



Revêtements perméables des Aménagements Urbains

Typologie et Caractéristiques Techniques

Contexte autour de la gestion des eaux pluviales

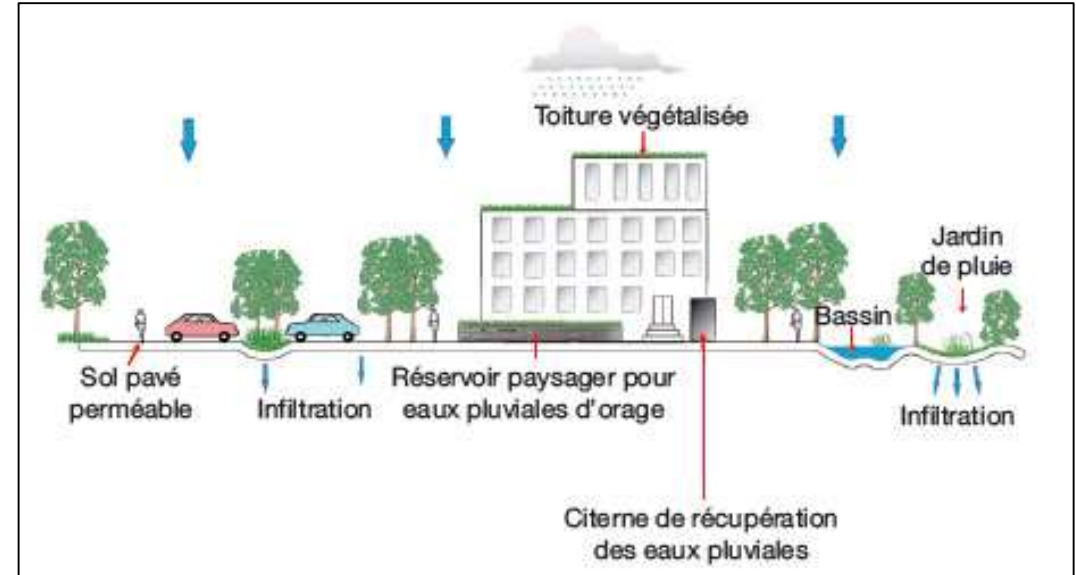
Multiplies enjeux autour de l'**expansion urbaine**, la **densification des villes** et l'**imperméabilisation** des sols

Augmenter l'infiltration et le **stockage** sur place et **limiter le ruissellement** des eaux pluviales



Gestion des débits et des
risque d'inondation

Qualité des eaux et des
milieux





Grande diversité de solutions techniques pour différentes applications et usages en aménagements urbains et naturels

