

DIRECTION ENVIRONNEMENT

ÉTUDE DE FAISABILITÉ SUR LA RÉCUPÉRATION ET LE RECYCLAGE DES BARDEAUX D'ASPHALTE

Dossier CRIQ 640-PE25300(R1)

Rapport final

Monsieur Benoît Germain
RECYC-QUÉBEC
7171, rue Jean-Talon Est, bureau 500
Ville d'Anjou (Québec) H1M 3N2

MONIQUE CHARLAND
CONSEILLÈRE EN DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE

OLGA SOLOMATNIKOVA, PÉTROCHIMISTE, M.SC.
RESPONSABLE DE PROJET
DIRECTION ENVIRONNEMENT

LAURENT CÔTÉ, ING. ET AGR.
CHEF DE GROUPE
DIRECTION ENVIRONNEMENT

MARIE-ANDRÉE ST-PIERRE, MICROBIOLOGISTE, M.SC.
COLLABORATRICE
DIRECTION ENVIRONNEMENT

N:\MARCHÉ\BENOIT\R&D\CONNAISSANCE\R08-CRIQ BARDEAUX ASPHALTE\RAPPORT FINAL 24NOV00.DOC

SAINTE-FOY, LE 24 NOVEMBRE 2000

CRIQ

CENTRE DE RECHERCHE
INDUSTRIELLE DU QUÉBEC

TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
RÉSUMÉ.....	v
<u>1. INTRODUCTION</u>	1
<u>2. MÉTHODOLOGIE</u>	2
<u>3. RÉSULTATS</u>	3
3.1 VOLET I – ÉTAT DE LA SITUATION AU QUÉBEC, AU CANADA, AUX ÉTATS-UNIS ET EN EUROPE.....	3
3.1.1 Quantité de bardeaux d’asphalte usés générés annuellement au Québec	4
3.1.2 Quantité de rebuts manufacturiers générés annuellement au Québec	5
3.1.3 Mode de gestion actuel des bardeaux d’asphalte au Québec.....	5
3.1.4 Expérience québécoise de récupération et de recyclage des bardeaux d’asphalte	6
3.1.4.1 Recyclage Enviro-Beauce inc.	6
3.1.4.2 C S Gestion des déchets et de matières recyclables inc.	7
3.1.4.3 Sintra inc.....	8
3.1.4.4 Entreprise A	9
<u>3.1.4.5 Les produits chimiques Rustrol inc. et les laboratoires d’Ingénierie de séparateurs ltée</u>	9
<u>3.1.5 Expérience canadienne, américaine et européenne de récupération et de recyclage des bardeaux d’asphalte</u>	12
3.1.5.1 Asphalt Roof Recycling Center	14
3.1.5.2 Gardner Asphalt Corp.....	15
3.1.5.3 Warren Bitulithyc Ltd.....	15
<u>3.1.5.4 Western Recovery</u>	15

TABLE DES MATIÈRES (suite)

	PAGE
3.2 VOLET II – TECHNOLOGIES DE RÉCUPÉRATION ET DE RECYCLAGE	16
3.2.1 Mise en situation	16
3.2.2 Utilisation des bardeaux d’asphalte dans le pavage des routes.....	18
3.2.2.1 Utilisation des bardeaux dans des asphaltes mélangés à chaud (AMC)	19
3.2.2.2 Rapiéçage à froid (Cold Patch).....	23
4. <u>CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS</u>	26
5. <u>BIBLIOGRAPHIE</u>	30

ANNEXE A	GUIDES D’ENTREVUE
ANNEXE B	EXIGENCES DU MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC SUR L’ENROBÉ POUR RÉPARATION À FROID
ANNEXE C	PACKER INDUSTRIES INC.
ANNEXE D	ÉQUIPEMENTS
ANNEXE E	CYCLE DE VIE DES BARDEAUX D’ASPHALTE

TABLE DES MATIÈRES (suite)

PAGE

LISTE DES TABLEAUX

<u>TABLEAU I</u>	<u>ENTREPRISES QUÉBÉCOISES CONTACTÉES INTERVENANT DANS LA GESTION DES BARDEAUX D'ASPHALTE</u>	3
<u>TABLEAU II</u>	<u>COMPARAISON DES STRATÉGIES PRÉCONISÉES AFIN DE DÉTERMINER LA QUANTITÉ DE BARDEAUX D'ASPHALTE USÉS GÉNÉRÉS ANNUELLEMENT AU QUÉBEC</u>	5
<u>TABLEAU III</u>	<u>EXPÉRIENCES D'ENTREPRISES QUÉBÉCOISES POUR LE RECYCLAGE DE BARDEAUX D'ASPHALTE</u>	11
<u>TABLEAU IV</u>	<u>ENTREPRISES OU ASSOCIATIONS CANADIENNES, AMÉRICAINES ET EUROPÉENNES CONTACTÉES</u>	13
<u>TABLEAU V</u>	<u>COMMENTAIRES DES AGENCES SUR LES PERFORMANCES DE REPAVE</u>	25

RÉSUMÉ

Dans le cadre de son Programme de soutien à la recherche et au développement, Recyc-Québec a confié au Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) la réalisation d'une étude de faisabilité sur la récupération et le recyclage des bardeaux d'asphalte. Le but de cette étude consistait à établir le portrait actuel de la gestion des bardeaux d'asphalte au Québec, analyser les technologies présentement disponibles à travers le monde pour récupérer et recycler les bardeaux d'asphalte et enfin identifier la technologie la mieux adaptée au contexte québécois.

Concernant la gestion des bardeaux d'asphalte au Québec, des informations pertinentes ont été recueillies auprès de trois groupes d'intervenants. Il s'agit des producteurs de bardeaux d'asphalte, des entrepreneurs en construction et rénovation ainsi que les recycleurs de ces matériaux. D'après les informations reçus, une quantité de 170 000 à 203 000 tonnes de bardeaux d'asphalte usés (post-consommation) sont générés annuellement par les travaux de rénovation de toitures des maisons au Québec. Pour ce qui est des rebuts de production de bardeaux d'asphalte (post-industriels), l'entreprise Emco ltée de ville Lasalle génère annuellement 24 000 tonnes, soit 7 % de la production totale.

Présentement au Québec, les bardeaux d'asphalte post-consommation et post-industriels sont envoyés vers des sites de matériaux secs où ils sont disposés au prix de 6 à 16 \$ CA/tonne. Il est important de noter qu'une très faible quantité de bardeaux d'asphalte post-industriels est recyclée dans le pavage des routes à l'aide d'une technologie développée par la compagnie québécoise Sintra inc. que nous allons décrire plus tard.

Au fait, six entreprises québécoises ont été identifiées comme ayant une expérience dans la récupération et le recyclage des bardeaux d'asphalte : Recyclage Enviro-Beauce inc., C S Gestion des déchets et de matières recyclables inc., Sintra inc., Entreprise A, Les produits chimiques Rustol inc. et les laboratoires d'Ingénierie de séparateurs ltée.

Les deux premières compagnies Recyclage Enviro-Beauce inc. et C S Gestion des déchets et des matières recyclables inc. ont prévu utiliser les bardeaux d'asphalte de post-consommation pour la construction de chemins de parc de loisirs et pour la réparation des routes, respectivement. Les bardeaux d'asphalte sont finement broyés avant d'être mélangés avec des granulats pour la construction des chemins de parcs et avec des granulats plus une émulsion de bitume pour la réparation des routes. Les coûts opératoires ont été estimés à 30-35\$ CA/tonne pour la récupération et 12-15 \$ CA/tonne pour le recyclage (Recyclage Enviro-Beauce inc.) et 32 \$ US/tonne + 15 \$ CA/tonne pour le broyage (C S Gestion des déchets et des matières recyclables inc.). Selon nos informations, la compagnie Recyclage Enviro-Beauce inc. n'a pas pu mener à terme le développement de sa technologie par manque de ressources financières. C'est la compagnie C S Gestion des déchets et des matières recyclables inc. qui a pris la relève.

L'entreprise A a tenté d'incorporer les fines particules de bardeaux d'asphalte post-industriels dans l'asphalte à chaud. Cependant, de sérieux problèmes rencontrés dans l'approvisionnement et dans la technique de broyage l'ont contrainte à abandonner le projet.

Les laboratoires d'Ingénierie de séparateurs Itée et la compagnie Les produits chimiques Rustol inc. ont testé les procédés de séparation des composantes des bardeaux d'asphalte post-consommation par vibration et flottation. Le coût d'opération de 60 \$ CA/tonne qui est nettement supérieur au coût d'enfouissement de 6 à 16 \$ CA/tonne a empêché cette technologie de voir le jour.

La compagnie Sintra inc. a procédé aux essais de broyage des bardeaux d'asphalte post-industriels pour ensuite les incorporer dans l'enrobé qui est utilisé dans différentes couches de revêtement routier à une concentration de 3 à 5 % en masse. Du point de vue technique, les résultats sont prometteurs, cependant les coûts des opérations (collecte, broyage et mélange) n'ont pas été révélés. Pour ce qui est des bardeaux d'asphalte post-consommation, Sintra inc. propose de les décontaminer, c'est-à-dire enlever les clous, les plastiques, les cartons d'emballage et les morceaux de bois avant de les broyer pour par la suite les incorporer dans la couche de base du revêtement routier.

Pour ce qui est de la gestion des bardeaux d'asphalte dans le monde, il a été rapporté dans la littérature que 90% en masse des bardeaux d'asphalte post-consommation générés aux États-Unis sont actuellement envoyés vers les sites d'enfouissement. Ceci est dû, d'une part au coût élevé du processus de collecte et de tri des bardeaux et d'autre part au coût très bas de l'enfouissement. Il faut souligner que dans les États, où le coût d'enfouissement est élevé, les technologies de recyclage des bardeaux d'asphalte arrivent à s'imposer. Il est rapporté aussi que 90 % des bardeaux post-industriels sont, soit recyclés dans le pavage et réparation des routes (60 %), soit réutilisés pour la fabrication de bardeaux (40 %).

Deux principales compagnies françaises qui fabriquent des bardeaux d'asphalte (Onduline et Siplast) ont été contactées. La première compagnie envoie tous ses rebuts vers les sites d'enfouissement, tandis que la seconde les broie sur place puis les vend aux constructeurs de routes. Aucun recycleur de bardeaux d'asphalte post-consommation n'a pu être identifié.

En Allemagne, la société Vedag réinjecte les rebuts dans la chaîne de fabrication de produits connexes. Le gouvernement encourage le recyclage des bardeaux en permettant de bénéficier des exemptions de taxes sur les produits recyclés.

