CREABETON

BASES DE PLANIFICATION

REVÊTEMENTS DE SOL EN BÉTON

TABLE DES MATIÈRES

1. Domaines d'application **3**
- 1.1 Revêtements de sol en béton 3
- 1.2 Avantages du béton 3
- 1.3 Revêtements de sol en béton dans la ville-éponge 3
- 1.3.1 Évacuer par infiltration au lieu d'imperméabiliser 3
- 1.3.2 Des revêtements clairs contre la chaleur 4
- 1.4 Domaines d'application particuliers 4
- 1.5 Espace de circulation sans obstacles 4
- 1.6 Accès pour les pompiers et les urgences 5
- 1.7 Rampes 5
- 1.8 Surfaces exposées (courbes, aires de manœuvre, surfaces industrielles et logistiques) 5

2. Bases **6**
- 2.1 Bases normatives 6
- 2.2 Bases déterminantes 6

3. Dimensionnement et terminologie **6**
- 3.1 Valeurs de dimensionnement 7
- 3.2 Dimensionnement de la portance 7
- 3.2.1 Détermination du trafic pondéral équivalent journalier TF_{20} 7
- 3.2.2 Détermination de la classe de charge de trafic déterminante 7
- 3.2.3 Détermination de la portance de la forme (support de la superstructure) 7
- 3.2.4 Détermination de l'épaisseur de construction d_1 8
- 3.2.5 Dimensionnement de la couche de fondation 8
- 3.3 Détermination du trafic pondéral équivalent journalier TF 8
- 3.3.1 Attribution des classes de charge de trafic ZP à T3 8
- 3.4 Dimensionnement de la gélivité 8
- 3.4.1 Détermination de la classe de gélivité G 8
- 3.4.2 Détermination du facteur de proportionnalité f 9
- 3.5 Dimensionnement du lit de pose 9

4. Joints fonctionnels **10**
- 4.1 Disposition des pavés en cas de charge du trafic 10
- 4.2 Formation des joints 11

5. Bordures **11**
- 5.1 Pavés de bordure ou de marquage (visible) 11
- 5.2 Bordurettes (visibles) 12
- 5.3 Bordure en béton (invisible) 12
- 5.4 Profilés de bordure PAVE EDGE® en plastique (invisibles) 12

6. Drainage de la surface **13**

1. Domaines d'application

Depuis 6000 ans déjà, les pavés sont utilisés avec succès pour consolider les chemins et les places. Les premières pierres de la technique de pavage moderne furent posées dès l'Empire romain. Le béton est utilisé pour fabriquer des pavés depuis la fin du XIX^{e} siècle. Ils ont de multiples fonctions et sont principalement employés pour aménager les places et zones de rencontre dans les villes, afin d'y modérer le trafic. En raison de leurs formes et couleurs diverses, les pavés en béton sont de plus en plus utilisés pour les terrains et les jardins privés. Outre les pavés en béton, les dalles en béton de différentes formes et couleurs sont utilisables pour les surfaces sans trafic telles que les jardins, parcs, chemins et terrasses. La différence entre les pavés et les dalles réside dans le rapport de la longueur d'arête à l'épaisseur : si ce rapport est supérieur à 4, il s'agit d'une dalle. S'il est inférieur à 4, c'est un pavé. Il est de plus en plus crucial de ménager les ressources naturelles et en particulier l'eau. C'est pourquoi il est décisif que l'eau de pluie ne soit pas évacuée dans les canalisations mais qu'elle puisse s'infiltrer sur place à travers la surface. Le renouvellement des nappes phréatiques est ainsi garanti. Cette procédure est de plus en plus souvent prescrite par les ordonnances sur la protection des eaux. Il existe deux variantes d'infiltration superficielle sur place : l'infiltration à travers le pavé (pavé filtrant) et l'évacuation de l'eau de pluie par les joints ou évidements (pavés à joints élargis et grilles de gazon).

1.1 Revêtements de sol en béton

L'aménagement des espaces publics et privés comme les routes, les chemins et les places influence le bien-être des personnes. Certes, de nombreux facteurs ne peuvent pas être modifiés, mais une marge de manœuvre existe dans l'aménagement des routes, chemins et places, notamment grâce à l'utilisation de dalles et de pavés en béton.

Les pavés comme éléments d'aménagement : les pavés en pierre naturelle constituent une technique ancienne de construction, tandis que les pavés en béton et les dallages connaissent un regain d'intérêt. Ils sont particulièrement appréciés dans les zones à faible trafic, les places, les rues résidentielles, les zones piétonnes, les chemins privés et les lieux d'assise.

Diversité de conception : les pavés et les dallages sont incontournables du point de vue esthétique et remplacent les revêtements en asphalte à de nombreux endroits. Il existe un grand choix de formes, de couleurs et de structures qui permettent des solutions créatives.

Systèmes perméables : les pavages perméables gagnent en importance, car ils permettent aux eaux de surface de s'infiltrer directement dans le sous-sol. L'effet rafraîchissant dû à l'évaporation revêt également une importance croissante, surtout dans les villes, où il fait de plus en plus chaud.

1.2 Avantages du béton

De préfabrication industrielle, les pavés et dalles en béton ont des dimensions très précises, simplifiant ainsi la planification de l'aménagement des espaces et la pose. De plus, les couches préformées des pavés permettent une pose mécanique. Les possibilités d'aménagement sont illimitées. L'épaisseur des pavés ou des dalles ainsi que le modèle de pose peuvent être adaptés en fonction de la charge du trafic. Les spécifications des différents produits indiquent s'ils conviennent à l'utilisation envisagée. Les pavages et dallages sont utilisables dès leur mise en place et associent les avantages d'une exécution robuste aux atouts d'une consolidation flexible. S'il y a lieu de poser de nouvelles conduites ou d'effectuer des travaux de réparation, la dépose est facile et économique. Il suffit de déposer les pavés ou les dalles et de les remettre en place une fois les travaux achevés. Le revêtement est immédiatement réutilisable sans trace visible des réparations. Les déchets ou les pavés et les dalles en béton qui ne sont plus nécessaires peuvent être recyclés et incorporés en grande quantité dans des mélanges de béton recyclé, ce qui permet de les conserver dans le cycle des matériaux.

