer des centrales mobiles de préparation d'asphalte tout près de la source d'agrégats, minimisant ainsi le transport de ce matériau.

La dernière colonne du tableau 5 montre le rapport entre la valeur la plus élevée et la valeur la plus basse à l'égard de chaque activité de transport comprise dans la réfection d'un kilomètre de voie de la route de catégorie 1. Il est manifeste qu'un certain écart existe entre les différents niveaux de consommation d'énergie en ce qui concerne le transport. Cet écart peut être attribuable au petit nombre de participants à l'étude (cinq) et aux différences climatiques et géographiques, ainsi qu'à la capacité de roulage et à l'âge des véhicules utilisés.

TABEAU 5 CONSOMMATION D'ÉNERGIE ATTRIBUABLE AU TRANSPORT, SELON LE TYPE DE ROUTE (par kilomètre de voie)

Route de catégorie 1 (route rurale secondaire)	Unité de mesure	Type de carburant	Quantité moyenne	Écart		Rapport
				Plus basse	Plus élevée	
Transport de l'asphalte liquide	L	Diesel	149	83	225	2,7
Transport des agrégats	L	Diesel	0	0	0	–
Transport de l'asphalte chaud	L	Diesel	434	213	500	2,3
Asphalte broyé provenant du site	L	Diesel	519	323	870	2,7
Transport des travailleurs	L	Essence	156	90	270	3,0
Transport des travailleurs	L	Diesel	120	120	120	1,0
Total – diesel	L		1 222	837	1 370	1,6
Total – essence	L		156	90	270	3,0

Route de catégorie 2 (artère urbaine)	Unité de mesure	Type de carburant	Quantité moyenne	Écart		Rapport
				Plus basse	Plus élevée	
Transport de l'asphalte liquide	L	Diesel	72	41	116	2,8
Transport des agrégats	L	Diesel	884	729	1 140	1,6
Transport de l'asphalte chaud	L	Diesel	1 298	1 100	2 014	1,8
Asphalte broyé provenant du site	L	Diesel	1 214	713	2 496	3,5
Transport des travailleurs	L	Essence	72	46	110	2,4
Transport des travailleurs	L	Diesel	100	100	100	1,0
Total – diesel	L		3 568	2 751	4 655	1,7
Total – essence	L		72	46	110	2,4

Pour ce qui est de la route de catégorie 2 (artère urbaine), l'enquête a révélé qu'au total, 3 568 L de diesel et 72 L d'essence ont été consommés pour transporter les matériaux et les travailleurs en direction et en provenance du chantier routier. Le transport du béton d'asphalte chaud vers le chantier a été l'activité à l'origine de la plus grande consommation d'énergie (36 p. 100), suivie du transport de l'asphalte broyé provenant de la chaussée existante (33 p. 100). La troisième plus grande consommation d'énergie a été attribuée au transport des agrégats (24 p. 100), tandis que le transport des travailleurs est arrivé au quatrième rang avec seulement 5 p. 100 de la consommation d'énergie. Ici encore, c'est le transport de l'asphalte liquide vers l'installation de préparation d'asphalte qui a exigé la plus petite consommation (2 p. 100) de toute l'énergie consommée pour la réfection d'un kilomètre de voie d'une route de catégorie 2.

3.3 CONSOMMATION D'ÉNERGIE ATTRIBUABLE À L'UTILISATION DE LA MACHINERIE LOURDE SUR LE SITE

Le processus de réfection des routes comprend le broyage de toute la surface de la chaussée, l'application d'un enduit de liaison sur la surface broyée, la mise en place mécanique d'une nouvelle surface d'asphalte chaud et le compactage de l'asphalte chaud au moyen de rouleaux compresseurs à billes lisses en acier et à pneus. Dans le cadre de l'enquête, tous les participants ont été invités à consigner la consommation de carburant (diesel) à l'heure des différents types de machinerie lourde utilisés, en plus d'estimer le nombre d'heures-machine nécessaire pour accomplir chaque activité de réfection d'un kilomètre de voie de chaque type de route. La consommation d'énergie totale de la machinerie lourde sur le chantier a été estimée en multipliant la consommation de carburant à l'heure des machines par le temps requis pour chaque activité nécessitant leur utilisation. Le tableau 6 présente un sommaire de la consommation de carburant de la machinerie lourde selon le type de route.