Toutes les technologies investiguées et/ou développées dans le recyclage de bardeaux d'asphalte post-industriels et quelquefois post-consommation se rejoignent sur l'idée d'utiliser les produits de recyclage dans la construction et la réparation des routes. Par ailleurs, les bardeaux d'asphalte post-consommation nécessitent des traitements supplémentaires tels que le tri à la main et la séparation magnétique des clous afin d'assurer une uniformité dans la composition des bardeaux d'asphalte et de garantir une stabilité dans la qualité des produits de recyclage. Ces traitements, qui occasionnent des coûts additionnels, rendent problématique le recyclage de ce type de matériaux.

Après avoir analysé la situation actuelle de gestion des bardeaux d'asphalte au Québec et dans le monde et les techniques de valorisation de ces déchets, nous avons retenu quelques applications qui, à notre avis, pourraient être intéressantes pour le Québec (par exemple : Selon Sintra inc., l'application des bardeaux d'asphalte post-industriels dans la construction des routes pourrait économiser 60 000 barils de pétrole brut par an en produisant 350 000 tonnes d'enrobés à base de bardeaux finement broyés à une concentration de 5% en masse).

Les bardeaux d'asphalte post-consommation, qui représentent la majorité des bardeaux accumulés sur les sites des matériaux secs, ne suscitent pas beaucoup d'intérêt chez les entrepreneurs chargés du recyclage. Pourtant, une recherche bibliographique effectuée sur ces bardeaux a abouti à quatre (4) alternatives potentielles de valorisation :

- renforcement de la couche de base des chaussées
- utilisation comme source d'énergie
- revêtement des routes en gravier (chemins de parcs)
- réparation à froid des routes (cold patch)

Pour que toutes ces applications soient considérées, il faut inciter les entrepreneurs en construction et réparation de routes et les grands consommateurs d'énergie à acheter les produits de recyclage de bardeaux d'asphalte. Une sensibilisation des fabricants et des utilisateurs de bardeaux d'asphalte sur le recyclage et sur les faits bénéfiques que peut engendrer cette opération est nécessaire. Il faut que les gouvernements soient conscients des problèmes environnementaux que pourraient causer ces déchets. Augmenter les frais d'enfouissement des bardeaux usés, trier les bardeaux à la source, et exempter de taxe les produits de recyclage tels sont des éléments qui pourraient motiver le développement de technologies propres pour le recyclage des bardeaux d'asphalte.

1. INTRODUCTION

Historiquement au Québec, les résidus de construction et de démolition sont acheminés vers les sites d'enfouissement. Actuellement, les deux tiers de ces résidus sont enfouis dans des dépôts de matériaux secs ou dans des lieux d'enfouissement sanitaires. Le potentiel de recyclage et de mise en valeur de ces résidus est toutefois important. En 1998, le gouvernement du Québec a rendu public le Plan d'action québécois sur la gestion des matières résiduelles. La problématique de l'enfouissement des résidus de construction et de démolition est un des sujets d'intérêt abordé dans ce plan d'action. En effet, le Plan d'action québécois sur la gestion des matières résiduelles vise à récupérer et à mettre en valeur au moins 60 % des débris de construction et de démolition d'ici l'an 2008.

Ayant longtemps été considérés comme peu polluants, les modes de recyclage et de récupération des débris de construction et de démolition tardent à être développés. Le marché québécois pour les résidus métalliques est à présent bien établi, celui des agrégats et du bois est en expansion alors que celui de certains matériaux tels que les bardeaux d'asphalte reste à être développé.

Dans le cadre de son Programme de soutien à la recherche et au développement, **Recyc-Québec** a confié au Centre de recherche industrielle du Québec (CRIQ) la réalisation d'une étude de faisabilité sur la récupération et le recyclage des bardeaux d'asphalte. Cette étude vise, entre autres, à établir le portrait actuel de la gestion des bardeaux d'asphalte au Québec, à analyser les technologies présentement disponibles à travers le monde pour récupérer et recycler les bardeaux d'asphalte et à identifier la ou les technologies la (les) mieux adaptée(s) au contexte québécois. L'étude vise également à faire le suivi du rapport technique sur le recyclage des bardeaux d'asphalte, réalisé en 1993 et financé par le ministère de l'Environnement.

Les sections suivantes du rapport présentent la méthodologie utilisée, l'état de la situation au Québec, aux États-Unis et en Europe, les technologies de recyclage de bardeaux d'asphalte actuellement disponibles ainsi que quelques recommandations.

2. MÉTHODOLOGIE

La présente étude comportait deux (2) volets. Le premier volet visait à cerner et à comprendre la problématique québécoise de gestion des bardeaux d'asphalte usés et des résidus issus de la fabrication. Il visait à quantifier et à qualifier les bardeaux d'asphalte générés au Québec et à en déterminer le mode de gestion actuel. Le second volet de l'étude consistait à répertorier et à analyser les données disponibles dans la littérature sur les techniques existantes et fonctionnelles de recyclage de bardeaux d'asphalte en Amérique du Nord et ailleurs, afin de trouver une éventuelle solution qui pourrait être intéressante pour le Québec.

Afin de réaliser ces deux (2) volets, un grand nombre d'articles scientifiques, de revues spécialisées et de sites Internet portant sur la gestion des bardeaux d'asphalte, sur les techniques de recyclage, leurs avantages et leurs inconvénients, sur la commercialisation des produits obtenus etc. ont été consultés. Au total, un survol de 285 banques de données a permis de sélectionner près de trente (30) banques qui présentaient des résultats pertinents pour notre recherche. Plus de 300 sites Internet ont également été visités.

De plus, afin de bien cerner les différents modes de gestion actuels des bardeaux d'asphalte au Québec, au Canada, aux États-Unis et en Europe, l'entrevue téléphonique auprès des différents intervenants québécois, canadiens, européens et américains a été le moyen privilégié.

Trois (3) groupes d'intervenants ont été visés par la présente étude : les producteurs de bardeaux d'asphalte, les entrepreneurs en rénovation de toitures ainsi que les récupérateurs et recycleurs de bardeaux d'asphalte. Les récupérateurs et les recycleurs québécois de bardeaux d'asphalte ont été identifiés dans le Répertoire québécois des récupérateurs et des recycleurs (Recyc-Québec, 1999).

Des guides d'entrevues spécifiques ont été préparés pour chacun des groupes d'intervenants. Un exemplaire des guides d'entrevue est présenté à l'annexe A. La méthodologie consistait à contacter par téléphone les intervenants, préalablement identifiés, à échanger avec eux sur les questions du guide d'entrevue et à noter tout commentaire ou toute suggestion qu'ils avaient à formuler en rapport avec les objectifs de l'étude.

3. RÉSULTATS

3.1 VOLET I – ÉTAT DE LA SITUATION AU QUÉBEC, AU CANADA, AUX ÉTATS-UNIS ET EN EUROPE

Afin de bien cerner le mode de gestion actuel des bardeaux d'asphalte au Québec, plusieurs intervenants ont été contactés. Le tableau I présente les différents intervenants québécois contactés.

Pour des raisons de confidentialité et de compétition, une entreprise a demandé de garder l'anonymat (entreprise A).

TABLEAU I ENTREPRISES QUÉBÉCOISES CONTACTÉES INTERVENANT DANS LA GESTION DES BARDEAUX D'ASPHALTE

GROUPES D'INTERVENTION	ENTREPRISES	VILLES	PERSONNES CONTACTÉES
Producteur	⇒ Emco ltée	Lasalle	M. Luc Burelle
Entrepreneurs	⇒ Artoit inc.	L'Ange-Gardien	n. d.
	⇒ Pro-Tec-Toit (Les Constructions) inc.	Lac Beauport	n. d.
	⇒ Toitures Pro-Toit	Québec	n. d.
	⇒ Toitures Idéales inc.	Sainte-Foy	n. d.
Récupérateurs et recycleurs	⇒ Centre de tri RMSO	Aylmer	M ^{me} Jasmine Ouellet
	⇒ C S Gestion des déchets et de matières recyclables inc.	Charlesbourg	M. Michel Tremblay
	⇒ Enfouissement J.M. Langlois	La Prairie	M. Jean Boisvert
	⇒ Sintra inc.	Montréal	M. Pierre Dorchies
	⇒ Entreprise A	Confidentiel	Confidentiel
	⇒ Groupe Sani-Gestion inc.	Sainte-Foy	M. Gaétan Blouin
	⇒ Ingénierie de séparateurs ltée	Pointe-Claire	M. Frederich Klein
	⇒ Les produits chimiques Rustol inc.	Montréal	M. Domenico Chiovitti
	⇒ Recyclage Enviro-Beauce inc.	St-Georges Est	M. Éric Morin
	⇒ Régie intermunicipale de gestion des déchets de la Rive-Sud de Québec	Lévis	M. Alexandre Faber

3.1.1 Quantité de bardeaux d'asphalte usés générés annuellement au Québec

Afin de déterminer la quantité de bardeaux d'asphalte usés (post-consommation) générés au Québec annuellement par le secteur résidentiel, deux (2) stratégies différentes ont été adoptées et comparées.

La première stratégie consistait à estimer la quantité de bardeaux usés générés au Québec chaque année à partir de la quantité de bardeaux d'asphalte vendus, spécialement pour la rénovation de toitures, sur le territoire du Québec annuellement. Selon des données de Statistiques Canada, il s'est produit et livré au Québec, en 1999, 7 052 005 de paquets de bardeaux en asphalte, soit près de 240 000 tonnes (Statistiques Canada, 1999). Par ailleurs, selon la Société canadienne d'hypothèque et du logement, 18 568 résidences neuves, excluant les immeubles à appartements, ont été construites en 1999 (Société canadienne d'hypothèque et du logement, 1999). En estimant à deux (2) tonnes la quantité de bardeaux nécessaires pour recouvrir une toiture, ces nouvelles constructions ont nécessité l'utilisation de près de 37 000 tonnes de bardeaux. Ainsi, il est possible d'estimer à 203 000 tonnes la quantité de bardeaux d'asphalte usés qui ont été remplacés lors de travaux de rénovation de toitures au cours de l'année 1999.