1.3 Revêtements de sol en béton dans la ville-éponge

Le principe de ville-éponge est relativement simple : l'eau de pluie s'infiltre localement dans le sol comme dans une éponge au lieu de s'écouler dans les canalisations. Cela permet d'éviter les inondations en cas de fortes pluies et d'améliorer le climat urbain en général. Les jours de canicule, l'évaporation de l'eau rafraîchit l'air ambiant. Pour y parvenir, outre la création d'espaces verts, il faut davantage construire les places avec des surfaces perméables. Les pavages à pores ouverts, qui laissent l'eau s'infiltrer, en sont un bon exemple.

1.3.1 Évacuer par infiltration au lieu d'imperméabiliser

L'imperméabilisation croissante des surfaces due aux bâtiments d'habitation et aux infrastructures de transport engendre des défis écologiques considérables. Les sols imperméabilisés, c'est-à-dire des surfaces entièrement recouvertes de matériaux imperméables comme le béton, l'asphalte ou les pavages en pierre naturelle à joints fermés, perdent leurs fonctions naturelles. Ces dernières incluent notamment le stockage et le filtrage des eaux pluviales ainsi que le soutien du cycle naturel de l'eau et du renouvellement des nappes phréatiques. Sur des surfaces imperméabilisées, l'eau de pluie ne peut pas s'infiltrer : au contraire, elle est évacuée en surface, le plus souvent directement dans les

canalisations. Cela entraîne une surcharge des systèmes de drainage, augmente le risque d'inondation en cas de fortes pluies et affecte la performance des stations d'épuration. Dans le même temps, le microclimat dans les espaces urbains se dégrade : l'environnement se réchauffe davantage, se refroidit moins la nuit et devient plus sec et plus poussiéreux.

Les revêtements en béton perméables comme les pavés filtrants ou les pavés à joints élargis offrent une alternative durable. Ils garantissent un drainage proche du naturel, car les eaux pluviales peuvent s'infiltrer dans le sous-sol soit directement à travers la pierre, soit par les joints. Un tel aménagement déleste le réseau de canalisations, favorise le renouvellement des nappes phréatiques et améliore le climat ambiant. Selon la loi sur la protection des eaux (LEaux) et l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux), une grande partie des eaux pluviales dans les zones résidentielles doit être considérée comme « non polluée ». Son infiltration doit donc être rendue possible, à condition que les conditions locales le permettent. L'évacuation moderne des eaux urbaines vise donc à protéger intégralement les eaux en tant qu'habitats naturels et à prendre en compte les aspects écologiques dans la planification.

Grâce à l'utilisation de revêtements en béton perméables et à l'aménagement de zones de rétention, l'écoulement des eaux pluviales peut être ralenti et les pics de débit atténués. Ces mesures, qui contribuent de manière significative au délestage des eaux et à l'amélioration de la qualité de vie, permettent aussi de s'adapter aux défis du changement climatique.

1.3.2 Des revêtements clairs contre la chaleur

Mais la capacité de drainage n'est pas le seul aspect déterminant pour la protection du climat. La couleur des revêtements joue également un rôle important. Les surfaces claires peuvent réfléchir davantage les rayons du soleil que les surfaces sombres, ce qui réduit le réchauffement de l'environnement. Chacun en a déjà fait l'expérience : on a chaud plus rapidement en été lorsque l'on porte un t-shirt noir que lorsque l'on porte un t-shirt blanc. C'est le même principe pour le revêtement de sol. Les pavés clairs réfléchissent davantage la lumière du soleil, ce qui permet à l'environnement de chauffer moins rapidement. C'est particulièrement important dans les grandes zones urbaines, où les îlots de chaleur représentent souvent un problème.

1.4 Domaines d'application particuliers

Les pavés et dalles en béton sont un choix polyvalent et robuste pour les espaces extérieurs. Leur utilisation est toutefois soumise à des exigences techniques et normatives spécifiques qui ont une grande importance dans certaines applications particulières. Les paragraphes suivants expliquent les réglementations principales et les considérations pratiques qui doivent être respectées en Suisse lors de la construction de revêtements en béton, depuis la garantie de l'accessibilité jusqu'aux exigences en matière d'accès pour les pompiers, en passant par les particularités concernant les rampes et les surfaces industrielles et de manœuvre très sollicitées.

1.5 Espace de circulation sans obstacles

En Suisse, les normes SN 640 075 « Espace de circulation sans obstacles » et SIA 500 « Aménagements sans obstacles » contiennent les exigences s'appliquant aux revêtements de sol en extérieur afin de garantir la sécurité des personnes en situation de handicap et l'accessibilité à ces dernières. Les réglementations visent la création de voies accessibles aux personnes en fauteuil roulant et adaptées aux personnes malvoyantes. Ainsi, les surfaces avec pavés ou dalles en béton doivent présenter une planéité suffisante afin de ne pas gêner les déplacements des personnes en fauteuil roulant ou en déambulateur. L'écart de planéité doit être le plus faible possible afin d'éviter les risques de trébuchement. De plus, les joints ne doivent pas être trop larges ; la norme recommande une largeur maximale de 10 mm. Les joints doivent en outre être remplis de manière permanente afin d'éviter que les roues des fauteuils roulants ou les cannes des personnes malvoyantes ne s'y coincent. Les propriétés antidérapantes ont également une importance déterminante : la surface des dalles doit garantir une sécurité antidérapante suffisante, même en cas d'humidité. C'est pourquoi les valeurs R (classes antidérapantes) ou GS jouent un rôle clé. Des prescriptions spécifiques s'appliquent à la pente maximale et à la largeur des rampes, afin de garantir leur praticabilité. Les revêtements inappropriés tels que les pavages en pierre naturelle irréguliers ou présentant de grands joints ouverts doivent être évités sur les voies principales. Par rapport à la pierre naturelle et à l'asphalte, le béton offre plusieurs avantages décisifs en vue d'une construction sans obstacles. Contrairement à la pierre naturelle, dont la forme et la taille sont souvent irrégulières, les pavés et dalles en béton peuvent être fabriqués avec une géométrie précise. Cela permet la création de surfaces très planes et homogènes avec des joints étroits et uniformes, ce qui facilite considérablement la circulation des personnes en fauteuil roulant et des personnes malvoyantes. S'agissant des propriétés antidérapantes, le béton peut atteindre de manière fiable des valeurs R ou GS standardisées grâce à une structure de surface contrôlée, ce qui est plus difficile à garantir avec la pierre naturelle. Quant à l'asphalte, il peut se déformer sous la chaleur. Au fil du temps, des fissures et des irrégularités peuvent se former

et entraver la circulation des personnes. Le béton offre en outre un plus grand choix de possibilités d'aménagement en matière de couleurs et de formes, ce qui facilite l'orientation visuelle. Ce matériau est en outre très robuste et nécessite peu d'entretien, alors que l'asphalte doit généralement être renouvelé plus régulièrement et que la pierre naturelle est souvent plus coûteuse à l'achat.

