



▶ **Revêtements drainants en pavés de béton**



Dossier

Revêtements drainants en pavés de béton

► Avant-propos

La présente brochure a été rédigée dans le cadre de la Guidance technologique *Pavages drainants: un revêtement écologique et durable au sein d'une gestion intégrale des eaux*, avec le soutien de l'IWT-Vlaanderen et en collaboration étroite avec FEBESTRAL (groupement des fabricants de pavés, de dalles et d'accessoires en béton) et FEBELCEM.

Membres du groupe de travail:

Anne Beeldens (CRR)
Frank Gendera (Ebema nv)
Luc Rens (FEBELCEM)
Thomas Van den Berghe (Stradus Infra)
Geert Van den Heyning (Bleijko nv)
Lieve Vijverman (FEBESTRAL)



► Introduction

La forte augmentation des surfaces revêtues a pour conséquence que les eaux atmosphériques ne peuvent plus pénétrer naturellement dans le sol. De grandes quantités d'eau de pluie doivent dès lors être évacuées via les réseaux d'égouttage et les cours d'eau. Lors de fortes chutes de pluie, ces réseaux d'évacuation sont parfois complètement saturés. Les déversoirs d'orage entrent en fonction, et les ruisseaux, les rivières et les rues sont inondées.

L'infiltration des eaux atmosphériques via des pavés en béton drainants apporte une solution à cette problématique.

Les pavages drainants permettent en effet l'infiltration des eaux in situ. L'eau est stockée provisoirement dans les fondations puis évacuée dans le sol. Ceci permet non seulement de soulager les égouts, mais aussi de rétablir le niveau des nappes phréatiques, toujours en baisse.

Ils constituent dès lors une solution efficace qui, de surcroît, rencontre la sensibilité croissante à la protection de l'environnement!

► Que sont les pavages drainants en béton?

De manière générale, les pavés drainants en béton se divisent en quatre catégories:

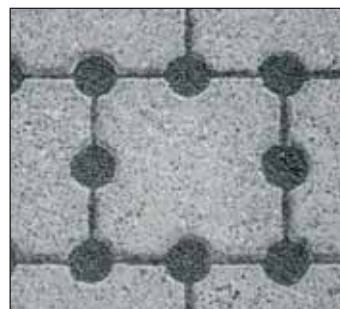
1. Pavés en béton à joints élargis



Les faces latérales de ces pavés en béton sont pourvues d'arêtes ou d'écarteurs, ce qui, une fois posés, crée un joint plus large. L'eau s'écoule ensuite au travers de ces joints vers les fondations et le sol. Pour obtenir ce type de pavé, il suffit en fait d'élargir les butées d'un pavé classique jusqu'à l'obtention du joint requis.

La surface de **joints** obtenue avec ce type de pavage en béton doit représenter au **moins 10 %** suivant les prescriptions techniques reprises au PTV 122. Afin de garantir une perméabilité de surface suffisante, le coefficient de perméabilité du matériau de jointolement doit s'élever à au moins $5,4 \times 10^{-4}$ m/s.

Revêtements drainants en pavés de béton



2. Pavés en béton avec ouvertures de drainage

La forme spécifique de ces pavés crée, lors de la pose, des ouvertures qui permettent l'infiltration de l'eau. Pour obtenir ce type de pavé, il suffit en fait de réaliser une ouverture dans la forme classique carrée ou rectangulaire sur un ou plusieurs côtés, voire au centre du pavé. La surface des joints obtenue avec ce type de pavage en béton doit représenter **au moins 10 %** conformément aux prescriptions techniques reprises au PTV 122. Ici aussi, le coefficient de perméabilité du matériau de jointoiement doit atteindre au moins $5,4 \times 10^{-4}$ m/s.

Les modèles à joints élargis et à ouvertures de drainage répondent, pour les autres caractéristiques comme la résistance à la rupture en traction par fendage, la tolérance dimensionnelle, etc. aux mêmes normes NBN EN 1338 et NBN B21-311 que les pavés en béton classiques.

3. Pavés en béton poreux

Ces pavés sont perméables grâce à la composition poreuse du béton. Pour obtenir ce type de pavés, il suffit en fait de remplacer la composition du béton étanche d'un pavé classique par une composition du béton poreuse pour obtenir la capacité d'infiltration requise.

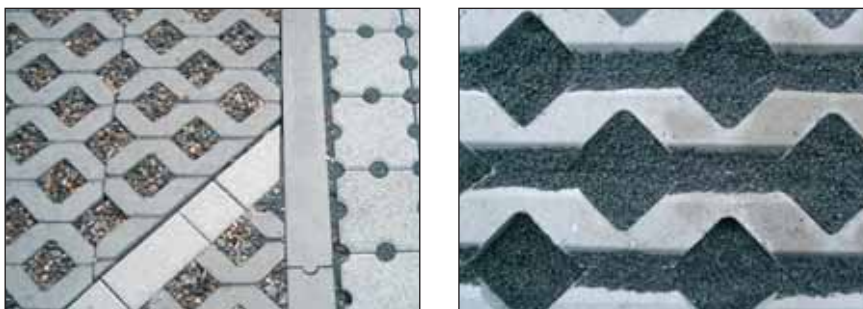


La **capacité d'infiltration** de ce type de pavé doit s'élever en moyenne à au moins **5,4 x10⁻⁵ m/s**, conformément aux prescriptions techniques reprises au PTV 122.

En raison de leur structure ouverte, les pavés en béton poreux possèdent une résistance à la rupture en traction par fendage plus faible (>2,5 MPa) que les pavés en béton classiques (>3,6 MPa), mais forment une surface continue, ce qui améliore la praticabilité.

