

MISE EN CONTEXTE

Les diverses méthodes de conception des chaussées en béton de ciment utilisées au MTQ par le passé ont donné des résultats variables [Info DLC, vol. 5, n° 6, juin 2000]. Ainsi, en 1994, le MTQ a revu et amélioré les critères de dimensionnement des chaussées souples et rigides sur la base de la méthode AASHTO 1993, en y intégrant une composante structurale et une composante de protection contre le gel. En phase avec la tendance nord-américaine, deux types de chaussées rigides sont maintenant utilisées au Québec : les dalles courtes goujonnées non armées et les dalles en béton armé continu (BAC).

Conformément à la procédure d'évaluation de la performance des chaussées [Info DLC, vol. 3, n° 5, mai 1998], 18 sections d'essais sur chaussées en béton de ciment à surface exposée ont été construites depuis 1994. Ces sections, d'une longueur de 100 ou 150 m, sont principalement situées sur des autoroutes à forte circulation de la grande région de Montréal. Outre l'objectif général des suivis, qui est de valider la méthode de dimensionnement des chaussées rigides, le MTQ a évalué divers points d'intérêt d'un site à l'autre (type d'accotement, performance de la fondation drainante, etc.) lors de campagnes de relevés effectuées tous les 3 ans.

LES DALLES COURTES GOUJONNÉES

Les dalles courtes utilisées couramment par le MTQ comprennent des joints transversaux à distance régulière d'environ 5 m, dans lesquels on insère des goujons pour s'assurer d'un transfert de charge adéquat.

Les dalles construites depuis 1994 présentent un excellent comportement. Les relevés visuels ont toutefois révélé certains défauts isolés (tableau 1). Compte tenu de la surface totale des dalles exposées en béton de ciment, le nombre de dégradations est très faible et évolue peu dans le temps. La mauvaise performance des réparations en surface en béton effectuées pendant les travaux de construction (en moyenne plus de 50 % des réparations sont fissurées ou arrachées en partie) a amené le MTQ à spécifier uniquement des réparations en profondeur en béton dans le Cahier des charges et devis généraux (CCDG).

L'indice IRI, qui exprime le degré de confort de roulement, est inférieur à 1,6 m/km après plusieurs années sur la plupart des 14 sections de suivi en dalles courtes. L'évolution dans le temps de cet indicateur est très faible. La profondeur des ornières, une indication de l'usure du

béton par le trafic, montre des taux d'augmentation annuelle variant entre 0,2 et 0,5 mm.

Les joints transversaux et longitudinaux traités selon les exigences les plus récentes présentent un très bon comportement, peu d'épaufrure et un excellent transfert de charge avec des valeurs supérieures à 90 %. La plupart des mesures de décalage vertical aux joints transversaux sont inférieures à 1 mm.

	A 15 nord	A 440 est	A 440 est et ouest	A 40 est et ouest
Lieu	Montréal	Laval	Laval	Montréal
Construction	1994	1994	1997	1998-1999
Relevé visuel	2005	2005	2005	2002
Longueur (km)	3,7	4	9,8	19
Nombre de dalles approx.	2810	2430	5895	3800
Dalles fissurées et %	27 0,96 %	2 0,08 %	2 0,03 %	14 0,37 %
Coins cassés et %	5 0,18 %	12 0,49 %	127 2,15 %	0 0 %
Réparations en surface et %	10 0,36 %	18 0,74 %	50 0,85 %	126 3,32 %

Tableau 1 : Nombre de défauts observés et pourcentage des dalles courtes affectées

Les suivis ont également révélé la présence de fissures en forme de demi-lune causées par le comportement différentiel au joint longitudinal entre l'accotement en enrobé et les dalles courtes de la voie de roulement. Les accotements sont désormais construits en dalles courtes.

Dans la majorité des cas, on recommande une fondation granulaire de type MG-20 puisque sa performance jusqu'à maintenant est semblable à celle d'une fondation drainante traitée au bitume ou au ciment, qui est plus coûteuse. Cette dernière est recommandée si la fondation ou la sous-fondation existante est conservée et contient trop de particules fines et sous les dalles en béton armé continu pour éviter le pompage de fines particules au droit des fissures.

LE BÉTON ARMÉ CONTINU (BAC)

Le BAC se caractérise par la présence de barres d'armature longitudinales continues et par l'absence de joints transversaux autres que les joints de construction. [Info DLC, vol. 9, n° 5, mai 2004]. Les mouvements d'expansion

et de contraction du béton sont répartis uniformément le long de la dalle en raison de la formation de microfissures.