1.6 Accès pour les pompiers et les urgences

La directive concernant les accès, surfaces de manœuvre et d'appui pour les moyens d'intervention des sapeurs-pompiers, publiée par la Coordination suisse des sapeurs-pompiers (CSSP), explique les exigences techniques conformément à l'art. 44 de la norme de protection incendie (édition 2015). En plus des hauteurs et largeurs minimales des voies d'accès ainsi que les rayons et pentes admissibles, il faut surtout tenir compte du poids et de la pression au sol.
La directive stipule que les surfaces d'appui doivent être suffisamment résistantes pour supporter le passage de véhicules de sapeurs-pompiers d'une masse totale de 18 t et d'une charge par essieu maximale de 10 t.
Les surfaces d'appui situées sur des dalles carrossables doivent être dimensionnées selon les normes SIA pour un véhicule unique d'une masse totale de 18 tonnes dans la position la plus défavorable. Sur les surfaces environnantes, une charge de 5 kN/m^2 doit être considérée simultanément comme charge de trafic. Cette charge variable peut être considérée principalement comme statique. Les surfaces d'appui doivent être suffisamment résistantes pour supporter une pression surfacique (pression au sol) d'au moins 80 N/cm^2. Pour les surfaces d'appui situées sur des dalles existantes carrossables, un contrôle de la statique avec une charge ponctuelle de 140 kN peut s'avérer nécessaire.
Les revêtements de sol en béton d'une épaisseur d'au moins 6 cm répondent à ces exigences, à condition que l'ensemble du dimensionnement à partir du sous-sol soit conçu pour les charges correspondantes. Une attention particulière doit être accordée à une bordure stable sur les surfaces où des efforts de cisaillement plus élevés sont à prévoir.

1.7 Rampes

La pente maximale des rampes ne fait pas l'objet d'une réglementation uniforme en Suisse. La norme VSS 640 250 concerne la construction de routes et formule des recommandations pour la pente maximale des routes et des chemins. Pour les routes publiques, une pente maximale de 10 à 12% est généralement recommandée afin de garantir la praticabilité et la sécurité quelles que soient les conditions météorologiques. La norme VSS 40 021 réglemente la conception des routes en général et peut être utilisée pour la planification des rampes.
Pour les voies d'accès privées ou les rampes de jardin qui ne font pas partie du réseau routier public, des directives souvent moins strictes s'appliquent. Une pente de 20% peut généralement être considérée comme une limite supérieure. Elle peut toutefois devenir problématique en cas de conditions météorologiques défavorables. Pour garantir une construction sûre et durable, il est recommandé de faire appel à un planificateur spécialisé ou à un ingénieur qui évaluera les conditions spécifiques du projet.

Les propriétés antidérapantes peuvent également être vérifiées et attestées au préalable. Les rampes doivent présenter une valeur antidérapante de R11 ou plus afin de garantir une praticabilité sûre, même en cas de pluie ou de neige. Les valeurs de contrôle correspondantes peuvent figurer dans les spécifications techniques des produits ou être vérifiées spécifiquement par une méthode appropriée.
Valeurs GS (Suisse) : elles mesurent le coefficient de frottement dynamique sur une surface horizontale. La méthode peut être appliquée aussi bien en laboratoire que sur l'objet construit, ce qui permet de vérifier les propriétés antidérapantes sur site.
Valeurs R (DIN) : elles mesurent l'angle d'inclinaison d'un plan incliné sur lequel une personne-test portant des chaussures normalisées peut marcher en toute sécurité. Ce test est effectué exclusivement en laboratoire.

1.8 Surfaces exposées (courbes, aires de manœuvre, surfaces industrielles et logistiques)

Sur les surfaces industrielles et logistiques, les aires de manœuvre et dans les virages revêtus de pavés en béton, la capacité de charge est le critère décisif. Ces surfaces étant soumises à des forces horizontales et verticales très importantes, seuls des pavés présentant les classes de charge les plus élevées (selon SN EN 1338) doivent être utilisés, idéalement avec une épaisseur de 10 à 12 cm. Pour garantir la résistance aux efforts de cisaillement horizontaux causés par les mouvements de braquage des camions et des chariots élévateurs, il convient d'utiliser des pavés autobloquants munis d'ergots latéraux qui empêchent tout déplacement des pavés. Les joints doivent être étroits (3 à 5 mm) et doivent idéalement être garnis d'un mortier de jointoiement lié, qui résiste aux charges élevées. Si nécessaire, les pavés doivent aussi être résistants au gel et au sel de déneigement afin d'éviter les dommages provoqués par celui-ci en hiver. Tous ces facteurs sont essentiels pour garantir la longévité et la sécurité du revêtement dans des conditions extrêmes liées au passage de poids lourds.

2. Bases

2.1 Bases normatives

Les bases de planification et les instructions de pose des différents revêtements de sol de CREABETON se réfèrent essentiellement aux normes suivantes. Ces dernières constituent la base d'une exécution correcte des revêtements de sol en béton.