	Pavés à joints élargis/ Pavés avec ouvertures de drainage	Pavés poreux
NORME	NBN EN1338 et NBN B21-311	PTV 122
Résistance à la rupture en traction par fendage en N/mm ²	3,6	2,5
TOLÉRANCES en mm		
Longueur	± 2	± 2
Largeur	± 2	± 2
Hauteur	± 3 (pour hauteur < 10 cm) ± 4 (pour hauteur ≥ 10 cm)	± 3 (pour hauteur < 10 cm) ± 4 (pour hauteur ≥ 10 cm)
ABSORPTION max. en %	6,0	Pas d'application
PERMÉABILITÉ min. en l/s/ha	Pas d'application	540 (5,4 x 10 ⁻⁵ m/s)
Surface des ouvertures ou des joints élargis en % (de la surface totale)	10 %	Pas d'application

Revêtements drainants en pavés de béton



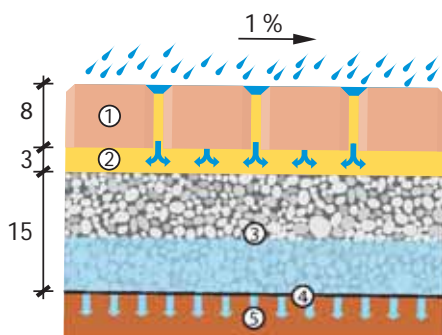
4. Dalles-gazon en béton

Les dalles-gazon en béton peuvent également être utilisées comme pavages drainants à condition qu'elles soient posées sur une structure perméable et que les ouvertures soient remplies de pierres concassées. Des informations sur les dalles-gazon en béton peuvent être trouvées dans la brochure «Dalles-gazon en béton» de FEBESTRAL. Les exigences relatives aux dalles-gazon en béton figurent au PTV 121.

► Comment fonctionnent les pavages drainants?

Le **principe de fonctionnement général** d'un revêtement drainant en pavés en béton est le suivant.

1. L'eau de pluie s'infiltré via les pavés drainants, le matériau de jointoiement et la couche de pose vers la fondation. Les pavés laissent passer l'eau et empêchent ainsi tout ruissellement en surface.
2. L'eau de pluie est de préférence stockée dans la sous-fondation, la fondation sert de réserve de stockage supplémentaire. La fondation procurera la portance nécessaire pour le trafic routier habituel.
3. L'eau de pluie s'infiltré dans le sol, en fonction de sa perméabilité.
4. L'eau de pluie qui ne s'infiltré pas dans le sol est évacuée de manière différée via des réducteurs de débit vers des caniveaux ou des systèmes d'infiltration situés à proximité ou vers le réseau d'égouttage.



1. Pavés drainants
2. Couche de pose
3. Fondation
4. Géotextile drainant
5. Sol

La pente minimale des pavages en béton peut être limitée à 1 %, contre une pente minimale de 2,5 % pour un pavage classique. La pente maximale n'excédera de préférence pas 5 %. Dans le cas contraire, le ruissellement de l'eau en surface serait trop important, d'où une infiltration insuffisante dans la structure. Dans ce cas, il convient de prévoir un stockage supplémentaire (sous-fondation plus épaisse) à hauteur des points les plus bas.

► Quel type de précipitation est-il pris en considération lors de la conception?

Les précipitations prolongées de faible intensité de 80 l/s/ha (= 0,5 mm/min = 0,5 l/(m².min)) représentent en Belgique environ 93 % des précipitations annuelles totales. Toutefois, ce ne sont pas ces précipitations prolongées moins fortes qui entraînent des surcharges, mais bien les averses soudaines et fortes. Le volume et l'intensité des précipitations dépendent donc largement de leur durée: des précipitations de longue durée sont généralement moins intenses, tandis que les averses plus courtes peuvent être d'une plus grande intensité.

Ce volume de précipitations intenses est pris en considération lors de la conception des pavages drainants et la détermination de la capacité d'infiltration. Ainsi, c'est une averse de 10 min. qui survient une fois tous les trente ans qui est prise en compte. Ceci correspond, selon les données sur les précipitations de l'IRM à Uccle, à une pluie égale à 16,3 mm¹. À l'évidence, tous les composants de la structure totale (sol, sous-fondation, fondation, couche de pose et pavés en béton) doivent satisfaire à une certaine exigence en termes de perméabilité.

L'expérience a toutefois montré qu'une bonne conception permet également d'absorber plusieurs averses successives, d'où un risque très limité de ruissellement.

La capacité d'infiltration de l'eau est indiquée par un **coefficient de perméabilité** ou un **facteur de perméabilité k**. Le coefficient de perméabilité k, exprimé en m/s, est le volume d'eau qui s'infiltré par unité de temps par unité de surface.

Tous les composants du système de pavage drainant possèdent un coefficient de perméabilité k égal à au moins $5,4 \times 10^{-5}$ m/s, de quoi permettre l'infiltration d'une averse de 270 l/s/ha, compte tenu d'un facteur de sécurité de 2. Ce facteur de sécurité tient compte d'une baisse de la perméabilité au fil du temps et d'éventuelles inclusions d'air.

¹ $16,3 \text{ mm}/10 \text{ min} = 0,00163 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2 = 1,63 \text{ l}/60 \text{ s}/\text{m}^2 = 0,02716 \text{ l}/\text{s}/\text{m}^2 = 270 \text{ l}/\text{s}/\text{ha} = 270 \times 10^{-6} \text{ m}/\text{s}$.

Revêtements drainants en pavés de béton

► Comment la perméabilité du sol est-elle déterminée?

La perméabilité du sol est déterminée sur base des caractéristiques du sol ou de mesures in situ.