La deuxième stratégie consistait à évaluer la quantité de bardeaux usés en estimant le nombre de résidences québécoises susceptibles d'être couvertes de bardeaux d'asphalte. Selon Statistiques Canada, le Québec comptait en 1996 (Recensement 1996) un total de 1 663 050 résidences susceptibles d'être couvertes de bardeaux d'asphalte (c'est-à-dire des maisons individuelles non-attendantes et attendantes, jumelées, en rangées et des duplex non-attendants) (Statistiques Canada, 1996). En estimant à deux (2) tonnes la quantité de bardeaux que l'on retrouve sur une toiture et sachant que ceux-ci sont remplacés en moyenne chaque 20 ans, on peut estimer à près 170 000 tonnes la quantité de bardeaux usés générés chaque année par le remplacement de la couverture des résidences québécoises.

En comparant les deux (2) stratégies précédentes, il est possible d'évaluer la quantité de bardeaux d'asphalte usés générés annuellement au Québec à un tonnage se situant entre 170 000 et 203 000 (tableau II).

TABLEAU II COMPARAISON DES STRATÉGIES PRÉCONISÉES AFIN DE DÉTERMINER LA QUANTITÉ DE BARDEAUX D'ASPHALTE USÉS GÉNÉRÉS ANNUELLEMENT AU QUÉBEC

Stratégie 1	
	Quantité (tonnes)
⇒ Bardeaux d'asphalte produits et livrés au Québec*	240 000
⇒ Bardeaux d'asphalte utilisés pour les nouvelles constructions**	37 000
⇒ Bardeaux d'asphalte utilisés pour la rénovation de toitures	203 000
⇒ Bardeaux d'asphalte usés générés annuellement selon cette stratégie	203 000
Stratégie 2	
⇒ Résidences recouvertes de bardeaux d'asphalte au Québec***	1 663 050
⇒ Quantité de bardeaux d'asphalte par toiture (tonnes)	2
⇒ Fréquence de remplacement des bardeaux (années)	20
⇒ Bardeaux d'asphalte usés générés annuellement selon cette stratégie (tonnes)	170 000

* Statistiques Canada, 1999

** Société canadienne d'hypothèque et du logement, 1999

*** Statistiques Canada, 1996

3.1.2 Quantité de rebuts manufacturiers générés annuellement au Québec

L'entreprise Emco ltée de Ville Lasalle est le seul producteur québécois de bardeaux d'asphalte. Cette entreprise génère annuellement 24 000 tonnes de rebuts de bardeaux d'asphalte (post-industriel), majoritairement constitués de bardeaux de mauvaise qualité, représentant environ 7 % de la production totale.

3.1.3 Mode de gestion actuel des bardeaux d'asphalte au Québec

Au Québec, la totalité des bardeaux d'asphalte usés prennent actuellement le chemin des sites de matériaux secs. Toutes les entreprises de rénovation de toitures contactées pratiquent la destruction sélective. Ainsi, les bardeaux d'asphalte et leurs contaminants usuels sont isolés de tout autre résidu. Par contaminants usuels, on inclut : papier d'emballage, papier noir, bordures en aluminium, bois et clous. D'après les informations obtenues, les bardeaux d'asphalte générés par les citoyens seraient moins contaminés que ceux générés par les entreprises en rénovation de toitures.

Par ailleurs, la majorité des rebuts manufacturiers générés au Québec sont actuellement dirigés vers les sites de matériaux secs. Une faible proportion est acheminée à la compagnie Sintra inc., où des essais de broyage et d'incorporation dans les pavages sont réalisés. Selon Sintra inc., cette avenue permettra bientôt de recycler tous les rebuts manufacturiers générés au Québec.

Dix-sept (17) sites de matériaux secs ont été contactés afin d'estimer les coûts de disposition des bardeaux d'asphalte. Selon les différentes informations obtenues, il en coûte entre 3 et 8 \$ CA/m³ ou entre 6 et 16 \$ CA/tonne, pour disposer des résidus de bardeaux d'asphalte actuellement au Québec.

3.1.4 Expérience québécoise de récupération et de recyclage des bardeaux d'asphalte

Six (6) entreprises québécoises ont été identifiées comme ayant une expérience dans la récupération et le recyclage des bardeaux d'asphalte : Recyclage Enviro-Beauce inc., C S Gestion des déchets et de matières recyclables inc., Sintra inc., Entreprise A, Les produits chimiques Rustol inc. et les laboratoires de Ingénierie de séparateurs ltée. Le tableau III résume l'expérience de chacune de ces entreprises.

D'après les informations que nous avons recueillies, Recyclage Enviro-Beauce inc., C S Gestion des déchets et de matières recyclables inc., Sintra inc. et l'Entreprise A ont réalisé des essais de broyage de bardeaux d'asphalte visant leur incorporation dans le pavage. Cette technologie semble être la plus pratiquée, puisqu'elle est simple et moins coûteuse que la technologie visant à recycler chacune des composantes des bardeaux séparément (bitume, granulats, etc.) (Roy, 1994).

3.1.4.1 Recyclage Enviro-Beauce inc.

En 1998 et 1999, l'entreprise Recyclage Enviro-Beauce inc., située à Saint-Georges, a tenté de recycler les bardeaux d'asphalte. L'expérience de Recyclage Enviro-Beauce inc. s'est limitée au procédé de broyage de bardeaux. En effet, l'entreprise a réalisé plusieurs essais de broyage avec différents broyeurs. Selon leur expérience, il serait possible de broyer 25 tonnes de bardeaux à l'heure.

Les applications potentielles visées par la compagnie consistait à mélanger les bardeaux broyés à des granulats de dimensions 0 - ¾ po. Le mélange était destiné à la construction de chemins de parcs et devait être appliqué sur les routes recouvertes de gravier afin d'en améliorer la qualité et de réduire la poussière et l'effet d'érosion.

Après une année d'opération, Recyclage Enviro-Beauce inc. fut contraint d'abandonner ses activités par manque de ressources financières. Parmi les difficultés rencontrées, l'entreprise a été confrontée au problème d'agglomération de particules déjà broyées, phénomène provoqué par la fusion du bitume des bardeaux sous l'effet de la chaleur dégagée lors du broyage. En 1999, le site a été acheté par C S Gestion des déchets et de matières recyclables inc.

3.1.4.2 C S Gestion des déchets et de matières recyclables inc.

L'un des principaux intervenants de l'entreprise Recyclage Enviro-Beauce inc. travaille actuellement chez C S Gestion des déchets et de matières recyclables inc. Cette entreprise réalise présentement des essais de broyage de bardeaux d'asphalte avec différents broyeurs et veut réaliser prochainement des tests de compaction avec le mélange de bardeaux broyés et de granulats 0 - $\frac{3}{4}$ po.

C S Gestion des déchets et de matières recyclables inc. envisage également de se procurer un broyeur qui pourrait être utilisé sur son site de récupération de matériaux secs pour broyer, en plus des bardeaux, différents matériaux comme le bois et le béton. Selon les responsables, cet équipement, disponible à des coûts variant entre 350 000 et 750 000 \$ CA, pourrait être utilisé en hiver pour broyer les bardeaux, puisque la basse température rend le matériau plus cassant, empêchant ainsi le colmatage des particules. De plus, il pourrait être utilisé pendant les autres périodes de l'année pour broyer d'autres matériaux.

Selon eux, le procédé de recyclage utilisant le broyage des bardeaux d'asphalte serait économiquement rentable si le coût de récupération se situait entre 30 et 35 \$ CA/tonne et ils estiment le coût de production du mélange à base de bardeaux et de granulats 0 - $\frac{3}{4}$ po (1:1, base volumique) entre 12 et 15 \$ CA/tonne.

3.1.4.3 Sintra inc.

La compagnie Sintra inc. est la seule compagnie québécoise qui incorpore à l'échelle industrielle les bardeaux d'asphalte (post-industriels) dans le revêtement des chaussées. Cette compagnie a, en effet, développé sa propre technique de broyage qui permet d'obtenir des particules de dimensions de 0 à 10 mm. Ces particules sont, par la suite, incorporées dans l'enrobé des différentes couches de revêtement routier à une concentration de 3 à 5 % (en poids).

La compagnie Sintra inc. teste l'usage des bardeaux d'asphalte post-industriels sur les routes du Québec depuis deux (2) ans. Des suivis de performance des routes ont été effectués. Les résultats des tests réalisés par les laboratoires du ministère des Transports du Québec sur l'enrobé préparé avec l'ajout de bardeaux d'asphalte s'avèrent prometteurs. Il faut noter cependant que les bardeaux d'asphalte post-industriels ne représentent environ que 10 % de la quantité de tous les bardeaux d'asphalte qui se trouvent sur les sites d'enfouissement.

Les bardeaux d'asphalte post-consommation ne sont présentement pas utilisés au Québec pour la construction ou la réparation des routes. Selon M. Pierre T. Dorchie, de la compagnie Sintra inc., il existe une possibilité d'introduire ces bardeaux usés dans la couche de base de revêtement. Cependant, pour ce type d'application, un système de tri à la source permettant d'enlever les contaminants et de garantir la stabilité de la formulation du produit fini, est indispensable. De plus, pour que cette application soit économiquement rentable, il faut que le coût du produit final après broyage ne dépasse pas le coût des granulats qui sont généralement utilisés.

Par ailleurs, la possibilité d'utiliser des bardeaux usés pour améliorer les routes en gravier (chemins forestiers) a aussi fait l'objet de discussion avec M. Dorchie. Selon ce dernier, les normes actuelles du ministère de l'Environnement du Québec (MENV) ne permettent pas l'utilisation de ces bardeaux pour une telle application. En effet, selon les normes existantes, il est possible d'incorporer les bardeaux broyés dans le mélange de béton bitumineux mais il n'est pas permis de les mélanger avec des granulats, de les compacter puis de les étaler sur les routes de gravier. Les responsables concernés du MENV estiment qu'il y a un risque de contamination des sols par les hydrocarbures présents dans les bardeaux d'asphalte. Cependant, il est important de souligner que le problème d'érosion des chemins, tels qu'ils sont présentement faits, occasionne des frais d'entretien considérables aux compagnies forestières.

3.1.4.4 Entreprise A

L'entreprise A, quant à elle, a développé une technologie visant à incorporer, à 5 %, des rebuts manufacturiers broyés (10 mm et moins) dans deux (2) parties de revêtement (couche de base granulaire et couche supérieure de revêtement). Selon les responsables des essais, les mélanges fabriqués sont homogènes. Présentement, cette compagnie a ralenti ses activités puisqu'elle a de la difficulté à s'approvisionner en rebuts manufacturiers. L'entreprise A serait également intéressée à effectuer des essais sur des bardeaux usés.

