Passaqua, le pavé en terre cuite drainant

FICHE CONSEIL

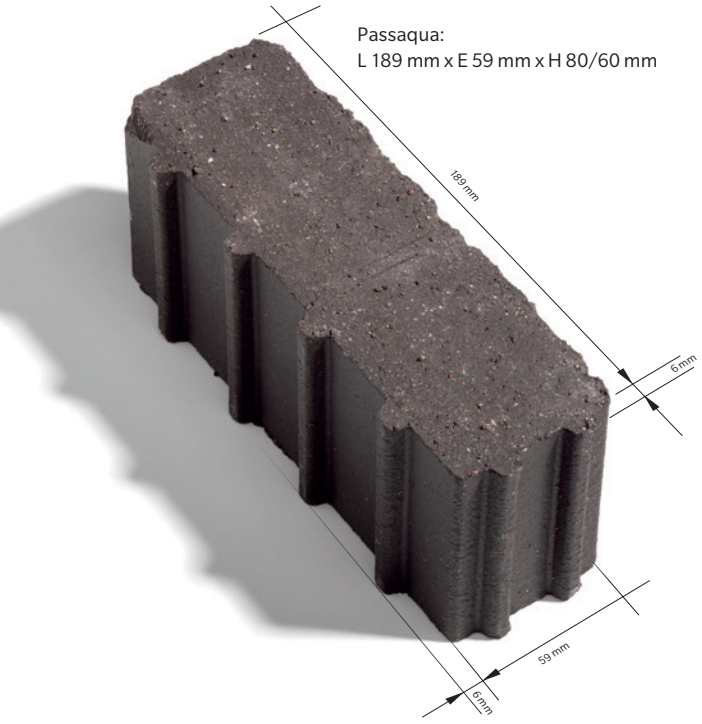
wienerberger

1. Passaqua, le pavé en terre cuite drainant durable

Passaqua est un pavé en terre cuite étiré avec écarteurs. Ceux-ci créent un joint drainant d'environ 6 mm de largeur. Ce qui, sur un pavé en terre cuite de 59 mm de largeur, représente une part de joint de plus de 10%. Soit l'exigence minimale pour un revêtement drainant.

Le pavé Passaqua mesure 80 ou 60 mm de hauteur. Il conviendra d'utiliser la hauteur de pavé appropriée en fonction de l'application du revêtement.

Les pavés en terre cuite Passaqua sont désormais déjà disponibles en 9 couleurs.
Passaqua est un pavé en terre cuite étiré non-sablé, disponible en 9 couleurs: Magma (rouge), Ruta (rouge), Alba (beige), Barago (brun), Doris (brun nuancé), Selda (gris), Lotis (gris nuancé), Eros (noir) en Vulka (noir). Toutes les couleurs sont disponibles en version non-vieillie et vieillie (Retro).



2. Les propriétés de Passaqua

Format	WDF	UDF
	189 x 59 x 80 mm Écarteurs inclus: 195 x 65 x 80 mm	189 x 59 x 60 mm Écarteurs inclus: 195 x 65 x 60 mm
Couleurs	Doris, Eros, Lotis, Magma, Retro Doris, Retro Eros, Retro Lotis, Retro Magma	Alba, Barago, Ruta, Selda, Vulka, Retro Alba, Retro Barago, Retro Ruta, Retro Selda, Retro Vulka
Texture	Pavé étiré, non-sablé	Pavé étiré, non-sablé
Applications	Classe de trafic II (B8, B9) Classe de trafic III (B10, allées, parkings) Classe de trafic IV (BF, sentiers de jardin, terrasses, revêtement autour de la maison) Concrètement, charges autorisées: • Illimitées: cyclistes, piétons, vélomoteurs • Véhicules légers (< 3.5 t): < 5000/jour • Véhicules lourds (> 3.5 t): < 100/jour	Classe de trafic III (B10, allées, parkings) Classe de trafic IV (BF, sentiers de jardin, terrasses, revêtement autour de la maison) Concrètement, charges autorisées: • Illimitées: cyclistes, piétons, vélomoteurs • Véhicules légers (< 3.5 t): < 500/jour • Véhicules lourds (> 3.5 t): < 20/jour
Tolérance admissible aux dimensions de fabrication	R1	R1
Résistance aux gel-dégel	FP100	FP100
Résistance à la glissance	U3	U3
Résistance à la rupture transversale	T4	T4
Résistance à l'usure	A2	A3

Il sera préférable de ne pas appliquer de revêtement drainant dans les zones de prélèvement d'eau souterraine et où sont régulièrement utilisés des sels de déneigement, et ce afin d'éviter de polluer les nappes phréatiques. Les sels de déneigement pourront en effet s'infiltrer dans le sol via les joints.

wienerberger

3. Exigences en matière de perméabilité à l'eau

Pour pouvoir parler de revêtement perméable à l'eau ou drainant est exigé un coefficient de perméabilité k de minimum 5,4 . 10^{-5} m/s (CRR, 2008). La possibilité d'infiltration et/ou de stockage dépendra également de la perméabilité du sol (Tableau 1).

