

→ Caractérisation des fumées d'enrobés à chaud pendant la fabrication

Participant à l'effort général pour la réduction des polluants dans l'environnement, le Laboratoire Central des Ponts et Chaussées s'est attaqué à la question des émissions gazeuses liées à la fabrication des enrobés bitumineux. L'étude présentée ci-dessous avait pour but de mettre au point une méthode capable de caractériser les émissions et de les corrélérer à certains paramètres de fabrication.

La méthode mise au point par les chercheurs¹ du LCPC consiste à prélever des échantillons des émissions gazeuses produites pendant la fabrication des enrobés. Elle a pour but d'établir des corrélations entre la nature du liant, les paramètres d'enrobage, en particulier la température, et les émissions gazeuses, essentiellement des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et de composés organiques totaux (COT). Cette étude a notamment mis en évidence une corrélation entre vieillissement du bitume au cours de l'enrobage et potentiel d'émissions de COT.

Principe de mesure

Dans l'étude menée par le LCPC, les émissions gazeuses sont obtenues par le malaxage de granulats et de bitume dans un malaxeur chauffant thermo-régulé de laboratoire, d'une capacité de 80 kg. Une prise d'échantillons gazeux est effectuée à vitesse constante en utilisant deux systèmes

parallèles, l'un pour les HAP, l'autre pour les COT. Pour capturer la totalité des émissions gazeuses et seulement celles-ci, la cuve du malaxeur est directement reliée par un conduit en acier inoxydable à deux systèmes d'aspiration, l'un pour les HAP, l'autre pour les COT.

La fabrication des enrobés est conduite aux températures prescrites pour la classe du bitume utilisé. Les granulats et les fines, conformément aux recommandations de la norme EN 12697-35, sont séchés dans un four ventilé à une température de 90 à 110 °C puis maintenus pendant au moins 10 heures à la température de référence ± 5 °C. Le liant, placé dans un récipient fermé, est porté à la température de 165 °C dans le four de séchage puis agité jusqu'à parfaite homogénéisation de celle-ci.

Mesure des échantillons de COT

L'échantillonnage et l'analyse des COT sont effectués par un analyseur automatique et les mesures

dans un chromatographe en phase gazeuse et un détecteur à ionisation de flamme. L'évolution des émissions de COT à une température donnée constante est représentée par une courbe en cloche (fig. 1) en fonction du temps de malaxage.