3.1.4.5 Les produits chimiques Rustrol inc. et les laboratoires d'Ingénierie de séparateurs Itée

Deux (2) chercheurs québécois, à l'emploi de Les Produits chimiques Rustrol inc. et des laboratoires d'Ingénierie de séparateurs Itée, ont mis au point une méthode de séparation de bardeaux d'asphalte. Cette technologie utilise le broyage ainsi que des techniques de séparation (vibration, flottation) pour isoler les différents matériaux constituant le bardeau usé (papier, bitume, petit gravier) (Roy, 1994).

En 1993, un rapport de faisabilité technique du procédé a été rédigé par Les produits chimiques Rustrol inc. et soumis au ministère de l'Environnement du Québec. Ce rapport contient un descriptif de toutes les étapes du procédé de recyclage, une caractérisation des produits obtenus et une liste de quelques usages des produits recyclés (Les produits chimiques Rustrol inc., 1993).

Une fois la séparation des constituants complétée, les chercheurs envisageaient d'incorporer la fraction bitume-fibre dans l'asphalte routier, de l'utiliser comme matière première pour la fabrication de panneaux de fibres de bois fortement imprégnés du bitume ou comme matériaux de construction de trottoirs, de toitures et de joints d'expansion. De plus, ils prévoyaient utiliser la fraction gravier sur les routes ou dans la fabrication des tuiles de bardeaux d'asphalte.

Les deux (2) chercheurs qui ont développé cette technologie ont été contactés. Selon eux, la principale problématique du recyclage de bardeaux d'asphalte au Québec est le coût d'enfouissement qui est très bas. Face à cette problématique, les chercheurs ont implanté leur technologie durant une année à Toronto, dans le cadre d'une éventuelle production industrielle. Selon le peu d'information que l'on a obtenue, il semble que l'expérience de recyclage en Ontario ait bien fonctionné jusqu'à ce que les coûts d'enfouissement aient chuté, passant de 150 \$ CA/tonne à 45 \$ CA/tonne en une année.

Ces deux (2) chercheurs démontrent toujours un grand intérêt pour le recyclage des bardeaux d'asphalte et selon eux, l'expérience vécue à Toronto leur a permis d'affiner leur technologie, la rendant encore plus performante.

TABLEAU III EXPÉRIENCES D'ENTREPRISES QUÉBÉCOISES POUR LE RECYCLAGE DE BARDEAUX D'ASPHALTE

ENTREPRISES	TECHNOLOGIES UTILISÉES	PROVENANCE DES BARDEAUX	APPLICATIONS	COÛTS ESTIMÉS	DIFFICULTÉS RENCONTRÉES	ESSAIS FUTURS ENVISAGÉS
Recyclage Enviro-Beauce inc. et C S Gestion des déchets et de matières recyclables inc.	Broyage des bardeaux (½ po) et mélange avec granulat 0 – ¾ po (1:1, base volumique) Asphalte froid (30 % bardeaux d'asphalte + granulat 0 – ¾ po+ émulsion bitumineuse (7 % bitume + granulats))	Post-consommation Post-consommation	Chemin de terre et chemin secondaire Réparation des routes	30-35 \$ CA/tonne pour la récupération et 12-15 \$ CA/tonne pour le recyclage 31,94 \$ US/tonne + 15 \$ CA/tonne pour le broyage	<ul style="list-style-type: none"> • Clous en aluminium • Difficulté de broyage en été • Coût d'enfouissement faible Coût de l'asphalte neuf : 20 \$ CA/tonne	Tests de compaction -
Entreprise A	Incorporation de bardeaux d'asphalte broyés ½ po dans l'asphalte, à chaud (5 à 7 %) Développement de formulations	Post-industriel	Incorporation dans l'asphalte	n. d.	<ul style="list-style-type: none"> • Approvisionnement • Broyage des bardeaux à ½ po • Agglomération durant le broyage • Chaleur estivale 	<ul style="list-style-type: none"> • Réaliser autres essais de broyage avec bardeaux usés • Acheter bardeaux d'asphalte déjà broyés
Les produits chimiques Rustol inc. et Ingénierie de séparateurs ltée	Broyage à froid des bardeaux (cryogénique) et séparation de chacune des composantes du bardeau par vibration et flottation	Post-consommation	Incorporation des composantes dans l'asphalte	60 \$ CA/tonne pour le recyclage + prix de vente des produits recyclés	Problèmes financiers (coût de la collecte des bardeaux + coût de production)	-
Sintra inc.	Broyage des bardeaux (0 à 10 mm) et incorporation dans l'asphalte (3 à 5 %)	Post-industriel	Incorporation dans l'asphalte	n. d.	-	Développer un marché pour les bardeaux broyés

3.1.5 Expérience canadienne, américaine et européenne de récupération et de recyclage des bardeaux d'asphalte

La revue de la littérature a permis d'identifier des associations et entreprises canadiennes, américaines et européennes impliquées dans la récupération et le recyclage de bardeaux d'asphalte. Diverses entreprises, présentées au tableau IV, ont été contactées.

Cette démarche nous a permis de constater que l'entrevue téléphonique a d'importantes limites dans l'obtention d'informations spécifiques, associées aux coûts, aux technologies propres à l'entreprise, à la production, etc. En effet, lors des différents contacts établis avec les intervenants, peu d'information nous a été révélée concernant les coûts de collecte et de recyclage, les technologies utilisées, le marché des produits recyclés, les problématiques rencontrées, etc. Dans cette section, nous vous livrons les informations que nous avons recueillies.

TABLEAU IV ENTREPRISES OU ASSOCIATIONS CANADIENNES, AMÉRICAINES ET EUROPÉENNES CONTACTÉES

GROUPES D'INTERVENTION	ENTREPRISES OU ASSOCIATIONS	ÉTATS	TÉLÉPHONE	REJOINT
Producteurs	⇒ Asphalte Roofing Manufacturers Association	Maryland	(301) 348-2002	X
	⇒ IKO	Ontario	1-800-361-5836	X
	⇒ Siplast S.A.	France	01-40-78-35-00	X
	⇒ Onduline	France	01-53-81-95-10	X
Entrepreneurs	⇒ National Roofing Contractors Association	n. d.	(847) 299-9070	X
	⇒ Roof Coating Manufactures Association	Maryland	(301) 348-2003	X
Récupérateurs et recycleurs	⇒ Asphalt Roof Recycling Center	Maryland	(301) 831-0888	X
	⇒ Central Construction and Demolition Recycling	Iowa	(515) 244-0719	
	⇒ Double Day Inc.	New York	(716) 695-2240	
	⇒ Gardner Asphalt Corp.	Floride	(813) 248-2101	X
	⇒ I.C. Solutions et GoRoof	Californie	(813) 996-0616	
	⇒ John Emery Biotechnical Ing. Ltd	Ontario	(416) 213-1060	X
	⇒ VEDAG Itee	Allemagne	0121 764 7644	
	⇒ Western Recovery	Californie	fermé	X
	⇒ Warren Bitulithyc Ltd	Ontario	(519) 696-2274	X

Selon les informations que nous avons obtenues auprès des associations américaines de manufacturiers de bardeaux d'asphalte et d'entrepreneurs en rénovation de toitures (Roof Coating Manufactures Association et National Roofing Contractors Association), 90 % des bardeaux d'asphalte usés générés aux États-Unis sont actuellement dirigés vers les sites d'enfouissement (Snyder, 1999). Les principaux obstacles rencontrés pour le recyclage de ces résidus sont les coûts d'enfouissement trop bas, les coûts

élevés de transport des bardeaux usés vers le recycleur ainsi que la contamination importante des bardeaux.

Par ailleurs, selon une enquête réalisée en 1995 auprès des membres de l'Association américaine des manufacturiers de bardeaux d'asphalte (ARMA), parmi les 54 répondants, plus de 90 % recyclaient leurs rebuts manufacturiers. Selon cette enquête, près de 60 % du volume de rebuts est recyclé dans le pavage des routes ou dans le rapiéçage à froid tandis que 40 % est réintroduit dans le processus de fabrication du bardeau d'asphalte (Snyder, 1999).

En Europe, les fibres de cellulose de la feuille de bardeau sont remplacées par des fibres de verre, rendant le produit plus difficile à broyer et à recycler. Les deux (2) principaux producteurs français de bardeaux d'asphalte ont été contactés, soit Onduline et Siplast. Selon les informations obtenues, tous les rebuts manufacturiers générés par Onduline sont présentement envoyés à l'enfouissement. Aucun recyclage n'est fait au sein de cette entreprise.

De son côté, la compagnie Siplast recycle ses rebuts manufacturiers depuis 1983. En effet, Siplast a développé un équipement permettant de découper et de broyer ses rebuts manufacturiers, directement sur la ligne de production. Les résidus broyés mélangés à du sable sont, par la suite, vendus sur le marché et utilisés dans le pavage des routes. Par ailleurs, aucun recycleur de bardeaux d'asphalte usés français ou européen n'a été identifié.

En Allemagne, la compagnie Vedag recycle les bardeaux d'asphalte usés et réintroduit le produit recyclé dans la chaîne de fabrication de produits de toitures connexes. Le succès du recyclage des bardeaux en Allemagne s'explique par le fait que le gouvernement encourage l'achat de ces produits recyclés, en supprimant les taxes. Ainsi, même si le produit recyclé est plus coûteux, il est avantageux de l'acheter puisqu'il est exempt de taxes. (Shanahan, 1999).

3.1.5.1 Asphalt Roof Recycling Center

Asphalt Roof Recycling Center, une entreprise du Maryland, recycle les bardeaux d'asphalte usés et vend le produit broyé à des compagnies de pavage. Cette entreprise a développé un équipement permettant de retirer les contaminants et de broyer les bardeaux usés à un coût de 30 \$ US/tonne, comparativement à 40-65 \$ US/tonne pour les enfouir.

3.1.5.2 Gardner Asphalt Corp.

Gardner Asphalt Corp., une entreprise de la Floride, achète des bardeaux d'asphalte usés broyés pour faire le rapiéçage à froid des routes.

3.1.5.3 Warren Bitulithyc Ltd

L'entreprise ontarienne Warren Bitulithyc Ltd recycle les rebuts manufacturiers du producteur IKO (Ontario). Chaque année, cette entreprise recycle plus de 78 000 tonnes de résidus, qu'elle broie à des grosseurs de ½ pouce et qu'elle incorpore à des proportions de 5 % dans les bétons bitumineux destinés au pavage. Cette entreprise fait également la vente de bardeaux broyés à d'autres entrepreneurs désireux d'incorporer ce produit au pavage.