En fonction du coefficient de perméabilité k , les sols sont répartis dans les catégories suivantes:

sol très perméable	$k > 10^{-4}$ m/s
sol à bonne perméabilité	$10^{-4} > k > 10^{-6}$ m/s
sol à moyenne voire mauvaise perméabilité	$10^{-6} > k > 10^{-8}$ m/s
sol quasiment imperméable	$k < 10^{-8}$ m/s

Selon le type de sol, on peut supposer les coefficients de perméabilité [m/s] suivants:

sable/gravier	$10^{-3} - 10^{-5}$ m/s
sable limoneux	$10^{-4} - 10^{-7}$ m/s
limon sablonneux	$10^{-5} - 10^{-8}$ m/s
limon	$10^{-6} - 10^{-9}$ m/s
argile	$10^{-9} - 10^{-11}$ m/s

Il existe différentes méthodes pour déterminer la perméabilité in situ, comme l'essai «open-end».

Dans cette méthode, une colonne d'eau est disposée sur le sol à une hauteur constante de 1 m. Une mesure continue de l'eau ajoutée pendant au moins 20 minutes permet de déterminer la perméabilité du sol.

La «méthode du puits» constitue une vérification plus simple, mais moins précise. Un puits de 50 cm x 50 cm est creusé jusqu'à environ 50 cm de profondeur. Une fine couche de gravillons est ensuite disposée dans le fond. 5 l d'eau sont versés et le temps nécessaire pour que cette eau disparaisse dans le sol est mesuré. Cet essai est au moins répété à trois reprises. La perméabilité est ensuite égale à:

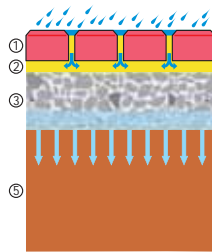
$$\text{perméabilité [m/s]} = \text{quantité d'eau [l]} / \text{durée [s]} / \text{surface du puits [m}^2\text{]} / 1000$$



► Comment l'eau est-elle évacuée dans le sol?

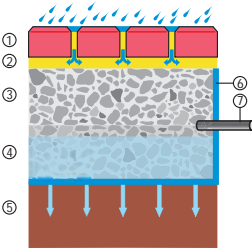
L'eau est de préférence infiltrée dans le sol. Si la perméabilité du sol n'est pas suffisamment grande, il convient de prévoir un système de drainage supplémentaire. Celui-ci doit garantir une évacuation différée de telle sorte que le stockage s'effectue toujours dans la sous-fondation, ce qui évite ainsi toute surcharge en aval.

Quatre cas différents peuvent se présenter selon la perméabilité du sol:



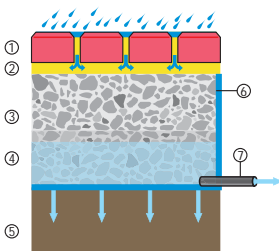
Cas 1: sol très perméable

Toute l'eau s'infiltré directement dans le sol. Une sous-fondation n'est pas nécessaire, ni un drainage supplémentaire.



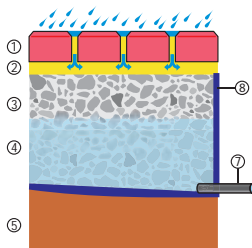
Cas 2: sol bien perméable

L'eau s'infiltré en grande partie après le stockage dans la sous-fondation. Une évacuation est réalisée entre la fondation et la sous-fondation afin d'éviter toute stagnation prolongée dans la fondation.



Cas 3: sol modérément voire peu perméable

L'eau s'infiltré seulement de manière très limitée dans le sol. L'eau résiduelle est stockée dans la sous-fondation et évacuée via un dispositif de drainage. Celui-ci passe par un réducteur de débit, ce qui permet une évacuation différée vers les fossés, les dispositifs d'infiltration ou les caniveaux situés à proximité. La structure perméable sert surtout de dispositif de stockage.



Cas 4: aucune infiltration possible

Une membrane imperméable est placée sur le fond du coffre et autour de la structure. L'évacuation différée s'effectue sous la structure. Une pente minimale de 2,5 % est prévue sous la structure afin que toute l'eau puisse être évacuée. Le stockage de l'eau s'effectue toujours dans la sous-fondation.

1. Pavés drainants	5. Sol
2. Couche de pose	6. Géotextile non tissé
3. Fondation	7. Tuyau d'évacuation avec réducteur de débit
4. Sous-fondation	8. Membrane perméable

Revêtements drainants en pavés de béton

Les pavés drainants assurent donc non seulement l'infiltration, mais aussi le stockage et l'évacuation différée en présence de sols offrant une perméabilité moindre, voire mauvaise.

Grâce à une évacuation différée, réalisée par exemple à l'aide d'un réducteur de débit, le stockage s'effectue dans la structure proprement dite. Dès lors, il ne faut prévoir aucune capacité de stockage supplémentaire pour cette surface. L'écoulement via le réducteur de débit s'effectuera de préférence vers un caniveau ouvert d'infiltration, un bassin d'infiltration, un oued ou un système d'évacuation des eaux de pluie.

La taille du réducteur de débit dépend du débit autorisé des dispositifs situés en aval. En Flandre, ceci est prescrit pour les utilisations privées par le règlement urbanistique régional concernant les citernes d'eaux de pluie, les systèmes d'infiltration, les systèmes tampons et l'évacuation séparée des eaux usées et pluviales (2007). Celui-ci indique une valeur maximale de 1500 l/heure/100 m² (40 l/s/ha).

► Comment la fondation et la sous-fondation sont-elles conçues?

