

Rapport final

Valorisation du bardeau d'asphalte postconsommation pour les chaussées non revêtues

Équipe solution #03 – Labco-EqSol3

Étape : fin du projet



Auteur : Jean-Claude Carret

Date : 15 janvier 2024

Table des matières

SECTION 1 - IDENTIFICATION DU PROFESSEUR PORTEUR DU PROJET	2
SECTION 2 - PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	2
Note d'introduction.....	2
1. Résumé du PROJET	2
2. Description détaillée du PROJET	3
3. Mise en œuvre du projet et difficultés rencontrées	3
4. Synthèse des principaux résultats.....	4
4.1 Phase I : caractérisation du bardeau de la RITMRG.....	4
4.2 Phase II : formulation à froid	5
4.3 Phase III : formulation à chaud	6
4.4 Phase IV : fabrication et pose du mélange en usine d'asphalte	10
5. Conclusion et perspectives.....	11

SECTION 1 - IDENTIFICATION DU PROFESSEUR PORTEUR DU PROJET

- Nom du professeur porteur du projet : Jean-Claude Carret
- Titre : Professeur, PhD., Ing. PRT.
- Téléphone : 514-396-8800
- Poste : 8964
- Courriel : jean-claude.carret@etsmtl.ca

SECTION 2 - PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Valorisation du bardeau d'asphalte postconsommation pour les chaussées non revêtues : GRILLE DE PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Note d'introduction

Ce rapport présente les principaux résultats obtenus, une synthèse des aspects concernant la mise en œuvre du projet incluant les différents obstacles rencontrés au cours du projet et les adaptations qui en ont découlé ainsi qu'une analyse générale sur les freins actuels limitant le réemploi du bardeau d'asphalte postconsommation (BAPC) dans les matériaux de chaussée au Québec. En complément de ce rapport, les aspects techniques et les résultats des campagnes expérimentales menées dans le cadre du projet sont présentés en détails dans 2 mémoires de maîtrise :

- Le mémoire de Mohamed Aymen Salhi, déjà transmis au CERIEC, porte sur la campagne expérimentale pour la formulation à froid.
- Le mémoire de Styve Mouafo Nuentza, en cours de rédaction et qui sera transmis au CERIEC au plus tard le 15 mars 2024, porte sur la campagne expérimentale pour la formulation à chaud.

1. Résumé du PROJET

Le bardeau d'asphalte est un rejet provenant de la démolition ou de la réhabilitation des bâtiments. On distingue deux types de bardeaux d'asphalte à valoriser. Le premier est issu directement de la fabrication (BAPF). Le bardeau d'asphalte postconsommation (BAPC) provient de la démolition et est peu valorisé au Québec. On estime à 250 000 T/an de BAPC produit au Québec chaque année. Selon le MTQ il peut être utilisé jusqu'à 5% massique dans certains enrobés bitumineux (EB). Sinon il est utilisé dans la valorisation énergétique ou disposé dans les lieux techniques d'enfouissement. Il est particulièrement difficile à valoriser en région. Cependant, des études montrent que le BAPC peut être utilisé avec une bonne proportion dans les EB et comme matériau granulaire en fondation de chaussée. Aux États-Unis, c'est 12,6 millions de tonnes qui sont recyclées par an pour une économie de plus d'un milliard de dollars.

Dans le cadre de ce projet, il est proposé de réutiliser le BAPC en tant que matériau de recouvrement des chaussées non revêtues. Combiné avec un granulat et une émulsion de bitume, ce mélange sera mis en œuvre sur des chaussées non revêtues qui sont très nombreuses en région et qui sont généralement difficiles à entretenir. Ce revêtement va permettre une imperméabilisation de la surface de la chaussée limitant les infiltrations et servira aussi d'abats poussière. Il va contribuer à diminuer les défauts de surface tels que les nids de poules et la planche à laver, augmentant ainsi la sécurité et le confort des usagers.

2. Description détaillée du PROJET

Initialement, il était prévu que ce projet soit séparé en 4 phases distinctes, à savoir :

- Phase I - évaluation des bardeaux disponibles à la RITMRG et modification potentielle de leur procédé de transformation pour une utilisation optimale dans les enrobés.
- Phase II – formulation à froid du matériau de resurfaçage et essais de laboratoire.
- Phase III - planche d'essais en vraie grandeur.
- Phase IV - étude de l'impact environnemental et production d'un guide d'implantation de la technique proposée.