3.1.5.4 Western Recovery

L'entreprise Western Recovery a recyclé pendant une année les bardeaux d'asphalte usés et fait le développement de plusieurs produits à base de bardeaux broyés. Les bardeaux d'asphalte usés, broyés à ¼ pouce, selon la technologie développée par Western Recovery, étaient incorporés à la couche de base de la chaussée ou utilisés lors du rapiéçage à froid.

En septembre 1999, l'entreprise Western Recovery a fermé ses portes. Selon les informations obtenues, les difficultés de Western Recovery avaient plusieurs sources. Premièrement, l'entreprise était en constante compétition avec les sites d'enfouissement locaux, qui utilisent les bardeaux d'asphalte pour recouvrir quotidiennement les résidus. De plus, l'approvisionnement en bardeaux usés de Western Recovery n'était pas constant. En effet, les entrepreneurs en rénovation de toitures préféraient, à un coût similaire, apporter leur résidu au site d'enfouissement le plus proche plutôt qu'au site de Western Recovery. Une autre source nous a également affirmés que l'entreprise n'a pas réussi, au cours des années, à identifier un marché pour le produit recyclé.

En février 2000, un rapport, portant sur les bénéfices de la réutilisation des bardeaux d'asphalte usés a été présenté aux autorités de la gestion des déchets du comté de l'Alameda en Californie (The Market Leadership Company, 2000). Ce rapport porte sur le développement d'un produit de rapiéçage à froid contenant des bardeaux d'asphalte usés broyés, travaux réalisés par Western Recovery.

Ce rapport décrit la méthode de recyclage qui consiste à trier à la main les bardeaux d'asphalte et à les déchiqeter à l'aide d'un broyeur «PACKER 2000W» de la compagnie Parker Industries Inc. (annexe C), afin d'obtenir des particules de dimensions ½ pouce et moins. Les bardeaux broyés sont ajoutés à 10 % (en poids) dans une formulation qui est constituée de 85 % d'agrégats et 5 % d'émulsion d'asphalte. L'ajout de l'émulsion permet d'assurer une bonne cohésion entre les granulats. Il a été mentionné que le processus d'approbation par CalTrans du produit obtenu était très lent et qu'il était pratiquement impossible de le mettre sur le marché. Par ailleurs, afin de réduire le coût du produit fini et de le rendre économiquement compétitive sur le marché, il a été suggéré de développer un appareil capable de trier automatiquement les bardeaux d'asphalte usés.

Ce rapport présente également les recommandations suivantes :

- Les revenus réalisés lors de la récupération des bardeaux d'asphalte usés ne sont pas suffisants pour rentabiliser une entreprise de recyclage; cette dernière doit compter sur la mise en marché et la vente du produit recyclé;
- Afin d'inciter les entrepreneurs en rénovation de toitures à recycler leurs bardeaux usés, les coûts de disposition doivent être inférieurs de 40 % à ceux du site d'enfouissement le plus proche;
- En considérant que les coûts de transport sont élevés, le recycleur doit offrir plusieurs sites de disposition aux entrepreneurs en rénovation de toitures.

3.2 VOLET II – TECHNOLOGIES DE RÉCUPÉRATION ET DE RECYCLAGE

Le présent volet visait à identifier une technique de recyclage des bardeaux d'asphalte appropriée au contexte québécois et à s'assurer de l'écoulement sur le marché local des produits obtenus.

Les informations pertinentes qui sont détaillées dans cette partie du projet ont été recueillies dans la littérature spécialisée. L'analyse des informations rassemblées a permis d'identifier les techniques de recyclage des bardeaux d'asphalte qui pourraient être adaptées avec ou sans grandes modifications au contexte québécois.

3.2.1 Mise en situation

Les bardeaux d'asphalte sont des plaques flexibles constituées de fibres de verre ou de cellulose imbibées de bitume oxydé sur lesquelles des granulats minéraux de différentes couleurs sont répandus. Les bardeaux d'asphalte sont constitués généralement de 20 à 35 % de bitume oxydé, 30 à 40 % de minéraux et 18 à 25 % de

fibres de verre ou de cellulose (Kee et al., 1999). Les bardeaux d'asphalte fabriqués au Québec ne contiennent pratiquement que des fibres de cellulose. Ces produits sont utilisés dans la construction de toitures, en particulier, en Amérique du Nord. La durée de vie d'une toiture faite de bardeaux d'asphalte varie entre 15 et 20 ans. Cette durée peut aller jusqu'à 35 ans pour les bardeaux spécialement fabriqués. Aux États-Unis, la production annuelle de bardeaux d'asphalte est estimée à 9 millions de tonnes métriques environ, dont 5 à 15 % sont des bardeaux défectueux. Les bardeaux d'asphalte représentent environ 20 % de tous les matériaux secs déposés sur les sites d'enfouissement. Les coûts d'enfouissement aux États-Unis varient entre 18 et 60 \$ US/tonne selon l'État et dans certains cas, comme par exemple, au New Jersey, ce coût peut aller jusqu'à 100 \$ US et plus la tonne. Les deux tiers de la production de bardeaux sont utilisés pour les rénovations de toitures et le reste est destiné à la construction de nouvelles habitations. L'élimination par recyclage ou du moins la réduction de ces déchets est devenue une préoccupation de grande importance pour certains gouvernements. La clé de la réussite de chaque technique de recyclage réside dans la valorisation des produits obtenus.

Il est souvent rapporté dans la littérature que les bardeaux d'asphalte peuvent être utilisés comme matériau d'appoint pour le pavage des routes secondaires et pour les réparations rapides des routes.

Les bardeaux d'asphalte (rebuts manufacturiers) peuvent être incorporés, dans des proportions définies, dans les bétons bitumineux destinés au pavage à chaud ou à froid des chaussées et au comblement de nids de poule et de fissures. Ils peuvent aussi servir comme matériau d'appoint pour la fabrication de nouveaux bardeaux d'asphalte. Les bardeaux d'asphalte usés peuvent trouver des applications dans la construction des aires de stationnement, dans le pavage de chemins de parcs publics, pour imperméabiliser les caniveaux de drainage, etc. Les produits de recyclage sont compétitifs seulement lorsque leur coût est nettement inférieur au coût du produit vierge.

Plusieurs techniques de recyclage de bardeaux d'asphalte sont rapportées dans la littérature, mais aucune n'a encore accédé au rang industriel. Ceci est vraisemblablement dû aux coûts d'opération et au manque de valeur ajoutée des produits recyclés car, le développement des techniques de recyclage et leur succès sont directement liés à la qualité des produits obtenus et surtout à leurs débouchés.

Selon les techniques de recyclage courantes, les bardeaux d'asphalte sont soit séparés en deux (2) phases (granulats et bitume plus fibres), soit broyés en forme de poudrettes ou de «chips» de dimensions variables selon l'application visée. L'incorporation de bardeaux broyés dans la matrice bitumineuse est l'unique application qui a été testée à grande échelle et dont les résultats suscitent beaucoup d'intérêt chez les agences américaines de transport, pour la construction et la réparation des routes.

La présence de bardeaux recyclés sous toute forme dans le mélange bitumineux doit améliorer ou du moins ne doit pas affecter les performances propres à ce mélange. Par exemple, les bardeaux d'asphalte recyclés ne doivent pas affecter les principales caractéristiques du béton bitumineux utilisé pour le revêtement des routes comme :

- la résistance à la déformation sous l'effet des contraintes appliquées (résistance à l'orniérage);
- la flexibilité ou aptitude à suivre, jusqu'à une certaine limite, les mouvements du sol;
- la durabilité ou la résistance à l'usure;
- l'imperméabilité ou la résistance à la pénétration aussi bien de l'eau que de l'air;
- l'uniformité ou la régularité dans la texture, l'apparence générale, etc.;
- l'économie ou le coût le plus bas autant dans la fabrication et la mise en œuvre que dans l'entretien subséquent.

L'analyse des informations recueillies permet d'avoir un aperçu concernant les effets des bardeaux d'asphalte sur la qualité du revêtement.

3.2.2 Utilisation des bardeaux d'asphalte dans le pavage des routes

La chaussée est constituée de plusieurs couches dont le pavé (revêtement) qui est une couche supérieure constituée de béton bitumineux et la couche de base qui est constituée principalement d'agrégats.

Les bardeaux d'asphalte usés et les rebuts manufacturiers sont broyés à 2 - 3 po et moins puis à $\frac{3}{4}$ po et moins afin d'être incorporés dans le mélange bitumineux. Les particules de dimensions $\frac{3}{4}$ po et moins sont utilisées dans la couche de base et celles de dimensions $\frac{1}{2}$ po et moins sont incorporées dans la couche supérieure de revêtement. Les particules de bardeaux contribuent éventuellement à la réduction du pourcentage de vide dans le béton bitumineux et, plus les particules sont fines, plus compact est le béton.

Les avantages économiques de cette technique dépendent de la conjoncture et des circonstances de son application. Ils sont liés aux coûts d'élimination (enfouissement ou incinération) et aux coûts de production, de collecte et de transport des bardeaux d'asphalte.

En 1996, le Département des transports de la Californie (Caltran) a testé les fines particules de bardeaux en incorporant 10 % (massique) dans la couche de base et les résultats se sont avérés prometteurs pour les deux (2) types de bardeaux (usés et rebuts manufacturiers). Comme les particules issues des bardeaux usés contiennent des substances dégradables comme des morceaux de bois et des clous, il est

recommandé de les tester à la dégradation et à l'uniformité avant de les utiliser (C&D Recycling Program, Asphalt Roofing Shingles in Aggregate Base).

3.2.2.1 Utilisation des bardeaux dans des asphaltes mélangés à chaud (AMC)

Cette technique consiste à broyer les bardeaux d'asphalte à ½ po et moins, à les tamiser et à les mélanger avec des granulats pour par la suite imbiber le mélange avec du bitume vierge.

Les concentrations de bardeaux d'asphalte recyclés dans le bitume de pavage tolérées par le Département des transports (DOT) de différents États américains sont présentées ci-dessous:

- Georgie (5 % de rebuts manufacturiers);
- Maryland (5 % de rebuts manufacturiers);
- Minnesota (5 % de rebuts manufacturiers);
- New Jersey (5 % de rebuts manufacturiers);
- Caroline du Nord (5 % de rebuts manufacturiers);
- Ohio (pourcentage variable de produits recyclés tous confondus);
- Indiana (5 % de rebuts manufacturiers);
- Floride (DOT a commencé un projet de recherche pour développer des spécifications).

Les résultats indiquent qu'il est possible d'ajouter 5 % de bardeaux recyclés dans le bitume. Il est possible même d'aller jusqu'à 15 % si le mélange était bien fait.