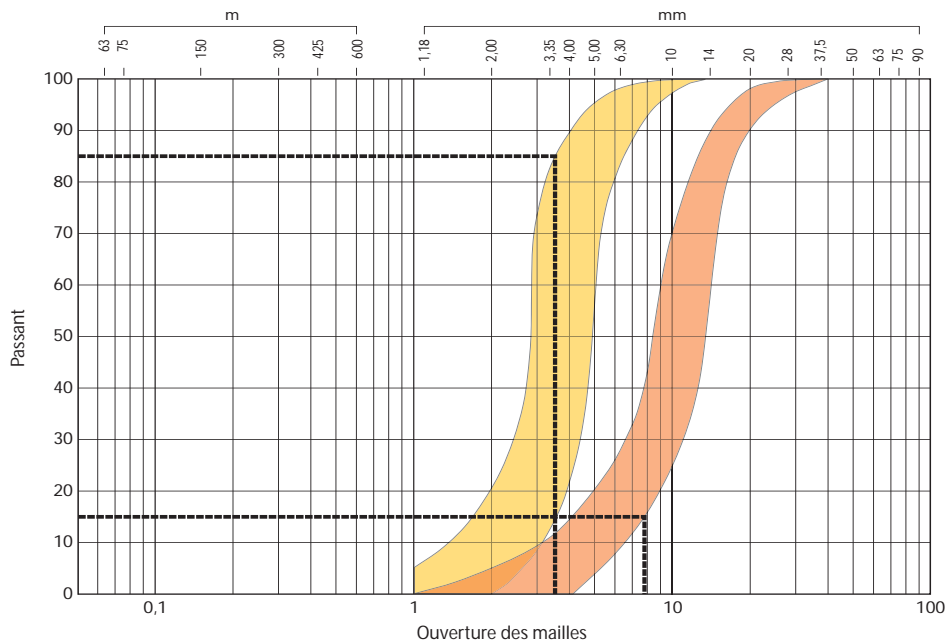
Pour le dimensionnement des structures perméables, il convient de prendre en considération la circulation et le type de sol. L'intensité de la circulation déterminera l'épaisseur et le matériau de la fondation. Le type de sol déterminera l'épaisseur de la sous-fondation en prenant en considération la protection du sol contre le gel et la capacité de stockage nécessaires.

Catégorie	Type de circulation			Fondation	
	Piétons, vélos, cyclomoteurs	Véhicules légers (< 3,5 t)	Véhicules lourds (> 3,5 t)	Béton maigre drainant	Empierrement non lié
I	Illimitée	Limitée à 5 000 par jour	Limitée à 400 par jour	-	-
II	Illimitée	Limitée à 5 000 par jour	Limitée à 100 par jour	20 cm	35 cm
III	Illimitée	Limitée à 500 par jour	Limitée à 20 par jour	15 cm	25 cm
IV	Illimitée	Occasionnelle	Aucune	-	15 cm

Les exigences suivantes s'appliquent aux matériaux:



- béton maigre drainant: selon les cahiers des charges types, (SB 250, CCT 2000, RW 99):
 - résistance à la compression moyenne minimale: 13 N/mm²;
 - coefficient de perméabilité saturée, déterminé en laboratoire sur des carottes prélevées dans la fondation: min. 4 x 10⁻⁴ m/s;
- fondation avec empierrement non lié avec granulométrie continue, p. ex. 0/32:
 - fraction de fines (< 63 µm) limitée à 3 %;
 - la fraction de sable doit toujours être lavée;
 - fraction 0/2 mm limitée à 25 %;
- Il est déconseillé d'utiliser une granulométrie discontinue. Il est possible d'opter pour une granulométrie continue 2/20 ou 2/32. Le diamètre minimal n'est de préférence pas supérieur à 2 mm, et ce afin de garantir un bon compactage;
- stabilité du filtre: D₁₅ couche inférieure/D₈₅ couche supérieure ≤ 5, ou D₁₅ et D₈₅ sont les ouvertures de mailles conformément à un passant de 15 % et 85 %, respectivement. Pour l'exemple illustré dans la figure ci-dessous, ceci représente:
 - D₁₅ fondation = 8,00 mm – D₈₅ couche de pose = 3,7 mm;
 - 8,00/3,7 = 2,16 < 5 => stabilité du filtre ok.



Revêtements drainants en pavés de béton

La sous-fondation a une double fonction. D'une part, elle fournit la capacité de stockage supplémentaire requise pour la structure, selon la vitesse d'infiltration possible et, d'autre part, elle protège le sol contre l'effet du gel. Ces deux fonctions vont généralement de pair: un sol peu ou pas perméable, comme un terrain argileux, est également très sensible à l'effet du gel.

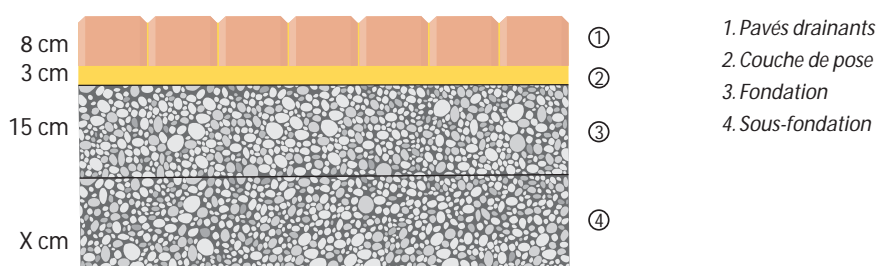
La capacité de stockage est déterminée par les vides accessibles dans l'empierrement compacté de la sous-fondation. La capacité de stockage requise dépend des précipitations attendues et, dans des circonstances optimales, également des précipitations successives escomptées et du débit et de la période de retour pour le trop-plein.

