



→ Un sujet chaud, les enrobés basses calories

Plusieurs entreprises routières proposent dans leur catalogue des enrobés dont les températures de fabrication et d'application sont inférieures à celles des enrobés à chaud classiques. Les procédés diffèrent, mais les objectifs sont les mêmes : économiser l'énergie et diminuer les rejets de gaz à effet de serre.

Depuis deux ans, les chantiers routiers expérimentaux en enrobés à basses calories se sont multipliés un peu partout en France. Des colloques leur sont consacrés, des prix de l'innovation les récompensent. "Tièdes", "semi-tièdes", à "basse température", à "basse énergie", "économiques en énergie"... , quelles que soient leur dénomination et la technique employée, ces nouveaux enrobés fabriqués et appliqués

à des températures réduites ont un point commun : ils ont été conçus pour consommer moins d'énergie et de ce fait rejeter moins de gaz à effet de serre lors de leur fabrication que les enrobés à chaud classiques tout en offrant des performances identiques. Les fabricants marquent ainsi leur volonté de participer à la lutte contre le réchauffement du climat global de notre planète¹.

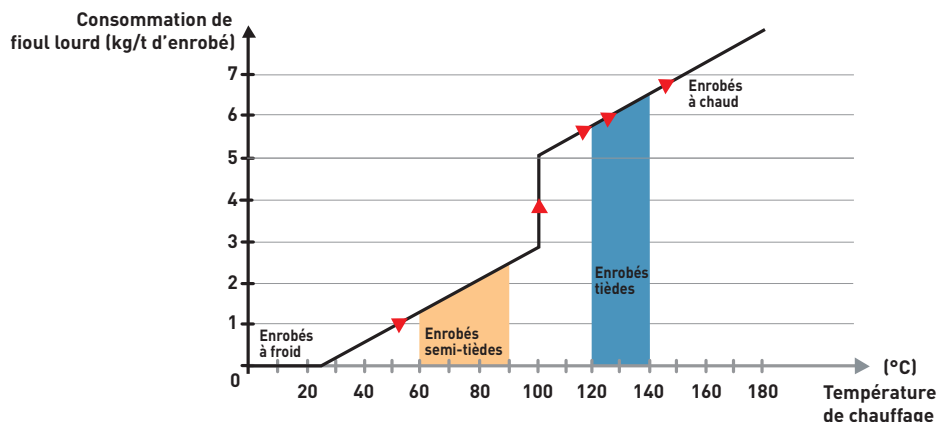
1 - Dans le cadre du protocole de Kyoto, l'Union Européenne s'est engagée à réduire globalement d'ici 2008-2012 ses émissions de gaz à effet de serre de 8 % par rapport à leur niveau de 1990. L'effort ne sera pas le même dans tous les pays. En vertu d'un "accord de partage de la charge", les Etats de l'UE (à l'exception des nouveaux membres) ont pu se répartir cette obligation globale (dite "bulle européenne") en fonction de leurs différences socio-économiques. Ainsi, par exemple, l'Allemagne doit diminuer ses émissions de 21 % tandis que l'Espagne est autorisée à les augmenter de 15 %. La France doit, elle, veiller à les stabiliser.

2 - Le LROP est un laboratoire public appartenant au réseau de contrôle technique du ministère de l'Équipement qui assure des missions de recherche, d'ingénierie et d'assistance à maîtrise d'ouvrage. Il a notamment été l'organisateur des journées consacrées aux enrobés à basse énergie, qui se sont tenues en novembre 2005 et en mars 2006, au cours desquelles ont été présentées les principales techniques d'enrobage à température réduite proposées sur le marché français.

Une véritable rupture technique et culturelle

Du côté des maîtres d'ouvrage, l'intérêt est évident, comme en témoigne le nombre des chantiers expérimentaux réalisés en 2005 ou en commande pour 2006, que ce soit en zones urbaines, sur routes ou autoroutes. Et les avis des experts des laboratoires publics qui les conseillent sont favorables. "C'est une bonne chose que toutes les grandes entreprises routières travaillent dans le même sens, même si les choix techniques divergent, car c'est la garantie pour les maîtres d'ouvrage que la concurrence existe, observe Jean-Pierre Christory, Directeur adjoint du Laboratoire Régional de l'Ouest Parisien². Tous les résultats des contrôles sont corrects, mais il reste à voir comment les choses

Deux nouveaux venus : les enrobés semi-tièdes et les enrobés tièdes



L'énergie nécessaire au chauffage d'une tonne de granulats humides n'est pas strictement proportionnelle à la température, car la transformation de l'eau de l'état liquide à l'état de vapeur consomme une grande quantité d'énergie, sans changement de température (chaleur latente de vaporisation ou enthalpie de vaporisation).

vont évoluer. Il y a encore des facteurs limitants, côté équipements et aussi côté formation des hommes, car il s'agit d'une véritable rupture technique et culturelle pour la profession. Nous

sommes dans une phase délicate de "prématurité", avec tout ce qu'il faut pour réussir, à condition d'oser démarrer vraiment et de bien organiser le suivi attentif des réalisations."