TABEAU 6 ÉNERGIE CONSOMMÉE PAR LA MACHINERIE LOURDE SELON LE TYPE DE ROUTE (par kilomètre de voie)

	Unité de mesure	Quantité moyenne	Écart		Rapport
			Plus basse	Plus élevée	
Route de catégorie 1	L	484	326	601	1,8
Route de catégorie 2	L	819	622	1 293	2,1

Comme prévu, les routes de catégorie 2 ont nécessité une plus grande consommation d'énergie. Toutefois, cette consommation n'a pas été le double de celle qu'ont nécessité les routes de catégorie 1, malgré l'écart considérable entre les quantités de matériaux utilisées. Par conséquent, il semble que certaines économies peuvent être réalisées selon l'épaisseur de la couche de béton d'asphalte.

3.4 SOMMAIRE DE L'ENQUÊTE SUR LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE

Le tableau 7 présente un sommaire des résultats de l'enquête sur la consommation totale d'énergie par activité de réfection pour chaque type de routes. Il faut environ 247 gigajoules (GJ) et 538 GJ, respectivement, pour refaire un kilomètre de voie de route de catégorie 1 et de route de catégorie 2. Afin d'illustrer cette consommation d'énergie, la quantité d'énergie consommée pour la réfection d'une route de catégorie 1 ou 2 équivaut à la quantité d'énergie que consommerait en moyenne une voiture⁵ pour parcourir 80 620 km ou 175 280 km, respectivement. Si l'on suppose qu'une voiture parcourt en moyenne environ 20 000 km par année, on peut estimer que la réfection d'un kilomètre de voie de route de catégorie 1 ou 2 équivaut à quatre ou neuf années de conduite automobile, respectivement.

Pour les deux types de routes, la production du béton d'asphalte s'est avérée l'activité la plus énergivore du processus de réfection, représentant environ 70 p. 100 de la totalité de l'énergie consommée. Le transport a nécessité entre 20 et 25 p. 100 de la totalité de la consommation d'énergie, tandis que l'utilisation de la machinerie lourde a exigé moins de 10 p. 100 de l'énergie totale consommée. Les valeurs de consommation d'énergie pour ces deux activités ont été manifestement plus variables que celles relevées aux installations de préparation d'asphalte, ce qui pourrait indiquer que l'industrie est beaucoup plus sensible à l'importance de la consommation d'énergie aux installations de préparation d'asphalte et, par conséquent, porte une plus grande attention au contrôle de celle-ci. De plus, bien que la grande consommation d'énergie aux installations de préparation d'asphalte semble indiquer que les programmes d'économie d'énergie viseraient davantage ce type d'activité, les écarts plus prononcés entre les niveaux de consommation d'énergie qui ont été déclarés pour le transport et l'utilisation de la machinerie lourde portent à croire qu'il y aurait de plus grandes possibilités d'économie d'énergie dans ces domaines.

TABEAU 7 CONSOMMATION TOTALE D'ÉNERGIE SELON LE TYPE DE ROUTE (par kilomètre de voie)

Route de catégorie 1 (route rurale secondaire)	Unité de mesure	Quantité moyenne	(%)	Écart		Rapport
				Plus basse	Plus élevée	
Installation de préparation d'asphalte	MJ	180 728	73	161 637	194 744	1,2
Transport	MJ	48 031	19	26 443	66 166	2,5
Utilisation de la machinerie lourde sur le chantier	MJ	18 756	8	14 713	23 301	1,6
Total	MJ	247 516	100	239 178	252 792	1.1
Route de catégorie 2 (artère urbaine)	Unité de mesure	Quantité moyenne	(%)	Écart		Rapport
				Plus basse	Plus élevée	
Installation de préparation d'asphalte	MJ	369 620	69	323 275	389 488	1,2
Transport	MJ	136 735	25	104 867	213 094	2,0
Utilisation de la machinerie lourde sur le chantier	MJ	31 765	6	24 099	50 110	2,1
Total	MJ	538 120	100	520 243	586 479	1,1

⁵ Selon une consommation de 8,8 L d'essence par 100 km (8,8 L x 34,87 MJ/L d'essence = 307 MJ).

4

POSSIBILITÉS D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE



La présente section traite brièvement des différentes options en matière d'asphalte chaud et présente des recommandations en vue de réduire la consommation d'énergie pour les trois principaux processus de réfection routière : la préparation de l'asphalte chaud, le transport des matériaux et du personnel et l'utilisation de la machinerie lourde sur le chantier. Les recommandations ont été inspirées de l'enquête sur la consommation d'énergie, d'une étude publiée sur Internet et des suggestions formulées par les participants à l'enquête.