La capacité de stockage requise peut être déterminée sur la base des exigences du règlement urbanistique régional concernant les citernes d'eaux pluviales, les systèmes d'infiltration, les systèmes tampons et l'évacuation séparée des eaux usées et pluviales ou sur la base des données de l'IRM relatives à l'intensité des précipitations. En fonction de la probabilité d'entrée en service du trop-plein situé sous la structure et de l'infiltration dans le sol, un volume de stockage sera nécessaire, en tenant compte des précipitations successives.

Exigence concernant la capacité de stockage selon le règlement urbanistique régional:

En cas d'évacuation différée par le biais d'un limiteur de débit, la capacité de stockage minimale requise s'élève à $400 \text{ l}/20 \text{ m}^2 = 20 \text{ l}/\text{m}^2$.

Profil de la structure:



L'épaisseur minimale de la sous-fondation est ensuite déterminée, sur la base de la porosité des granulats (23 % pour une granulométrie 0/32 avec quantité limitée de fines) et un facteur de sécurité 1,5 pour tenir compte des inclusions d'air. L'épaisseur minimale est ensuite égale à:

$$\text{volume de stockage nécessaire} / \text{porosité} \times 1,5 = 20 \times 10^{-3} \text{ m} / 0,23 \times 1,5 = 0,130 \text{ m}$$

Si on prend en compte la succession de précipitations et la vitesse d'écoulement, soit via l'infiltration dans le sol, soit via un limiteur, ou une combinaison des deux, ainsi que l'entrée en service du trop-plein (qui signifie ici: l'eau dans la fondation), des volumes de stockage supérieurs sont nécessaires. Ceux-ci figurent dans le tableau ci-après:

Débit de vidage	Période de retour du trop-plein			
	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans
30 l/s/ha			180 m ³ /ha	240 m ³ /ha
25 l/s/ha		160 m ³ /ha	200 m ³ /ha	240 m ³ /ha
20 l/s/ha	120 m ³ /ha	170 m ³ /ha	210 m ³ /ha	260 m ³ /ha
15 l/s/ha	140 m ³ /ha	190 m ³ /ha	240 m ³ /ha	290 m ³ /ha
10 l/s/ha	160 m ³ /ha	220 m ³ /ha	270 m ³ /ha	330 m ³ /ha
5 l/s/ha	210 m ³ /ha	280 m ³ /ha	340 m ³ /ha	410 m ³ /ha

À titre d'exemple, les structures sont calculées en fonction des différents sols:

- sol sablonneux très perméable: débit d'infiltration (= débit de vidage) 1000 l/s/ha (= 10^{-4} m/s). Aucun stockage n'est ici nécessaire. La structure se compose d'une fondation directement placée sur un sol sablonneux;
- sol à bonne perméabilité: débit d'infiltration entre 10^{-6} m/s et 10^{-4} m/s, débit d'infiltration égal à 10 l/s/ha (10^{-6} m/s). Pour une période de retour de 20 ans, le volume de stockage requis s'élève à 330 m³/ha ou 33 mm. L'épaisseur minimale de la sous-fondation est donc égale à: $33/23\% \times 1,5 = 0,215$ m. L'épaisseur totale de la structure est alors égale à (8+3+15+21,5) 47,5 cm, ce qui est inférieur à l'épaisseur nécessaire pour protéger le sol du gel;
- sol modérément voire peu perméable: débit d'infiltration inférieur à 10^{-6} m/s. Dans ce cas, le débit de vidage total sera égal au débit d'infiltration dans le sol conjugué au débit d'écoulement du limiteur de débit.

Le stockage s'effectue de préférence dans la partie inférieure de la structure, car l'influence sur la portance reste alors très limitée.

Le type de fondation et de sous-fondation est choisi indépendamment du type de pavage drainant.

► À quelles exigences la couche de pose doit-elle satisfaire?



Pour le choix du type de couche de pose, il convient de prendre en considération les exigences suivantes:

- perméabilité: celle-ci doit s'élever à $5,4 \times 10^{-5}$ m/s au minimum.
- stabilité du filtre: la couche de pose ne peut disparaître dans la couche de fondation sous-jacente (voir paragraphe précédent);
- résistance à la désagrégation: il convient d'éviter la production de fines sous l'influence de la charge du trafic.

L'épaisseur de la couche de pose s'élève à 3 cm après compactage. La présence d'une bonne stabilité du filtre entre la couche de pose et la fondation permettra d'éviter que le matériau de la couche de pose ne s'échappe via la fondation grossière et donc d'empêcher tout affaissement.

Revêtements drainants en pavés de béton

Comme pour la fondation, la perméabilité et la portance s'avèrent essentielles.

Exemples:

- porphyre 0/6,3 parties < 0,063 mm, soit max. 3%;
- sable concassé 0/4 ou 0/6,3;
- empièchement concassé 1/3 – 2/4 - 2/5,6 – 2/6,3.

La qualité des granulats pour la couche de pose est également importante. Les granulats doivent au moins appartenir à la catégorie Ab ou à la catégorie 3 (pour la Flandre), conformément au PTV 411 (2008). Ceci signifie que le LA (coefficient Los Angeles) doit être égal au maximum à 20 et le MDW (coefficient Micro Deval) à 15. Les granulats 2/4 mm ou 2/6,3 mm doivent appartenir à la catégorie Ab II f4.

► Quel matériau de jointoiment faut-il utiliser?

Après le choix du type approprié de pavages en béton drainants, du dimensionnement et du type de fondation, ainsi que du matériau de couche de pose adéquat, le choix du matériau de jointoiment constitue un dernier facteur déterminant dans la mise en place d'un pavage drainant.

1. Pavés en béton poreux



Le jointoiment de pavés en béton poreux demande une approche spécifique: les joints créés dans ce type de pavés en béton drainants ne sont pas plus larges que pour les pavés classiques, d'ordinaire 1 à 2 mm.