3 questions à...

Laurent Gignoux, Directeur de la Voirie du Conseil Général des Hauts-de-Seine

Comment réagissez-vous, en tant que donneur d'ordre, devant l'innovation que représentent les enrobés à basse température ?

Notre politique de maître d'ouvrage est d'être favorable à l'innovation, donc d'accepter de prendre une part des risques qui vont avec. Cela tient à une certaine culture technique qui est la nôtre. Nous avons toujours été sensibles aux innovations qui proposent des avancées réelles. C'est le cas de ces enrobés plus respectueux de l'environnement, dans la mesure bien sûr où il est établi qu'ils présentent des caractéristiques au moins équivalentes à celles des procédés traditionnels.

Votre département a fait savoir qu'il a réalisé un chantier routier avec des enrobés basse calorie. Allez-vous recommencer ?

En 2005, nous avons réalisé non pas un mais deux chantiers expérimentaux faisant appel à deux techniques différentes. Nous en lancerons un nouveau en 2006, faisant appel à une troisième technique. Notre objectif est d'engranger suffisamment de connaissances sur ces nouveaux procédés pour parvenir à une évaluation comparée de leurs performances. Si nous sommes sensibles à l'innovation, nous sommes également tenus de faire preuve de prudence dans nos choix techniques.

Pensez-vous donner dans l'avenir une part importante des marchés à ces nouveaux enrobés ?

A la condition qu'ils fassent leurs preuves avec le temps, que l'offre se stabilise et que les entreprises nous les proposent à des coûts compétitifs, ces nouveaux enrobés sont sans doute appelés à prendre des parts importantes de marché et leur succès sera d'autant plus grand qu'ils offriront une gamme étendue de produits, par exemple des enrobés phoniques ou antidérapants. Nos critères de notation, qui intègrent de plus en plus de considérations d'ordre environnemental, devraient les y aider.

Les enrobés semi-tièdes

Les procédés de fabrication d'enrobés à chaud, à des températures inférieures à 100 °C, sont désignés par l'appellation d'enrobés "semi-tièdes".

E.B.T.®

Eiffage Travaux Publics a déposé sous la marque E.B.T.® (enrobés à basse température) les brevets d'un procédé de fabrication aux environs de 90 °C. Le principe de fabrication consiste à sécher partiellement le squelette granulaire, de façon à tirer parti de l'eau naturelle des granulats lors de l'étape d'enrobage. Un apport d'eau peut éventuellement être fait avant l'introduction du bitume et la phase de malaxage, de manière à mieux contrôler la teneur en eau destinée à faire mousser naturellement le bitume. L'auto-expansion nécessaire à l'enrobage des granulats est favorisée par l'emploi d'additifs. La présence de l'eau résiduelle diminue la viscosité du mélange et lui donne une bonne maniabilité à la température d'application, vers 70 °C. Ce procédé est praticable dans tous les types de centrales d'enrobage,

moyennant des adaptations mineures (montage d'une rampe à eau équipée d'un débitmètre). "Les performances de l'E.B.T.® sont en tous points comparables à celles d'un enrobé à chaud classique et s'inscrivent toutes dans les normes européennes de ce matériau, assure François Olard, de la direction de la recherche et du développement de Eiffage Travaux Publics. Notre solution est actuellement la plus économique du marché, car elle s'adapte parfaitement à l'outil industriel existant, sans modifications coûteuses du matériel et la réduction de la facture énergétique à la centrale atteint 40 à 50 %. Quant aux réductions des émissions de CO₂, elles atteignent les mêmes proportions soit près de 10 kg par tonne d'enrobé. A l'échelle de la France, cela pourrait représenter une diminution de plus de 400 000 t de CO₂ par an."

EBE

Les "Enrobés à basse énergie" (EBE), sont proposés par un groupe de PME de la Région Ile-de-France, réunies autour de la société de services FAIRCO. Le procédé consiste à apporter l'énergie de chauffage aux seuls éléments grossiers du squelette minéral, et à ne pas sécher les éléments sableux qui contiennent la plus grande partie de l'eau. L'enrobage se fait en deux temps. On enrobe la partie chauffée du squelette minéral avec la totalité du bitume chaud. On introduit la partie sableuse, laissée humide, ce qui provoque l'expansion du bitume, et permet son enrobage pour aboutir à un mélange final homogène, de température inférieure à 100 °C. La quantité d'énergie de chauffage consommée est divisée par deux par rapport à celle d'un enrobé à chaud traditionnel.