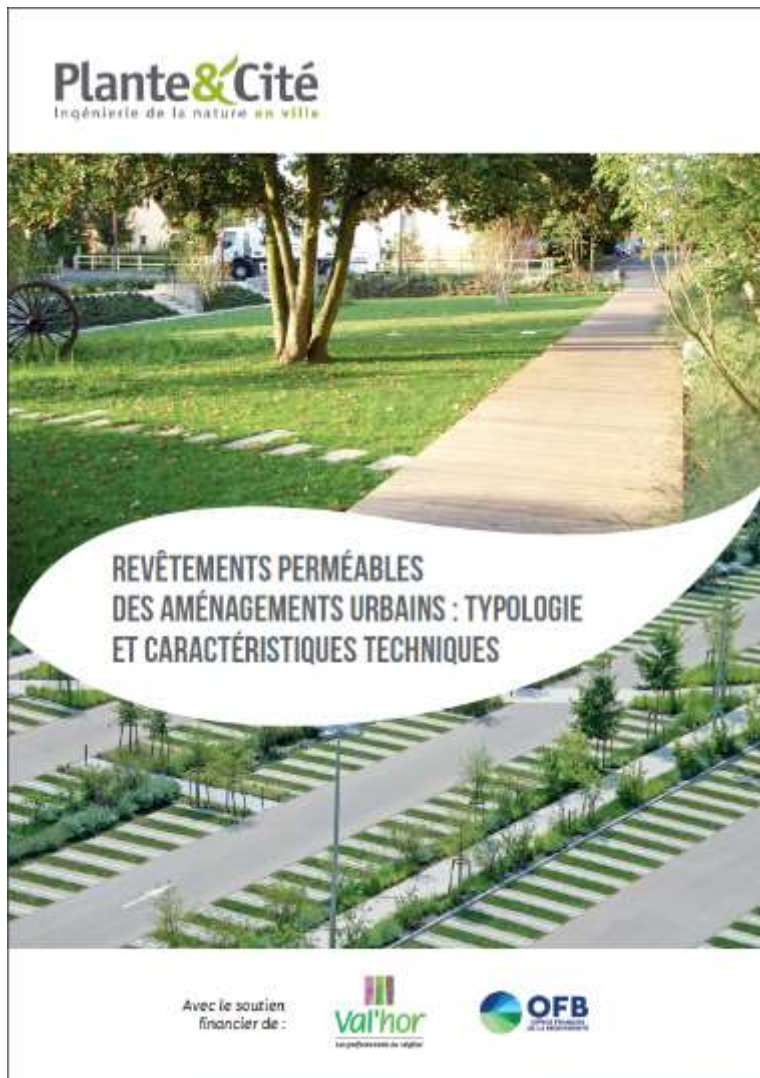
Pourtant

Solutions qui restent à ce jour très peu prioritaires



Fonctions associées aux revêtements perméables





Auteurs

Robin Dagois
Plante & Cité

Hélène Cheval
Syrphea Conseil

Partenaires financeurs



Partenaires et Contributeurs

Jean-Jacques Hérin (Adopta)
Wendy Arnould (Pole Dream)
François Nold (Deve, Ville de Paris)
Namira Benfriha Raki (Handicap
Association Urbanisme, Genève)
Eric Amos (Hepia, Hesge)
Patrick Guiraud (Cimbéton)
L'équipe de Plante & Cité

*Et les membres du comité de
pilotage : Ville d'Angers,
Agrocampus Ouest, Lille
Métropole, Agence de l'eau
Rhône-Méditerranée-Corse, SAS
Eric Lequertier, Gonthier
Entreprise, Agence Talpa, Val'hor,
OFB*

Revue bibliographique



Synthèse de plus d'une centaine de documents techniques et guides traitant de près ou de loin de la thématique des revêtements perméables ou de la gestion en milieu urbain

Enquête



Public cible : aménageurs, entreprises et collectivités

Appel à retour d'expérience et avis d'experts

Retour de l'enquête



Parc des bastions - Genève



Ecoquartier - Vendenheim



Parking Lab'0 - Orléans



Parc Malbosc - Montpellier



Cimetière de l'Ouest - Angers



Parking LIDL - Saint Marcellin

- Infiltration directe des eaux pluviales ou infiltration des eaux de ruissellement d'une voirie imperméable à proximité
- Impluvium varie de 1 à 2 (ex : pour un orage de 80mm, le revêtement doit infiltrer au max. 160mm d'eau).



- Infiltration directe des eaux pluviales ou infiltration des eaux de ruissellement d'une voirie imperméable à proximité
- Impluvium varie de 1 à 2 (ex : pour un orage de 80mm, le revêtement doit infiltrer au max. 160mm d'eau).
- Association avec d'autres ouvrages de gestion des eaux pluviales (noues, tranchées drainantes)
- Possibilité d'infiltrer un peu partout (hormis sur sol pollué, trop peu perméable, trop peu stable ou trop proche du bâti)



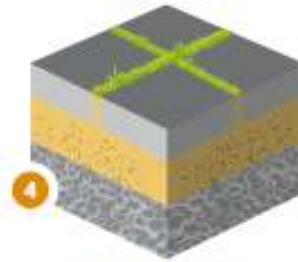


Typologie des revêtements

Une typologie pour :

- Synthétiser les solutions techniques autour d'éléments communs de structure/de mise en œuvre
- Disposer d'un langage commun pour resituer les différents revêtements