Ils doivent être remplis avec du matériau de jointoiment de 0,5/1 ou 0,5/2 mm: l'absence de la fraction 0/0,5 évite que la surface des pavés en béton se bouche pendant le broyage du matériau, ce qui ne manquerait pas de se produire en cas d'utilisation d'un jointoiment classique de 0/2 mm (la fraction 0/0,5 mm boucherait déjà la surface drainante rugueuse du pavé poreux).

2. Pavés drainants à joints élargis et ouvertures de drainage



La part des joints de ces deux types de pavés drainants s'élève à 10 % au minimum de la surface de pavage totale conformément aux exigences des prescriptions techniques du PTV 122.

De manière générale, cette exigence se traduit par des largeurs de joints de 10 mm. Ceux-ci sont remplis avec un empièchement concassé, qui peut également être utilisé pour la couche de pose, à savoir une granulométrie de 1/3 ou 2/5 mm. À cet égard, il importe que le matériau de jointoiment garantisse toujours la stabilité du filtre par rapport à la couche de pose située en dessous. Un matériau de jointoiment à fine granularité, par ex. 1/3 mm, pourrait s'infiltrer dans une couche de

² LA – le coefficient Los Angeles indique la résistance au broyage des pavés. Pour le sable, ceci est mesuré sur la roche mère. La mesure est effectuée conformément à la norme NBN EN 1097-2.

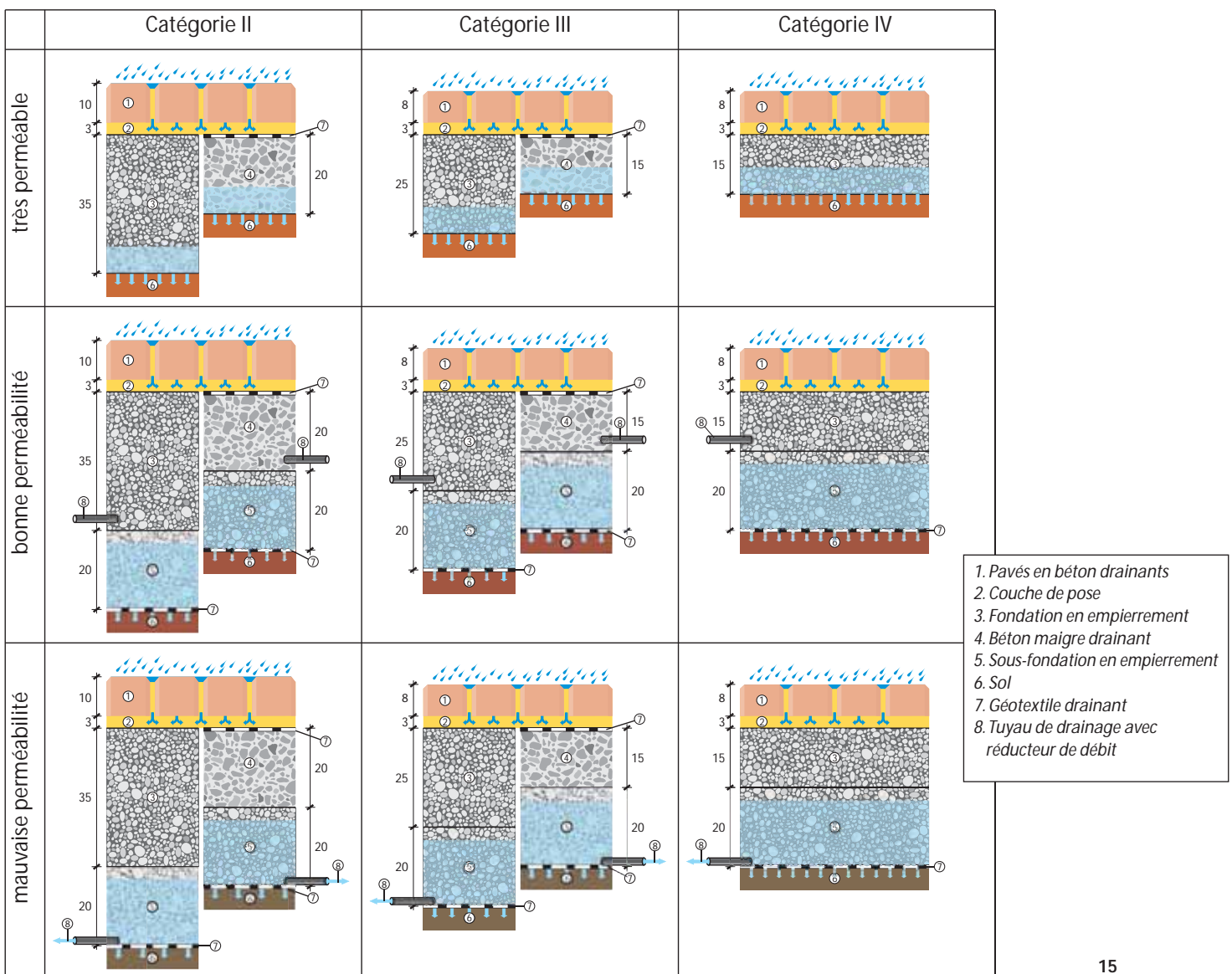
³ MDW – Le coefficient Micro Deval en présence d'eau est une mesure pour la résistance à l'usure. La mesure est effectuée conformément à la norme NBN EN 1097-1.

pose de 2/5 mm. Ceci se traduirait à terme par la disparition du matériau de jointolement, ce qui entraînerait la déstabilisation du pavage. Si un joint de calibre uniforme est utilisé pour la couche de pose, la stabilité du filtre est toujours garantie.