Compte-tenu des différents obstacles rencontrés lors de la mise en œuvre du projet (cf. section suivante), il a été nécessaire d'adapter le projet, notamment pour incorporer une phase concernant la formulation à chaud du matériau (et les essais de laboratoire correspondant). Également, il n'a pas été possible de réaliser une planche d'essais comme prévu initialement. En conséquence, la phase IV n'a pas pu être traitée. Finalement, le projet s'est réalisé selon les 4 phases suivantes :

- Phase I - évaluation des bardeaux disponibles à la RITMRG et modification potentielle de leur procédé de transformation pour une utilisation optimale dans les enrobés.
- Phase II – formulation à froid du matériau de resurfaçage et essais de laboratoire.
- Phase III - formulation à froid du matériau de resurfaçage et essais de laboratoire.
- Phase IV – fabrication et pose du mélange en usine d'asphalte.

Pour la première phase, un travail en collaboration avec la RITMRG a été effectué pour vérifier si les étapes de tri, nettoyage et broyage réalisées par la régie permettent d'obtenir un BAPC utilisable dans les matériaux de chaussée, ou si d'autres opérations devraient être ajoutées au processus. Les principaux aspects étudiés ont été la présence de contaminant (fibres de papier), la teneur en eau et la grosseur des particules de BAPC.

Le travail de laboratoire (phase II et phase III), consiste essentiellement en la formulation à froid (phase II) et à chaud (phase III) d'enrobés de micro surfaçage contenant jusqu'à 25% de BAPC et de l'évaluation de leur performance. Outre le BAPC, des granulats naturels ainsi que de l'émulsion de bitume (pour la formulation à froid) ou du bitume (pour la formulation à chaud) ont été utilisés. Ces matières premières ont d'abord été caractérisées. Par la suite, plusieurs formulations ont été effectuées à froid et à chaud et les performances ont été évaluées avec des essais de laboratoire classiques pour les enrobés, dépendamment de la formulation réalisée (à froid ou à chaud).

Dans la phase IV, un mélange formulé à chaud et comprenant 10% de BAPC a été fabriqué en usine d'asphalte grâce à la collaboration de Bauval Inc. Ce mélange a aussi été posé sur 3 cm d'épaisseur à proximité de l'usine où il a été fabriqué, dans le complexe industriel du partenaire. Ces travaux ont permis de valider à échelle industrielle la possibilité d'incorporer jusqu'à 10% de BAPC dans des mélanges d'enrobés de micro surfaçage.

3. Mise en œuvre du projet et difficultés rencontrées

Au début du projet, l'objectif était de formuler à froid un matériau de resurfaçage incorporant du BAPC et de construire une planche d'essai avec de matériau en Gaspésie. Rapidement, des démarches ont donc été entreprises pour contacter la compagnie Eurovia, la seule firme possédant une usine d'asphalte en Gaspésie, afin de déterminer leur intérêt à participer au projet et à réaliser les travaux de la planche d'essai. Eurovia n'a pas souhaité s'impliquer dans le projet, soulignant que les enrobés coulés à froid (ECF) n'étaient plus utilisés au Québec. Dans le même temps, les résultats obtenus en laboratoire avec la formulation à froid n'étaient pas concluants. Le projet a donc été réorienté pour effectuer une formulation à chaud plus conventionnelle.

Toutefois, Eurovia a maintenu son refus de s'impliquer dans le projet, expliquant que l'utilisation de BAPC n'était pas une option envisagée à l'heure actuelle, l'entreprise préférant se concentrer à augmenter les quantités de granulats bitumineux recyclés (GBR) qu'elle utilise dans ses enrobés. D'autres entreprises dans le domaine de la construction des chaussées ont été contactées par la suite, et aucune à l'exception de Bauval Inc. n'a souhaité s'impliquer dans le projet. Le manque d'intérêt de l'industrie pour le BAPC s'est donc avéré un obstacle important au projet. Toutefois, les discussions avec l'industrie ont permis de mettre en évidence plusieurs raisons pour lesquelles les entreprises de construction de chaussées ne sont pas intéressées par le BAPC à l'heure actuelle :

- Le ministère des transports et de la mobilité durable (MTMD) autorise entre 3% et 5% de BAPC dans les enrobés, mais l'utilisation de BAPC limite la quantité de GBR qui peut être utilisée, car le total GBR + BAPC est limité à 20%;
- Le MTMD accorde au bitume contenu dans le BAPC un facteur de mobilisation de 25%, ce qui limite considérablement l'économie de bitume neuf possible pour les industriels;
- Les entreprises qui souhaitent utiliser du BAPC, considéré comme une matière résiduelle contrairement aux GBR, doivent faire une demande de modification de leur certificat d'autorisation auprès du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP);
- La suppression de la redevance à l'élimination du BAPC en 2018, couplée à la possibilité offerte à des lieux d'enfouissement technique d'utiliser le BAPC comme matériel de recouvrement journalier, font en sorte que le potentiel d'innovation autour du BAPC est très limité car pas viable financièrement;
- Les donneurs d'ouvrages (MTMD et municipalités) ne demandent pas que du BAPC soit utilisé dans leurs devis. Au contraire, le BAPC demeure considéré comme un matériau en fin de cycle de vie qui pourrait nuire à la performance et à la durabilité de la chaussée.