MODULAIRES



4 Pavés drainants ou à joints poreux



5 Dalles alvéolées



6 Platelages bois

NON LIÉS



1 Mélanges organo-minéraux et couverts enherbés

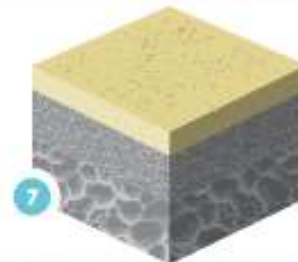


2 Revêtements meubles organiques

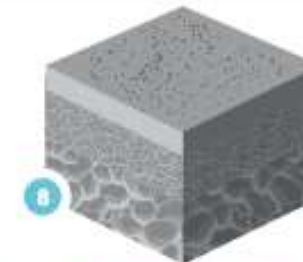


3 Revêtements meubles minéraux

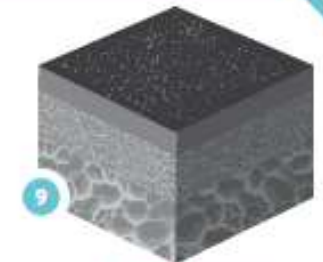
LIÉS



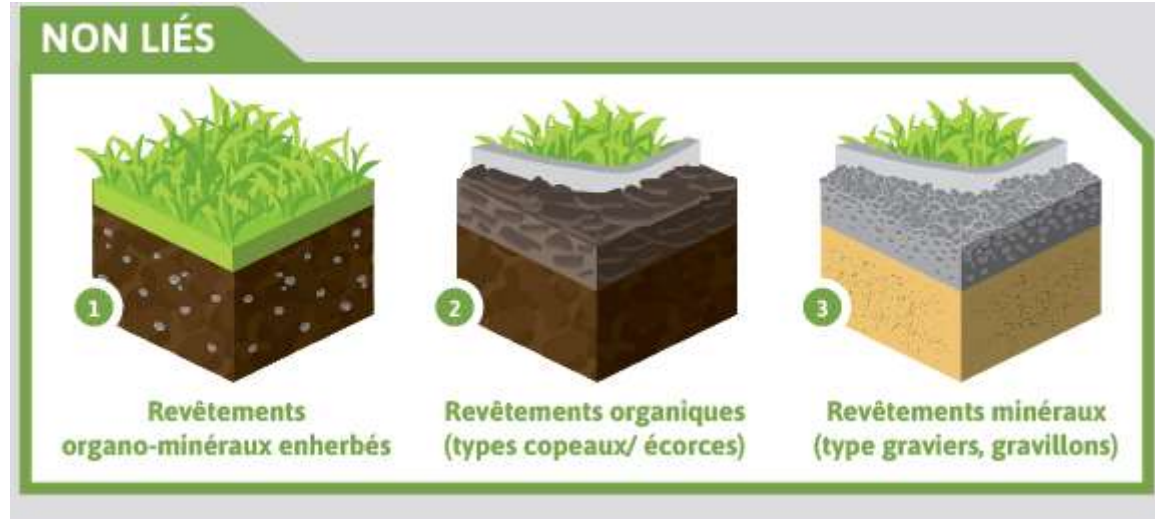
7 Bétons de résines drainants

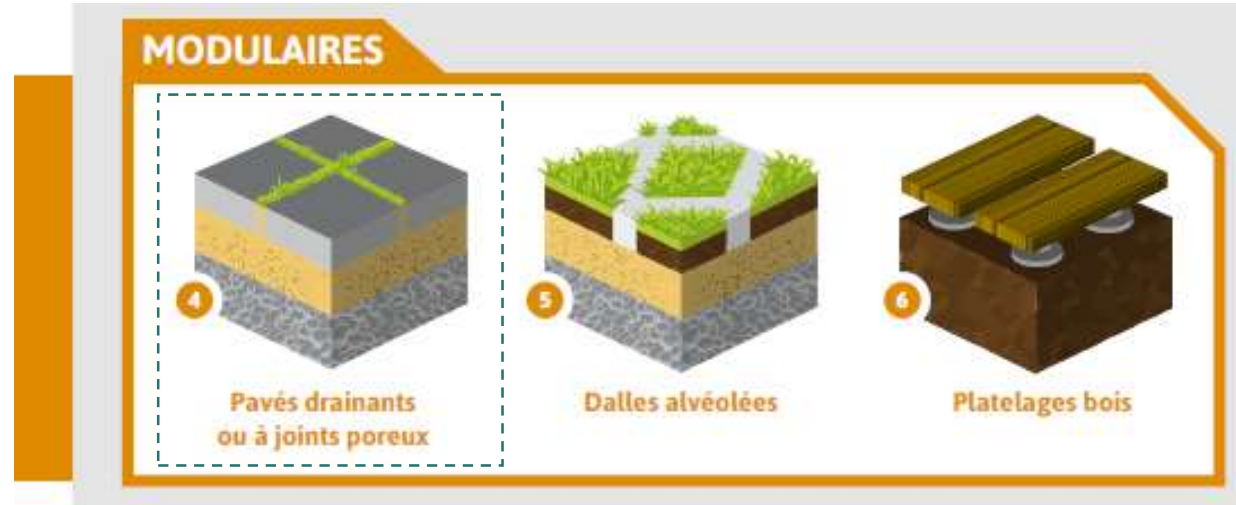


8 Bétons drainants



9 Enrobés poreux





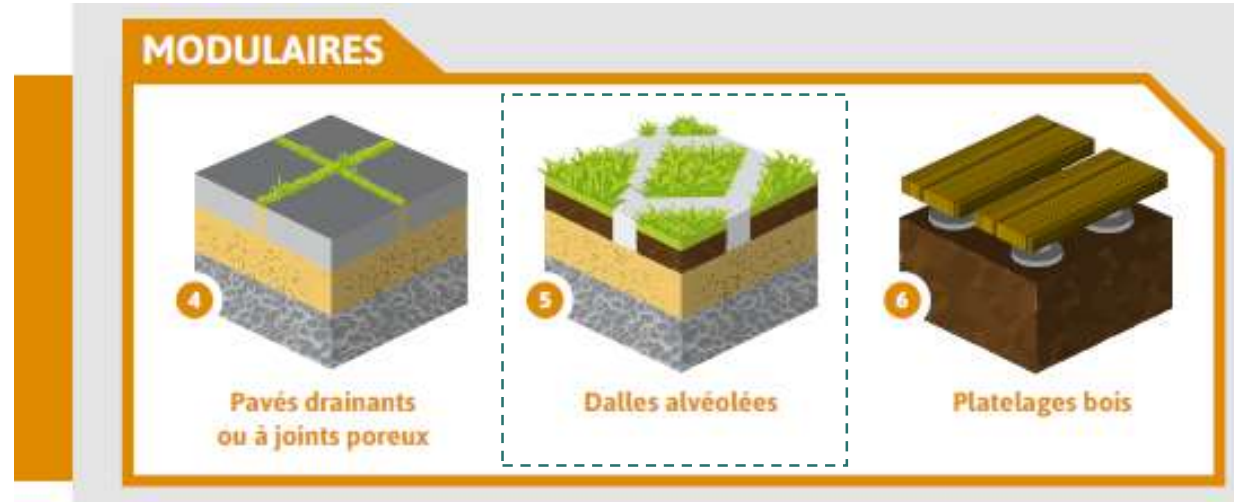
Pavés à ouverture de drainage

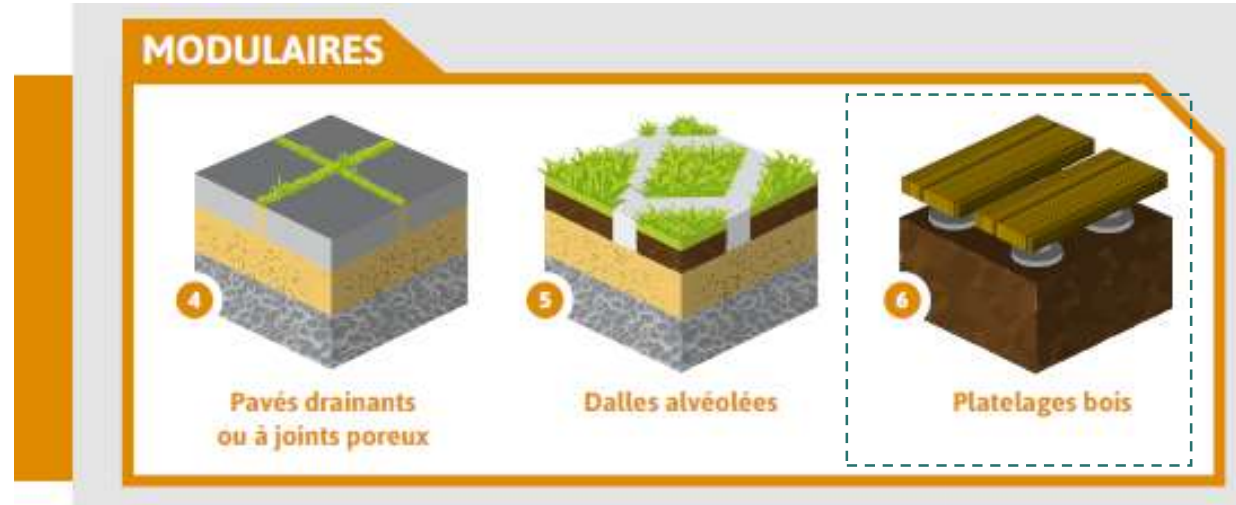


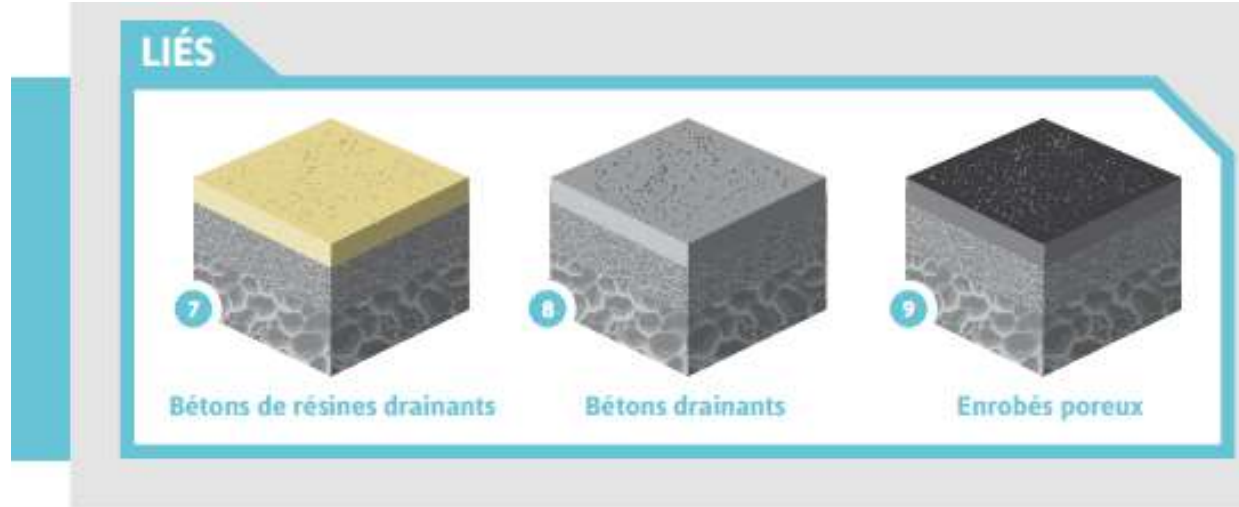
Pavés à joints poreux (pavés munis d'écarteurs)