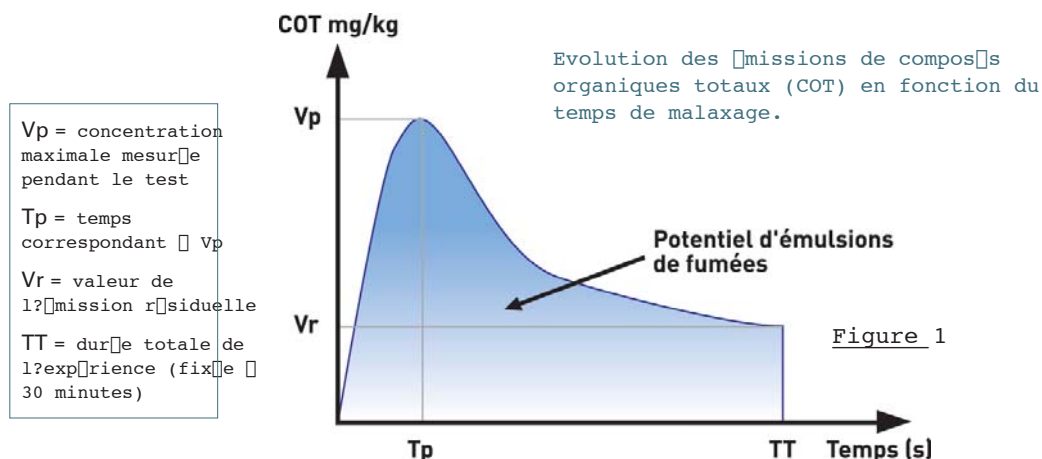
Echantillonnage et mesure des HAP

Le système d'échantillonnage des HAP, conformément à la norme NF X 43-329, comprend successivement un chauffage, une turbine, un filtre en Teflon, un tube d'absorption en résine, un condenseur, un fluxmètre et un thermomètre. L'extraction des particules piégées dans le filtre et le tube de résine est faite par ultra-sons dans un bain de dichlorométhane après concentration des échantillons dans un flux d'azote à température constante (35 °C). Selon la méthode d'analyse retenue, les échantillons sont maintenus soit dans le solvant d'extraction, soit dans un mélange à poids égal de dichlorométhane et de méthanol. L'analyse finale est effectuée par chromatographie liquide à haute performance (CLHP).

Conception de l'expérience

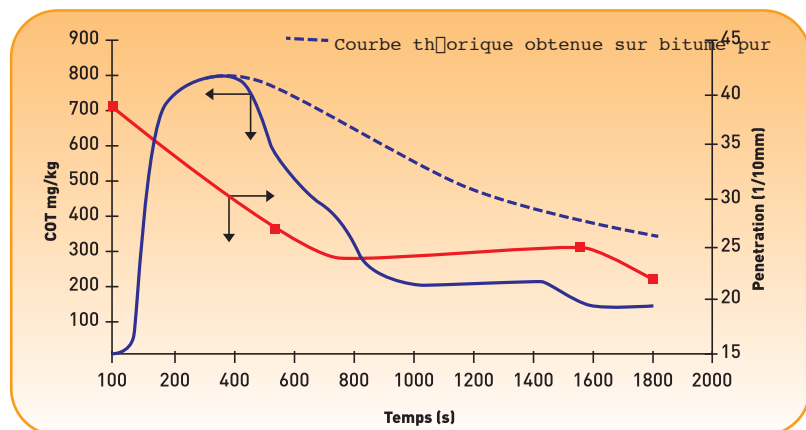
Deux formulations d'enrobés ont été fabriquées à trois températures différentes (132 °C, 152 °C, et 182 °C). [Ndlr : la température de 152 °C est représentative de celles pratiquées dans les centrales pour le 35/50. Elle est encadrée par deux valeurs extrêmes retenues pour évaluer l'influence de la température sur les phénomènes]. Le bitume 35/50 utilisé possède des caractéristiques conformes à la norme NF EN 12591 : pénétration 39 x 0,1 mm, bille et anneau 55 °C, volatilité² 2,20 %. La grave-bitume (GB), enrobé classique pour couches de forme, est caractérisée par une teneur en bitume inférieure à celle du béton bitumineux semi-grenu (BBSG), destiné aux couches de roulement. Tous les essais ont été effectués deux fois, sauf pour le BBSG à 152 °C, pour lequel 7 essais ont été effectués, de façon à pouvoir évaluer la répétabilité. Au total, 18 essais ont été réalisés. Après chaque malaxage, l'enrobé était utilisé pour confectionner des éprouvettes

Mesures des composés organiques



1 - MM. Paranhos R., Bégghin A., Petiteau C., Monfron P. et de la Roche C.
 2 - Volatilité : Quantité cumulée de distillats 450 °C [Brandt 1999].

Figure 2



Evolution des émissions de COT et de la pénétrabilité en fonction du temps de malaxage.

destinées aux tests mécaniques et à la récupération du bitume pour les tests de pénétration et de température bille et anneau.

Résultats et discussion

Emissions atmosphériques

a) COT : les résultats obtenus montrent l'influence de la température de malaxage et du type d'enrobé sur l'intensité des émissions de COT. D'une manière générale, les émissions des GB sont plus importantes que celles des BBSG aux mêmes températures.

b) HAP : la mesure des HAP est essentielle pour compléter les données obtenues. Cependant, les premières mesures obtenues par CLHP ont été considérées comme non exploitables, étant donné les limites de détection et les possibilités de pollution de la colonne du chromatographe. Des études sont en cours pour améliorer la précision des résultats des mesures de HAP.