4.1 SOLUTIONS DE RECHANGE À L'ASPHALTE CHAUD

Comme on l'a vu dans la section précédente, les activités qui ont lieu dans les installations de préparation d'asphalte chaud exigent une plus grande consommation d'énergie que toute autre activité de l'industrie de la réfection routière. Avant d'aborder la question des pratiques et des techniques d'économie d'énergie pouvant être mises en application dans les installations de préparation d'asphalte chaud, il vaudrait la peine d'examiner quelles solutions de rechange au béton d'asphalte chaud pourraient permettre de réaliser des économies d'énergie plus considérables et dans l'immédiat.

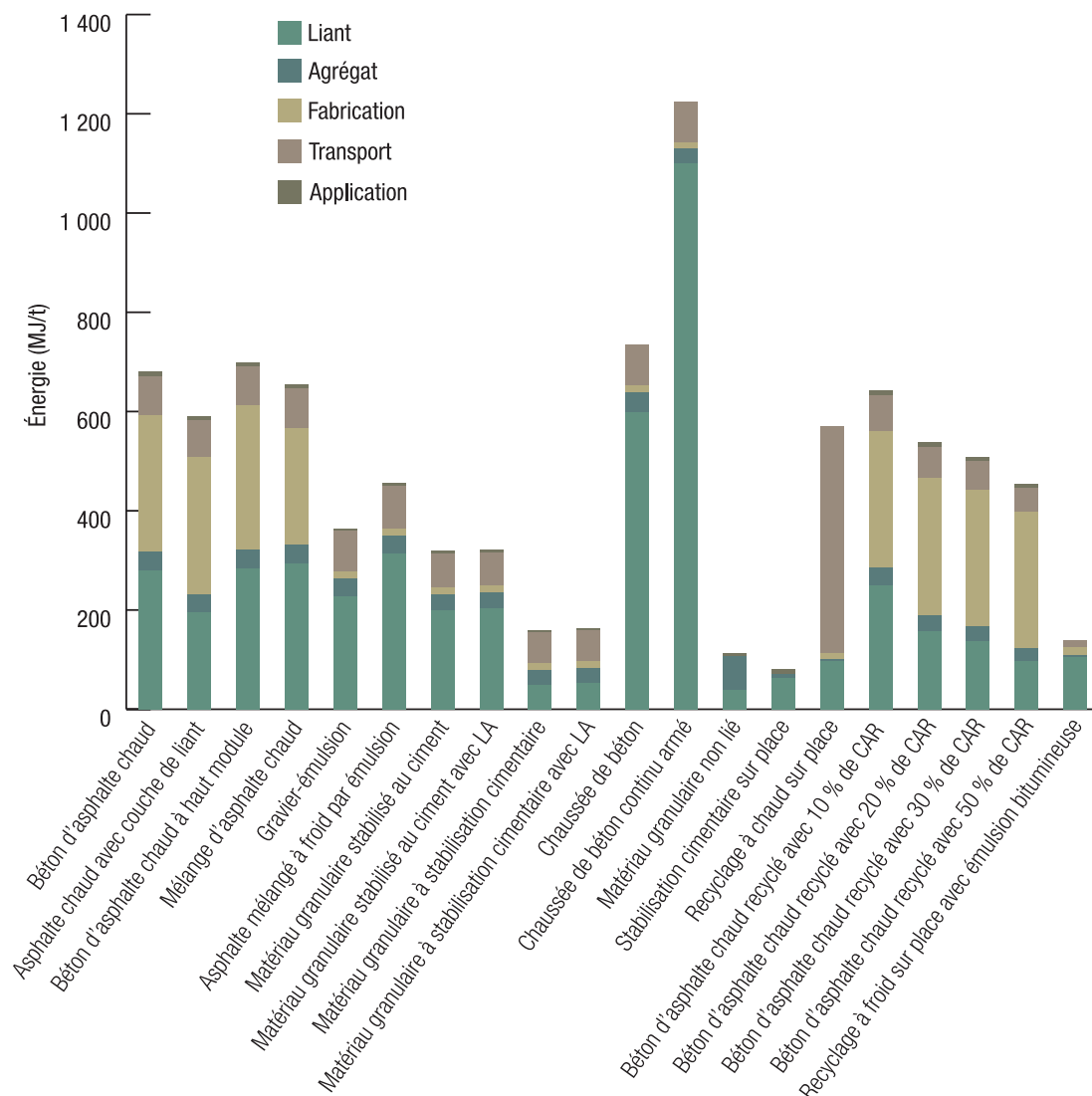
Pour ce faire, le Colas Group (septembre 2003) a analysé deux études sur l'évaluation du cycle de vie – l'une réalisée par le Swedish Environmental Research Institute et l'autre par l'Athena Sustainable Materials Institute –, y a apporté ses propres connaissances techniques et a produit un rapport intitulé *The Environmental Road of the Future*. La figure 2 (à la page 16 de ce guide) présente un sommaire de la consommation d'énergie par tonne de différents matériaux routiers en fonction d'un cycle de vie de 30 ans, allant du gravier naturel aux chaussées de béton. Dans cette figure, la consommation d'énergie est répartie selon l'activité, soit la fabrication du liant, la production des agrégats, la fabrication du matériau (mélange des agrégats et du liant), le transport du matériau vers le chantier et son application. Le tableau 8 (à la page 17 de ce guide) présente les données d'estimation ponctuelle sous-jacentes de la figure 2.

