

1. INTRODUCTION

Le béton drainant est un matériau composé de vides interconnectés. Les vides, qui représentent de 15 à 35 % du volume du béton, permettent à l'eau d'y circuler et d'être évacuée vers un exutoire, et ce, de façon durable. Ces vides sont reliés à la formulation du béton et non à une consolidation insuffisante. Selon la taille des gros granulats et la densité du mélange, le béton drainant permet d'évacuer en une minute de 85 à 730 litres d'eau par mètre carré avec une valeur moyenne de 200.

2. UTILISATIONS

L'urbanisation du territoire a entraîné le remplacement des sols perméables qu'on retrouve à l'état naturel par des surfaces imperméabilisées (les toits, les routes, les stationnements, etc.) ce qui cause une augmentation de la quantité d'eau de ruissellement ainsi qu'une dégradation des milieux récepteurs.

Jusqu'à tout récemment, l'évacuation rapide et efficace des eaux pluviales s'est avérée le principal objectif par la mise en place des réseaux de drainage. Les conséquences de cette approche mènent à des inondations en aval, une pollution (hydrocarbures, matières en suspension, herbicides, etc.) accrue des milieux récepteurs et des modifications aux cours d'eau.

Le béton drainant a été développé avec l'intention de diminuer la quantité d'eau de ruissellement produite, de ralentir son écoulement et de réduire sa charge polluante pour une saine gestion des eaux de ruissellement. Contrairement aux revêtements standards qui sont « imperméables » et qui génèrent d'importants volumes d'eau de ruissellement lors de fortes pluies, la chaussée en béton drainant permet à l'eau de la traverser aisément et d'être évacuée dans une fondation drainante dimensionnée à cet effet. La fondation drainante agit comme réservoir d'eau afin de permettre son infiltration dans le sol existant et ainsi permettre le réapprovisionnement des nappes phréatiques et des couches aquifères. L'utilisation de drains perforés peut être de mise dans certaines situations (ex. : sols peu perméables).

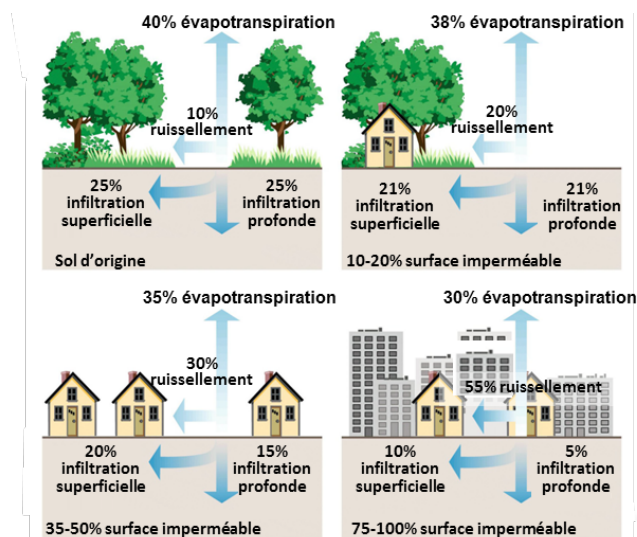


FIGURE 1 Modifications des paramètres hydrologiques dues à l'urbanisation¹

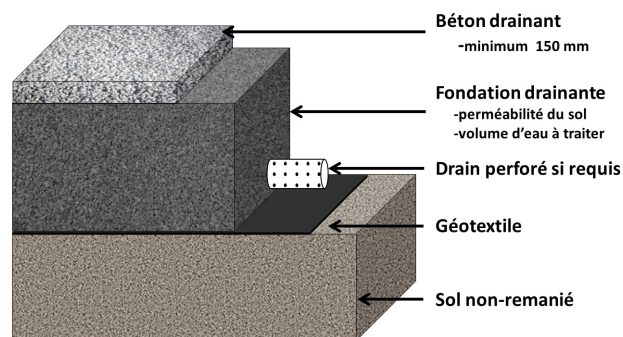


FIGURE 2 Coupe type d'un béton drainant

Il peut être utilisé dans plusieurs applications où la gestion des eaux de ruissellement (ou du bruit) est un enjeu. Sans s'y limiter, notons :

- > Aires de stationnement commerciales et résidentielles ;
- > Voies piétonnières ;
- > Contrôle de l'érosion ;
- > Aires de jeux et parcs ;
- > Courts de tennis ;
- > Fondations drainantes de routes ;
- > Revêtements de serres ;
- > Revêtements pour les bords de piscine ;
- > Écrans antibruit (type absorbant) ;
- > Rues à faible débit.