Sur l'autoroute 13 nord, à Laval, réhabilitée en partie en 2000 par la pose d'une dalle en BAC, le taux de fissuration a augmenté rapidement au cours du premier hiver. Par la suite, l'augmentation s'est poursuivie de façon plus lente pour se stabiliser après 4 ans à une valeur maximale de 1,22 m/m². Cela représente un espacement moyen entre les fissures de 0,82 m, ce qui est légèrement trop rapproché par rapport au critère d'espacement minimal à la conception de 1,07 m en vigueur en 2000. Cet aspect fait l'objet d'un suivi plus serré. Depuis la mise en service, on ne note toutefois pas de *punch out*, dégradation typique du BAC associée à des fissures transversales trop rapprochées.

L'uni des dalles en BAC est excellent. Sur l'autoroute 13, l'IRI n'évolue presque pas (0,1 m/km en 5 ans) et il est légèrement plus faible que sur les dalles courtes adjacentes (fig. 1).

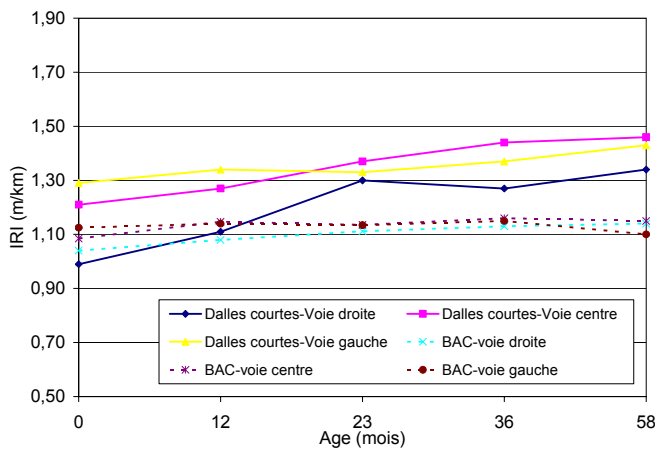


Fig. 1 : Évolution de l'uni sur l'autoroute 13

La performance des aciers d'armature du BAC face à la corrosion est un élément de performance majeur. On a observé un début de corrosion de l'armature longitudinale située au droit d'une fissure transversale après 5 ans sur l'autoroute 13. Toutefois, des profils de pénétration des chlorures au niveau de l'armature révèlent que les ions chlorures sont présents seulement dans le béton à moins de 15 mm de la fissure.

L'ADHÉRENCE, LA TEXTURE ET LE BRUIT

Depuis quelques années, le choix d'un revêtement routier est de plus en plus influencé par les caractéristiques de surface telles que l'adhérence, la texture et le bruit pneu-chaussée.

L'adhérence d'une chaussée est mesurée à l'aide de l'appareil SCRIM qui permet d'établir un coefficient de frottement transversal (CFT) sur une surface mouillée. Plus le CFT est faible, moins l'adhérence est bonne. Une correction est recommandée lorsque le CFT est inférieur à 40.

La texture (ou macrotecture) est mesurée sur la route au moyen de l'essai de la hauteur au sable (Hs) ou par un système au laser optique monté sur un appareil portable de

type TM2 qui permet une mesure en continu de la profondeur moyenne du profil (PMP). Cette valeur doit être supérieure à 0,50 mm.

Les suivis de performance effectués depuis 1994 ont révélé une diminution importante de l'adhérence et de la texture avec le temps sur certaines autoroutes en béton de ciment. Avant 2000, la surface du béton frais était texturée par le passage du tapis Astroturf et les granulats sélectionnés pour le béton étaient davantage sensibles au polissage.

Des actions ont été prises depuis pour réduire ces phénomènes : le rainurage transversal a été ajouté en 2000 après le passage du tapis Astroturf, les granulats comme la dolomie et le calcaire ont été proscrits dans le béton en 2003 et la retexturisation de certaines chaussées a été réalisée par projection de billes d'acier (grenailage).

Les résultats des suivis de texture et d'adhérence reflètent l'évolution des pratiques. Par exemple, sur les autoroutes 40 et 15, où seul le tapis Astroturf a été utilisé à la construction, l'adhérence a diminué très rapidement durant les premières années, ce qui a nécessité une intervention de retexturisation par grenailage après 6 et 11 ans respectivement (fig. 2). Un an après le grenailage, le CFT a encore une fois diminué rapidement. Les dalles construites après 2003 devraient avoir un meilleur comportement étant donné la meilleure qualité des granulats.