Il est à noter qu'un nombre considérable de données techniques ont été utilisées dans cette étude européenne axée sur le cycle de vie, de même que des valeurs calorifiques inférieures pour les combustibles, ce qui rend difficile les comparaisons avec les résultats de l'enquête. Néanmoins, elle a permis d'établir certaines différences techniques relatives entre divers types de matériaux.

La première barre de la figure 2 représente le béton d'asphalte chaud classique. La « méthode de mélange à froid », une toute nouvelle technique, est illustrée par la sixième barre du graphique. Cette méthode met pratiquement fin à l'utilisation d'installations traditionnelles de préparation d'asphalte et permet de réaliser une économie d'énergie de 30 p. 100 par rapport à l'emploi du béton d'asphalte chaud classique. Une autre technique de réfection qui gagne en popularité en Amérique du Nord consiste à recycler à chaud sur place l'asphalte de la surface existante (barre 15) au moyen d'une chaîne de production. Essentiellement, la chaussée existante est broyée jusqu'à une profondeur déterminée, le matériau est réchauffé, du liant et des agrégats y sont ajoutés, puis le matériau est remis en place. Cette méthode permet non seulement de réduire la consommation totale d'énergie de 15 p. 100 par tonne d'asphalte posée, mais aussi d'épargner une grande quantité de ressources. La combinaison des méthodes du recyclage sur place et du mélange à froid permettrait de réaliser des économies d'énergie pouvant atteindre 80 p. 100 par rapport à l'emploi traditionnel de l'asphalte chaud.

Ces nouvelles techniques ne sont que des exemples des possibilités qui s'offrent dans le domaine. Le ciment Portland ne constitue pas une bonne solution de rechange au béton d'asphalte. Il est plus susceptible d'être utilisé dans la construction des routes où ses avantages – utilisation réduite d'agrégats dans les couches de fondation et de fond et du niveau d'entretien – peuvent être mieux exploités. Bien que prometteuses, ces nouvelles méthodes de réfection routière exigent un certain investissement dans du nouvel équipement de même que des modifications aux pratiques. De plus, il se peut que ces méthodes ne satisfassent pas toujours aux normes de réfection routière pour tous les types de routes. Il faudrait procéder à un examen plus approfondi de ces nouvelles techniques dans le but d'en déterminer les éventuels avantages et de mieux comprendre comment elles s'appliqueraient aux différentes catégories de routes.

FIGURE 2 CONSOMMATION D'ÉNERGIE PAR TONNE DE MATÉRIAU



Nota : LA = Liant actif, CAR = Chaussée d'asphalte récupérée

Source : *The Environmental Road of the Future, Life Cycle Analysis* par M. Chappat et Julian Bilal. Colas Group, 2003, p. 34

TABEAU 8 CONSOMMATION D'ÉNERGIE SELON LE TYPE DE MATÉRIAU (MJ/tonne)