FIGURE 3 Trottoir en béton drainant



FIGURE 4 Stationnement en béton drainant

Par contre, il ne doit pas être utilisé dans les applications suivantes :

- a) aux endroits où le béton doit être imperméable ;
- b) aux endroits où il serait exposé à des charges supérieures à celles prévues ;
- c) aux endroits où un risque important de déversement de contaminants est possible ; et
- d) pour le béton armé.

3. POURQUOI UTILISER LE BÉTON DRAINANT

3.1 GESTION DES EAUX DE RUISSellement ET RÉDUCTION DES SURFACES IMPERMÉABLES

La gestion des eaux de ruissellement est une préoccupation majeure en milieu urbain. Les boisés, les espaces verts, la végétation, les milieux humides ont fait place à des surfaces imperméables. Le développement urbain a pour effet de remplacer des sols perméables qu'on retrouve à l'état naturel par des surfaces imperméabilisées. L'emploi de revêtements perméables comme le béton drainant contribue à la gestion durable des eaux de pluie en permettant de :

- > augmenter l'infiltration des eaux de ruissellement à proximité des sites où elles sont produites ;
- > préserver la qualité de l'eau des milieux récepteurs (rivières, ruisseaux, lacs) en favorisant la filtration naturelle des eaux de ruissellement et en réduisant les effets de l'érosion des berges ;
- > rationaliser les investissements en infrastructures par une allocation des ressources qui valorise la multifonctionnalité des espaces ;
- > retarder et réduire les débits de pointe du système d'égout pluvial.

L'utilisation du béton drainant fait partie des stratégies d'aménagement contribuant à diminuer l'imperméabilisation des sols et est recommandée dans les documents « La gestion durable des eaux de pluie » et « Guide de gestion des eaux pluviales » du Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs et du Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire. L'Agence de Protection de l'Environnement (EPA) des États-Unis considère l'utilisation du béton drainant parmi les meilleures pratiques de la gestion des eaux de ruissellement.

3.2 RÉDUIRE OU ÉLIMINER LE BESOIN DE BASSINS DE RÉTENTION

L'utilisation du béton drainant comme revêtement perméable dans les aires de stationnement permet de diminuer, voir éliminer les bassins de rétention d'eau et les systèmes d'irrigation puisque l'eau de pluie peut percoler au travers de sa structure poreuse et de la fondation drainante et ainsi rejoindre le sol sous-jacent. Les propriétaires des aires de stationnement pourront bénéficier d'une diminution des coûts de construction et d'entretien des bassins de rétention, écumoires, pompes, tuyaux de drainages et autres systèmes de gestion des eaux pluviales. L'élimination ou la réduction des dimensions des bassins de rétention permet également aux différents promoteurs une utilisation maximale de l'espace. L'espace ainsi récupéré peut être utilisé à d'autres fins.

3.3 RÉDUCTION DES ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS

Un îlot de chaleur urbain est un endroit dans un milieu urbain où la température de l'air est plus élevée qu'ailleurs et qui a pour effet d'augmenter localement la chaleur ressentie. La surchauffe observée en milieu urbain provoque une hausse de la consommation d'énergie à des fins de climatisation, accroît la formation de polluants et aggrave certaines maladies respiratoires et cardiovasculaires.

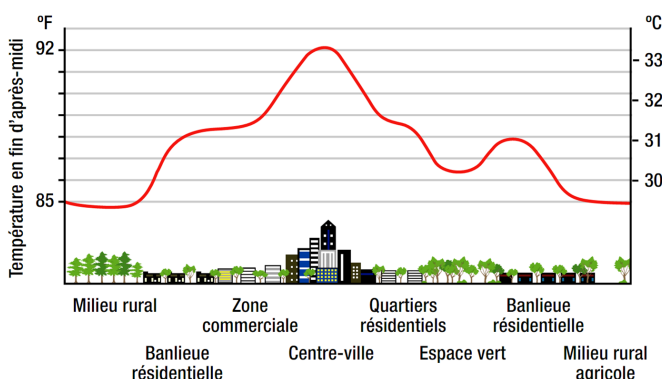


FIGURE 5 Profil des îlots de chaleur²

Pour une aire de stationnement, les caractéristiques thermiques et hydriques des matériaux de pavages sont les deux principaux facteurs ayant un effet sur les îlots de chaleur. Parmi les matériaux de chaussée disponibles, le béton, et plus particulièrement le béton drainant, a un effet moins néfaste sur les îlots de chaleur que les revêtements foncés.