Finalement, la seule entreprise qui a accepté de s'impliquer dans le projet (Bauval Inc.) ne possède pas d'usine en Gaspésie. La planche d'essai initialement prévue en Gaspésie a donc dû être abandonnée. À la place, une démonstration de faisabilité à échelle industrielle incluant le malaxage et la pose d'un enrobé de micro surfacage contenant 10% de BAPC a été réalisée dans la grande région de Montréal.

4. Synthèse des principaux résultats

Cette section se limite à présenter les principaux résultats du projet. Les résultats exhaustifs sont présentés dans les deux mémoires des étudiants à la maîtrise qui ont participé à ce projet.

4.1 Phase I : caractérisation du bardeau de la RITMRG

La RITMRG a fourni environ 130 kg de bardeaux broyés à l'ÉTS et plusieurs essais ont été réalisés afin de caractériser le bardeau. Ces essais comprennent la détermination de la densité maximale du BAPC (méthode LC 26-045), de sa granulométrie et de sa teneur en bitume à l'ignition (méthode LC 26-006). Avant de réaliser ces essais, le bardeau a été séché en l'étalant sur des plaques métalliques mises dans une étuve à 40°C jusqu'à obtenir une masse constante. Il a été déterminé que le bardeau utilisé avait une densité maximale de 1,993 à 25,5°C et une teneur en bitume de 16,3%.

La granulométrie des bardeaux a été déterminée sans suivre de méthode d'essai spécifique. Les contaminants présents dans le bardeau et visibles ont été retirés manuellement avant de procéder à l'essai. Il est à noter qu'une faible quantité de contaminants était présente dans le BAPC. Deux échantillons d'environ 15 kg de bardeaux ont été séparés par dimensions en réalisant un tamisage à l'aide de la série normalisée de tamis ISO R-20 utilisée au Québec. Pour chaque échantillon, les masses retenues sur chacun des tamis ont permis de

déterminer la granulométrie du matériau dont la moyenne est tracée dans la figure 1. Toujours sur la figure 1, les exigences de la méthode de formulation ISSA qui est utilisée pour la formulation à froid dans la phase II du projet ont été tracées également. On constate que le bardeau a une granulométrie trop grossière pour respecter les exigences ISSA d'où l'importance de le combiner avec un granulat naturel afin de se rapprocher du centre du fuseau exigé.