- SN 640 480a « Pavages »
- SN 640 482a « Dallages »
- SN 640 324b « Dimensionnement :superstructures des routes »
- SN 640 320a « Dimensionnement : trafic pondéral équivalent »
- SN 640 317b « Dimensionnement : terrain et infrastructure »
- SN 640 585b « Compactage et portance »
- SN 640 302b « Route et voie ferrée – terminologie »
- SN 670 317 « Sols – essai de plaque EV et ME »
- SN 670 140b « Gel »
- SIA 500 « Constructions sans obstacles »
- SIA 318 « Aménagements extérieurs »

2.2 Bases déterminantes

Avant de procéder au dimensionnement, il convient de rassembler les données suivantes :

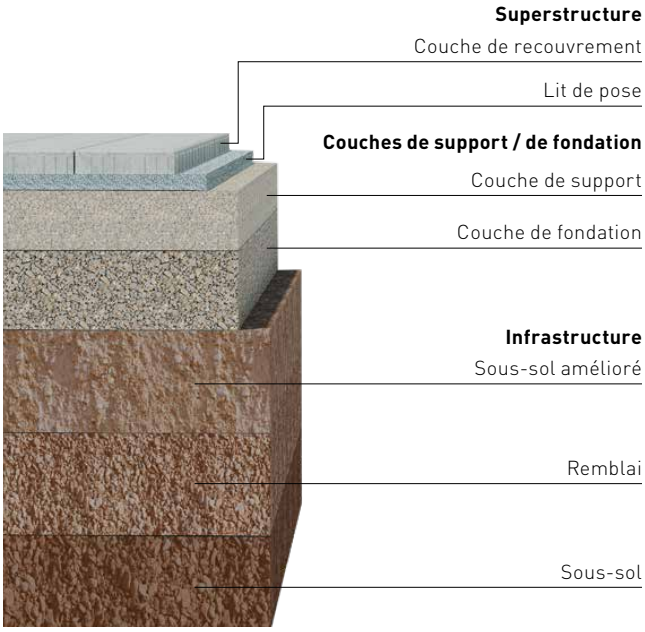
- charge de trafic attendue
- portance du sous-sol et de l'infrastructure, incluant les variations saisonnières et la gélivité
- durée et répercussions de la gelée au sol
- profondeur de pénétration du gel
- niveau de la nappe phréatique et perméabilité du sol.

Il faut faire la distinction entre le dimensionnement de la portance et le dimensionnement de la gélivité. Pour les sols exposés au gel, le dimensionnement de la gélivité doit être effectué en plus du dimensionnement de la portance. La valeur supérieure de l'épaisseur minimale de la superstructure est déterminante. Lorsque la profondeur de pénétration du gel X_{30} est inférieure à l'épaisseur de la superstructure, le dimensionnement de la portance est déterminant pour l'épaisseur de la superstructure. La profondeur de pénétration du gel est sans importance pour les classes de gélivité G1 et G2 ; le dimensionnement de la portance correspond à l'épaisseur de la superstructure. Pour les classes de gélivité G3 et G4, un dimensionnement au gel doit également être effectué ; la valeur supérieure correspond à l'épaisseur de la superstructure.

3. Dimensionnement et terminologie

Des revêtements de sol ne pourront être stables et durables qu'avec une bonne structure sur le sous-sol. Schématiquement, la structure d'un revêtement de sol se compose du sous-sol, du lit de fondation et du lit de pose, ainsi que du revêtement. Le revêtement et le lit de pose forment ensemble l'épaisseur de construction du pavage/dallage. Ajoutée à l'épaisseur de la couche de support et de fondation, on obtient la superstructure.

Conformément à la norme SN 640 302b, la structure des zones de circulation est divisée en différentes couches :



l'infrastructure se compose du sous-sol, éventuellement au moyen d'un remblai et /ou d'un sous-sol amélioré. Plus la charge d'un revêtement de sol sera importante, plus il est important de prendre des mesures appropriées pour garantir une infrastructure correctement dimensionnée.

- Le sous-sol est le terrain existant sur lequel un ouvrage est construit.
- Le remblai est une couche d'égalisation composée d'une masse de terre déversée et nécessaire pour remplir une dépression ou surélever un terrain.
- Le sous-sol amélioré sert à compenser ou à améliorer la portance.
- La surface de l'infrastructure est appelée «forme».

La superstructure est divisée en couche de fondation, couche de support, lit de pose et couche de recouvrement. La superstructure absorbe et répartit les charges de trafic.

- La couche de fondation et la couche de support désignent souvent la même chose et font référence à la couche de fondation.
- La surface de la couche de fondation est (également) appelée «forme».
- Le lit de pose sert de lit au revêtement et compense les petites tolérances dimensionnelles du revêtement et de la couche de fondation.
- La couche de recouvrement constitue la couche finale ; selon la classe de charge de trafic, elle peut être composée de pavés, de pavés écologiques ou de dalles de jardin.

- La surface de la couche de recouvrement est appelée surface du chemin ou surface de la chaussée.

3.1 Valeurs de dimensionnement

Quelques paramètres doivent être déterminés afin de garantir le dimensionnement correct de la superstructure. La terminologie des principaux paramètres est décrite dans le paragraphe suivant.

Classes de portance du sol Si : les coefficients de portance mesurés à la hauteur de la forme (p. ex. coefficients ME1) sont affectés à l'une des cinq classes de portance S_0 à S_4.

Module de déformation ME : le coefficient ME est un paramètre de déformabilité du sol ; il est calculé au moyen d'un essai de charge à plaque.

Trafic pondéral équivalent journalier TF_n : nombre moyen journalier de passages d'essieux de référence sur une voie de circulation (la charge équivalente par essieu simple, CEES ou ESAL en anglais, étant de 8,16 t) pendant toute la période d'utilisation de n années, déterminante pour le dimensionnement.

Classes de charge de trafic ZP, $T1_{20}$ à $T6_{20}$: désignent les classes de charge de trafic déterminantes, définies sur la base du trafic pondéral équivalent journalier TF_{20}.

Classes de gélivité G1 à G4 : répartition des sols en classes de gélivité en fonction de leur répartition granulométrique et de leurs caractéristiques de plasticité.

Facteur de proportionnalité *f* : sert à déterminer l'épaisseur de la superstructure d_s dans le cadre du dimensionnement de la gélivité. Le facteur est défini à partir de la classe de gélivité et du type de revêtement des joints, en tant que facteurs d'influence ; il est utilisé conjointement à X_{30} (équivalent au facteur de dimensionnement au gel *f* dans la construction de routes).

