

PROBLÉMATIQUE

Le ministère des Transports du Québec (MTQ) a adopté en 1996 la caractérisation SHRP des bitumes selon la performance à haute et à basse température (Moreux *et al.*, 1996). Il a publié la norme 4101 établissant sept classes de bitume (Les Publications du Québec, 1997) ainsi qu'un guide sur la caractérisation et le processus de sélection des bitumes (Leclerc *et al.*, 1997). Les exigences du MTQ sont explicitées dans la norme 4101 et dans le *Cahier des charges et devis généraux*. Les essais de caractérisation sont trop longs à réaliser (deux jours) pour permettre de contrôler la qualité du bitume en cours de travaux. Ce bulletin décrit la façon de faire du MTQ.

CARACTÉRISATION

La caractérisation permet de définir la plage de performance (H-L) du bitume (figure 1).

La température élevée de caractérisation (T_c) est déterminée au moyen d'essais au rhéomètre à cisaillement dynamique (DSR). Le bitume analysé est une portion de bitume non vieilli (bitume d'origine), puisque c'est à ce stade de son évolution que le bitume est le plus vulnérable aux déformations permanentes. La température limite supérieure (H) de la classe est choisie selon le tableau 1.

La température basse de caractérisation (T_b) est obtenue au moyen d'essais (BBR) réalisés sur du bitume vieilli à long terme pour évaluer la résistance du bitume aux contraintes produites par le retrait thermique. Le vieillissement à long terme a été retenu parce qu'il simule l'état d'oxydation d'un bitume ayant séjourné de cinq à dix ans dans un enrobé et que le bitume atteint alors sa rigidité maximale. La température limite inférieure (L) de la classe est fixée selon le tableau 2.

CONTRÔLE DE LA QUALITÉ

Les essais de contrôle ont pour but de s'assurer que le bitume conserve ses propriétés dans le temps, après qu'il ait été caractérisé. Ils doivent être simples et rapides, compte tenu du nombre d'essais à réaliser, pour pouvoir réagir rapidement sur la production si une non-conformité est décelée. Le MTQ a retenu les trois essais suivants : la recouvrance d'élasticité, l'essai DSR et l'essai BBR. Ces trois essais sont effectués sur le bitume d'origine.

a) Recouvrance d'élasticité

L'essai est effectué pour les classes de bitume dont la plage de performance définie par l'intervalle (H-L) est supérieure à 90 °C.

Cet essai simple et rapide d'exécution permet d'apprécier la cohésion et les propriétés élastiques des bitumes en fonction de la plage de performance (tableau 3). L'exigence est la même que celle de la norme 4101, soit une recouvrance d'élasticité minimale de 25 % pour les bitumes PG 58-34 et PG 52-40, alors que le seuil est fixé à 60 % pour les bitumes PG 58-40, PG 64-34 et PG 70-34.

b) Contrôle de la température limite supérieure H

À l'étape de la caractérisation, l'essai DSR en deux points permet de déterminer la température élevée de caractérisation (T_c) et, par conséquent, la température H du bitume. En matière de contrôle de la qualité, l'essai DSR en un point permet de vérifier en une heure si le bitume a maintenu ses propriétés à haute température après un transport ou un entreposage. À la température H, le paramètre $G^*/\sin\delta$ doit être supérieur ou égal à 1,0 kPa. S'il est inférieur à 1,0 kPa ou dépasse largement la valeur de 1,0 kPa, un doute subsiste sur la classification du bitume. Des essais DSR supplémentaires sont alors réalisés afin de déterminer la température T_c de ce bitume. Le contrôle de la haute température peut également être fait par la détermination systématique de T_c .

Les spécifications du MTQ exigent que T_c soit située dans l'intervalle défini par une borne minimale H et une borne maximale (H + 5,9).

c) Contrôle de la température limite inférieure L

Le contrôle de la température limite inférieure est assuré au moyen des essais BBR. Tandis que l'essai de caractérisation est fait en deux points (quatre poutres) sur un bitume vieilli, l'essai de contrôle (une heure) est réalisé en un point (deux poutres) sur le bitume d'origine. Deux paramètres sont alors mesurés : le module S_c et la pente m_c .

Mesure du module de rigidité S_c

Pendant l'entreposage, le bitume vieilli a tendance à durcir sous l'effet combiné de la chaleur et de l'oxygène. Selon ses propriétés, le bitume pourra montrer un certain durcissement sans pour autant être déclassé. Le contrôle de la qualité effectué sur la température L vise à évaluer le durcissement relatif subi par le bitume depuis sa caractérisation.

Le module de rigidité S_c est mesuré au moyen de l'essai BBR. Cette valeur est par la suite comparée au module de rigidité de

référence S_o , mesuré sur le bitume d'origine à l'étape de la caractérisation. S_c est supérieur à S_o puisque la valeur du module de rigidité est sans cesse croissante, mais il doit demeurer en deçà d'une valeur limite appelée S_{max} . La valeur de S_{max} est fonction de l'écart entre les températures L et T_b : $S_{max} = S_o + 10(L - T_b)$.