Un matériau de jointolement dur comme le porphyre, le basalte, le grès, etc. est privilégié par rapport aux matériaux plus tendres comme le calcaire, la dolomie, le marbre, etc. En effet, les matériaux trop tendres se dégradent au fil du temps pour atteindre un calibre plus fin accompagné de davantage de poussières, ce qui réduit la perméabilité et la stabilité du filtre.

Le matériau de jointolement nécessaire à l'utilisation de pavés à joints élargis et à ouverture de drainage doit présenter une perméabilité d'au moins $5,4 \times 10^{-4}$ m/s, afin de garantir une perméabilité de $5,4 \times 10^{-5}$ m/s pour la surface totale, et ce étant donné que les joints représentent seulement 10 % de la surface. Une granulométrie de 1/3 ou 2/5 mm suffit largement.

► Exemples pratiques de structure



▶ Revêtements drainants en pavés de béton

▶ Quelles économies vont-elles de pair avec les structures drainantes?

En principe, l'utilisation de structures drainantes permet d'éviter la pose d'avaloirs en surface. De fait, l'eau s'infiltré immédiatement via les pavés, les joints ou les ouvertures et s'écoule vers les couches inférieures. Toutefois, l'aménagement de zones vertes légèrement en contrebas confère une sécurité supplémentaire. En cas de forte pente (5 %), il est possible d'équiper les points situés plus bas d'un dispositif d'évacuation supplémentaire. A cette fin, il convient de procéder à un calcul plus détaillé du stockage.

Si l'infiltration dans le sol est possible, tout système de drainage supplémentaire est inutile, de même que tout volume de stockage. Dès lors, la structure drainante peut être pavée de manière complètement autonome sur un sol très perméable, sans être reliée à d'autres systèmes de stockage ou de filtration.

Si le sol présente une perméabilité moindre ou nulle, il convient d'installer un système de drainage. Toutefois, ce dernier ne doit pas tenir compte du stockage, si bien que tout dispositif de drainage nécessaire pour les pavages drainants posés en surface est inutile.

▶ Où les pavages drainants sont-ils utilisés?



- Aux endroits à circulation limitée, compte tenu de la portance moindre de la fondation (lorsqu'elle est saturée en eau). Il s'agit par exemple des parkings (d'entreprise) pour les voitures particulières, des centres commerciaux, des rues d'habitation, des emplacements de stationnement, des places et des rues piétonnes, des pistes cyclables et trottoirs, des accès et terrasses.
- Les pavés drainants en béton ne sont pas utilisés sur des lieux de captage, sauf en présence de mesures spécifiques de protection du sol.
- Les pavés en béton drainants seront de préférence évités dans les zones où du sel de déverglaçage est utilisé fréquemment, afin de prévenir toute pollution des eaux souterraines.

- Dans un souci de confort, les pavés en béton à joints élargis ou à ouvertures de drainage sont moins appropriés pour les pistes cyclables et voies piétonnes. Les pavés en béton poreux avec un léger chanfrein (ou plats) posés avec des joints étroits sont plus appropriés.



► À quoi faut-il faire attention pendant l'exécution?

Tous les aspects qui entrent en ligne de compte pour les pavages classiques, comme un bon compactage des matériaux, des granulats de bonne qualité, etc. doivent être respectés. Les coffres et fondations sont soumis aux mêmes exigences.

Compactage

Le compactage des matériaux à granularité discontinue requiert plus d'attention que les matériaux continus. Cet effet reste toutefois limité si le diamètre minimal est inférieur ou égal à 2 mm et si le diamètre maximal est inférieur à 40 mm.

Pollution

Il convient de veiller à ce que la couche de fondation et la couche de pose ne soient pas polluées par des fines. La circulation sur les différentes couches est déconseillée afin d'éviter toute pollution. De même, les matériaux livrés doivent être stockés sur une surface propre afin d'éviter tout mélange avec le sol.

► Comment contrôler l'exécution?

Il est souhaitable d'effectuer un contrôle approfondi à chaque stade de l'exécution. Il portera sur la qualité des matériaux livrés ainsi que sur l'exécution proprement dite. De plus, la perméabilité de la structure est essentielle. Il convient de veiller à atteindre la portance requise des différentes couches via un compactage approprié et non par l'ajout de fines. En effet, celles-ci mettent la perméabilité en péril.

Les exigences en termes de portance sont identiques à celles de la construction d'une chaussée classique. Elles sont déterminées sur la base d'un essai à la plaque. Le sol doit posséder un module de compression égal à 17 MPa, contre 35 MPa pour la sous-fondation et 110 MPa pour la fondation.

La perméabilité des matériaux non liés peut être testée de manière approximative. Pour ce faire, un cylindre à fond perforé, d'un diamètre de 30 cm est placé à 30 cm de la surface. 5 litres d'eau sont ensuite versés d'une traite dans ce cylindre. Si l'empreinte à la surface est nettement supérieure à la surface du cylindre, le matériau ne satisfait pas aux exigences requises.

Il est possible d'effectuer un contrôle plus précis à l'aide de l'essai du double anneau. Deux anneaux sont posés sur la surface, puis de l'eau est versée dans chacun des deux anneaux. L'eau située dans l'anneau extérieur fait en sorte que l'eau du cercle intérieur s'écoule aussi verticalement que possible. La mesure proprement dite s'effectue dans l'anneau intérieur, dont le niveau d'eau est maintenu constant. Le débit permet donc de mesurer la perméabilité. Ces mesures sont réalisées pendant au moins 20 min. de telle sorte à obtenir une idée de la perméabilité saturée.

Revêtements drainants en pavés de béton



L'essai du double anneau est également utilisé pour déterminer la perméabilité de la surface finie.

► Quel est l'entretien requis?