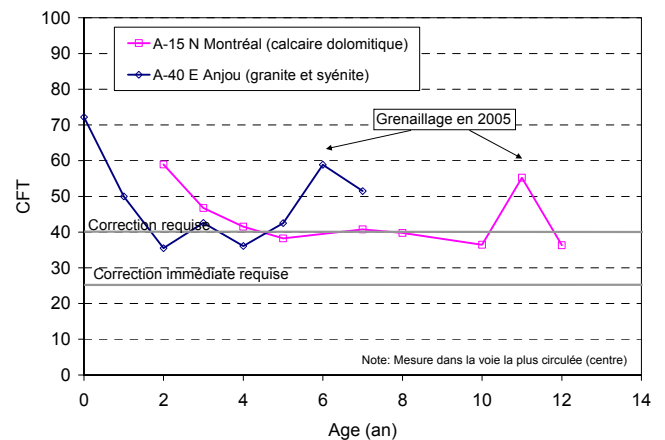


Fig. 2 : Évolution de l'adhérence pour deux chaussées

De façon expérimentale, le rainurage longitudinal et le dénudage chimique (ou granulats exposés) ont été utilisés en 2004 sur l'autoroute 40 à Montréal sur de courts secteurs (fig. 3). À la mise en service, le dénudage chimique donne d'excellents résultats de texture. Toutefois, après deux ans, les plus récents relevés montrent que la profondeur moyenne du profil du dénudage chimique avec granulats 5-20 mm rejoint celle du rainurage transversal. On observe plusieurs gros granulats dénudés chimiquement qui ont été arrachés en raison du trafic important. La légère hausse observée sur le rainurage transversal après 2 ans s'explique par l'usure des rainures en piste de roue et la possible mise en relief des granulats granitiques à la surface du béton par le trafic.

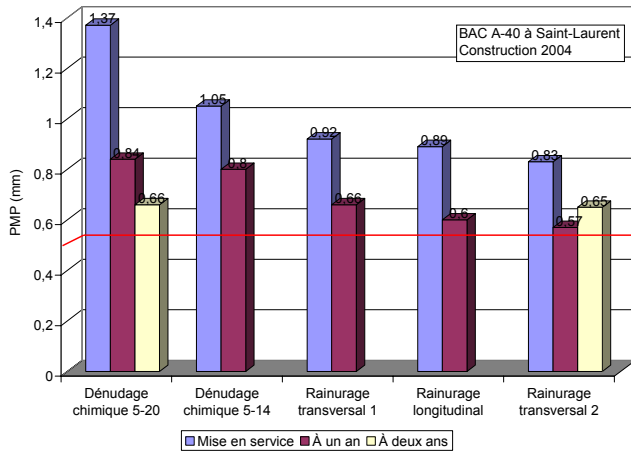


Fig. 3 : Variation de la macrotexture selon la technique utilisée

Le bruit généré au contact pneu-chaussée est étroitement lié à la texture de surface [Info DLC, vol. 11, n° 1, février 2006]. Plus les rainures transversales sont profondes, plus le niveau sonore moyen est élevé et plus les pics de fréquences discrètes autour de 1000 Hz, présumés être plus inconfortables pour les riverains, sont élevés (fig. 4). D'autres mesures ont démontré que le grenailage semble diminuer ou éliminer ces pics.

Le rainurage longitudinal et le dénudage chimique montrent des niveaux sonores intéressants. Un an après la mise en service, la diminution de niveau sonore avec le rainurage transversal (6 mm de profondeur en moyenne) était de 2,9 dBA pour le rainurage longitudinal et de 2,3 dBA pour le dénudage chimique.

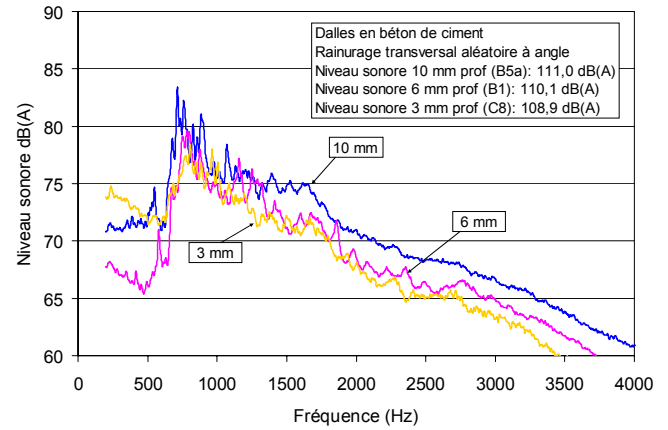


Fig. 4 : Mesure du bruit en fonction de la profondeur des rainures transversales

CONCLUSION

Le programme de suivi de performance des chaussées en béton de ciment a permis de faire les constats suivants :

- Les dalles courtes goujonnées, dimensionnées selon la nouvelle méthode de conception adoptée en 1994 montrent un très bon comportement en termes d'uni, d'ornières, de fissuration, de décalage vertical et de transfert de charge aux joints.
- Aux endroits où le trafic lourd est très élevé, la dalle en béton armé continu peut être une solution intéressante qui offre jusqu'à présent un comportement conforme aux attentes. Un suivi serré de la corrosion des armatures du BAC devra cependant être effectué.
- Certains paramètres comme l'adhérence, la texture et le bruit doivent encore être optimisés.

RESPONSABLES : Nadia Pouliot, ing., Ph. D.
Denis Thébeau, ing.
Service des chaussées

DIRECTEUR

Claude Tremblay, ing.