Produit	Liant	Agrégat	Fabrication	Transport	Application	Total
Béton d'asphalte chaud	279	38	275	79	9,0	680
Asphalte chaud avec couche de liant	196	36	275	75	9,0	591
Béton d'asphalte chaud à haut module	284	38	289	79	9,0	699
Mélange d'asphalte chaud	294	38	234	80	9,0	654
Gravier-émulsion	227	37	14	81	6,0	365
Asphalte mélangé à froid par émulsion	314	36	14	86	6,0	457
Matériau granulaire stabilisé au ciment	200	32	14	67	6,0	319
Matériau granulaire stabilisé au ciment avec LA	203	32	14	67	6,0	323
Matériau granulaire à stabilisation cimentaire	50	29	14	61	6,0	160
Matériau granulaire à stabilisation cimentaire avec LA	54	29	14	61	6,0	164
Chaussée de béton	598	40	14	84	2,2	738
Chaussée de béton continu armé	1 100	29	14	81	2,2	1 226
Matériau granulaire non lié	0	40	0	68	6,0	113
Stabilisation cimentaire sur place	63	0	0	7	12,0	81
Recyclage à chaud sur place	98	4	0	12	456,0	570
Béton d'asphalte chaud recyclé avec 10 % de CAR	250	35	275	73	9,0	642
Béton d'asphalte chaud recyclé avec 20 % de CAR	157	33	275	64	9,0	538
Béton d'asphalte chaud recyclé avec 30 % de CAR	137	30	275	58	9,0	510
Béton d'asphalte chaud recyclé avec 50 % de CAR	98	25	275	47	9,0	454
Recyclage à froid sur place avec émulsion bitumineuse	105	4	0	15	15,0	139

Nota : LA = Liant actif, CAR = Chaussée d'asphalte récupérée

Source : *The Environmental Road of the Future, Life Cycle Analysis* par M. Chappat et Julian Bilal. Colas Group, 2003, p. 34

4.2 POSSIBILITÉS D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE POUR LES INSTALLATIONS DE PRÉPARATION D'ASPHALTE

La consommation d'énergie dans les installations de préparation d'asphalte relève de plusieurs facteurs, de la température ambiante et la teneur en humidité des agrégats à l'efficacité du système de combustion lui-même. L'objectif est de contrôler tous ces facteurs le plus possible afin d'obtenir un rendement efficace des combustibles.

Dans un contexte d'économie d'énergie, il est de la plus haute importance de s'assurer que l'installation de préparation d'asphalte fonctionne efficacement. L'Ontario Hot Mix Producers Association et l'Association canadienne de la construction (ACC) ont publié des guides de pratiques écologiques exemplaires pour l'industrie de l'asphalte chaud⁶, de même que l'Asphalt Institute des États-Unis. L'attention portée au contrôle et à la réduction des émissions attribuables à la combustion tient au maintien ou à l'accroissement de l'efficacité énergétique de l'installation de préparation d'asphalte, en plus de l'utilisation de dispositifs de contrôle des émissions. Les mesures opérationnelles suivantes peuvent contribuer au maintien ou à l'amélioration de l'efficacité énergétique :

- Consigner la consommation de combustible : tenir un registre de la consommation d'énergie de l'installation de préparation d'asphalte, dont des notes sur les conditions météorologiques actuelles, ou se procurer un compteur de combustible. Une lecture de la consommation de combustible peut être comparée en tout temps à la quantité de combustible que le brûleur devrait brûler.
- Minimiser les fuites d'air dans l'ensemble du système (les fuites d'air plus éloignées de la chambre de combustion réduisent davantage l'efficacité énergétique que celles qui en sont plus près).
- Instaurer des procédures de détection et de colmatage des fuites.
- Isoler tous les conduits et les réservoirs dont la chaleur doit être maintenue. Cette méthode peu coûteuse et facile à réaliser permet une économie d'énergie (tous les matériaux isolants doivent être étanches).
- Nettoyer régulièrement les dispositifs de transfert de chaleur (bobines et ailettes).
- Calibrer chaque année les brûleurs des installations permanentes de préparation d'asphalte ainsi que ceux des installations mobiles (annuellement ou au moment de leur montage, selon la première éventualité).
- Faire en sorte que les ventilateurs et les régulateurs de tirage fonctionnent conjointement en vue d'assurer une admission adéquate d'air de combustion pour tous les taux de production et les températures d'air ambiant.
- S'assurer que la température de production soit conforme aux guides de températures de production d'asphalte.
- Stocker les agrégats sous couvert ou dans un silo afin de réduire la réhumidification et, si possible, favoriser le séchage à l'air des agrégats.
- S'assurer que le système de compression d'air fonctionne à la pression d'air pratique la plus basse.