Au Canada, la Ville de Brampton (Ontario) autorise l'ajout de 3 % de bardeaux usés et de rebuts manufacturiers dans le béton bitumineux (C&D Recycling Program, Asphalt Roofing Shingles in Asphalt Pavement).

Il ressort de la réglementation américaine que les rebuts manufacturiers sont plus utilisés que les bardeaux usés. Cela est dû à la mauvaise qualité du bitume et à la présence d'impuretés de diverses origines dans les bardeaux d'asphalte usés, notamment des morceaux de bois et des clous. Il faut souligner que les rebuts manufacturiers assurent une certaine constance des propriétés du produit final qui est le béton bitumineux.

Les performances du béton bitumineux contenant des bardeaux d'asphalte recyclés ont fait l'objet de plusieurs études. En effet, Reed (1999) a fait le suivi d'un tronçon de route construit avec un bitume dans lequel des particules de bardeaux (½ po et moins) ont

été incorporées dans une proportion de 1 % (en poids). Le mélange de béton bitumineux a été préparé à chaud. Les propriétés du mélange et les performances du revêtement ont été évaluées. Après cinq (5) ans de suivi, le banc d'essais a montré des performances satisfaisantes. Deux (2) autres tronçons de route ont été construits près de Allentown aux États-Unis, et les résultats du suivi ont donné satisfaction. Comparativement aux tronçons de route construits avec du bitume non-modifié (tronçons de contrôle), les bancs d'essais ont présenté des fissurations transversales relativement moins fréquentes, toutefois, les fissurations longitudinales ont été de même fréquence.

L'addition de particules de bardeaux d'asphalte dans les AMC a aussi fait l'objet d'un travail réalisé par Kee et al. (1999). L'incorporation de bardeaux recyclés peut conférer au béton bitumineux des propriétés égales ou supérieures à celles de mélange AMC conventionnel. En effet, l'ajout de 5 % de poudrette de bardeaux dans le bitume augmente la rigidité de l'asphalte, son grade de performance et sa résistance à l'orniérage. Par ailleurs, l'asphalte manifeste une faible résistance à la fatigue et une faible résistance aux fissurations à basse température. L'utilisation d'un bitume de base plus approprié, ayant un faible point de ramollissement peut parer à ces inconvénients.

Le recyclage de bardeaux d'asphalte par cette technique réduit sensiblement la quantité de bitume vierge utilisé comme liant dans les bétons bitumineux et la consommation de granulats fins qui sont ajoutés dans le but de diminuer le pourcentage de vide du béton. Opérant ainsi, les entreprises de construction des routes font des profits considérables. En 1994 et 1995, le Département des transports de la Georgie a construit deux (2) tronçons de route expérimentaux à base de bitumes modifiés avec des rebuts manufacturiers (Watson, 1998). Un tronçon a été construit à Chatham Parkway dans Chatham County et un autre sur State Route 21 à Effingham County. La compagnie GAF Building Materials Inc., située à Savannah, a fourni les rebuts de bardeaux, tandis que la préparation des mélanges et la construction des tronçons ont été réalisées par la compagnie APAC Georgia Inc. située à Savannah.

En 1993, le Département des transports de la Georgie (GDOT) a proposé à la compagnie GAF Building Materials Inc. qui produit des bardeaux d'asphalte, d'investiguer la possibilité de réutiliser ces matériaux dans les AMC. L'usine générerait alors 5 800 tonnes/an de rebuts (bardeaux défectueux). Ces rebuts sont enfouis à raison de 16,50 \$ US/tonne. Le coût total d'enfouissement a été évalué à 96 000 \$ US/tonne environ. Cette dépense colossale a incité la compagnie GAF Building Materials Inc. à investir dans la recherche et, plus particulièrement, sur la faisabilité de recyclage de rebuts dans les AMC.

Les calculs ont révélé que la compagnie GAF Building Materials Inc. pourrait sauver près 67 000 \$ US par année (frais alloués à l'enfouissement) si tous les rebuts étaient incorporés dans l'AMC. Ajoutés à 5 % dans l'AMC, les 5 800 tonnes de rebuts générés par GAF Building Materials Inc. peuvent potentiellement modifier 110 000 tonnes

d'AMC. L'économie annuelle, due au remplacement des composantes du mélange conventionnel, est estimée à 169 000 \$ US. Donc, le gain total engendré par l'utilisation de rebuts est estimé à 236 000 \$ US/an, soit une économie de 67 000 \$ US sur l'enfouissement plus 169 000 \$ US épargnés sur les composantes du mélange (Watson, 1998).

Une description des techniques de broyage et de préparation est aussi détaillée dans cet article. Les bardeaux d'asphalte à base de fibres de verre ont été broyés à sec en fines particules ($\frac{1}{2}$ po et moins) afin de faciliter leur dispersion dans la matrice bitumineuse. Le béton bitumineux a été préparé à base de rebuts de bardeaux d'asphalte broyés (5 %), d'agrégats vierges (granite de haute qualité), de bitumes vierges AC-20 et AC-30 et de chaux hydratée (1 %) comme agent contre le désenrobage. La préparation a été réalisée par des techniques conventionnelles afin d'obtenir un niveau de compaction (pourcentage du vide) satisfaisant.

Comme les particules de bardeaux sont stockées dans des contenants et comme elles contiennent du bitume, il arrive qu'elles s'associent entre elles en formant des agglomérats de grandes dimensions, en particulier, pendant les périodes chaudes de l'année. Pour minimiser l'effet de coalescence (conglomération), des granulats fins ont été ajoutés à la poudrette de bardeaux à la fin du broyage afin d'adsorber l'excès de bitume.

La conclusion qui découle de ce travail est qu'il est possible d'incorporer 5 % de poudrette de rebuts de bardeaux dans le béton bitumineux. Le procédé de mélange et les procédures de contrôle de qualité établis par GDOT pour les bétons conventionnels sont applicables pour les bétons modifiés (Watson, 1998).

Le Département des transports du Minnesota (Mn/DOT) fait, depuis 1990, des investigations sur la possibilité d'incorporer les bardeaux d'asphalte usés et les poudrettes de pneus dans l'AMC destiné particulièrement à la construction des routes secondaires. Les quatre (4) bancs d'essais ont été construits avec :

- 3 %* de poudrette de pneus;
- 6 % de poudrette de pneus;
- 3 % de poudrette de pneus et 6 % de bardeaux broyés;
- 9 % de bardeaux broyés;

* Les pourcentages ont été calculés à la base du poids des agrégats.

Le suivi des tronçons a révélé que le béton modifié avec des poudrettes de pneus présente des performances nettement inférieures à celles du béton modifié avec des bardeaux d'asphalte (Janisch, 1996).

En 1991, en se basant sur l'expérience de Mn/DOT avec l'utilisation des bardeaux comme modifiants pour les bétons bitumineux, Scott County (Minnesota) a décidé, à son tour, de construire plusieurs tronçons expérimentaux en employant des bardeaux d'asphalte usés. Il a été mentionné dans le rapport de Janisch (1996) que lors de la préparation du mélange modifié, une seule panne causée par les agglomérats de particules au niveau de l'alimentation est survenue puis vite réparée. Après un examen effectué en novembre 1995, tous les bancs d'essais se comportaient bien. Les bétons bitumineux modifiés présentaient relativement peu de fissures transversales et une sensibilité à l'humidité comparable à celle des bétons bitumineux non-modifiés.

La compagnie T.A. Heavy Equipment de London située en Ontario recycle les déchets de démolition de maisons comme des bardeaux d'asphalte pour produire des couches de base de routes et d'autoroutes. Elle utilise le système de recyclage «Grasan». Au début de son existence, la compagnie produisait un mélange composé de 20 % de bardeaux d'asphalte et 80 % de béton bitumineux recyclé. La technique utilisée par cette compagnie consiste à faire passer les bardeaux à travers un broyeur puis les morceaux obtenus passent à travers un déchiqueteur à impact Hazemag qui les transforme en fines particules de dimensions $\frac{3}{4}$ po et moins. Ces particules sont mélangées avec du béton bitumineux recyclé dans une proportion de 50/50 et le mélange obtenu est vendu au Canada et aux États-Unis pour être utilisé comme couche de base pour la construction des routes et autoroutes. L'auteur souligne que le système de recyclage Grasan peut déchiqueter le béton, le bois et les résidus de démolition. Une des clefs du succès d'un procédé de recyclage réside dans sa versatilité vis-à-vis les déchets à traiter (T.A. Heavy Equipment, 1994).

L'Université Technique de la Nouvelle-Ecosse a effectué une étude sur l'utilisation de bardeaux d'asphalte usés dans l'AMC à 0 %, 15 % et 25 % (en poids). Les résultats de cette étude montrent que le mélange qui contient 25 % de bardeaux est acceptable et permet d'économiser environ 3 % du bitume par rapport à l'AMC conventionnel. L'étude indique que l'utilisation de bardeaux dans l'AMC ne nécessite pas d'équipements additionnels ou spéciaux (Amirkhanian, 1999).

Il a été rapporté dans l'article de Ali et coll. (1995) que les mélanges de béton bitumineux modifiés avec 15 % à 25 % de bardeaux d'asphalte avaient des performances supérieures à celles des bétons non-modifiés. Il est estimé que le coût de recyclage de bardeaux (8-19 \$/tonne) dans une unité industrielle est compensé par le coût de substitution du bitume (50 %) et par le coût d'entretien réduit à long terme des chaussées.

En conclusion, nous pouvons dire que le recyclage de bardeaux d'asphalte dans les AMC est commercialement réalisable à l'échelle industrielle.

3.2.2.2 Rapiéçage à froid (Cold Patch)

Une autre application des bardeaux broyés qui est très populaire aux États-Unis est le rapiéçage à froid.

Il existe trois (3) types de matériaux traditionnels de rapiéçage :

- Mélange à chaud du bitume avec des granulats.
- «Rapiéçage à froid» constitué de bitume, d'agrégats et de solvant.
- «Rapiéçage à froid de haute performance» préparé avec du bitume de grade supérieur, d'agrégats, d'additifs et de solvant approprié.

L'utilisation de bardeaux recyclés pour le rapiéçage à froid des routes est une application environnementalement propre et économiquement rentable. Le rapiéçage à froid avec les bardeaux recyclés possède les mêmes avantages que le rapiéçage à froid de haute performance. Toutefois, la présence de fibres de verre et/ou cellulosiques assure l'intégrité de la structure du rapiéçage.