Le béton possède un albédo (échelle de 0 à 1) et un indice de réflectance solaire (IRS, échelle de 0 à 100) élevés. Plus ces deux caractéristiques sont élevées, plus cette surface réfléchit la lumière et moins elle réchauffe le sol et, par conséquent, l'atmosphère. Le tableau 1 présente les valeurs typiques pour les principaux matériaux de chaussée.

TABLEAU 1 Indice de réflectance solaire et albédo du béton

Matériau	État	IRS ³	Albedo ³
Enrobé bitumineux	Neuf	0	0,05-0,10
	Vieilli	6	0,10-0,15
Béton gris	Neuf	35	0,35-0,40
	Vieilli	19	0,20-0,30
Béton blanc	Neuf	86	0,70-0,80
	Vieilli	45	0,40-0,60

De plus, grâce à sa porosité ouverte, le béton drainant utilisé dans les aires de stationnement contribue à la diminution de la température par évaporation de l'eau et emmagasine moins de chaleur.

3.4 CRÉDITS LEED

Grâce à ses propriétés hydrologiques, l'utilisation du béton drainant peut aider à l'obtention de crédits LEED V4 dans les catégories suivantes⁴ :

Emplacement et transport

- Emplacement dans un aménagement de quartier.

Sites écologiques

- Aménagement des sites - protéger et restaurer l'habitat.
- Espaces ouverts.
- Gestion des eaux pluviales.
- Réduction des îlots de chaleur.

Gestion efficace de l'eau

- Réduction de la consommation d'eau extérieure.

À ces catégories, s'ajoutent celles propres au béton standards, telle *Matériaux et Ressources* avec les déclarations environnementales de produits.

3.5 RÉDUCTION DE LA POLLUTION

Dans les aires de stationnement, la pollution des véhicules sous la forme d'hydrocarbures, de métaux lourds et de sédiments s'accumule sur la chaussée et se retrouve ensuite dans l'environnement avec les eaux de ruissellement.

² Adaptation de Heat Island Group, Lawrence Berkeley National Laboratory

³ Référence 10.8

⁴ Adaptation de la référence 10.8

Avec le béton drainant, ces contaminants percolent dans la porosité du béton, la fondation drainante et le sol existant. Ce processus permet d'éliminer par filtration, absorption et activité microbienne jusqu'à⁵ :

- > 95 % des matières en suspension ;
- > 65 % de la teneur en phosphore ;
- > 82 % de la teneur en azote ;
- > 98 à 99 % des métaux.

Des études ont également démontré une réduction importante de zinc, plomb et de la demande chimique en oxygène.

3.6 MEILLEURE SÉCURITÉ

Le béton drainant renvoie l'eau de pluie dans le sol plutôt que de ruisseler sur la surface de roulement. Ainsi, on observe :

- > Réduction des risques d'aquaplanage (meilleure adhérence) ;
- > Réduction des risques d'inondation ;
- > Élimination des flaques d'eau durant les fortes pluies ;
- > Élimination des reflets du pavage humide.

De plus, l'albédo élevé du béton permet d'avoir une surface mieux éclairée la nuit.

4. CONSTITUANTS

Le béton drainant est un béton à granulométrie ouverte essentiellement constitué de gros granulats liés entre eux au moyen d'une pâte cimentaire (matériaux cimentaires, eau et adjuvants). Le sable est souvent omis de la formulation, mais peut être utilisé en petites quantités.

4.1 LES MATÉRIAUX CIMENTAIRES

Les matériaux cimentaires (ciments, ciments mélangés et ajouts cimentaires) doivent respecter les exigences de la norme A3000. Les ciments de type GU ou GUB sont les liants les plus utilisés.

4.2 LES GRANULATS

Les calibres des gros granulats utilisés varient de la pierre 2,5-10 à 5-20 mm. Des granulats concassés et non concassés ont été utilisés avec succès. La forme, la texture et la distribution granulaire vont avoir un effet sur la mise en place, la facilité de compaction ainsi que la performance globale du matériau à l'état durci.