Type de sol	Perméabilité k (m/s)	
Sable/gravier	10^{-3} – 10^{-5}	Perméable, drainage non-nécessaire
Sable limoneux	10^{-4} – 10^{-7}	
Limon sablonneux	10^{-5} – 10^{-8}	
Limon	10^{-6} – 10^{-9}	Peu perméable, drainage nécessaire
Argile	10^{-9} – 10^{-11}	

Tableau 1 : Aperçu des types de sol et perméabilité k (CRR, 2008)

***D'où vient la valeur 5,4 . 10^{-5} m/s?**
Le revêtement doit satisfaire à un facteur de perméabilité k = 5,4 . 10^{-5} m/s. Concrètement, cela signifie que le revêtement doit pouvoir permettre l'infiltration d'une averse de pluie de 270 l/s/ha. Ce qui équivaut à une averse courte et intense de 10 minutes qui survient une fois tous les 30 ans et qui génère une hauteur de précipitations de 16,3 mm (CRR, 2008).

Le calcul s'effectue de façon standard avec des averses de pluie courtes et intenses parce qu'elles provoquent des inondations.

En Brabant Flamand, le Règlement provincial 'Eaux Pluviales' exige que la perméabilité du revêtement soit au moins aussi élevée que celle du sol (Brabant Flamand, 2003). Seulement en cas de gros sable et de sable limoneux (voir Tableau 1), la perméabilité sera plus élevée que l'exigence standard (5,4 . 10^{-5} m/s).

4. Quelle structure sous les pavés Passaqua?

Outre les pavés en terre cuite, le matériau de jointoiement, la couche de pose, la fondation et la sous-fondation joueront un rôle crucial dans la perméabilité à l'eau du revêtement. L'infiltration de l'eau à travers le revêtement s'effectuera en différentes étapes:

Passaqua et joints	L'eau s'infiltre via les joints et la couche de pose vers la fondation et la sous-fondation
Couche de pose	
Fondation	Garantit une portance suffisante. Celle-ci doit toujours rester sèche, sinon la portance diminuera
Sous-fondation	Cette zone de stockage pour l'eau de pluie s'installe en cas de sols moins perméables
Drainage	S'installe en cas de sols à faible perméabilité, ou en cas de sols où l'infiltration est impossible. Le tuyau de drainage évacue l'eau excédentaire de la sous-fondation vers un dispositif d'infiltration, comme par exemple un ruisseau, un étang ou un oued.

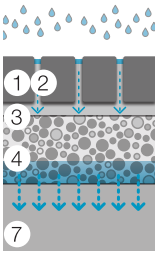
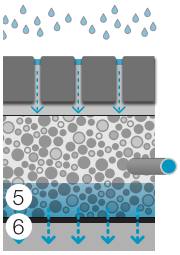
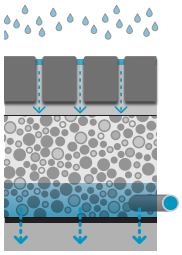
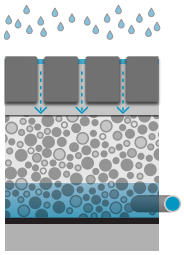
4.1 Étude de la perméabilité du sol

Pour déterminer la structure du revêtement, il faut connaître la perméabilité k (m/s) du sol. Le site Internet www.geopunt.be peut donner une première indication du sol ainsi que de la perméabilité à escompter liée à celui-ci.

Il sera cependant préférable de déterminer celle-ci sur place; cela pourra se faire par exemple au moyen d'un essai 'open-end', pour lequel 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 (CRR, 2008).