En principe, l'entretien des pavages drainants est limité à l'élimination des mauvaises herbes en surface. La recherche a montré que les pavages perméables sont moins propices à la croissance de mauvaises herbes que les pavages classiques. L'utilisation normale de la surface empêche leur prolifération. Un jointoiement adéquat et le compactage approprié peuvent également empêcher la croissance des mauvaises herbes. Le fait que l'eau ne stagne pas dans les joints en raison de la perméabilité peut également exercer un effet positif sur la préservation de la surface contre les mauvaises herbes.

Il convient uniquement d'envisager un nettoyage en cas d'obstruction. Une telle obstruction se manifestera essentiellement dans le centimètre supérieur de la surface. Il est possible de nettoyer les joints et les pores de la surface à l'aide d'une balayeuse ou d'un nettoyeur à haute pression afin de garantir à nouveau une bonne perméabilité. En présence de pavés à joints élargis ou à ouvertures de drainage, le jointoiement sur le dernier centimètre peut être remplacé afin de restaurer la perméabilité.

► Quelles normes et prescriptions techniques sont-elles d'application?

PTV 122 – Prescriptions techniques pour les pavés en béton perméables à l'eau ,2^{ème} édition, 2005

Le PTV 122 fournit une description détaillée des pavés drainants en béton, des exigences techniques ainsi que de la résistance mécanique et de la perméabilité, mais aussi des méthodes de mesure et d'essai de ces derniers. Les pavés drainants peuvent être certifiés sous la marque BENOR, la marque collective volontaire attestant la conformité avec le PTV. Son contrôle est géré par Probeton. Le PTV reste d'application dans l'attente d'une norme belge (NBN) ou européenne (NBN EN).

Site internet: <http://qc.aoso.vlaanderen.be/nl/normes/index.html>

Cahiers des charges types

Les textes des cahiers des charges types figurant dans le SB 250 de l'autorité flamande relatif à la construction routière – version 2.1, constituent la base des textes des cahiers des charges. Le CCT 2000 et le RW 99 (édition 2004) sont respectivement d'application pour la Région bruxelloise et la Région wallonne. À l'heure actuelle, les pavages drainants sont peu (ou ne sont pas) repris dans ces cahiers des charges. La nouvelle édition des trois cahiers des charges types contient des chapitres distincts pour la pose de pavés drainants ainsi que des dispositions spécifiques concernant le matériau de jointolement et la couche de pose.

Les articles suivants peuvent être appliqués aux pavages drainants:

- les pavés drainants en béton comme «matériau» (SB 250 Chapitre III-23.2.2 – CCT 2000 Chapitre C.21.2.4 – RW 99, aucune référence à l'heure actuelle mais dans la nouvelle version il devient C.29.8);
- la fondation en béton maigre drainant (SB.250 Chapitre V-4.12 – CCT 2000 Chapitre E.4.5 et RW 99 Chapitre F.4.6);
- les fondations drainantes avec empierrement: celles-ci peuvent se définir comme des «granulométries continues sans additifs» (SB 250 Chapitre V-4.3 – CCT 2000 Chapitre E.4.2 et RW 99 Chapitre F.4.2.1.1) moyennant une limitation du volume de parties fines;
- la sous-fondation (stockage) (SB 250 Chapitre V.3.2 of 3.3 – CCT 2000 Chapitre E.3 et RW 99 Chapitre F.3) – Aucun ciment ni calcaire ne peut être ajouté au matériau de sous-fondation.

Sites internet:

<http://wegen.vlaanderen.be/documenten/sb250/>

<http://routes.wallonie.be/entreprise/cctrw99/index.html>

Revêtements drainants en pavés de béton

Règlement urbanistique régional concernant les citernes d'eaux pluviales, les systèmes d'infiltration, les systèmes tampons et l'évacuation séparée des eaux usées et pluviales

La lutte contre les surcharges en eau incombe non seulement aux autorités, mais aussi à tous les habitants. De fait, nous construisons toujours plus et continuons de poser des revêtements. L'utilisation utile des eaux de pluie à titre privé fait l'objet de réglementations, à savoir le règlement urbanistique régional sur les eaux de pluie (1/10/2004, modifié le 23/6/2006 et complété par la circulaire du ministre Van Mechelen du 12/09/2007). Ce règlement est uniquement d'application en Flandre. Il définit les dispositions légales pour l'utilisation rationnelle des eaux de pluie. Ceci signifie que le pavage de surfaces au sol, entre autres, doit en principe être pourvu de dispositifs supplémentaires d'infiltration/de stockage/d'évacuation de sorte à garantir la réutilisation, l'infiltration ou l'évacuation différée des eaux de pluie.

Toutefois, ce règlement n'est pas d'application pour les revêtements en pavés de béton drainants (en association avec une structure drainante). La condition requise est que l'eau reste sur place (dès lors aucune pose d'avaloirs de rue susceptibles d'évacuer les eaux de pluie via un réseau d'égouts).

Dans le cadre de l'ordonnance, et donc lors du calcul des systèmes d'infiltration, seule la moitié de la surface posée est prise en considération dans le cas d'un revêtement en pavés classiques.

Site internet:

<http://www2.vlaanderen.be/ruimtelijk/Nwetgeving/uitvoeringsbesluiten/hemelwater.html>

Sites internet belges utiles:
www.vlaamsbrabant.be
www.ruimtelijkeordening.be
www.febestral.be
www.crr.be
www.innovatienetwerk.be/projects/1289

Sites internet internationaux utiles:
www.paving.org.uk
www.sept.org
www.ICPI.org



A. Beeldens: a.beeldens@brrc.be; 02 766 03 46
 O. De Myttenaere: o.demyttenaere@brrc.be; 02 766 03 63
 S. Perez: s.perez@brrc.be; 02 766 03 90