Le sable est parfois utilisé dans la formulation. Certaines études ont montré que l'ajout d'un certain pourcentage de sable permet d'obtenir une meilleure durabilité aux cycles de gel/dégel et une meilleure résistance à la compression tout en ayant une porosité adéquate⁶. Généralement, la quantité de sable se situe entre 0 et 8 % de la masse totale des granulats.

4.3 L'EAU

Les rapports eau/liants généralement utilisés dans la fabrication des bétons drainants varient de 0,26 à 0,40. Lors de sa mise en place, le béton drainant doit avoir une apparence humide métallique (*wet metallic sheen*) et la pâte doit avoir une viscosité suffisante afin de bien enrober les granulats et permettre une bonne cohésion du mélange. Une teneur trop élevée en eau peut amener la pâte à se drainer et obstruer les vides du mélange alors qu'une quantité insuffisante d'eau peut entraîner une perte de cohésion de la chaussée tant à l'état frais que durci.

4.4 LES ADJUVANTS

4.4.1 Les agents entraîneur d'air

Plusieurs études ont démontré que l'utilisation d'un agent entraîneur d'air améliore la durabilité du béton drainant aux cycles de gel/dégel. L'entraînement d'air permet également de faciliter le déchargement du béton de la bétonnière et sa mise en place. Cependant, la détermination de la teneur en air ne peut pas être mesurée par les méthodes conventionnelles.

Pour les formulations utilisant un très faible rapport eau/liants, l'utilisation d'un agent entraîneur d'air peut être facultative. Par contre, le comité ACI 522 sur le béton drainant recommande, par mesure préventive, d'utiliser un agent entraîneur d'air dans les climats nordiques tant que ne soient disponibles plus de résultats sur la durabilité aux cycles gel/dégel du matériau.

4.4.2 Les retardateurs de prise

Le béton drainant possède un faible rapport eau/liants et une importante porosité. Ces deux facteurs font que l'on observe généralement un temps de prise et une perte de maniabilité plus rapides que les bétons standards. L'utilisation d'un retardateur de prise peut être de mise pour permettre une mise en place adéquate, particulièrement par temps chaud. Les stabilisateurs d'hydratation peuvent également être utilisés afin de prolonger de façon plus importante le temps de mise en place.

⁵ Référence 10.9

⁶ Référence 10.12

4. 4.3 Les réducteurs d'eau

Les réducteurs d'eau standards, de moyenne portée ainsi que les superplastifiants peuvent être utilisés pour obtenir la réduction d'eau désirée.

4.4.4 Les agents modificateurs de rhéologie (agents de viscosité)

Les agents modificateurs de rhéologie peuvent donner plus de « corps » au béton et une meilleure cohésion de la pâte sur les granulats. Ils diminuent ainsi le drainage de la pâte vers la fondation.

5. PROPRIÉTÉS

Le béton drainant est un matériau dont les propriétés vont dépendre de sa formulation initiale, mais également de sa mise en place.

5.1 RÉSISTANCE À LA COMPRESSION ET LA FLEXION

La résistance à la compression dépend du compactage obtenu au moyen des équipements utilisés pour la mise en place. Elle augmente avec le compactage, mais un meilleur compactage diminue aussi la teneur en air occlus. Les résistances à la compression peuvent varier de 3 à 30 MPa avec des valeurs typiques de 10 à 20 MPa. L'ajout d'une petite quantité de sable augmente la résistance à la flexion. Les résistances à la compression et à la flexion sont étroitement reliées à la teneur en vides. La résistance à la compression peut être utilisée pour estimer la résistance à la flexion⁷ :

$$\text{Résistance à la flexion} = 0,083 f'c^{2/3}$$

5.2 MASSE VOLUMIQUE

La masse volumique va dépendre de plusieurs facteurs : les caractéristiques des granulats (teneur en vide et la granulométrie), la teneur en liant, le rapport eau/liants et la méthode de compaction.

La masse volumique sur béton frais peut être mesurée selon la procédure du bulletin technique T-035 du RMCAO « Standard Test Method for Determining Plastic Density ». Cette norme ne devrait servir qu'à évaluer sommairement si le mélange est conforme aux exigences générales de conception du mélange. Elle ne devrait pas servir à évaluer le béton in situ d'une chaussée, car la masse volumique va grandement dépendre de l'énergie de compaction lors de la mise en place. De plus, la masse volumique du béton durci va varier en fonction de l'épaisseur : la teneur en vide est plus élevée au niveau de la fondation qu'à la partie supérieure de la chaussée.