Profondeur moyenne de pénétration du gel X_{30} : valeur moyenne des trois hivers les plus froids au cours des 30 dernières années.

3.2 Dimensionnement de la portance

L'épaisseur de la couche de fondation doit être déterminée et les matériaux de construction choisis de sorte que le support du pavage ou du dallage soit suffisamment stable et qu'un comportement favorable puisse être garanti à long terme.

Le dimensionnement de la portance s'effectue en quatre étapes :

3.2.1 Détermination du trafic pondéral équivalent journalier TF_{20}

Le calcul est effectué selon les directives de la norme SN 640 320a. Le trafic pondéral correspond à la somme de toutes les charges par essieu des véhicules qui agissent, pendant 20 ans, sur la voie de circulation faisant l'objet d'un dimensionnement. Pour les surfaces sans trafic, par exemple les trottoirs et les lieux d'assise, cette étape peut être ignorée car la classe de charge de trafic ZP s'applique directement.

3.2.2 Détermination de la classe de charge de trafic déterminante

La classe de charge de trafic déterminante peut être calculée sur la base de TF_{20}, conformément aux normes SN 640 480a et SN 640 482a.

ZP	sans trafic (zones piétonnes)
T1	≤ 30 CEES/jour (trafic très léger)
T2	> 30 jusqu'à 100 CEES/jour (trafic léger)
T3	> 100 jusqu'à 300 CEES/jour (trafic moyen)
T4	> 300 jusqu'à 1000 CEES/jour (trafic lourd)
Le	pavage n'est pas approprié si TF > 1000

3.2.3 Détermination de la portance de la forme (support de la superstructure)

Sur la base des résultats obtenus avec la méthode d'analyse choisie, il est possible de procéder à une affectation des classes de portance conformément à la norme SN 640 324b.

S_0	Très faible portance
S_1	Faible portance
S_2	Portance moyenne
S_3	Portance élevée
S_4	Portance très élevée

Classe de portance possible de l'infrastructure en fonction du type de sol :

Type de sol	Classe de portance possible
Sols cohésifs, gonflants (par ex. marne)	Clarification par des analyses spéciales
Sols à granulats fins (limon et argile)	S_0 à S_2
Sols à granulats moyens (sable)	S_2 à S_3
Sols à granulats grossiers (graviers)	S_3 à S_4

dans le cas de S_0, une amélioration de la portance ou un dimensionnement est nécessaire en s'appuyant sur des analyses spéciales. Le type de l'infrastructure (p. ex. classification du champ) et la structure des couches doivent être connus pour l'interprétation des résultats de mesure.

3.2.4 Détermination de l'épaisseur de construction d_1

La classe de charge de trafic peut être mise en relation avec l'épaisseur du pavé en béton et son effet liant afin de calculer l'épaisseur de construction d_1 conformément à la norme SN 640 480a.

ÉPAISSEUR DU PAVÉ	CLASSE DE CHARGE DU TRAFIC										LARGEUR DES JOINTS	ÉPAISSEUR DE CONSTRUCTION d_1
	ZP		T1		T2		T3		T4			
	Effet autobloquant											
	avec	sans	avec	sans	avec	sans	avec	sans	avec	sans		
4 cm											3 – 8 mm	80 mm
6 cm											3 – 8 mm	100 mm
8 cm											3 – 8 mm	120 mm
10 cm											3 – 8 mm	140 mm
12 cm											3 – 8 mm	170 mm
14 cm											3 – 8 mm	190 mm
16 cm											3 – 8 mm	210 mm
18 cm											3 – 8 mm	230 mm

approprié partiellement approprié inapproprié

3.2.5 Dimensionnement de la couche de fondation

La couche de fondation est la couche qui transmet dans le sous-sol les forces agissant sur la surface du pavage. Pour ce faire, on utilise un mélange de gravier d'une granulométrie de 0/45 mm, satisfaisant aux exigences de la norme SN EN 13242 et comprimé en couches, environ tous les 20 cm. Il est essentiel que la couche de fondation et l'infrastructure soient perméables afin que l'eau ne stagne pas sous le pavage. Le dimensionnement de la couche de fondation dépend de la portance sous-jacente, de la gélivité du sol et de la classe de charge de trafic déterminante. La couche de fondation doit déjà présenter la **pente finale** minimale du dallage de 2% ; la forme de la couche de fondation ne doit pas comporter d'inégalités supérieures à 2 cm, mesurées sur une latte de 4 m. Cela permet de garantir qu'un lit de pose présente la même hauteur sur toute la surface de construction sans aucun affaissement ultérieur, suite aux forces apparaissant dans le pavage.

3.3 Détermination du trafic pondéral équivalent journalier TF

Le trafic pondéral équivalent journalier est le trafic pondéral exprimé sous forme du nombre équivalent de passages d'une charge unitaire d'essieu de 8,16 t (1 TF = 8,16 t /essieu × jour). Il s'agit du nombre de passages de toutes les charges d'essieu auxquelles le coefficient correspondant à la catégorie de charge est affecté (VSS SN 640 320 a).

3.3.1 Attribution des classes de charge de trafic ZP à T3

Les classes de charge de trafic ZP à T3 peuvent être attribuées conformément au domaine d'application.

3.4 Dimensionnement de la gélivité

La superstructure sera dimensionnée de sorte à pouvoir résister à la diminution de la portance pendant la période de dégel sans subir de dégâts. Le processus pour un dimensionnement correct est décrit ci-dessous.

3.4.1 Détermination de la classe de gélivité G

La détermination de la gélivité des sols doit avoir lieu conformément à la norme SN 670 140b. Elle répartit les sols en quatre classes de gélivité (de G1 à G4). Il est possible de déterminer la classe de gélivité au moyen du tableau ci-dessous lorsque la répartition granulométrique et les caractéristiques de plasticité des sols sont connues (selon la norme SN 670 008a).
Répartition des sols en fonction de la gélivité :

- G1 négligeable
- G2 faible
- G3 moyenne
- G4 élevée

L'affectation d'un sol à une classe de gélivité précise a lieu sur la base des paramètres suivants :

- risque de dégât encouru dans le cadre du projet
- possibilités existantes pour garantir l'entretien et la rénovation du pavage/dallage

Un procédé de stabilisation rend les sols moins sensibles au gel.