Essai open-end (CRR, 2008)

4.2 Quatre structures différentes sont possibles, en fonction du type de sol

				
Sol	Sable, gravier	Sable limoneux	Limon sablonneux, limon	Limon, argile
	Très perméable	Perméable	Peu perméable	Imperméable ou infiltration impossible
k	> 10^{-4} (m/s)	10^{-4} > k > 10^{-6} (m/s)	10^{-6} > k > 10^{-8} (m/s)	k < 10^{-8} (m/s)

Légende*:

1 Passaqua pavé en terre cuite
2 Matériau de jointoiement
3 Couche de pose
4 Fondation
5 Sous-fondation
6 Géotextile non-tissé
7 Fond de coffre

* L'épaisseur du matériau pour les différentes couches dépendra de la charge

Tableau 2 : Différentes structures en fonction de la perméabilité du sol (structure depuis le matériau de jointoiement jusqu'au fond de coffre basé sur (CRR, 2008))

4.3 Définition de la structure du revêtement

Pour obtenir une perméabilité à l'eau optimale, les matériaux de jointoiement, la couche de pose, la fondation et l'éventuelle sous-fondation devront être réalisés avec des matériaux non-liés, avec une granulométrie suffisamment élevée. L'épaisseur des couches et la structure dépendront du sol. Vous devrez donc savoir au préalable sur quel type de sol seront posés les pavés. Le tableau 3 résume la structure totale sous le revêtement en pavés Passaqua.

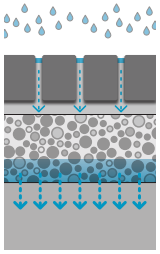
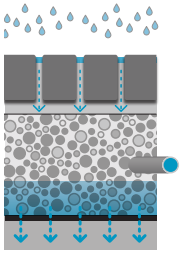
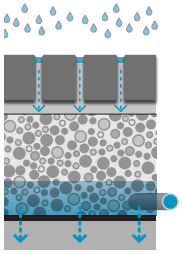
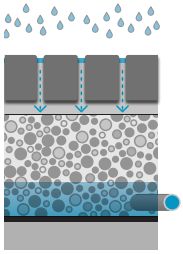
	Très perméable	Perméable	Peu perméable	Imperméable ou infiltration impossible
				
Revêtement	Passaqua (80/60 mm)			
Matériau de jointoiement	Empierrement concassé avec granulométrie de 1/3 ou 2/5 mm			
Couche de pose	Granulométrie équivalente à celle du matériau de jointoiement (30 mm après compactage)			
Fondation	Parking, allée: béton maigre drainant (150 mm) ou empierrement non-lié (250 mm) Sentier de jardin, terrasse: empierrement non-lié (150 mm)			
		Drainage		
Sous-fondation		Empierrement non-lié (= fondation) (épaisseur en fonction de la capacité de stockage nécessaire)		
			Drainage	Drainage
Géotextile		Géotextile non-tissé	Géotextile non-tissé	Membrane imperméable
Fond de coffre				Pente de 2,5% vers le système de drainage

Tableau 3 : Structure recommandée sous les pavés Passaqua (Structure depuis le matériau de jointoiement jusqu'au fond de coffre, source: CRR, 2008)

Les propriétés des matériaux et les granulométries exigées pour les différentes couches visent également à assurer une perméabilité maximale (Tableau 4). Vu que la part des joints dans un revêtement réalisé avec Passaqua est supérieure à 10%, l'exigence pour la perméabilité (k, (m/s)) du matériau de jointoiement sera pas moins de 10 x supérieure.

	Épaisseur	Matériau	Granulométrie	Point d'attention	k (m/s)
Matériau de jointoiement	80/60 mm	Porphyre Sable concassé Empierrement concassé	0/63<0.063 < 3% 0/4 of 0/6.3 1/3-2/4-2/5.6-2/6.3	Matériaux et granulométrie identiques pour la stabilité du filtre. Granulats appartenant à la catégorie Ab (PTV 411)	$5,4 . 10^{-4}$
Couche de pose	30 mm				$5,4 . 10^{-5}$
Fondation	selon l'intensité de la circulation	Béton maigre drainant Empierrement non-lié	0/32 avec granulométrie continue et: - fines (< 63 µm) < 3% - fraction de sable lavé - fraction de 0/2 mm < 25%	Résistance à la compression moyenne minimale = 13 N/mm^2 k saturé min. $4 . 10^{-4}$ m/s	
Sous-fondation	Selon la capacité de stockage			Stabilité du filtre avec sous-fondation (matériau et granulométrie identiques)	

Tableau 4 : Résumé des propriétés des matériaux utilisés pour les différentes couches (CRR, 2008).

4.4 Calcul de l'épaisseur de la sous-fondation

La sous-fondation sert de zone de stockage en cas de sols moins perméables. Cette couche permet de ralentir l'évacuation de l'eau vers un dispositif d'infiltration (ruisseau, étang, etc.). Le sol aura ainsi le temps d'absorber l'eau.

On appliquera de préférence les mêmes matériaux pour la sous-fondation que pour la fondation. Cela assurera la stabilité du filtre et les plus fines particules de la couche de fondation ne migreront pas vers la sous-fondation (CRR, 2008).