5.3 POROSITÉ ET PERMÉABILITÉ (TAUX DE PERCOLATION)

La perméabilité ou le taux de percolation du béton drainant est la vitesse à laquelle l'eau peut s'écouler à travers le revêtement en place et est fonction des vides interconnectés du matériau. La porosité minimale pour obtenir un taux de percolation acceptable est de 15 %. La vitesse de percolation augmente de façon très importante avec la teneur en vide du béton. Le principal défi réside à trouver l'équilibre entre un taux de percolation acceptable et une résistance à la compression suffisante.

5.4 RÉSISTANCE AUX CYCLES DE GEL/DÉGEL

Le béton drainant présente historiquement une bonne durabilité en milieu nordique. L'essai de gel/dégel de la norme ASTM C 666 est très sévère et ne représente pas les conditions réelles d'exposition. Afin d'assurer un bon comportement aux cycles de gel/dégel, il faut s'assurer d'avoir :

- > une bonne perméabilité du béton (formulation) ;
- > une fondation drainante de matériau granulaire suffisamment épaisse pour servir de réservoir à l'eau drainée et l'empêcher de se saturer lorsqu'il gèle ;
- > une mise en place adéquate ; et
- > la présence des drains perforés au besoin pour compenser une perte de perméabilité en hiver ou d'un sol peu perméable.

5.5 RHÉOLOGIE ET POMPABILITÉ

L'affaissement ne devrait pas être spécifié comme critère d'acceptation en chantier. Règle générale, le béton drainant est considéré comme un béton à affaissement nul. Il est impossible de pomper ce type de béton.

6. CONCEPTION

La conception d'une chaussée en béton drainant doit être faite tant au niveau structural qu'hydrologique :

1) Trafic : L'épaisseur minimale requise de la chaussée est basée sur la durée de vie et sur d'autres intrants structurels ;

2) Volume d'eau : L'épaisseur de la couche de fondation/réservoir est basée sur le volume d'eau à traiter par le stationnement, ou autres infrastructures, dans le délai de rétention maximal requis.

Tout béton drainant potentiellement exposé aux cycles de gel/dégel doit être dimensionné de façon à ce qu'il ne soit jamais saturé. La chaussée doit être placée sur une couche de matériau granulaire ayant au moins l'épaisseur minimale nécessaire pour servir de réservoir à l'eau drainée et l'empêcher ainsi de se saturer lorsqu'il gèle. La profondeur du matériau granulaire libre sous le béton drainant doit être basée sur les conditions du sol (perméabilité); elle doit au minimum pouvoir agir comme réservoir en fonction d'une période de précipitations pour une récurrence donnée. Advenant un sol peu perméable ou une profondeur de gel élevée, l'utilisation de drains perforés peut être de mise afin d'éviter de saturer le béton drainant.

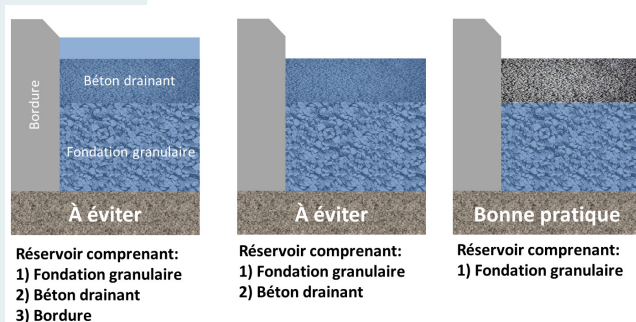


FIGURE 6 Configuration de réservoir

Sans s'y limiter, les méthodes de conception hydrologiques suivantes peuvent être utilisées :

- > Méthode du Soil Conservation Service (Curve Number Method)
- > Méthode du Los Angeles County
- > Méthode rationnelle
- > Méthode de l'épaisseur minimale

7. MISE EN PLACE

Le temps est un facteur critique lors de la mise en place d'une chaussée en béton drainant. Tout retard dans les opérations de mise en place, de compactage ou de réalisation des joints augmente le niveau de difficulté pour obtenir une chaussée durable et de belle apparence.

La clé du succès pour obtenir une chaussée en béton drainant durable est intimement liée à l'expérience de l'équipe de mise en place. Celle-ci doit bien maîtriser les différentes opérations de mise en place et être constituée d'un nombre suffisant d'individus.