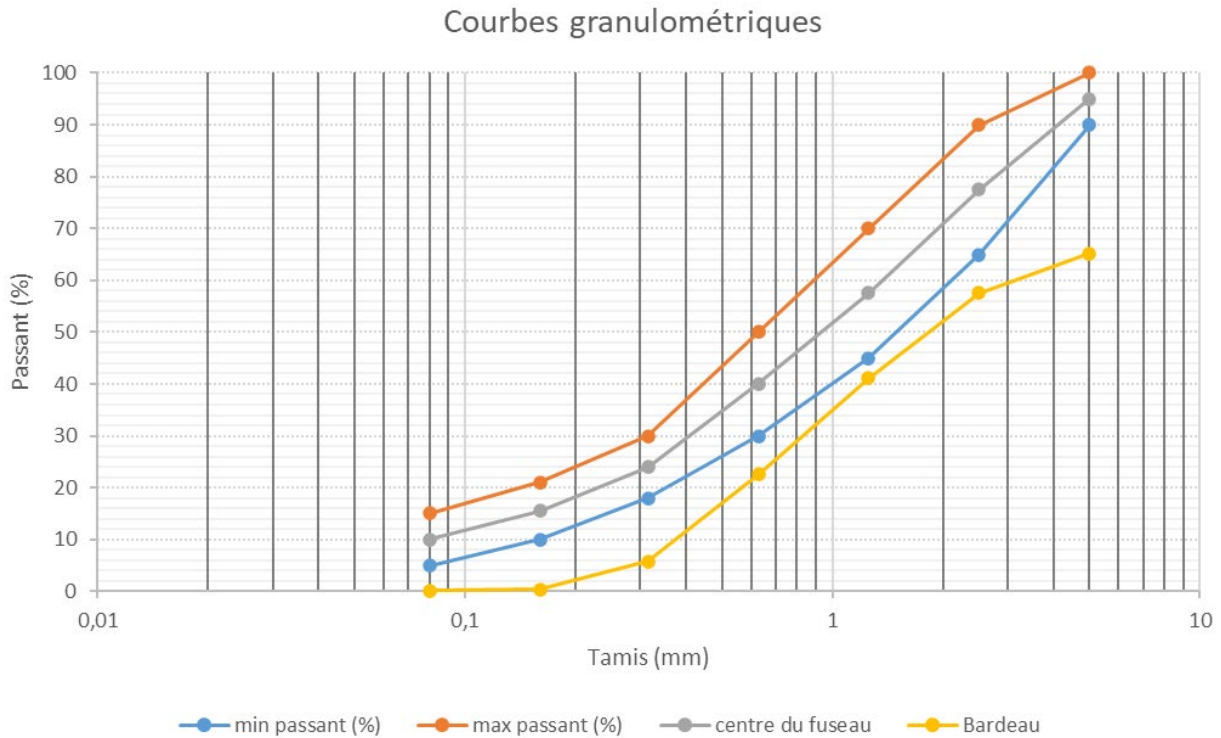


Figure 1 : Granulométrie du bardeau en comparaison avec les exigences de la méthode ISSA

Il est important de noter que ces résultats ont été obtenus sur le bardeau directement envoyé par la RITMRG, sans reconditionnement à l'ÉTS (à l'exception du séchage) et sans aucune modification des processus de traitement et de broyage du bardeau de la RITMRG.

4.2 Phase II : formulation à froid

Pour la formulation à froid, la première étape a été de caractériser les matériaux utilisés, à savoir les granulats et l'émulsion de bitume. Les granulats proviennent de la carrière DJL St-Philippe, il s'agit de pierres calcaires concassées 0-5 mm lavées. La densité brute et l'absorption des granulats ont été déterminées selon les méthodes d'essai LC 21-065 et LC 21-066. La densité brute déterminée à 23°C est de 2,697 et l'absorption est de 0,93%. Pour la distribution de la taille des particules, aucun essai de granulométrie n'a été réalisé mais les particules ont été séparées par taille comme c'était le cas pour le bardeau. De cette façon, il a été possible de produire un matériau dont la granulométrie est précisément le milieu du fuseau exigé par l'ISSA (cf. figure 1, courbe grise). Finalement, le potentiel zêta de la partie la plus fine du granulat appelé fines (passant le tamis de 80 microns) a été déterminé. Il s'agit d'une mesure de l'intensité de répulsion/attraction électrostatique entre les particules et c'est un indicateur intéressant pour évaluer la compatibilité d'un granulat avec une émulsion. Dans notre cas, le potentiel zêta des fines est positif donc il s'agit de fines cationiques. En ce qui concerne l'émulsion, deux émulsions différentes ont été utilisées : une émulsion CSS (Cationique Slow Setting) à prise lente et une émulsion CRS (Cationique Rapid Setting) à prise rapide.

Le premier objectif au niveau de la formulation à froid était d'établir une formule de référence (sans bardeau) qui soit conforme aux exigences de la méthode de formulation ISSA pour les enrobés fabriqués à froid. Dans un premier temps, c'est l'émulsion CSS qui a été utilisée et le premier mélange contenant 12,5% d'émulsion et 9% d'eau (CSS_1) a été dosé en se basant sur les résultats de travaux antérieurs réalisés à l'ÉTS. Les essais de montée en cohésion (ISSA 139), de perte à l'abrasion (ISSA 100), de déplacement latéral et vertical (ISSA 147) et d'adhérence au sable (ISSA 109) ont été effectués sur ce mélange et les résultats sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1. Résultat des essais sur le mélange CSS_1

Essai (méthode)	Résultat (unité)	Valeur	Exigence ISSA	Conformité
Cohésion (ISSA 139)	Après 30 mn (kg/cm)	12,0	≥ 12,0	Oui
	Après 60 mn (kg/cm)	12,5	≥ 20,0	Non
Perte à l'abrasion (ISSA 100)	Après 1h (g/m ²)	319	≤ 538	Oui
	Après 6 jours (g/m ²)	694	≤ 807	Oui
Déplacement latéral et vertical (ISSA 147)	Déplacement latéral (%)	16,5	≤ 5	Non
	Déplacement vertical (%)	27,7	≤ 10	Non
Adhérence au sable (ISSA 109)	Sable adhérent (g/m ²)	384	≤ 538	Oui