Pour déterminer l'épaisseur de la sous-fondation, il faut connaître le volume de stockage nécessaire ainsi que la porosité de la sous-fondation (Formule 1).

- Le volume de stockage peut être déduit du tableau 5 et dépendra de la quantité d'eau pouvant s'infiltrer dans le sol ainsi que - si nécessaire - du débit d'évacuation du système de drainage.
  Le Règlement Urbanistique Régional 'Eaux Pluviales' stipule que le volume de stockage minimal doit être de 25 l/m^2 (250 m^3/ha) de surface drainante.
- La porosité dépendra de la granulométrie et répartition de l'empierrement dans la sous-fondation.

$$\text{Épaisseur de la sous-fondation (m)} = \frac{\text{Volume de stockage } [m^3/m^2].1,5}{\text{Porosité}}$$

(Formule 1)

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

Tableau 5 : Volumes de stockage en fonction du débit de vidage et de la période de retour (CRR, 2008)

4.5 Drainage

Dans la sous-fondation sera encore souvent prévu un tuyau de drainage (Tableau 2). Ce tuyau acheminera l'eau excédentaire vers un ruisseau à proximité, vers un dispositif d'infiltration ou, dans le pire des cas, vers les égouts. Le tuyau de drainage peut aussi constituer une solution lorsque l'épaisseur disponible pour la sous-fondation est limitée. Concrètement, un tel tuyau de drainage se présente sous la forme d'un flexible en polypropylène perforé enrobé de tissu et entouré de gravier et d'un géotextile.

5. Points d'attention pour l'aménagement et l'entretien

5.1 Points d'attention pour l'aménagement

Plusieurs points importants méritent de l'attention lors de l'aménagement d'un revêtement en pavés Passaqua (CRR, 2008) :

- Le compactage des différentes couches reste important, comme pour un revêtement en pavés de terre cuite ordinaire
- Durant l'exécution, évitez que la couche de fondation et la couche de pose soient souillées avec des fines
- Les joints doivent toujours être totalement remplis avec du matériau de jointoiement. Les écarteurs ne reprendront pas la fonction du joint rempli. Un remplissage correct du joint revêt de l'importance pour éviter les pics de tension à hauteur des écarteurs et pour assurer l'effet de plaque.
- Procédez au nettoyage uniquement après obturation des joints.

En conditions normales, seuls les centimètres supérieurs du matériau de jointoiement seront obturés. Il suffira de libérer à nouveau les pores des joints avec une balayeuse ou sous haute pression.

5.2 Contrôles post-exécution

La perméabilité sera contrôlée au moyen d'un essai au double anneau (Illustration 6). Deux anneaux sont posés sur le revêtement, 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 20 minutes.

Essai au double anneau (CRR, 2008)

5.3 Perméabilité durable

La perméabilité à l'eau est une propriété que nous voulons encore et toujours conserver, même après x années. C'est pourquoi le revêtement doit respecter en permanence un coefficient de perméabilité k de minimum **5,4 . 10^{-5}m/s** (CRR, 2008). Pour nous en assurer, nous testons Passaqua régulièrement en milieu résidentiel.

Ainsi en 2019, 2022 et 2023, le CRR a procédé à un essai au double anneau à 2 endroits sur le parking du Quartier Durable. Ce parking a été aménagé avec le pavé Passaqua en 2015.

Coefficient de perméabilité à l'eau [m/s]	fév/2019	juil/2022	oct/2023
Point de mesure emplacement de parking 1	$7{,}1.10^{-5}$	$2{,}74.10^{-3}$	$4{,}57.10^{-4}$
Point de mesure emplacement de parking 2	$2{,}5.10^{-4}$	$5{,}35.10^{-3}$	$9{,}63.10^{-4}$

Ces résultats montrent que, 8 ans après l'aménagement du parking, le coefficient de perméabilité aux points de mesure est encore et toujours supérieur à l'exigence minimale de **5,4 . 10^{-5}m/s**. Cela garantit le fonctionnement du système et la perméabilité à l'eau vers le sous-sol.

Essai au double anneau au point de mesure 2, juillet 2022

6. Aperçu de la réglementation

La réglementation aspire à une réutilisation ou infiltration maximale de l'eau pluviale. Cela s'effectuera à différents niveaux et en prenant différentes mesures.