"La conduite du procédé est simple, indique Yves Martineau, Consultant chez Fairco. En fonction de la formule du mélange, des conditions climatiques et de la teneur en eau des constituants minéraux, on définit les paramètres de fabrication qui sont : la température de chauffage de la partie grossière, la température prévisible du mélange final et sa teneur en eau. Le système peut fonctionner sur les postes existants, aussi bien discontinus que continus, moyennant certains aménagements comparables

à ceux permettant le recyclage des agrégats bitumineux. On peut aussi concevoir des centrales spécifiques permettant de dimensionner certains éléments aux spécificités du procédé. Comme on ne sèche que les matériaux dépourvus de fines, on peut réduire notablement la taille des filtres, qui sont des équipements coûteux en fonctionnement en entretien. Le procédé fonctionne avec les classes de bitume les plus couramment utilisées (35/50 et 50/70), des bitumes polymères ou des liants plus durs (20/30). Le procédé EBE s'applique aussi au recyclage des enrobés.

Les conditions de mises en œuvre sont celles des enrobés à chaud, mais à des températures comprises entre 80 °C et 90 °C, ce qui améliore grandement la sécurité et le confort de travail des équipes d'application. Des mélanges BBSG et GB classe 3 fabriqués à 90 °C, selon la technique EBE, atteignent les mêmes performances que les enrobés à chaud."



LT-Asphalt®



Le procédé LT-Asphalt® (Low Temperature Asphalt) a été mis au point conjointement par Nynas Bitumen et quatre entreprises routières hollandaises, dans le cadre d'un partenariat pour l'innovation. Il s'agit d'une technique de fabrication à une température inférieure à 100 °C. Le procédé fait d'abord appel à l'aptitude au moussage du bitume qui permet d'abaisser la viscosité du liant en le transformant en mousse, par injection d'eau et d'air. Dans un premier temps les granulats sont chauffés à 90 °C puis

ils sont mélangés à la mousse de bitume. Comme la température demeure inférieure à celle de l'évaporation de l'eau, les granulats ne sont pas séchés à 100 %. La présence d'eau résiduelle dans les vides d'air sous forme de vapeur d'eau facilite la mise en œuvre et le compactage de l'enrobé à basse température. Cette humidité disparaît

par séchage spontané et grâce à l'action de fines hygroscopiques. LT-Asphalt® peut être mis en œuvre dans une centrale ou un poste d'enrobage classiques, moyennant certaines adaptations du processus de séchage et de mélange des granulats et de l'injection du liant. Les économies en énergie et la réduction d'émissions de gaz à effet de serre obtenues sont de l'ordre de 40 %.

"Depuis la première mise en œuvre de LT-Asphalt®, sous l'égide de l'administration routière néerlandaise, nous avons validé que les enrobés fabriqués selon le procédé LT-Asphalt® étaient parfaitement maniables, y compris après transport sur des distances de 150 km fait observer Rafaël Renaudeau, chef de produit Nynas pour les techniques à froid et semi-tièdes. De plus, le suivi des enrobés posés sur une route à forte circulation montre que les performances de ces produits sont satisfaisantes et comparables à celles des enrobés à chaud classiques. Le procédé sera bientôt disponible pour déploiement en France."

Les enrobés tièdes

Les procédés de fabrication d'enrobés à des températures inférieures à celle des enrobés à chaud classiques, mais supérieures à 100 °C, sont appelés enrobés "tièdes".

aspha-min®

Les recherches d'Eurovia, commencées en 2000, ont abouti à la mise au point d'un procédé qui repose sur l'utilisation d'un additif, l'aspha-min®, une zéolite synthétique contenant environ 20 % d'eau cristalline libérée progressivement lors de l'enrobage. L'eau représente ainsi environ 1 % de la masse du bitume. L'ajout de cet additif permet d'abaisser la température de fabrication et de mise en œuvre des enrobés de 30 à 40 °C, sans autre modification du processus, tout en conservant leur maniabilité et leur compacité, ainsi que toutes leurs performances mécaniques.

Le procédé est applicable à tous les types de centrales d'enrobage, sans modifications des équipements. Les économies d'énergie ainsi que la réduction des rejets de GES sont de l'ordre de 20 %. En 2005, ce procédé a obtenu un certificat Charte innovation Autoroutière et s'est vu décerner un prix Innovation FNTP ainsi que le Grand Prix du salon des Maires et des Collectivités Locales.