L'entrepreneur est responsable de choisir les équipements et les procédures adéquates pour effectuer une chaussée durable et de bonne qualité. Les principales étapes pour la mise en place et la finition d'une chaussée en béton drainant sont :

- > Mise en place et épandage
- > Arasement et compactage
- > Compaction
- > Lissage final
- > Jointement
- > Cure

7.1 MISE EN PLACE ET ÉPANDAGE

Comme il n'a pas tendance à la ségrégation, il n'est pas nécessaire de contrôler la hauteur de déversement.

7.2 ARASEMENT ET COMPACTAGE

Règle générale, deux méthodes peuvent être utilisées pour la mise en place : mise en place en une étape ou à deux étapes.

Mise en place en une étape

Cette façon de faire permet de réaliser la mise en place, l'arasement et la compaction à l'élévation finale en une seule étape. Il est alors important que l'outil de compaction utilisé (rouleau de lissage, paveuse ou autre) soit adapté pour effectuer une compaction suffisante en une seule opération. Il faut s'assurer de conserver un volume de béton constant devant l'outil de compaction.

Mise en place en deux étapes

Avec cette façon de faire, il est recommandé de laisser légèrement déborder le coffrage d'environ 15 à 20 mm de béton lors du lissage pour faciliter la consolidation. Des bandes amovibles d'épaisseur uniforme temporairement fixées à la partie supérieure des coffrages sont un bon moyen de lisser le béton drainant à la hauteur de débordement voulue. Il suffit ensuite d'enlever les bandes avant le compactage.

Lors du compactage, les bandes amovibles doivent être enlevées immédiatement après l'arasage et le béton doit être compacté au profil voulu au moyen soit d'un rouleau compresseur chargé ou d'un finisseur hydraulique à tube de lissage rotatif (par ex., un rouleau de lissage ou rouleau Bunyan) manœuvré sur le dessus des coffrages, soit d'un compacteur à table manœuvré sur des panneaux de contreplaqué pour empêcher la formation de marques dans le béton. Une dame peut être utilisée pour compacter le pourtour des coffrages. Le nombre minimal de passes doit être donné avec l'équipement de compactage pour uniformiser la surface au niveau de la partie supérieure des coffrages.

7.3 LISSAGE FINAL

Le béton drainant doit être fini uniquement par lissage et compactage. Le lissage de la surface doit être aussi limité que possible pour empêcher le colmatage des vides d'air superficiels.

7.4 JOINTS DE CONTRÔLE

Dans certains projets de béton drainant, aucun joint de contrôle n'a été réalisé. L'aspect poreux de la chaussée drainante rend les fissures moins apparentes que le béton standard.

Par contre, si des joints de contrôle sont prévus, ceux-ci doivent être réalisés selon les exigences du maître d'ouvrage. Ces joints peuvent être réalisés sur le béton frais ou en effectuant des traits de scie sur le béton durci. Les joints réalisés sur le béton frais doivent être creusés au moins jusqu'au quart de l'épaisseur du béton drainant au moyen d'un cylindre d'acier sur la circonférence duquel est soudée une ailette métallique biseautée.

7.5 CURE

Étant donné que le béton drainant possède une importante porosité, la cure doit être appliquée immédiatement après le compactage afin d'empêcher l'évaporation et d'assurer la durabilité. Les étapes de lissage, de compactage et de cure doivent se suivre d'aussi près que possible pendant la construction afin d'empêcher le séchage du mélange. Le béton devrait être recouvert de feuilles de polyéthylène d'au moins 0,15 mm (6 mil) d'épaisseur, immédiatement après la passe finale de la lisseuse à rouleau, qui demeureront en contact direct pendant au moins 7 jours. La cure de surface doit être appliquée dans les 2 à 4 min suivant le lissage. Le béton ne doit en aucun cas être laissé sans protection pendant plus de 20 min après le compactage. Il importe de souligner que les agents de cure ne sont pas considérés comme efficaces pour la cure du béton drainant.