⁶ (1) Le guide des pratiques écologiques pour l'industrie de la production d'asphalte publié par l'Association canadienne de la construction; (2) *Multi-pollutant Emission Reduction Analysis Foundation (MERAFA) for the Hot-Mix Asphalt Sector* préparé par ORTECH et JEGEL pour Environnement Canada et le Conseil canadien des ministres de l'environnement, 2002 et (3) *Environmental Practices Guide for Ontario Hot-Mix Asphalt Plants*, 2^e édition, 2002, publié par l'Ontario Hot Mix Producers Association représentent trois excellentes sources d'information sur la réduction de la consommation d'énergie dans une installation de préparation d'asphalte.

- Remplacer les appareils à feu direct par des brûleurs scellés à 100 p. 100, lesquels peuvent permettre des économies d'énergie de 10 à 20 p. 100 comparativement aux appareils à feu direct.
- Au moment de remplacer une installation ou certains de ses composants essentiels, s'assurer d'utiliser des composants dont les dimensions sont appropriées. Si une installation a été conçue en vue de permettre une production accrue à une date ultérieure, celle-ci peut, entre-temps, être quand même exploitée à une charge partielle; dans ces circonstances, l'installation est souvent moins efficace que lorsqu'elle fonctionne à plein régime.

4.3 POSSIBILITÉS D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE POUR LE TRANSPORT ET LA MACHINERIE LOURDE

Le transport est l'activité qui arrive au second rang quant à la quantité d'énergie consommée dans le domaine de la réfection routière, suivie par l'utilisation de la machinerie lourde. Nous avons combiné ces deux composantes de machinerie mobile parce qu'elles comptent beaucoup de points en commun lorsqu'il s'agit de mettre en œuvre des stratégies et des pratiques d'économie d'énergie. La liste des mesures d'efficacité énergétique a été tirée d'un bon nombre de sources différentes, y compris du site Écoflotte de Ressources naturelles Canada et de différents sites Web de fabricants de machinerie lourde. Pour tirer le meilleur parti des composantes de transport et d'exploitation de la machinerie lourde, il est essentiel d'établir et de mettre au point de façon continue des programmes d'entretien, des pratiques opérationnelles et des programmes de remplacement de véhicule et d'équipement adéquats. Voici une liste de lignes directrices possibles en matière d'économie d'énergie que l'industrie devrait envisager :

- Élaborer et mettre en œuvre un programme d'entretien préventif pour les véhicules et la machinerie.
- Opter pour des lubrifiants synthétiques qui peuvent améliorer l'efficacité énergétique en réduisant la friction et en prolongeant le cycle de vie des véhicules et de la machinerie.
- Instaurer un nouveau programme de formation pour les conducteurs et les opérateurs dans le but de renforcer leurs compétences et pour les aider à mieux comprendre les conséquences de leurs habitudes de conduite et d'opération sur la consommation de carburant (voir les mesures de marche au ralenti prolongée et de limite de vitesse ci-dessous).
- Consigner les données sur la consommation de carburant des véhicules et de la machinerie lourde afin de repérer plus facilement les fuites de carburant et les mauvais rendements des véhicules d'une flotte.
- Si possible, augmenter le cycle d'utilisation des véhicules et des machines lourdes les plus efficaces et réduire celui des véhicules et des machines lourdes les moins efficaces.
- Si possible, combiner les charges des plus petits véhicules en une charge pour un plus gros véhicule (évaluer les niveaux d'utilisation et de chargement sur une période prolongée afin de sélectionner la machine ou le véhicule approprié lorsque viendra le temps de remplacer l'équipement existant).
- Éviter la marche au ralenti prolongée : établir une politique d'entreprise concernant le temps de marche au ralenti et en assurer le suivi. Un véhicule routier typique peut consommer entre 2 et 2,5 L de carburant par heure de marche au ralenti. Des études ont démontré qu'il pouvait être plus rentable de couper le moteur d'un véhicule et de le redémarrer dans les trois minutes qui suivent que de le laisser tourner.

- Imposer des limites de vitesse pour les véhicules afin qu'ils fonctionnent dans les limites de leur efficacité énergétique, et envisager de changer le réglage du contrôleur d'accélération (peut être effectué sur la machinerie lourde, lorsque cela est permis).
- Remplir les réservoirs de carburant à 95 p. 100 de leur capacité pour permettre l'expansion et éviter les déversements.
- Au moment d'acheter du nouvel équipement, opter pour un moteur qui présente le meilleur rendement énergétique et choisir de l'équipement dont les dimensions permettront d'assurer les charges et les capacités de fonctionnement les plus efficaces.

4.4 RESSOURCES INTERNET

Voici un tableau énumérant les ressources Internet utiles ayant servi à compléter la présente section.