Les bardeaux doivent être broyés et tamisés à ¼ po et moins avant d'être mélangés avec les granulats. Un solvant est ajouté aux bardeaux déchiquetés en gros morceaux afin de rajeunir le bitume oxydé qu'ils contiennent.

Même si le coût de rapiéçage avec les bardeaux recyclés est supérieur à celui effectué avec des matériaux traditionnels, le coût total pourrait être inférieur en raison de l'augmentation de la durée de vie des nids de poule et des fissurations réparées et du faible coût d'entretien des routes. Comparativement aux matériaux traditionnellement utilisés pour le rapiéçage des routes, les bardeaux recyclés se distinguent par leur légèreté, leur flexibilité dans le temps et leur facilité d'application.

Deux (2) principaux produits préparés à partir de bardeaux d'asphalte sont commercialisés. Il s'agit du produit RePave de la compagnie ReClaim située en Floride et du produit ARS Patch confectionné par une autre compagnie située au sud-ouest de Chicago. Cette dernière a développé une procédure de recyclage de bardeaux et a conçu des équipements requis (Klemens, Thomas L, 1991).

Il a été rapporté dans un article publié dans le journal American Metal Market (1994) que l'utilisation de matériaux de rapiéçage fabriqués à base de bardeaux et commercialisés sous le nom RePave permettrait de réduire considérablement le coût de réparation des routes. En effet, l'utilisation de RePave permet d'économiser 55,31 \$ US par nid de poule réparé (14,26 \$ US contre 69,57 \$ US pour les matériaux traditionnels).

Pour préparer des matériaux destinés au rapiéçage à froid des routes, des bardeaux usés et des rebuts manufacturiers ont été mélangés dans différentes proportions avec des granulats. Pour les rebuts manufacturiers, la formulation comprend 25 % de bardeaux recyclés secs et 75 % d'agrégats, tandis que pour les bardeaux usés, la formulation est constituée de 25 % de bardeaux recyclés, 3 % de solvant et 72 % d'agrégats. Dans le deuxième cas, le solvant est ajouté pour rajeunir le bitume vieilli.

Le produit RePave fabriqué par la compagnie ReClaim a été testé par plusieurs agences publiques de transport qui ont approuvé son usage. Les commentaires de ces agences sont présentés au tableau III.

TABLEAU V COMMENTAIRES DES AGENCES SUR LES PERFORMANCES DE REPAVE

AGENCES	COMMENTAIRES
Département des transports, New Jersey	Le produit RePave utilisé pour boucher les nids de poule a donné satisfaction (18 mois au moins de durée de vie).
Borough of Haddonfield, New Jersey	La municipalité de Haddonfield a appliqué le produit RePave sur dix (10) tronçons de route (nids de poule), et a effectué un suivi pendant une année. Le produit a mieux performé que les matériaux traditionnels.
Hammonton, New Jersey	En 1994, le Conseil du «South Jersey Resource Conservation and Development» à Hammonton a utilisé RePave pour construire des trottoirs dans des parcs publics. Le suivi de ces trottoirs pendant trois (3) ans a révélé l'efficacité du produit RePave.
Travaux publics de Union County, New Jersey	Le comportement des nids de poule bouchés avec RePave en ce qui concerne le niveau de remplissage, est similaire à celui des nids bouchés avec des produits de rapiéçage à froid de haute performance.
Ville de Bayonne, New Jersey	Bon comportement des nids de poule bouchés avec RePave après deux (2) ans de suivi.
Département des transports, Washington	RePave a été testé par le Département des transports de l'État de Washington. Les résultats des tests ont été très satisfaisants. Le comité qui valide les nouveaux produits a recommandé l'approbation par DOT.

Une partie du succès de ReClaim's au New Jersey est lié au coût d'enfouissement élevé dans cet état (100 \$ US et plus par tonne)

La compagnie Asphalt Recovery Systems Inc. (ARS) transforme, elle aussi, des bardeaux d'asphalte qui étaient destinés aux sites d'enfouissement en produits utiles pour les réparations à froid des routes. Le produit de rapiéçage à froid manufacturé par la compagnie ARS Inc. est largement utilisé à Chicago. En effet, en 1990, la Ville de Chicago a placé 15 tonnes de produit ARS sur ses routes. En se basant sur le succès

de ce produit, la Ville a donné l'approbation aux entrepreneurs privés de l'utiliser sur toutes les routes de Chicago.

La méthode de recyclage développée par la compagnie ARS Inc. consiste dans un premier temps à séparer les contaminants comme les clous et les morceaux de bois des bardeaux usés. Les clous sont séparés magnétiquement. Par la suite, le matériau passe à travers un long convoyeur, qui déplace les fragments de bardeaux en les débarrassant de la poussière et des graviers. Les morceaux de bardeaux entrent dans un déchiqueteur à faible vitesse. À la sortie de ce déchiqueteur, les pièces ont des dimensions de 4 po x 8 po. Les travailleurs surveillent les lignes de convoyage entre le premier et le deuxième déchiqueteur pour enlever les impuretés que la machine a laissé passer. Un deuxième déchiqueteur à grande vitesse réduit les dimensions des morceaux jusqu'à 1-1/2 po et moins (chips). Les fines (3/4 po et moins) sont mélangées avec des agrégats, des particules de béton bitumineux recyclé et un agent émulsifiant pour former le produit ARS (Klemens, 1991).

Les entrepreneurs des services publics (gaz et électricité) exerçant sur le territoire de Chicago consomment annuellement une quantité de 150 000 tonnes de produits de rapiéçage à froid.

L'examen des données bibliographiques montre que le recyclage de bardeaux d'asphalte pour la réparation des routes à froid, en particulier les nids de poule et les fissurations, est une opération techniquement faisable et économiquement viable.

4. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Toutes les informations que nous avons recueillies sur la valorisation des bardeaux d'asphalte (post-industriels et post-consommation) sont focalisées sur la même application. Il s'agit de broyer ces matériaux et de les incorporer dans le mélange de béton bitumineux pour construire et/ou réparer les routes. Chaque compagnie qui s'est penchée sur le recyclage des bardeaux d'asphalte a développé sa propre technologie de broyage et d'incorporation dans le pavage.

A) Bardeaux post-industriels

Il ressort de cette étude que les rebuts manufacturiers ont trouvé une application potentielle dans la construction des routes au Québec. En effet, la compagnie Sintra inc. a pris en charge ces rebuts en procédant à leur broyage avant de les incorporer dans les bétons bitumineux. Procédant ainsi, la compagnie pourrait économiser 60 000 barils de pétrole brut par an en produisant 350 000 tonnes d'enrobés à base de

bardeaux d'asphalte à une concentration de 5 % en poids. Il faut noter que les bardeaux ainsi recyclés ne constituent que 10 % de tous les bardeaux d'asphalte qui se trouvent dans les sites d'enfouissement.

B) Bardeaux post-consommation

Les bardeaux d'asphalte usés représentent la plus grande partie des bardeaux qui sont accumulés sur les sites d'enfouissement. Présentement, ces résidus ne suscitent aucun intérêt commercial pour les entrepreneurs chargés du recyclage des déchets solides. La recherche bibliographique sur la composition, la gestion et les modes de recyclage et de récupération des bardeaux d'asphalte usés a abouti à quatre (4) alternatives de valorisation :

i) Incorporation dans la couche de base des revêtements routiers

Les responsables de la compagnie Sintra inc. accepteraient d'incorporer les bardeaux usés dans la couche de base des revêtements à condition de développer un système de tri qui permettra d'enlever les contaminants et de garantir la stabilité de la composition du matériau final.

ii) Source d'énergie

Une autre application pour les bardeaux d'asphalte usés qui mérite d'être explorée est leur valorisation comme source d'énergie dans les industries énergivores telles que les cimenteries. Comme les bardeaux d'asphalte sont composés de 30 à 35 % (en poids) du bitume et de 18 à 25 % de fibres de cellulose, ceux-ci ont une valeur calorifique non-négligeable. Le bitume possède un pouvoir calorifique de 40 à 42 MJ/kg et la cellulose de 16 à 17 MJ/kg. Les compagnies Ciment Québec inc. et Ciment St-Laurent inc. ont manifesté leur intérêt pour collaborer à une étude visant cette éventuelle application.

iii) Revêtement des routes en gravier (chemins de parcs)

Cette alternative consiste à valoriser les bardeaux d'asphalte usés dans le domaine de la construction de routes faites en gravier. Ces routes, non seulement, nécessitent un entretien continu dû au phénomène d'érosion, mais elles causent également beaucoup d'inconforts par la poussière. Cette alternative pourrait susciter l'intérêt chez les compagnies forestières qui dépensent chaque année des milliers de dollars pour entretenir ces routes.

Cependant, les normes existantes du MENV ne permettent pas d'utiliser les bardeaux d'asphalte de cette façon. Pour convaincre les responsables du MENV, il faudrait développer une formulation appropriée pour obtenir un pavage résistant, durable et dans la limite du raisonnable, environnementalement propre.

Le professeur Guy Doré du département de Génie Civil de l'Université Laval travaille actuellement sur cette problématique. Ce dernier a démontré un intérêt particulier pour réaliser une étude de faisabilité visant l'utilisation des bardeaux d'asphalte usés pour le revêtement des routes en gravier. Un système de tri permettant d'enlever les contaminants devra être développé pour ce type d'application.

Il faut rappeler que le coût de construction d'une route neuve en asphalte est estimé à 100 000 \$ CA/km pour une durée de vie d'environ 15 ans. Une technologie permettant d'utiliser les bardeaux d'asphalte usés pour améliorer ces routes en gravier à des coûts raisonnables, soit 10 à 20 000 \$ CA/km, serait très attrayante.

iv) Matériau de réparation à froid des routes

Les bardeaux d'asphalte usés, broyés à ½ pouce et moins, pourraient servir comme matériau de réparation à froid des routes (Cold Patch). Le coût du matériau présentement sur le marché est d'environ 50 \$ CA/tonne. Pour que le produit développé avec les bardeaux d'asphalte usés soit économiquement rentable, il faut qu'il ait un prix inférieur à 50 \$/tonne et qu'il remplisse tous les critères de performance requis pour ce type de produit appliqué sur les routes de Québec (annexe B).

RECOMMANDATIONS

- ① En considérant que les coûts de transport sont élevés, le recycleur doit offrir plusieurs sites de disposition aux entrepreneurs en rénovation de toitures. De plus, pour sensibiliser les entrepreneurs à recycler leurs bardeaux d'asphalte usés, il serait important de maintenir les coûts de disposition inférieurs aux coûts d'enfouissement sur le site le plus proche.
- ② Développer un système de tri automatique et efficace pour décontaminer les bardeaux d'asphalte usés qui permettra de diminuer le coût du produit final. Comme le développement de ce système semble être économiquement non réalisable dans un avenir rapproché, il serait important de sensibiliser les compagnies de construction et de rénovation de faire un tri à la source.