3.4.2 Détermination du facteur de proportionnalité *f*

Le type de revêtement des joints a également une influence sur l'épaisseur de la superstructure. En y additionnant la classe de gélivité du sol précédemment déterminée, on obtient le facteur de proportionnalité f. Ce facteur ainsi que la profondeur moyenne de pénétration du gel X_{30} sont nécessaires pour déterminer l'épaisseur de la superstructure.

Revêtement des joints	**Classe de charge de trafic**							
	ZP		**T1**		**T2/T3**		**T4**	
	Classe de gélivité							
	G3	G4	G3	G4	G3	G4	G3	G4
Sans liant (sable/ gravier)	0,30	0,40	0,35	0,45	0,40	0,50	0,45	0,55
Avec liant (mortier)	0,30	0,40	0,40	0,50	0,45	0,50	0,50	0,60

Profondeur moyenne de pénétration du gel X_{30}

La profondeur de pénétration du gel dans le sol X_{30} doit être calculée conformément à la norme SN 670 140b. La formule suivante de Viktor Kuonen «Routes forestières et routes de transport de marchandises» permet une estimation approximative au moyen de la hauteur du projet au-dessus du niveau de la mer (H) :

X_{30} [m] = 0,55 + 0,0013 · H [m]

Détermination de l'épaisseur de la superstructure

L'épaisseur minimale de la superstructure, déterminée par le dimensionnement de la gélivité, se calcule de la manière suivante :

$d_s \geq f \cdot X_{30}$

Il faut être prêt ici à accepter les risques de dommages importants causés par le gel dans les zones piétonnes et en cas de faible sollicitation. Lorsque la couche de fondation en gravier est remplacée partiellement ou intégralement par des couches comprenant du liant, les équivalences suivantes de matériaux sont valables :

0,10 m de gravier correspond à 0,05 m de béton de drainage
0,10 m de gravier correspond à 0,05 m d'asphalte à pores ouverts

L'épaisseur de la superstructure résultant du dimensionnement calculé en fonction du gel est déterminante si l'épaisseur minimale d_s résultant du dimensionnement au gel est supérieure à la valeur d_s résultant du dimensionnement de la portance.

3.5 Dimensionnement du lit de pose

Dans le cas d'une couche de fondation en pierres concassées grossières, il faut veiller à la stabilité de la fonction filtrante des matériaux du lit de pose non liés. Cela signifie que la surface doit être couverte d'un matériau plus fin de calibre échelonné afin d'empêcher le ruissellement du matériau du lit de pose dans les couches de support inférieures. Les travaux de mise en œuvre réalisés lors de fortes pluies favorisent l'infiltration du lit de pose. Une perte du matériau du lit de pose entraîne des déformations du revêtement. Les normes SN 640 480a/SN 640 482a définissent le rapport de granulométrie des couches superposées afin d'éviter l'entraînement des particules fines dans la couche inférieure. Trois conditions doivent être observées ici :

1) La taille minimale des deux matériaux doit être identique ou quasiment identique.

2)

$$\frac{D_{115}\ \text{(couche de support)}}{d_{B85}\ \text{(lit de pose)}} \leq 5$$

3)

$$\frac{D_{T50}\ \text{(couche de support)}}{d_{B80}\ \text{(lit de pose)}} \leq 25$$

DT_{15}, DT_{50}

Le diamètre du grain du matériau de la couche de support résulte de la répartition granulométrique pour les passées avec 15 ou 50% en masse.

dB_{50}, dB_{85}

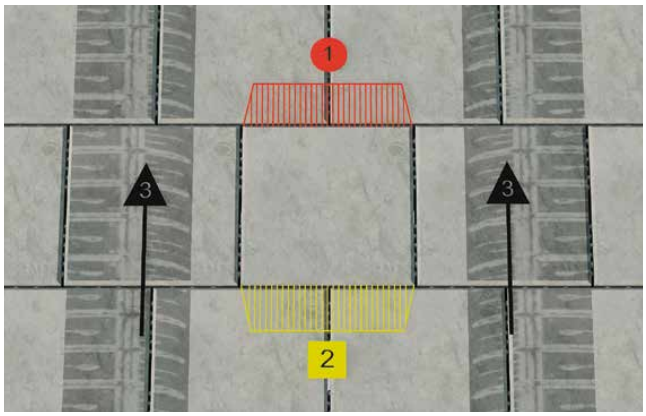
Le diamètre du grain du matériau du lit de pose résulte de la répartition granulométrique pour les passées avec 50 ou 85% en masse.

4. Joints fonctionnels

Les caractéristiques d'un revêtement de sol ne sont effectives qu'à partir du moment où le joint assure sa fonction. Le paveur travaillant sur le chantier doit veiller à une confection correcte des joints. Sans joint efficace, les pavés ne peuvent pas former de revêtement stable. On n'obtiendra qu'un amas de pavés qui se déplacent à la moindre sollicitation. Dans un tel cas, les charges ne sont pas transmises de manière uniforme au lit de pose ou à la couche de fondation.

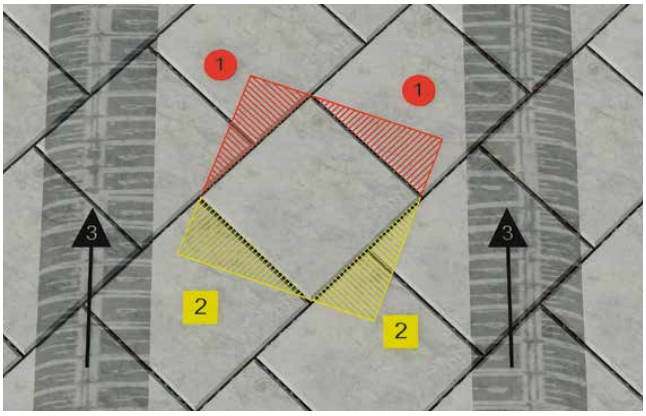
4.1 Disposition des pavés en cas de charge du trafic

La disposition des pavés ou des dalles par rapport à la direction principale du trafic influence également la stabilité du revêtement de sol. Si les joints sont disposés perpendiculairement à la direction principale du trafic, les forces de rotation ne pourront être absorbées que par deux faces latérales.