Organisation	Site Web
Asphalt Contractor	www.asphalt.com
Asphalt Institute	www.asphaltinstitute.org
Asphalt Pavement Alliance	www.asphaltpavement.com
Association canadienne de la construction	www.cca-acc.com
Association technique canadienne du bitume	www.ctaa.ca
Colas	www.colas.fr
National Asphalt Pavement Association	www.hotmix.org
Ressources naturelles Canada, Office de l'efficacité énergétique, Écoflotte	oee.rncan.gc.ca/ecoflotte
Ontario Hot Mix Producers Association	www.ohmpa.org

ANNEXE A – PARTICIPANTS

Wayne Morsky

Morsky Earthmoving Ltd.
299, rue Sherwood
B.P. 4586
Regina (Saskatchewan)
S4P 3Y3
(306) 949-3099 (téléphone)
(306) 543-8077 (télécopieur)
wayne@morsky.ca

Allan Barilla

(306) 536-3103 (téléphone)
allan@morsky.ca

Tom Brown, vice-président principal

Ledcor Alberta Limited
Edmonton (Alberta)
(780) 462-4211 (téléphone)
(780) 437-7140 (télécopieur)
tom.brown@ledcor.com

Allan Mills

allan.mills@ledcor.com

Barry Brown, président

Maple Leaf Construction Ltd.
Winnipeg (Manitoba)
(204) 783-7091 (téléphone)
(204) 786-3106 (télécopieur)
barry@mapleleafconstruction.mb.ca

Jean-Martin Croteau, directeur technique

Miller Paving Ltd.
Markham (Ontario)
(905) 475-6660 (téléphone)
(416) 505-7916 (cellulaire)
(905) 475-7160 (télécopieur)
jmcroteau@millergroup.ca

Fred J. Penney, vice-président

Penney Paving Ltd.
B.P. 806
Grand Falls-Windsor (Terre-Neuve-et-Labrador)
A2A 2M4
(709) 489-3072
fjpenney@nf.sympatico.ca

ANNEXE B – FORMULAIRE D'ENQUÊTE

RENSEIGNEMENTS GÉNÉRAUX – PAGE 1 DE 4

FORMULAIRE D'ENQUÊTE SUR LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DES CONSTRUCTEURS ROUTIERS CANADIENS

Nom de l'entreprise	
Personne-ressource	
Coordonnées	Téléphone
	Télécopieur
	Courriel

Cette enquête vise à recueillir des renseignements sur la consommation d'énergie relative aux trois processus de construction utilisés dans la réfection de deux types de routes. Les trois processus sont le mélange d'asphalte chaud (dans des installations permanentes ou mobiles), les activités de transport des matériaux et l'utilisation de machineries lourdes. Les deux types de routes sont :

1. Les routes rurales secondaires de catégorie 1
2. Les artères urbaines de catégorie 2

La mesure de base pour chaque type de route est un kilomètre de voie d'une largeur de 3,75 m. Le scénario de réfection se limite au resurfaçage des deux types de routes.

Ce cahier d'enquête est composé de quatre feuilles de travail – une feuille par processus et la présente feuille de renseignements généraux. Les questions sur la feuille se rapportant aux installations de préparation d'asphalte ont été formulées sans égard à la catégorie de route, puisque cette page ne sert qu'au calcul de la consommation moyenne de combustible nécessaire à la production d'une tonne d'asphalte à chaud. Les deux autres feuilles doivent être remplies en tenant compte des différentes quantités de matériaux nécessaires à la réfection de chacune des deux catégories de route.

Veuillez remplir tous les champs en jaune et indiquer directement sur la feuille toute information qui s'écarterait des renseignements demandés.

Pour toute question concernant le formulaire d'enquête, veuillez communiquer avec Jamie Meil, au (613) 523-1020 (tél.), ou par courriel, à l'adresse jkmeil@sympatico.ca.