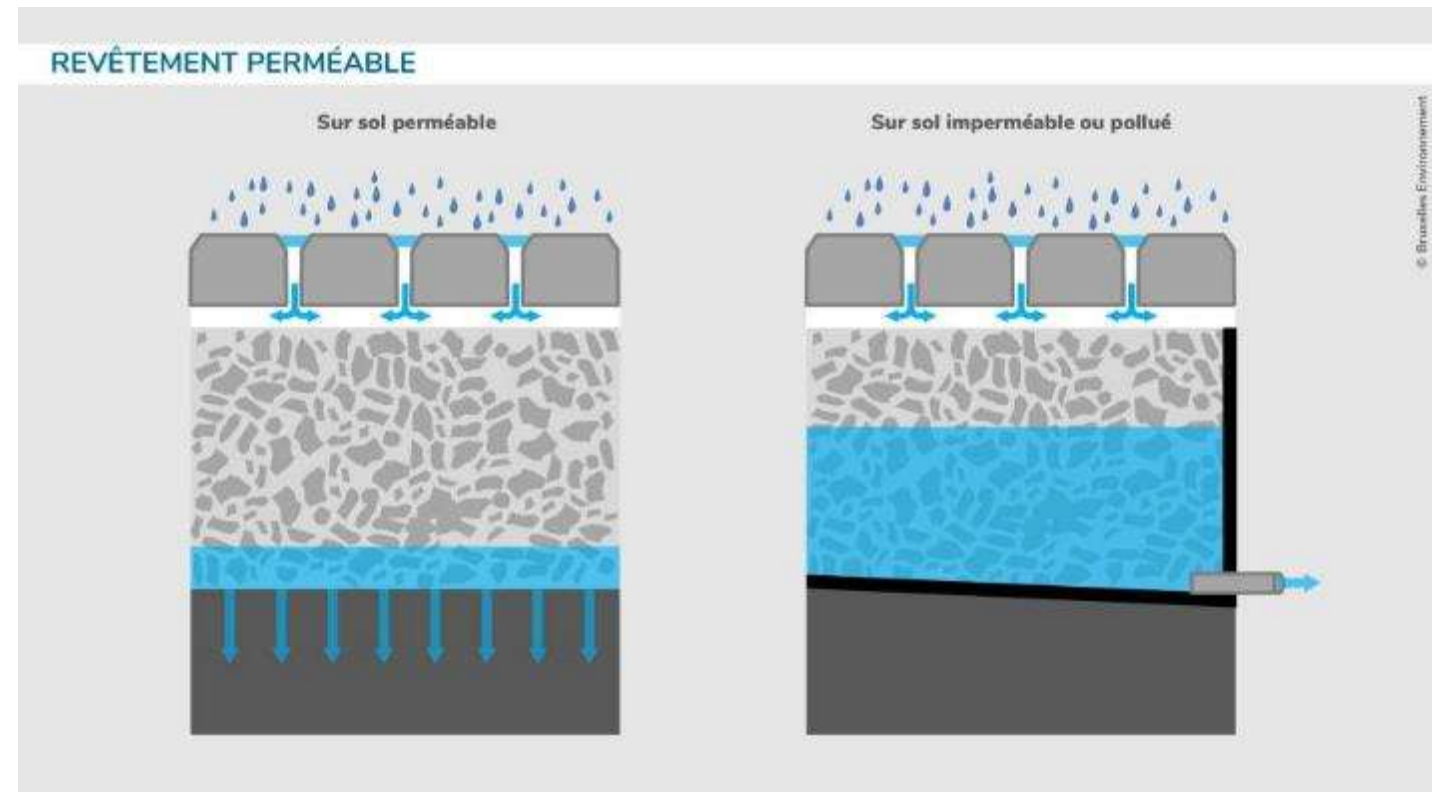
Pavés drainants







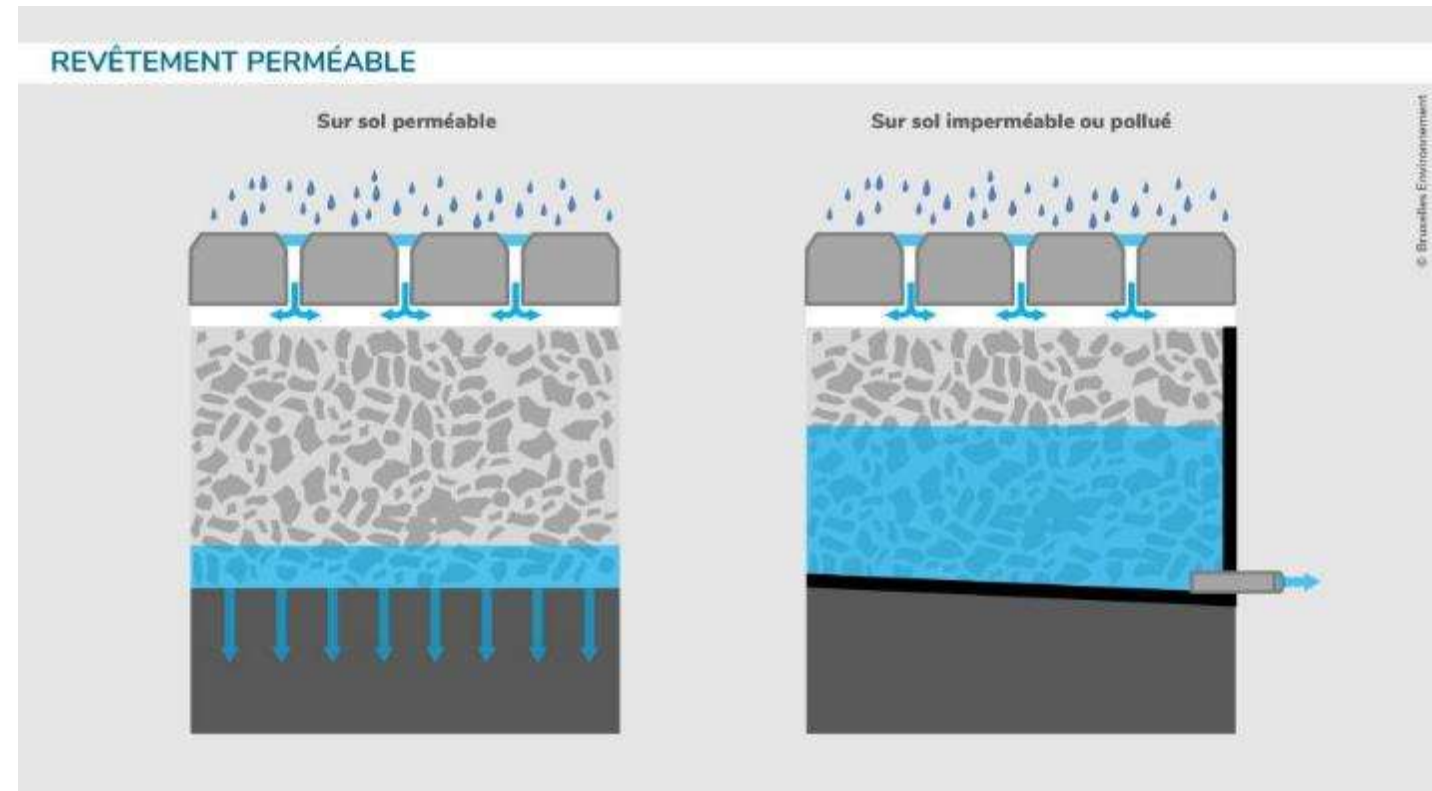
- Perméabilité du revêtement :
 - Coefficient de perméabilité (en m/s)
 - Débit d'infiltration (en L/m²/s)
- Couche de fondation :
 1. Rôle sur la portance et la résistance à la compression
 2. Rôle tampon sur l'écoulement des eaux pluviales
- Ecoulement des eaux : verticalement après la couche de fondation ou horizontalement à la base de celle-ci




Fonctionnement des revêtements perméables : possibilité de mettre en place ces types de revêtements même sur sols pollués ou trop peu perméables

- Dalles PVC + pavés : $3 \cdot 10^{-2}$ m/s (108 000 mm/h)
- Béton de résine : 10^{-3} m/s (3600 mm/h)
- Dalles gazon : $3 \cdot 10^{-3}$ m/s (10 800 mm/h)
- Pavés poreux : $5,4 \cdot 10^{-5}$ m/s (194 mm/h)

Pour rappel :
Pluie de référence à Paris (16mm)
Pluie d'orage (80 à 100mm)



Comparaison à prendre avec des pincettes car la couche de fondation a une perméabilité moindre et se sature au fur et à mesure de la pluie



Mise en œuvre et entretien

Anatomie et mise en œuvre d'un revêtement perméable 20

Etude de sol préalable

Décaissement/terrassement

Pose de drain (facultatifs), en général si la perméabilité est $< 10^{-6}$ m/s

Préparation du fond de forme (scarification ou compactage)