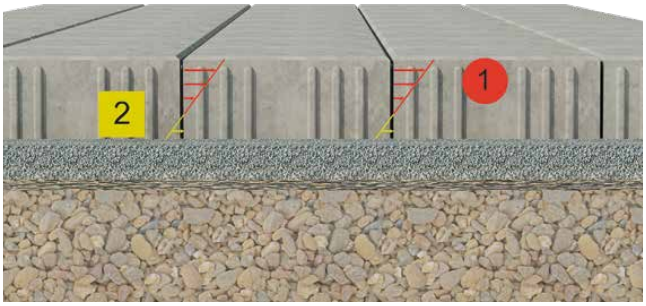
1 Contrainte de compression dans la zone supérieure
2 Contrainte de compression dans la zone inférieure
3 Direction principale du trafic

Si les revêtements de sol sont disposés en rangées obliques (p. ex. à 45°) par rapport à la direction principale du trafic, les quatre faces latérales peuvent absorber les forces de rotation.



1 Contrainte de compression dans la zone supérieure
2 Contrainte de compression dans la zone inférieure
3 Direction principale du trafic

La compression des arêtes est ainsi fortement réduite. D'autre part, les pavés disposés en rangées obliques génèrent un bruit de roulement inférieur à celui des rangées perpendiculaires. Les pavages dont les joints sont disposés de manière oblique génèrent un bruit de roulement inférieur de 1,5 à 2,5 dB par rapport aux pavages dont les joints sont disposés de manière rectiligne. Lors du passage de véhicules sur des pavés à joints obliques, les bruits d'impulsion sont moindres. Les petits pavages en pierre génèrent des bruits de roulement supérieurs d'environ 2 dB par rapport aux grands pavages à joints obliques. L'augmentation du bruit de roulement se produit principalement dans la plage des basses fréquences.



1 Contrainte de compression dans la zone supérieure
2 Contrainte de compression dans la zone inférieure

4.2 Formation des joints

Le matériau de jointoiement sera choisi en fonction du matériau utilisé pour le lit de pose. En règle générale, on utilise un matériau de jointoiement sans liant qui satisfait aux exigences de la norme SN EN 13043 ; il est également possible d'utiliser un matériau de jointoiement avec liant et perméable à l'eau.

Le joint n'est fonctionnel que lorsqu'il est entièrement garni. Le cas échéant, le jointoiement devra être répété. Une mauvaise exécution des joints peut entraîner des dommages, comme par exemple l'éclatement des arêtes.

De nombreux revêtements de sol de CREABETON disposent d'écarteurs intégrés. Ceux-ci sont une aide à la pose et permettent d'obtenir la largeur de joints correcte. Pour les revêtements qui n'en sont pas pourvus, un outil de pose approprié doit être utilisé, par exemple des croisillons en plastique. Ces derniers peuvent être laissés après la pose ou retirés après le jointoiement.

5. Bordures

En cas de changements de surfaces (p. ex. différents revêtements de sol ou passage à un revêtement en asphalte ou à des espaces verts), la délimitation entre les différents types de revêtement peut s'effectuer au moyen d'une bordurette en béton, de pavés de marquage ou de profilés de bordure PAVE EDGE® en matière plastique. Lorsque les zones de transition ou les bordures sont soumises aux charges du trafic, elles doivent être dimensionnées en fonction des charges attendues.

Les bordures entourent le revêtement de sol et empêchent tout déplacement des pavés. Outre leurs caractéristiques fonctionnelles, elles viennent parfaire l'aspect visuel de l'espace. Il est possible de construire des bordures visibles ou invisibles.

5.1 Pavés de bordure ou de marquage (visible)

Les pavés de bordures et de marquage sont en général utilisés pour marquer la séparation avec une différence de niveau entre les chemins piétonniers et les zones empruntées par des véhicules. Cette bordure sert souvent à évacuer les eaux de ruissellement.

5.2 Bordurettes (visibles)

La bordurette sert à délimiter deux surfaces différentes d'un point de vue visuel et fonctionnel. Elle est bétonnée dans la couche de fondation et transmet les forces dans le sous-sol. Les bordurettes sont surtout appropriées pour délimiter les places de stationnement soumises à des efforts de cisaillement. Sur des surfaces de plus grande taille soumises à un trafic intense, des bordures intermédiaires doivent être créées à l'intérieur de la surface afin d'absorber les efforts de cisaillement. De telles bordures intermédiaires peuvent également être avantageuses aux endroits présentant des changements de direction.

5.3 Bordure en béton (invisible)

Le bétonnage des pavés confère au revêtement le soutien latéral nécessaire sans bordure visible. Il est important de veiller à ce que le revêtement de couverture ne soit pas scellé et à ce que le béton atteigne la couche de fondation. Cette bordure est appropriée pour les aires de stationnement soumises à des efforts de cisaillement ainsi que pour les chemins et places de jardin.

5.4 Profilés de bordure PAVE EDGE® en plastique (invisibles)

Les profilés de bordure PAVE EDGE® conviennent aux chemins et places de jardin soumis à de faibles efforts de cisaillement ainsi qu'aux places carrossables. Ils sont ancrés dans la couche de fondation à l'aide d'un piquet.

6. Drainage de la surface

Différentes bases légales s'appliquent concernant la gestion des eaux pluviales.