La valeur acceptable de S_{max} est obtenue en ajoutant 10 MPa, pour chaque degré Celsius d'écart entre T_b et L , à la valeur de référence S_o . Cette relation est empirique et peut différer selon la nature des bruts ou des additifs utilisés. C'est pourquoi elle ne constitue pas un critère de refus du bitume. Lorsque S_c excède S_{max} , la température L doit être confirmée au moyen d'essais BBR réalisés sur du bitume vieilli à long terme.

Mesure de la pente m_c

Le contrôle de la qualité comporte également des exigences en ce qui concerne la pente de la courbe $S = f(t)$ au temps $t = 60$ s. Les essais BBR sont réalisés sur du bitume d'origine, et l'exigence minimale est fixée à 0,350 pour tous les liants, sauf pour le PG 58-28, pour lequel le seuil a été fixé à 0,400.

Ces valeurs assurent généralement que le bitume a été entreposé dans des conditions lui permettant de conserver sa classification. Toutefois, une pente inférieure au minimum exigé ne constitue pas un critère de refus du bitume. Dans un tel cas, la température basse de caractérisation (T_b) est vérifiée au moyen des essais BBR sur le bitume vieilli à long terme.

INCIDENCE D'UN BITUME NON CONFORME

Le contrôle de la qualité permet de vérifier si le bitume analysé a conservé ses propriétés depuis sa fabrication et sa caractérisation. Selon les résultats obtenus, divers cas peuvent se produire.

- a) $T_c > H + 6$: le bitume est plus visqueux que le bitume requis, ce qui est susceptible de causer des difficultés à l'étape de l'enrobage et à celle du compactage si les températures ne sont pas ajustées en conséquence. Ce bitume excède toutefois les exigences minimales de la norme 4101.
- b) $T_c < H$: le bitume n'atteint pas la performance anticipée à haute température. Des déformations permanentes peuvent apparaître. Un essai d'orniérage pourrait valider la performance de l'enrobé.
- c) $T_b > L$: le bitume n'atteint pas la performance anticipée à basse température. Des fissures dues au retrait thermique sont susceptibles d'apparaître prématurément.
- d) $T_b < L - 6$: le bitume excède les exigences de la norme 4101. Les impacts sur l'enrobé devraient être positifs.
- e) Une recouvrance d'élasticité non conforme a une influence sur la durée de vie de l'enrobé : des phénomènes d'arrachement et de désenrobage sont susceptibles de se produire.

CONCLUSION

Pour contrôler la qualité du bitume en cours de travaux, le MTQ utilise, en plus de l'essai de recouvrance d'élasticité, les mêmes essais DSR et BBR qui servent à la caractérisation au début des travaux; ils sont réalisés en un point au lieu de deux, sur le bitume

d'origine et non sur un bitume vieilli, en deux heures au lieu de deux jours. Si les exigences ne sont pas satisfaites, des essais complets de caractérisation doivent être réalisés. Si elles ne sont toujours pas satisfaites, le bitume est déclassé.


RÉFÉRENCES

Moreux, J.C., Leclerc, A.-M., 1996, « Les liants hydro-carbonés (PG H-L) 1996-1997 », *Bulletin d'information technique de la Direction du laboratoire des chaussées*, Vol. 1, n° 8, avril 1996.

Ministère des Transports du Québec, 1997, « Norme MTQ 4101-Bitume », *Normes - Ouvrages routiers, Tome VII – Matériaux*, Les Publications du Québec.

Leclerc, A.-M., Côté, D., Moreux, J.-C. et Tourangeau, G., 1997, *Caractérisation et guide de sélection des bitumes*, ministère des Transports du Québec.

RESPONSABLE: Guy Tourangeau, ing.
Service des matériaux d'infrastructures

DIRECTEUR : 
Michel Labrie, ing.

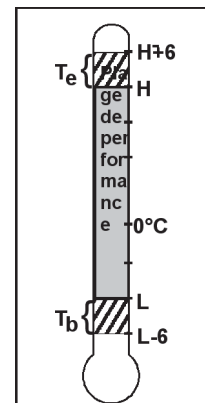


Figure 1 : Définition d'un bitume PG H L

Si...	alors...
$46 \leq T_e < 52$	$H = 46$
$52 \leq T_e < 58$	$H = 52$
$58 \leq T_e < 64$	$H = 58$
$64 \leq T_e < 70$	$H = 64$
$70 \leq T_e < 76$	$H = 70$

Tableau 1 : H en fonction de T_c ($^\circ\text{C}$)

Si...	alors...
$22 \leq T_b < 28$	$L = 22$
$28 \leq T_b < 34$	$L = 28$
$34 \leq T_b < 40$	$L = 34$
$40 \leq T_b < 46$	$L = 40$

Tableau 2 : L en fonction de T_b ($^\circ\text{C}$)

Intervalle H L			
86 $^\circ\text{C}$	92 $^\circ\text{C}$	98 $^\circ\text{C}$	104 $^\circ\text{C}$
non modifié			très modifié
PG 52-34	PG 52-40	PG 58-40	PG 70-34
PG 58-28	PG 58-34	PG 64-34	

Tableau 3 : Modification des bitumes en fonction de la plage de performance