- Au niveau flamand est d'application le Règlement Urbanistique Régional, et ce pour l'aménagement de nouvelles constructions et de nouveaux revêtements dont la superficie totale dépasse 500 m^2. L'ordonnance sur la collecte des eaux pluviales 2023 entrera en vigueur le 2 octobre 2023. Concrètement, il faut installer un dispositif d'infiltration lorsque la superficie de la parcelle dépasse 120 m^2. Un dispositif d'infiltration ou de stockage est également obligatoire pour le développement de lotissements (Département de l'Environnement, Région flamande, 2023).
- En Brabant Flamand est en outre d'application un règlement provincial qui stipule que les eaux pluviales doivent pouvoir s'infiltrer dans le sol sur le terrain proprement dit. Cela vaut tant pour les projets privés que pour le développement de projets publics et de parkings. Seule la voie publique n'est pas concernée par ce règlement (Brabant Flamand, 2003)

- Le Règlement Régional d'Urbanisme (RRU) de la Région Bruxelles-Capitale stipule pour les nouvelles constructions le maintien d'une surface perméable sur 50% de la surface totale des cours et jardins présents. Certaines communes appliquent cependant des règles plus strictes. La commune d'Uccle, par exemple, prescrit que l'infiltration des eaux pluviales doit s'effectuer in situ. Et à Forest, les nouvelles constructions sur des terrains de 100 m^2 ou plus doivent disperser les eaux pluviales in situ, par exemple via des bassins d'infiltration ou des revêtements perméables.
- En Wallonie, le Code de l'Eau wallon impose de gérer les eaux pluviales à la parcelle en respectant la hiérarchie suivante:
  1. Infiltration
  2. Voie artificielle d'écoulement ou cours d'eau, si la solution 1 est impossible.
  3. Réseau d'égouttage, si la solution 2 est impossible.

7. Conclusion

La gestion durable des eaux pluviales pour éviter inondations et pénuries d'eau souterraine dans un avenir proche constitue la responsabilité de tous. L'infiltration directe dans le sol via des pavés drainants en terre cuite s'avère à cet effet la méthode la plus efficace et la plus naturelle. Avec les pavés Passaqua, vous ferez ainsi d'une pierre deux coups:

- Les eaux pluviales pourront s'infiltrer dans le sol sur place, de telle sorte que vous ne devrez pas installer des dispositifs d'infiltration supplémentaires pour votre revêtement
- En même temps, vous bénéficierez d'un revêtement confortable réalisé avec un matériau durable et inaltérable.

Wienerberger nv/sa décline toute responsabilité en cas de dégâts pouvant découler de l'application de conseils prodigués par ses soins si ces conseils n'ont pas été totalement suivis, si les matériaux utilisés n'ont pas été correctement appliqués et si ces conseils n'ont pas été validés par l'architecte et/ou l'ingénieur responsable du projet concerné. 10/2024

Bibliographie

Département de l'Environnement, Région flamande. (2016, Septembre). Document technique de base du Règlement Urbanistique Régional 'Eaux Pluviales'. Région flamande. Extrait de https://www.ruimtelijkeordening.be/Verordeningen/Hemelwater

CRR. (2008). Revêtements drainants en pavés de béton. Dossier 5. Centre de Recherches Routières (CRR).

Brabant Flamand. (2003). Règlement urbanistique provincial relatif aux revêtements. 10. Brabant Flamand. Extrait de https://www.vlaamsbrabant.be/binaries/hemelwater-brochure-2018_tcm5-127981.pdf

CRR. (2009). Publication A80/09. Chapitre 2.1 Spécifications pour pavages drainants. Centre de Recherches Routières (CRR).

Gouvernement flamand. (2013, 07 05). Arrêté du Gouvernement flamand établissant un 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. Code flamand. Bruxelles. Extrait de https://codex.vlaanderen.be/Zoeken/Document.aspx?DID=1023287&param=inhoud&ref=search&AVIDS=

Willems, P., Wolfs, V., & Ntegeka, V. (2018, Mars). Impact du 'stop au béton' sur l'égouttage. Plateforme de concertation Vlario. VLARIO.

Bruxelles Environnement. Les données de l'IBGE: "L'eau à Bruxelles", 8. Eaux pluviales et inondations Extrait de https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/Eau%208

Urban.Brussels. GemSV. RCU Eaux pluviales extrait de http://www.forest.irisnet.be/fr/services-communaux/urbanisme-environnement/fichiers/rcu-eaux-pluviales-def-fr.pdf

Inondations en Wallonie. Eaux pluviales: que dit la loi? extrait de https://inondations.wallonie.be/home/ruissellement/ruissellement-en-zone-urbaine/eaux-pluviales--que-dit-la-loi.html

Wienerberger sa, Kapel ter Bede 121, B-8500 Kortrijk
T +32 56 24 96 38, **E** info@wienerberger.be, **wienerberger.be**