8. ENTRETIEN

Le propriétaire doit faire l'entretien de la chaussée, au moins chaque année, afin de maintenir la perméabilité du béton drainant. Un entretien régulier, de préférence une fois avant la période hivernale, est recommandé, car il élimine les débris qui peuvent entraîner le colmatage du réseau de vides interconnectés. Sans s'y limiter, les méthodes suivantes peuvent être utilisées pour l'entretien de la chaussée :

- > Lavage mécanique
- > Passage d'aspirateur commercial
- > Lavage à haute pression

9. ESSAIS SUR LE BÉTON DRAINANT

Il est recommandé de mesurer la masse volumique du béton drainant en chantier à chaque 50 m³ ou minimale-ment une fois par jour selon la procédure du bulletin technique T-035 du RMCAO « Standard Test Method for Determining Plastic Density ». La masse volumique du béton doit être à l'intérieur de ± 80 kg/m³ de la masse volumique spécifiée pour le béton frais. Au besoin, il est possible de mesurer la porosité du béton drainant durci. Pour ce faire, il est recommandé de prélever trois carottes pour chaque 500 m² conformément à la norme CSA. Pour plus de détail, consulter la procédure du bulletin technique T-035 du RMCAO « Test Method for Porosity Measurements of Portland Cement Pervious Concrete ».



FIGURE 7 Mise en place du béton drainant



FIGURE 8 Joints de contrôle



FIGURE 9 Damage

10. RÉFÉRENCES

- 10.1** ACI. *Report on Pervious Concrete*. American Concrete Institute. États-Unis, 2011, 522R-10 (réapprouvé en 2011), 40 p.
- 10.2** ACI. *Specification for Pervious Concrete Pavement*. American Concrete Institute. États-Unis, 2013, 522.1-13, 7 p.
- 10.3** NRMCA. *Pervious Concrete Contractor Certification*, NRMCA Publication 2PPCART, National Ready Mixed Concrete Association, mars 2011, 115 p.
- 10.4** FISRWG. *Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices*. Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG), octobre 1998, ISBN-0-934213-59-3.
- 10.5** Ministère du Développement durable de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), *Guide de gestion des eaux pluviales, Mise à jour : 17 octobre 2012*
- 10.6** BOUCHER, ISABELLE *La gestion durable des eaux de pluie*, Guide de bonnes pratiques sur la planification territoriale et le développement durable, Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire, coll. « Planification territoriale et développement durable », 2010, 118 p.
- 10.7** National Ready Mixed Concrete Association. *Concrete sustainability report*, CSRII-July 2014, 8 p.
- 10.8** AMERICAN CONCRETE PAVEMENT ASSOCIATION. *Albedo: A Measure of Pavement Surface Reflectance, Research and Technology Update #3.05*, juin 2002
- 10.9** WINER, R.R. *National Pollutant Removal Database for Stormwater Treatment Practices, second edition*, Center for Watershed Protection, Ellicott City, MD, 2000, 29 p.
- 10.10** LEMING, M. L., MALCOM, H. R., AND TENNIS, P. D., *Hydrologic Design of Pervious Concrete, EB303*, Portland Cement Association, Skokie, Illinois, and National Ready Mixed Concrete Association, Silver Spring, Maryland, USA, 2007, 72 p.
- 10.11** MEININGER, R.C., *No-Fines Pervious Concrete for Paving*, Concrete International, V.10, août 1988, p 20-27.
- 10.12** J. T. KEVERN, V. R. SCHAEFER, K. WANG, ET M. T. SULEIMAN, *Pervious Concrete Mixture Proportions for Improved Freeze-Thaw Durability*, Journal of ASTM International, Vol. 5, No. 2, 2008
- 10.13** CSA. *Béton : Constituants et exécution des travaux/Méthodes d'essai et pratiques normalisées pour le béton*. Canada. Association canadienne de normalisation, 2014, 720 p. (CSA A23.1-F14/A23.2-F14).
- 10.14** RMCAO. *Test Method for Porosity Measurements of Portland Cement Pervious Concrete*, Technical Bulletin T-056, Ready Mixed Concrete Association of Ontario, Juillet 2013, 3 p.
- 10.15** RMCAO. *Standard Test Method for Determining Plastic Density*, Technical Bulletin T-035, Ready Mixed Concrete Association of Ontario, Mai 2008, 2 p.

MISE EN GARDE : L'Association béton Québec publie ce document à titre consultatif seulement et ne peut être tenue responsable d'erreurs ou d'omissions reliées à l'information et à la consultation de ce document.



520, D'Avaugour, bureau 2200
Boucherville (Québec) J4B 0G6
Tél. : (450) 650-0930
Sans frais : (855) 650-0930
Télec. : (450) 650-0935
Courriel : info@betonabq.org