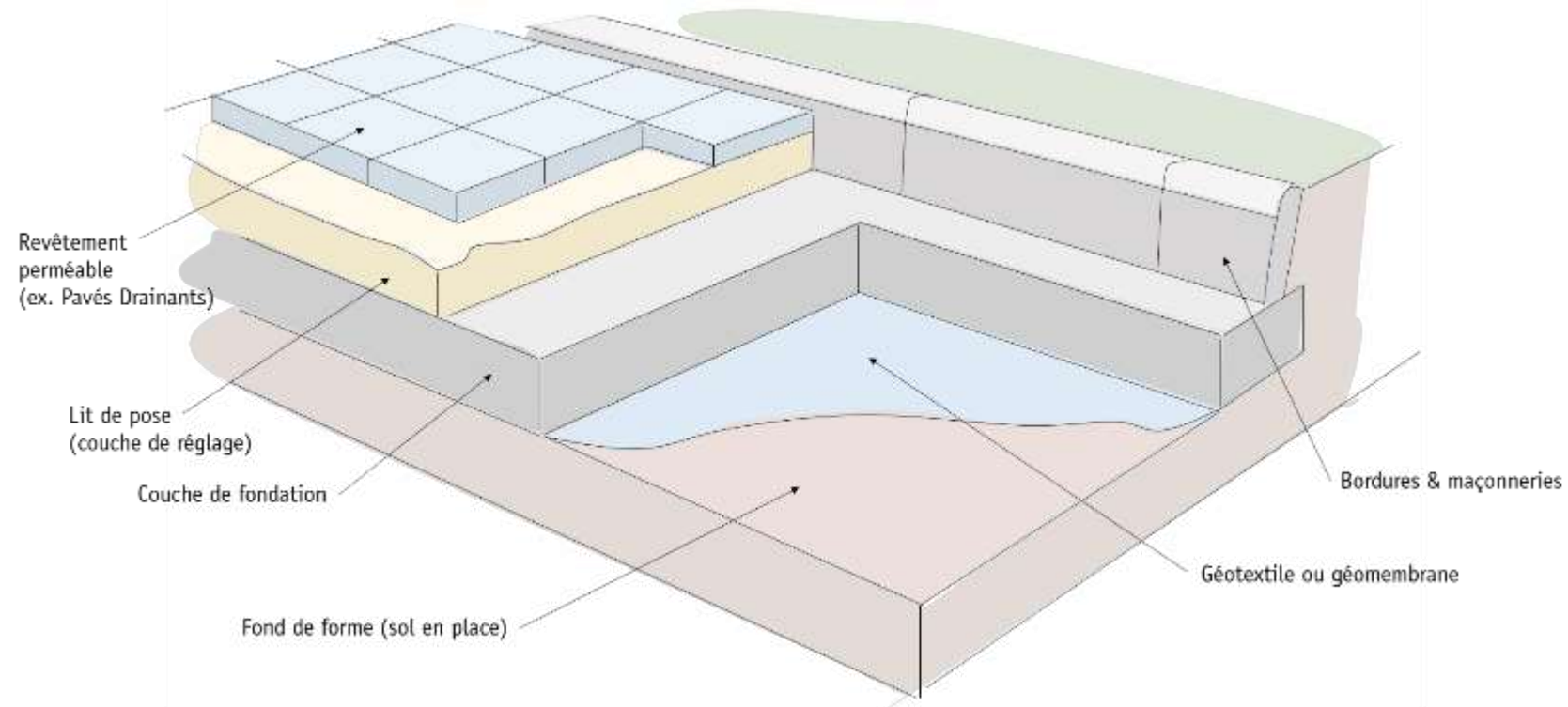
Pose d'un géotextile (ou géomembrane)

Pose et compaction de la couche de fondation

Installation des bordures

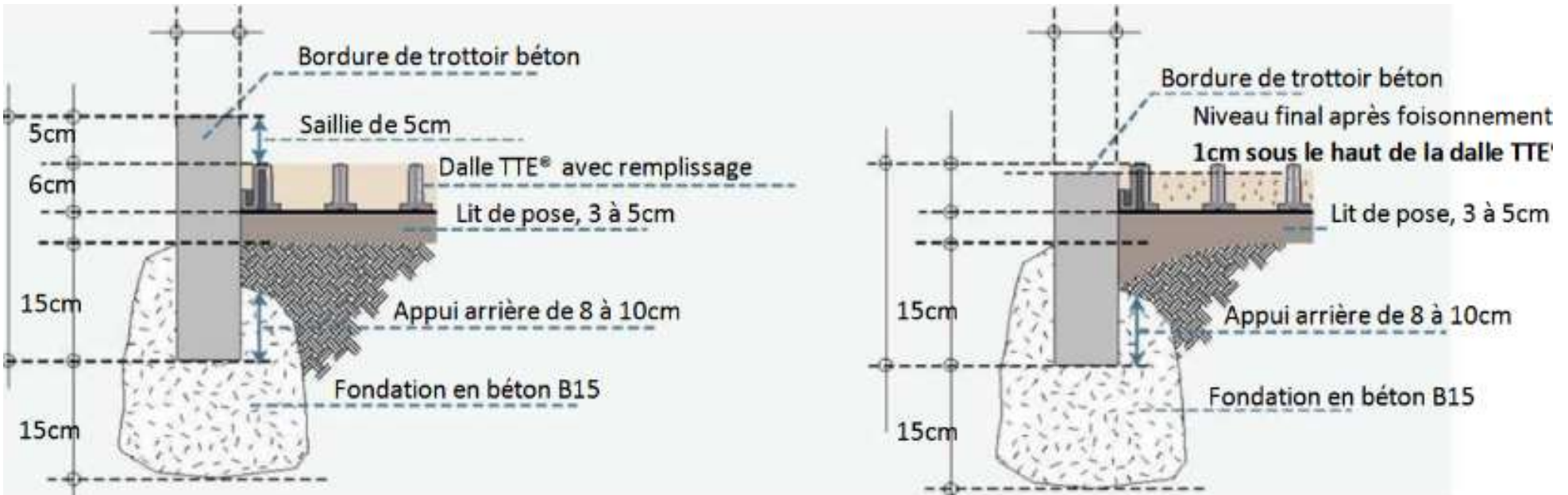
Installation du lit de pose

Pose du revêtement et finitions.