On constate dans ce tableau que les résultats de l'essai de déplacement vertical et latéral ainsi que la valeur de la cohésion après 60 mn ne sont pas conformes aux exigences ISSA. On peut voir que la cohésion n'augmente presque pas entre 30 mn et 60 mn. Il s'agit d'un problème majeur car sans montée en cohésion, il est impossible d'imaginer mettre en place le matériau étant donné qu'il ne se tient pas suffisamment et qu'il se désagrègera immédiatement sous charge. Plusieurs autres mélanges ont donc été réalisés afin de tenter de résoudre ces problèmes, notamment en faisant varier le dosage en eau, en ajoutant du ciment dans le mélange ou même en changeant d'émulsion pour utiliser une CRS. Le dosage en émulsion, eau et ciment des différents mélanges considérés est présenté dans le tableau 2. Pour limiter le nombre d'essais, seul l'essai de cohésion a été réalisé sur ces mélanges. Aucune formule testée parmi les 12 considérées (6 pour chaque émulsion) n'a permis de régler le problème de l'absence de montée en cohésion. Le mémoire de Mohamed Aymen Salhi présente ces aspects en détails, ainsi que d'autres tentatives effectuées afin de résoudre le problème de montée en cohésion. Il n'a malheureusement pas été possible de formuler à froid un mélange conforme aux spécifications, possiblement à cause des émulsions utilisées qui n'étaient pas adaptées. Ces résultats, couplés au manque d'intérêt de l'industrie pour les enrobés coulés à froid (cf. section 3) ont entraîné une réorientation du projet vers la formulation à chaud.

Tableau 2. Résumé des différents mélanges testés avec l'essai de cohésion

Nom	Dosage en émulsion (%)	Dosage en eau (%)	Dosage en ciment (%)
CSS_1 / CRS_1	12,5	9,0	0,0
CSS_2 / CRS_2	12,5	5,0	0,0
CSS_3 / CRS_3	12,5	5,0	2,0
CSS_4 / CRS_4	12,5	9,0	2,0
CSS_5 / CRS_5	20,0	9,0	2,0
CSS_6 / CRS_6	20,0	5,0	2,0

4.3 Phase III : formulation à chaud

Pour la formulation à chaud, la première étape a également consisté à caractériser les deux granulats utilisés venant de la carrière DJL St-Philipe : des pierres calcaires concassées 0-5 mm lavées (0-5 L) et non lavées (0-5

NL). Les densités brutes, absorption et granulométries des granulats ont été déterminées selon les méthodes d'essai LC 21-065, LC 21-066 et LC 21-040. Le tableau 3 présente les résultats de densité et d'absorption tandis que la granulométrie est tracée sur la figure 2.

Tableau 3. Densité brute et absorption des granulats utilisés pour la formulation à chaud

Granulat	Densité brute à 23°C	Absorption (%)
0-5 L	2,683	0,94
0-5 NL	2,695	0,77

Ensuite, une formule de référence sans BAPC a été produite en s'inspirant de la fiche technique d'un matériau de micro surfacage en milieu rural commercialisé par l'entreprise Bauval Inc. : l'enrobé Micro Hi-Tech. Les exigences granulométriques pour cet enrobé sont également représentées sur la figure 2. La granulométrie de l'enrobé de référence est présentée sur la même figure. Elle a été obtenue en combinant 40% de granulat 0-5 L et 60% de granulats 0-5 NL. Le type et la teneur en bitume ont été choisis conformément aux recommandations de la fiche technique du matériau : un bitume de grade PG 58-34 et une teneur en bitume de 5,8%. Par la suite, il a été décidé de formuler 2 mélanges avec 10% et 25% de BAPC, en incorporant seulement la partie fine du bardeau à savoir le passant au tamis de 5 mm. Ce choix a été fait par crainte que les morceaux de papiers contenus dans le BPAC puissent nuire à la compactibilité du matériau. Les granulométries de ces 2 mélanges avec BAPC ainsi que celle de la fraction du BAPC passant le tamis de 5mm sont tracées à la figure 2.