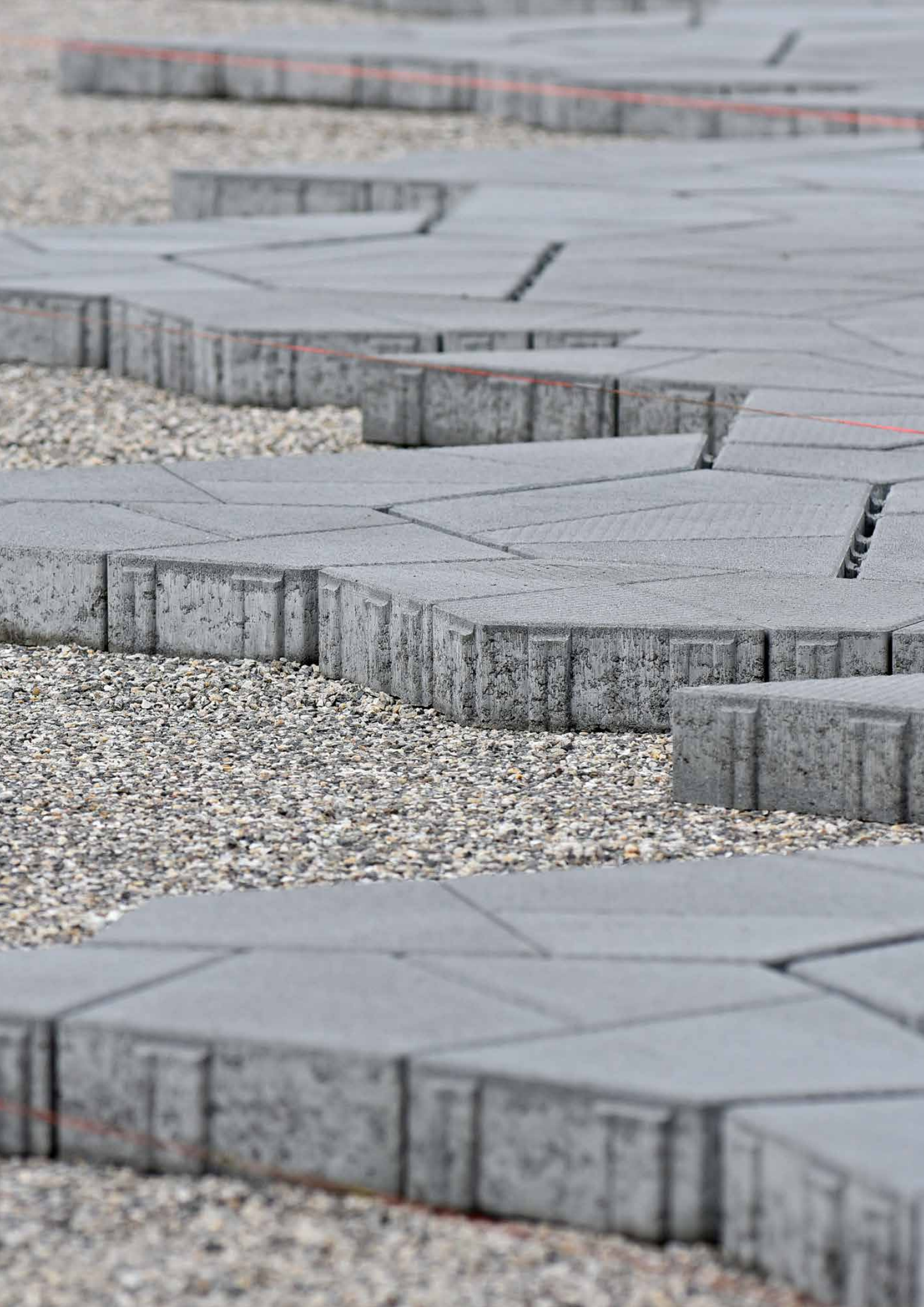
Loi fédérale sur la protection des eaux
(loi fédérale sur les eaux, LEaux) du 24 janvier 1991 (état au 1er août 2025)
Art. 6, al. 1
Il est interdit d'introduire directement ou indirectement dans une eau des substances de nature à la polluer ; l'infiltration de telles substances est également interdite.
Art. 7, al. 2
Les eaux non polluées doivent être évacuées par infiltration conformément aux règlements cantonaux. Si les conditions locales ne permettent pas l'infiltration, ces eaux peuvent, avec l'autorisation du canton, être déversées dans des eaux superficielles. Dans la mesure du possible, des mesures de rétention doivent être prises afin de régulariser les écoulements en cas de fort débit.

Loi fédérale sur la protection des eaux
(ordonnance sur la protection des eaux, OEaux) du 28 octobre 1998 (état au 1er décembre 2025)
Art. 3
L'autorité détermine si, en cas de déversement dans les eaux ou en cas d'infiltration, les eaux à évacuer sont considérées comme polluées ou non, en fonction :
a.
du type, de la quantité, des propriétés et des périodes de déversement des substances susceptibles de polluer les eaux et présentes dans les eaux à évacuer ;
b.
de l'état des eaux réceptrices.

Afin de garantir un écoulement suffisant des eaux en surface, les revêtements en pavés classiques et autobloquants doivent présenter une pente minimale de 2%. Hormis l'écoulement sur le pavage, le drainage de la surface de la couche de support doit également être planifié et exécuté. L'eau ne doit en aucun cas stagner sous le revêtement.
Pentes minimales dans les secteurs carrossables :

- pente longitudinale minimale de 0,5% pour assurer l'écoulement de l'eau (norme VSS SN 640 110). Un caniveau transversal doit être construit en cas de pente longitudinale de 8%.
- pente transversale de min. 3% pour le ruissellement des eaux de surface (norme VSS SN 640 742).

En cas de revêtement perméable, un drainage supplémentaire doit être prévu pour les cas de pluies d'orage. La plupart du temps, l'eau excédentaire peut être évacuée dans la végétation par les accotements. Hormis l'écoulement sur le pavage, le drainage de la surface de la couche de support doit également être planifié et exécuté. L'eau ne doit en aucun cas stagner sous le pavage écologique.
Les directives communales et cantonales relatives au déversement dans les eaux ou à leur infiltration locale doivent également être prises en compte et observées.



REMARQUES

NOUS GARANTISSONS UN ANCRAGE RÉGIONAL

En tant qu'entreprise familiale suisse, nous misons systématiquement sur des matières premières régionales et naturelles pour la fabrication de nos produits, afin de fournir des revêtements en béton de première qualité au secteur de la construction.
betonlink.ch/revetementdesol

CREABETON AG
Bohler 5
6221 Rickenbach (LU)
info@creabeton.ch
creabeton.ch