-
- ③ Augmenter les coûts sur les sites d'enfouissement.
 - ④ Sensibiliser les compagnies de construction et de rénovation sur l'enjeu environnemental.
 - ⑤ Effectuer une étude de faisabilité pour l'utilisation des bardeaux d'asphalte usés comme source d'énergie pour les cimenteries.
 - ⑥ Effectuer une étude de faisabilité pour l'utilisation des bardeaux d'asphalte usés pour améliorer les routes en gravier (chemins forestiers).
 - ⑦ Étudier la possibilité d'utiliser les bardeaux d'asphalte pour réparer les routes à froid (Cold Patch), en particulier, développer une formulation répondant aux spécifications techniques du ministère des Transports du Québec.
 - ⑧ Faire une étude de marchés pour les produits de recyclage des bardeaux d'asphalte.

5. BIBLIOGRAPHIE

Ali, N et al. (1995) *Mechanistic Evaluation of Asphalt Concrete Mixtures Containing Reclaimed Roofing Materials*, Department of Civil Engineering, Technical University of Nova Scotia, Canada.

American Metal Market, (1994). *Recycled Roofing Finds Second Life in Potholes*.

Amirkhanian, Serji N., (1999). *A Laboratory and the Field Evaluation of the Use Waste Materials in Highway Construction*, Department of Civil Engineering, Clemson University.

Construction & Demolition Recycling Program
(<http://www.ciwmb.ca.gov/ConDemo/Factsheets/ShinglAb.htm>)

Janisch, David, W. et Curt Turgeon. (1996). *Minnesota's Experience Using Shingle Scrap in Bituminous Pavements*, Report final, 5. *Contractor Turns Shingles into Cash*, T.A. Heavy Equipment, Construction Equipment, 1994

Kee Y. Foo, Douglas I. Hanson, and Todd A. Lynn. (1999). *Evaluation of Roofing Shingles in Hot Mix Asphalt*. Journal of Materials in Civil Engineering, Vol. 11 No 1 February.

Klemens, Tomas L., (1991). *Processing Waste Roofing for Asphalt Cold-Patches, Repairs Streets and Haul Roads while Reducing Landfill Space*, Highway & Heavy Construction.

Les produits chimiques Rustrol inc., (1993). *Recyclage du matériel provenant des toits plats et des toits de bardeaux d'asphalte* : fiche descriptive et rapport final. Québec : Ministère de l'Environnement, 78 p.

Market Leadership Company, (2000). *Beneficial Reuse of Scrap Asphalt Roofing Materials*, 28 p. Disponible sur le site: www.stopwaste.org.

Ministère de l'Environnement du Québec. (1993). *Rapport final du projet de recyclage du matériel provenant des toits plats et de bardeaux d'asphalte*.

Recyc-Québec, (1999). *Répertoire québécois des récupérateurs et des recycleurs*. 157 p.

-
- Reed, A. B. *Reclaimed Manufacturer Asphalt Roofing Shingles in Asphalt Mixtures*. (1999). Rapport final, Pennsylvania, Department of Transportation, Bureau of Construction and Materials].
- Roy, M., (1994). Le recyclage des bardeaux d'asphalte. Plan, juin-juillet, p. 27.
- Snyder, Russ, (1999). Compte rendu du forum sur les opportunités de recyclage des bardeaux d'asphalte. Décembre 1999, Chicago, Illinois, 38 p.
- Société canadienne d'hypothèque et du logement, (1999). Statistiques du logement au Canada, 1999.
- Statistiques Canada, (1996). Profil des divisions et subdivisions de recensement du Québec, Recensement 1996. Publication 95-186.
- Statistiques Canada, (1999). Papier-toiture asphalté, tableau 1, vol. 51, n° 12, catalogue n° 45-001-XIB.
- Watson Donald E., Andrew Johnson, and Hem R. Sharma. (1998). *Georgia's Experience with Recycled Roofing Shingles in Asphaltic Concrete*.

ANNEXE A

GUIDES D'ENTREVUE

GUIDE D'ENTREVUE - LES PRODUCTEURS

Nom :

Entreprise :

Coordonnées :

Téléphone :

- Quelle quantité de bardeaux d'asphalte produisez-vous annuellement?
- Quelle quantité de résidus de production générez-vous annuellement (% de production)?
- Quel circuit prennent actuellement les résidus?
- Quel est le coût moyen de transport et de disposition des résidus?
- Avez-vous déjà réutilisé les résidus de production?
- Faites-vous la récupération et le recyclage des résidus de production?
- Quelle technologie utilisez-vous pour recycler les résidus de production?
- Avez-vous déjà envisagé le recyclage? Si oui, quelles sont les contraintes que vous avez rencontrées?
- Quels sont ou quels seraient les incitatifs pour recycler les résidus de production?
- Utilisez-vous actuellement des produits recyclés dans votre production?
- Est-ce que le prix des produits neufs et des produits recyclés est comparable?
- Quels sont ou quels seraient les incitatifs pour utiliser des produits recyclés dans la production de bardeaux d'asphalte?
- Seriez-vous intéressé à utiliser des produits recyclés?

GUIDE D'ENTREVUE - LES ENTREPRENEURS QUEBECOIS

Nom :

Entreprise :

Coordonnées :

Téléphone :

- Quelle quantité de bardeaux d'asphalte usés générez-vous annuellement?
- Pouvez-vous estimer le taux de contamination (clous, bois) des bardeaux d'asphalte usés?
- Quel circuit prennent actuellement les bardeaux d'asphalte usés?
- Quel est le coût moyen de disposition?
- Quels sont les coûts moyens de transport pour la disposition des bardeaux d'asphalte usés?
- Pratiquez-vous la destruction sélective (séparation à la source des bardeaux d'asphalte)?
- Est-ce que ce serait coûteux pour vous de trier à la source les bardeaux d'asphalte?
- Si des contenants spéciaux vous étaient fournis, est-ce que ça vous inciterait à isoler les bardeaux d'asphalte du reste des résidus?
- Comment envisagez-vous l'instauration d'une réglementation visant le recyclage des bardeaux d'asphalte?
- Quels seraient les moyens à considérer pour que le recyclage des bardeaux d'asphalte soit envisageable?
- Localisation du recycleur : Quelle distance jugez-vous raisonnable parcourir pour disposer des bardeaux d'asphalte?

GUIDE D'ENTREVUE - LES ENTREPRENEURS AMERICAINS

Nom :

Entreprise :

Coordonnées :

Téléphone :

- Quelle quantité de bardeaux d'asphalte usés générez-vous annuellement?
- Pouvez-vous estimer le taux de contamination (clous, bois) des bardeaux d'asphalte usés?
- Quel circuit prennent actuellement les bardeaux d'asphalte usés?
- Quel est le coût moyen de disposition?
- Quels sont les coûts moyens de transport pour la disposition des bardeaux d'asphalte usés?
- Pratiquez-vous la destruction sélective (séparation à la source des bardeaux d'asphalte)?
- Quels moyens avez-vous privilégié pour faciliter la destruction sélective (contenants spéciaux, etc.)?
- Quels sont vos incitatifs pour récupérer les bardeaux d'asphalte?
- Êtes-vous soumis à une réglementation de récupération des bardeaux d'asphalte?

GUIDE D'ENTREVUE - LES RECUPERATEURS ET RECYCLEURS

Nom :

Entreprise :

Coordonnées :

Téléphone :

- Quelle technologie utilisez-vous pour recycler les bardeaux d'asphalte?
- Sur quels critères avez-vous basé votre choix de technologie?
- D'où proviennent principalement vos résidus de bardeaux d'asphalte (post-consommation ou post-industriel)?
- Quel est le taux de contamination des bardeaux d'asphalte provenant du secteur post-consommation?
- Quels sont actuellement les principaux débouchés des produits recyclés?
- Quels seraient, selon vous, les marchés potentiels des produits recyclés?
- Quels sont les principaux problèmes que vous avez rencontrés (fluctuation du marché, approvisionnement, coûts de transport, rentabilité, etc.)?
- Est-ce rentable de recycler les bardeaux d'asphalte (coûts de recyclage par rapport au prix de vente des produits recyclés)?
- Quelles mesures devraient être prises pour accroître la récupération et le recyclage des bardeaux d'asphalte?

GUIDE D'ENTREVUE - LES RÉCUPÉRATEURS ET RECYCLEURS – ASPHALTE

Nom :

Entreprise :

Coordonnées :

Téléphone :

- Utilisez-vous des produits issus du recyclage de bardeaux d'asphalte?
- Quelle quantité de produits recyclés utilisez-vous annuellement? Avez-vous un approvisionnement régulier, quels sont les coûts de transport?
- Dans quelle proportion les incorporez-vous à vos mélanges d'asphalte?
- D'où proviennent principalement ces résidus de bardeaux d'asphalte (post-consommation ou post-industriel)?
- Seriez-vous intéressé à utiliser des résidus provenant du secteur post-consommation?
- Êtes-vous satisfaits des rendements obtenus?
- Quelles mesures devraient être prises pour accroître le recyclage des bardeaux par incorporation dans l'asphalte?

ANNEXE B

EXIGENCES DU MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC SUR L'ENROBÉ POUR RÉPARATION À FROID

ANNEXE C

PACKER INDUSTRIES INC.

ANNEXE D

ÉQUIPEMENTS

Les équipements adaptés au broyage des bardeaux d'asphalte sont fabriqués par les compagnies suivantes :

Andela Tool and Machine, Inc.

493 State Route 28
Richfield Springs, NJ 13439
(315) 858-0055
Web site : www.recycle.net/andela

Contract Grinding

4111 Land O'Lakes Blvd., Suite 204
(813) 996-1629

CMI Environmental Machinery (Maxigrind)

P.O. Box 1985
Interstate 40 & Morgan Road
Oklahoma City, Oklahoma USA 73128
(405) 203-0042
Web site : www.cmienvironmental.com

Astec Industries, Inc.

4101-T Jerome Ave.
P.O. Box 72787
Chattanooga, TN 37407
(423) 867-4210

Western Recovery

7010 Automall Parkway
Freemont, CA 94538
(888) 331-3314

ANNEXE E

CYCLE DE VIE DES BARDEAUX D'ASPHALTE

CYCLE DE VIE DES BARDEAUX D'ASPHALTE