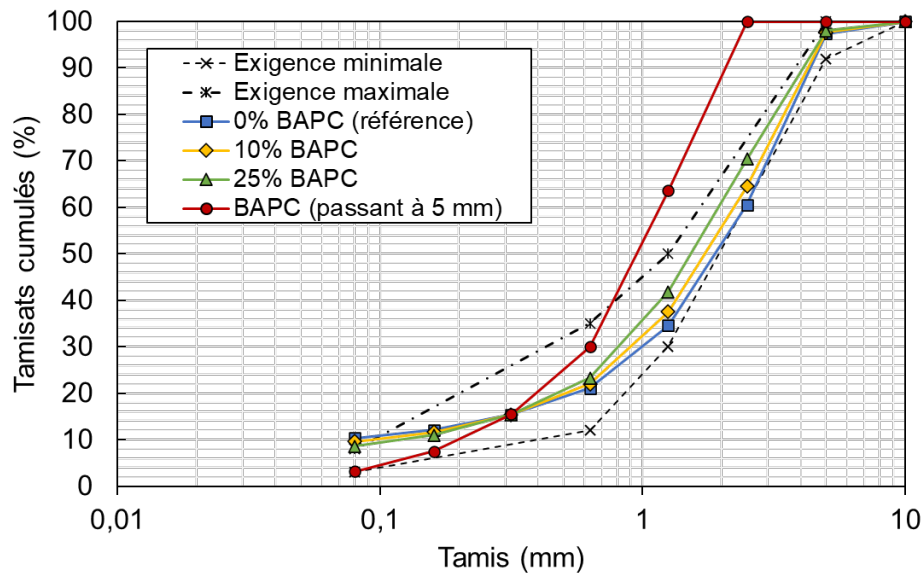


Figure 2 : Granulométrie des mélanges formulés à chaud, de la fraction du BAPC passant au tamis de 5 mm et exigences de l'enrobé Micro Hi-Tech

Par la suite, la conformité de la formule de référence selon les exigences de la fiche technique du matériau a été étudiée. Pour ce faire, des essais de compaction selon la méthode Marshall (LC 26-020), de teneur en vides (LC 26-320) et de tenue à l'eau (LC 26-001) ont été réalisés. La teneur en vides et la tenue à l'eau du mélange de référence sont conformes, comme c'est indiqué le tableau 4.

Tableau 4. Résultats des essais de teneur en vides et de tenue à l'eau sur la formule de référence

Essai (méthode)	Valeur	Exigence Fiche technique	Conformité
Teneur en vides (LC 26-320)	7,8%	4% à 10%	Oui
Tenue à l'eau (LC 26-001)	88%	≥ 85%	Oui

Comme le BAPC contient du bitume, 16,3% pour le BAPC de la RITMRG selon le résultat de l'essai d'ignition, il est attendu qu'une partie de ce bitume soit mobilisée lorsque le matériau est incorporé dans un mélange d'enrobé à chaud. Une étude a donc été réalisée afin de déterminer quelle quantité de bitume d'apport est nécessaire pour les mélanges avec BAPC, et dans le même temps pour estimer la part de bitume du BAPC mobilisée dans le nouveau mélange. Pour ce faire, 3 mélanges ont été réalisés avec différents pourcentages de bitume d'apport, pour la formule avec 10% de BAPC et pour la formule avec 25% de BAPC. Des éprouvettes de ces mélanges ont été compactées selon la méthode Marshall et les teneurs en vides des éprouvettes ont été comparées. Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau 5 et dans la figure 3. Le mélange de référence est également présenté pour avoir une base de comparaison.

Pour les mélanges avec BAPC, l'utilisation de la même teneur en bitume d'apport que pour le mélange de référence (5,8%) entraîne une nette diminution de la teneur en vides, ce qui démontre qu'il y a un excès de bitume dans le mélange et donc qu'une part du bitume du BAPC est mobilisée. Les teneurs en bitume d'apport retenues pour les mélanges avec 10% et 25% de BAPC sont indiquées en gras dans le tableau 5 et entourées en vert dans la figure 3, soit respectivement 5,0% et 4,0%. Ces teneurs ont été retenues, car elles permettaient d'obtenir des vides conformes à la fiche technique, tout en évitant des problèmes d'enrobage constatés lorsque la teneur en bitume d'apport a été d'avantage diminuée (encerclés en rouge dans la figure 3). En considérant le % de BAPC dans chaque mélange, la teneur en bitume du BAPC et la teneur en bitume d'apport, la part de bitume du BAPC mobilisée a été estimée par comparaison avec le mélange de référence à 50% (mélange avec 10% de BAPC) et 45% (mélange avec 25% de BAPC). Ces chiffres devront être confirmés par des études rigoureuses, mais ils permettent de démontrer que le taux de mobilisation de 25% fixé par le MTMD est probablement sous-estimé.