"On s'est aperçu qu'il y avait encore d'autres vertus à ce procédé, souligne Jean-Pierre Marchand, directeur technique Eurovia.

En maintenant la maniabilité de l'enrobé même à basse température, on peut mettre en œuvre des BBM, BBSG ou EME en deçà des températures habituellement admissibles. Cela ouvre des perspectives nouvelles en matière de calendrier, avec la possibilité de travailler plus facilement en arrière-saison. Nous avons déjà réalisé une cinquantaine de chantiers représentant plus de 50 000 t d'enrobés en France et autant en Allemagne. Il y a eu aussi des chantiers expérimentaux au Canada et aux Etats-Unis. Pour 2006, nous avons l'ambition de faire plusieurs centaines de milliers de tonnes d'enrobés tièdes à l'aspha-min®".

Les enrobés "3 E"

Les enrobés "environnementaux et économiques en énergie" ou "3 E" que propose le groupe Colas en alternative aux enrobés à chaud font appel à différentes techniques permettant d'abaisser la température de fabrication de 40 °C. Il s'agit en fait de trois procédés différents. Les deux premiers, dénommés "3 E DB" et "3 E DM", font appel à une technique particulière d'enrobage des granulats chauffés à 120-130 °C, soit une baisse de 40 °C par rapport aux températures habituelles, avec utilisation de mousse de bitume pour le deuxième. Dans le troisième procédé, "3 E LT", l'enrobage est effectué également à la température de 120-130 °C, soit une baisse de 40 °C par rapport aux températures habituelles, avec un liant fabriqué dans les usines Colas, modifié aux polymères. L'économie en énergie et la baisse des rejets de GES sont de l'ordre de 15 à 20 %.

"La démarche "3 E" a été conçue pour remplacer l'enrobage traditionnel, à brève échéance si possible, explique Michel Chappat, directeur de la Recherche et du Développement de Colas. Cela veut dire que ces produits, obtenus par des procédés de fabrication permettant une baisse de l'énergie consommée et la réduction des rejets de gaz à effet de serre, en particulier du CO₂, dans l'atmosphère, présentent, strictement et au minimum, les mêmes qualités en performances que les enrobés à chaud traditionnels. C'est pourquoi nous refusons toute solution qui laisserait de l'eau dans l'enrobé, avec les risques de difficultés à la mise en œuvre et d'instabilité du produit final que cette présence d'eau comporte. C'est ce qui nous a conduit à la décision de travailler à des températures qui ne descendent jamais au-dessous de 110 °C. Les résultats mesurés sur chantiers sont excellents tant sur le plan de la qualité des enrobés "3 E" que de la qualité de la finition de surface."



WAM® Foam

WAM® Foam est un procédé développé par Shell Bitumes qui consiste à abaisser la température d'enrobage et d'application des enrobés d'environ 50 °C par rapport à une production classique. Le bitume conventionnel est remplacé par l'utilisation en séquence d'un bitume mou et d'un bitume dur sous forme de mousse, le poste d'enrobage classique subit une légère modification. Cette technique est applicable à la fabrication de différents types d'enrobés : BBM, BBSG, GB, aussi bien avec des matériaux neufs qu'avec des recyclats. Les économies d'énergie sont de l'ordre de 25 à 35 % et la réduction des émissions de gaz carbonique est de 30 % (50 % pour les NOx), on note aussi une diminution conséquente des émissions de poussières et de fumées.

"Avec ses quatre ans d'existence, la technique WAM® Foam n'a plus rien d'expérimentale et elle est entrée dans sa phase d'application industrielle après avoir été utilisée avec succès dans de nombreux chantiers, notamment en Italie et en Scandinavie, souligne Cédric Leroux, (Directeur Technique Bitumes Europe du Sud) de Shell Bitumes. Près de 100 000 tonnes d'enrobés ont ainsi été produites, tant dans des postes continus que discontinus. La fabrication dans les installations existantes ne pose aucun problème et les cadences de production sont inchangées. Outre les économies d'énergie et la réduction des gaz à effet de serre, WAM® Foam présente d'autres avantages. Ainsi, le fait que l'application des enrobés demeure possible à des températures ambiantes plus basses permet de travailler dans des conditions hivernales. Et la remise en circulation est encore plus rapide qu'avec un enrobé à chaud classique. De plus, du fait que le liant a été moins chauffé, on peut s'attendre à ce qu'il vieillisse mieux. Les clients qui l'ont utilisé soulignent une plus grande maniabilité de l'enrobé et des performances in situ accrues par rapport à une solution traditionnelle."