CONSOMMATION D'ÉNERGIE ATTRIBUABLE AUX INSTALLATIONS DE PRÉPARATION D'ASPHALTE – PAGE 2 DE 4

Cette feuille sert à calculer la consommation de combustible par tonne de mélange d'asphalte produite

Type d'installation	Permanente	Mobile
(Marquer la case appropriée d'un X)		

Production d'asphalte		
Annuelle (permanente)	(tonnes/année)	
Toute quantité propre à une activité (mobile)*		(tonnes/activité)

* peut être pour une activité réalisée antérieurement, de 5 000 tonnes ou plus

Consommation d'énergie			
	Permanent Annuelle	Mobile Quantité particulière(**)	Unités
Quantité annuelle précise			
Achat d'électricité			kWh
Gaz naturel			pi ³ ou m ³
Mazout lourd			gal. ou litres
Mazout moyen			gal. ou litres
Diesel			gal. ou litres
Autre (précisez)			

(**) selon la quantité indiquée dans la cellule C9

Technique de réduction des émissions atmosphériques	Précisez (p. ex., chambre de filtres à sac, dépoussiéreur)

REMARQUES Commentaires

ÉNERGIE CONSACRÉE AU TRANSPORT – PAGE 3 DE 4

	Unités	Route de cat. 1	Route de cat. 2	
Distance type de transport				
Asphalte liquide vers centrale mobile	km – aller	200		Compte tenu des distances de transport, aller seulement...
Asphalte liquide vers installation perm.	km – aller		80	
Agrégats vers centrale mobile	km – aller	0		
Agrégats vers installation perm.	km – aller		60	
Asphalte chaud vers site des travaux	km – aller	30	45	
Asphalte broyé de la route existante	km – aller	60	70	
Quantités de matériaux				
Asphalte liquide vers centrale mobile	tonnes	23		et quantités de matériau selon le type de route...
Asphalte liquide vers installation perm.	tonnes		45	
Agrégats vers centrale mobile	tonnes	431		
Agrégats vers installation perm.	tonnes		863	
Asphalte chaud vers site des travaux	tonnes	454	908	
Asphalte broyé de la route existante	tonnes	363	726	
Consommation de diesel				
Véhic. de transp. asph. liquide	litres			Estimer la consommation de carburant selon l'activité, y compris le retour à charge vide et la marche au ralenti
Véhicule de transp. agrégats	litres			
Véhicule de transp. asph. chaud	litres			
Asphalte broyé de la route existante	litres			
Transport du personnel				
En direction et en provenance du site :				
Diesel	litres			
Essence	litres			

Nota : Pour estimer la consommation de carburant attribuable au transport des travailleurs et des chefs d'équipe, déterminer la consommation moyenne quotidienne de carburant des véhicules utilisés et estimer le nombre de jours qu'il faudrait pour terminer chaque kilomètre de voie de route.

Le nombre de travailleurs du site comprend le personnel affecté aux installations mobiles de préparation d'asphalte.

CONSUMMATION D'ÉNERGIE ATTRIBUABLE À L'UTILISATION DE LA MACHINERIE LOURDE – PAGE 4 DE 4

Utilisation de la machinerie lourde	Unités	Route de catégorie 1 Route secondaire	Route de catégorie 2 Artère urbaine	Route de cat. 1	Route de cat. 2
		Exigences par kilomètre de voie		par km de voie	
Scarificateur-broyeur	heures	pour extraire 363 t	pour extraire 726 t		
Camion de pulv. d'enduit liant	heures	un km de voie	deux km de voie		
Machine de ramassage mobile	heures	ramasser et transf. 454 t	ramasser et transf. 908 t		
Véhicule de transfert des matériaux	heures	transférer 454 t	transférer 908 t		
Asphalteuse	heures	appliquer 454 t	appliquer 908 t		
Rouleau d'acier	heures	roul. 50 mm sur 1 km de voie	roul. 2 x 50 mm (km de voie)		
Rouleau à pneumatique	heures	roul. 50 mm sur 1 km de voie	roul. 50 mm sur 1 km de voie		
Camions de flotte	heures	temps de transport (h)	temps de transport (h)		
Autre (préciser)	heures				

Nota : Dans le tableau ci-dessus, on vous demande d'estimer le nombre d'heures requis par la machine de scarification et de broyage pour extraire 363 tonnes d'asphalte de la route de catégorie 1 (ou 726 tonnes de la route de catégorie 2) et d'indiquer votre estimation dans la colonne en jaune pour chaque type de route.

Consommation de carburant

Scarificateur-broyeur	L/h
Camion de pulv. d'enduit liant	L/h
Machine de ramassage mobile	L/h
Véhicule de transf. des matériaux	L/h
Asphalteuse	L/h
Rouleau d'acier	L/h
Rouleau à pneumatique	L/h
Camions de flotte	L/h
Autre (préciser)	L/h

NOTES Veuillez inscrire des commentaires si votre pratique diffère des processus décrits ci-dessus.