Tableau 5. Résultats des essais de compaction Marshall avec différents % de bitume d'apport

BAPC (%)	Bitume provenant du BAPC (% massique dans le mélange)	Bitume d'apport (% massique dans le mélange)	Teneur en vides (%)
0	0	5,8	7,8
10	1,6	5,8	6,3
		5	8,8
		4,5	9,9
25	4,0	5,8	1,1
		4	6,0
		3,5	6,8

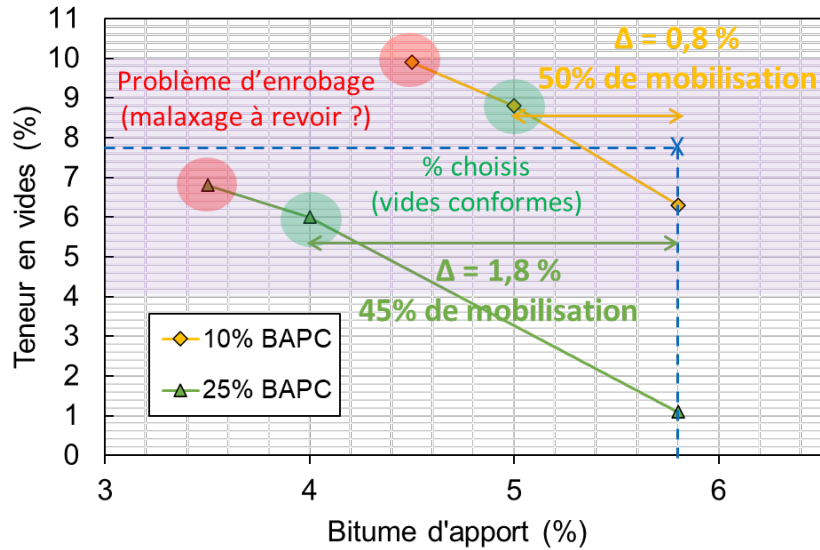


Figure 3 : Teneur en vides des différents mélanges en fonction du % de bitume d'apport

Par la suite, les performances des mélanges avec BAPC, à savoir la tenue à l'eau et l'orniérage ont été évaluées. Les résultats de la tenue à l'eau sont présentés à la figure 4 tandis que les résultats pour l'orniérage sont présentés à la figure 5. Sur la figure 4, on peut constater que les mélanges avec BAPC ne respectent les exigences de la fiche technique, car leur tenue à l'eau est inférieure à 85%. De plus on observe une légère baisse de la tenue à l'eau pour ces mélanges en comparaison avec le mélange de référence. Pour autant, les valeurs obtenues demeurent satisfaisantes, surtout en considérant qu'il est difficile de comparer directement les 3 mélanges à cause des teneurs en vide et des granulométries qui sont différentes. Concernant la résistance à l'orniérage, la figure 5 montre que les 2 mélanges avec BAPC résistent particulièrement bien à la déformation permanente. Les deux mélanges respectent les exigences de la fiche technique (orniérage inférieur à 7,5% après 3000 cycles et inférieur à 10% après 10000 cycles). En conclusion, les résultats obtenus avec la formulation à chaud confirment le potentiel d'utiliser du BAPC dans les matériaux de chaussée, y compris pour des teneurs en BAPC supérieures à ce qui est autorisé par le MTMD, à savoir entre 3% et 5%. Des études devront toutefois être menées pour évaluer la performance à basse température qui est l'aspect le plus critique avec l'incorporation de BAPC.