Propriétés mécaniques

Les émissions peuvent être liées à l'évolution physique ou chimique du bitume comme le vieillissement. Le vieillissement du liant peut avoir des conséquences importantes sur les propriétés mécaniques. C'est pourquoi il est très intéressant d'étudier les propriétés mécaniques de l'enrobé bitumineux en relation avec les émissions.

Essais technologiques de pénétration et de température bille et anneau

Le bitume extrait de l'enrobé des deux formulations (GB et BBSG) a été caractérisé par la pénétrabilité et la température de bille et

anneau. L'évolution de la pénétration (fig. 2) et l'évolution de la température bille et anneau (fig. 3), pour le malaxage à différentes températures, sont corrélées avec l'âge du bitume. Quelle que soit la formule, le vieillissement augmente avec la température. Par ailleurs, le vieillissement à 182 °C est plus élevé pour la GB que pour le BBSG. La différence doit être attribuée à la valeur du module de richesse de la GB (2,42), nettement inférieure à celle du BBSG (3,27), qui implique un film de bitume plus fin sur les granulats et une plus grande susceptibilité au vieillissement.

Il est intéressant de noter que pour des températures moyennement élevées, jusqu'à 152 °C, les propriétés du bitume, déterminées par la pénétrabilité et la température bille et anneau, sont modifiées de la même façon. A partir de 152 °C, les propriétés changent, indiquant un

vieillessement plus significatif. Ce comportement a été observé pendant la fabrication pour les émissions de COT.

Module complexe du bitume

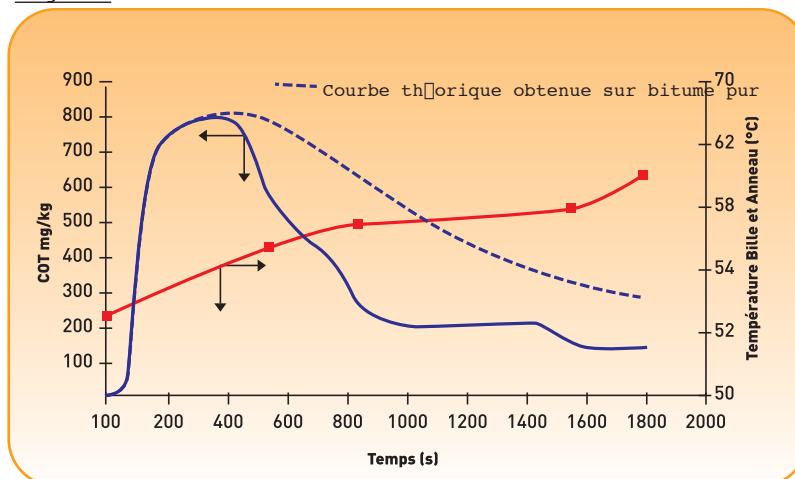
Comme pour les essais classiques de caractérisation des bitumes, les résultats de module complexe permettent de classer les différents liants en fonction du module à basse fréquence, qui est le plus affecté par le vieillissement. Le classement est le même que celui obtenu pour la pénétration, le point de ramollissement ou les émissions potentielles de COT.

Interprétation des résultats et conclusion

Les émissions de COT (potentiel d'émissions) ont été corrélées avec la pénétration, la température bille et anneau et le module complexe du bitume. Les résultats montrent une évolution linéaire du potentiel d'émissions, de la pénétration et de la TBA.

Jusqu'à des températures moyennement élevées (152 °C), les propriétés du bitume 35/50 testé sont modifiées de la même façon. Par ailleurs, on constate une évolution des propriétés de l'enrobé avec l'augmentation de la température, dans le sens d'une accélération du vieillissement. Ce comportement a été observé aussi pendant le malaxage pour les émissions de COT. A cette étape, on peut donc dire que la relation entre les émissions potentielles de COT et le vieillissement du bitume a été mise en évidence. D'autres recherches devront approfondir ces résultats. ■

Figure 3



Evolution des émissions de COT et de la température Bille et Anneau en fonction du temps de malaxage.