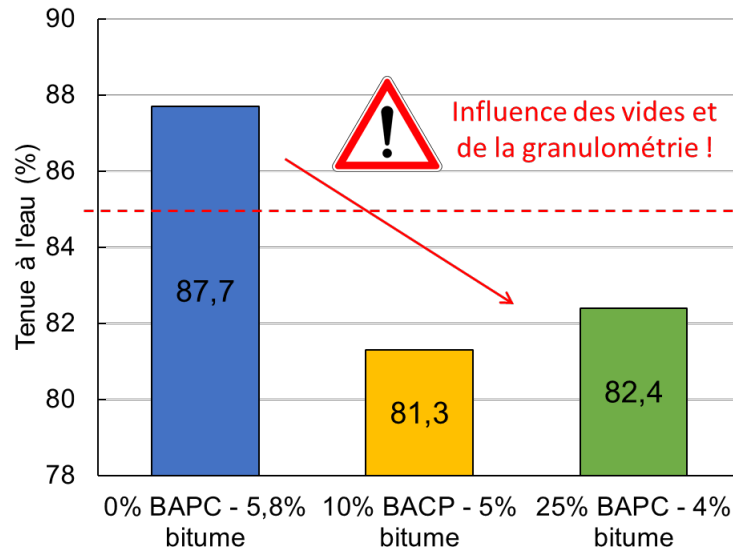


Figure 4 : Résultat des essais de tenue à l'eau

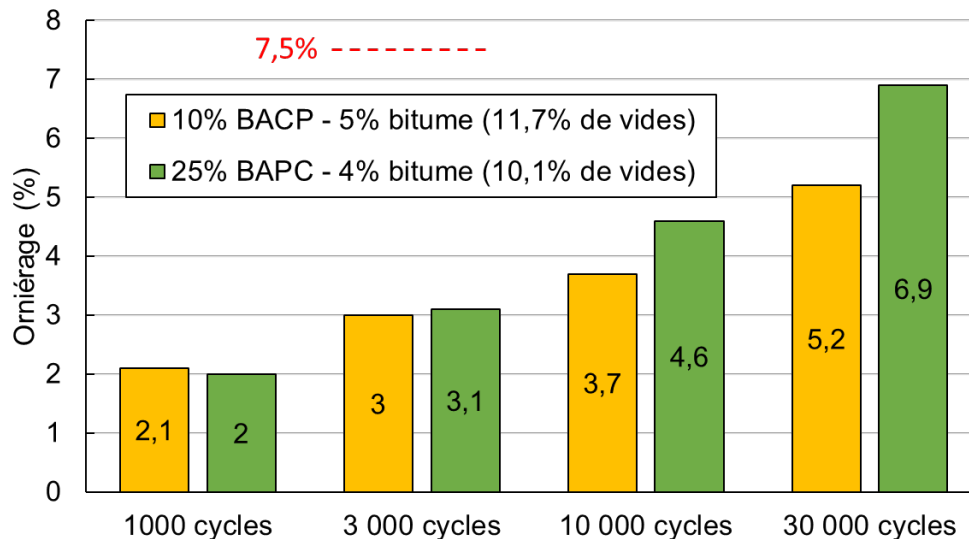


Figure 5 : Résultat des essais d'orniérage

4.4 Phase IV : fabrication et pose du mélange en usine d'asphalte

Dans la phase IV, un mélange similaire à celui de la phase 3 avec un taux de BAPC de 10% a été fabriqué en usine grâce à la collaboration de l'entreprise Bauval Inc. Ce mélange comprenait, outre le BAPC, un taux de 10% de GBR. Ce mélange a été testé dans un premier temps dans les laboratoires de l'ÉTS pour confirmer qu'il répondait à la fiche technique du matériau. Par la suite, en novembre 2023, le mélange a été fabriqué dans une usine de Bauval Inc., puis posé par une équipe technique sur une surface d'environ 250 m² et une épaisseur de 30 mm. Aucun essai n'a été réalisé à ce jour sur ce mélange, mais des échantillons du mélange prélevés après le malaxage ont été conservés pour réaliser des essais plus tard. Seules des observations visuelles ont été effectuées le jour de la pose et dans les semaines suivantes. Le mélange a été posé sans difficulté particulière et aucun défaut n'est apparu à ce jour. Il faudra suivre la dégradation du mélange dans le temps, mais ces premiers constats sont encourageants, et démontrent que la formulation réalisée en laboratoire peut se transférer à échelle industrielle.

5. Conclusion et perspectives

En dépit des difficultés rencontrées avec la mise en œuvre du projet (cf. section 3), qui expliquent le décalage entre les objectifs initiaux et les résultats finalement obtenus, ce projet a permis de démontrer que l'utilisation du BAPC dans les matériaux de chaussée est possible, y compris pour des taux supérieurs à ceux autorisés par le MTMD.

Le projet a aussi permis de mesurer que de nombreux acteurs (ministères, industriels, centres de tri, donneurs d'ouvrages, etc.), ayant chacun leurs propres enjeux, sont impliqués dans la chaîne de valeur du BAPC. Ce constat souligne qu'il est absolument nécessaire d'établir un dialogue entre ces différents acteurs pour que la situation actuelle du BAPC puisse évoluer à grande échelle. À ce sujet, des discussions sont actuellement en cours avec le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) ainsi que d'autres acteurs de la chaîne de valeur du BAPC pour démarrer un nouveau projet sur le réemploi du BAPC avec fibres de verre dans les matériaux de chaussée. Ce type de bardeau est encore plus problématique que le BAPC avec fibres de papier, car le pouvoir calorifique de ce type de bardeau est trop faible pour que la valorisation énergétique soit une avenue possible. Le projet envisagé est d'autant plus pertinent que le bardeau avec fibres de verre est appelé à devenir le type de BAPC majoritaire dès 2025, et il va progressivement complètement remplacer le bardeau avec fibres de papier qui n'est plus commercialisé au



Québec 