- Vérification de la conformité des commandes et des matériaux (dimension, nature, perméabilité)
- En phase chantier, le contrôle de la génération de poussière qui **risquent d'obstruer le revêtement**
- Eviter de poser certains revêtements en période de gel ou de forte chaleur (difficultés de prise de certains bétons drainants)
- En phase chantier, vérification des écoulements des eaux (contrôle de planimétrie et du nivellement)

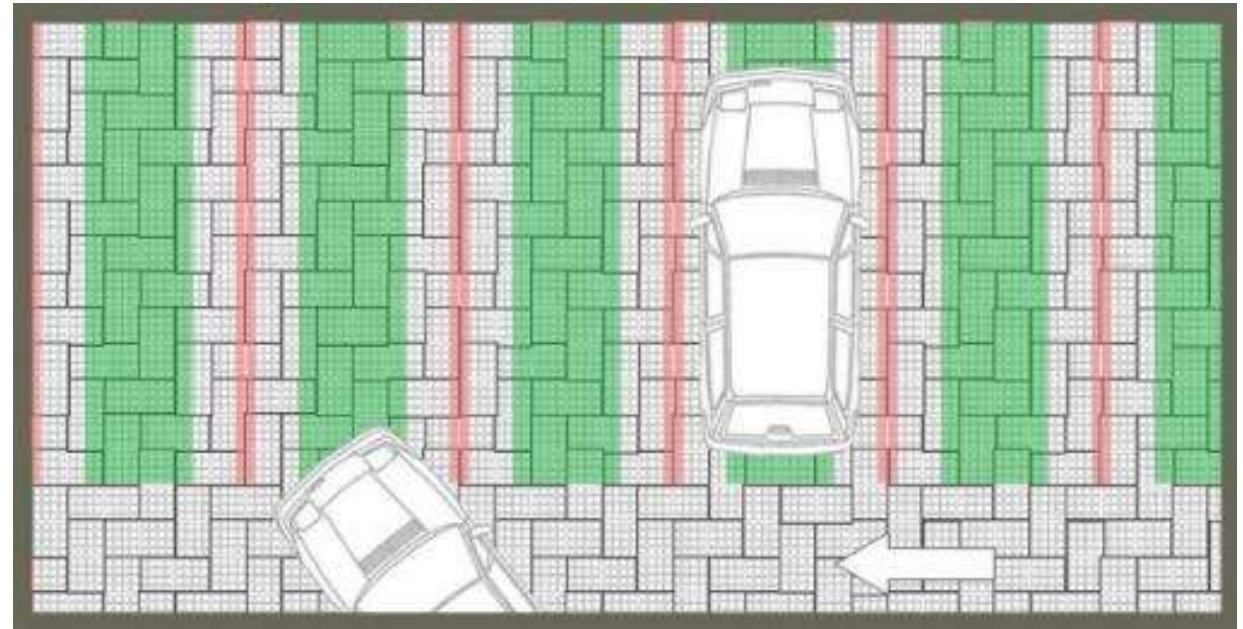
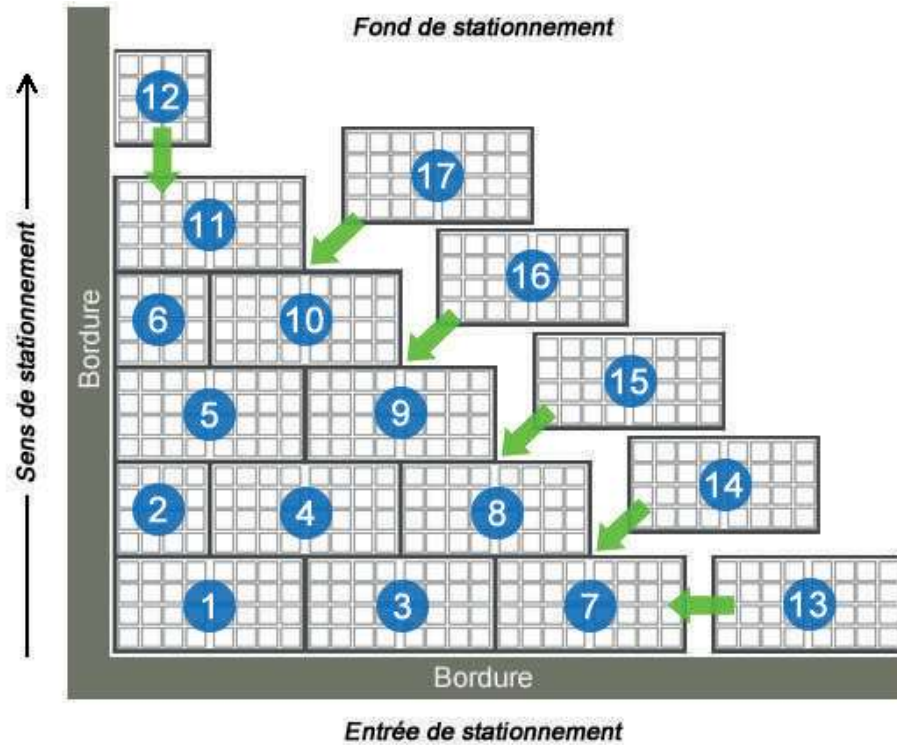




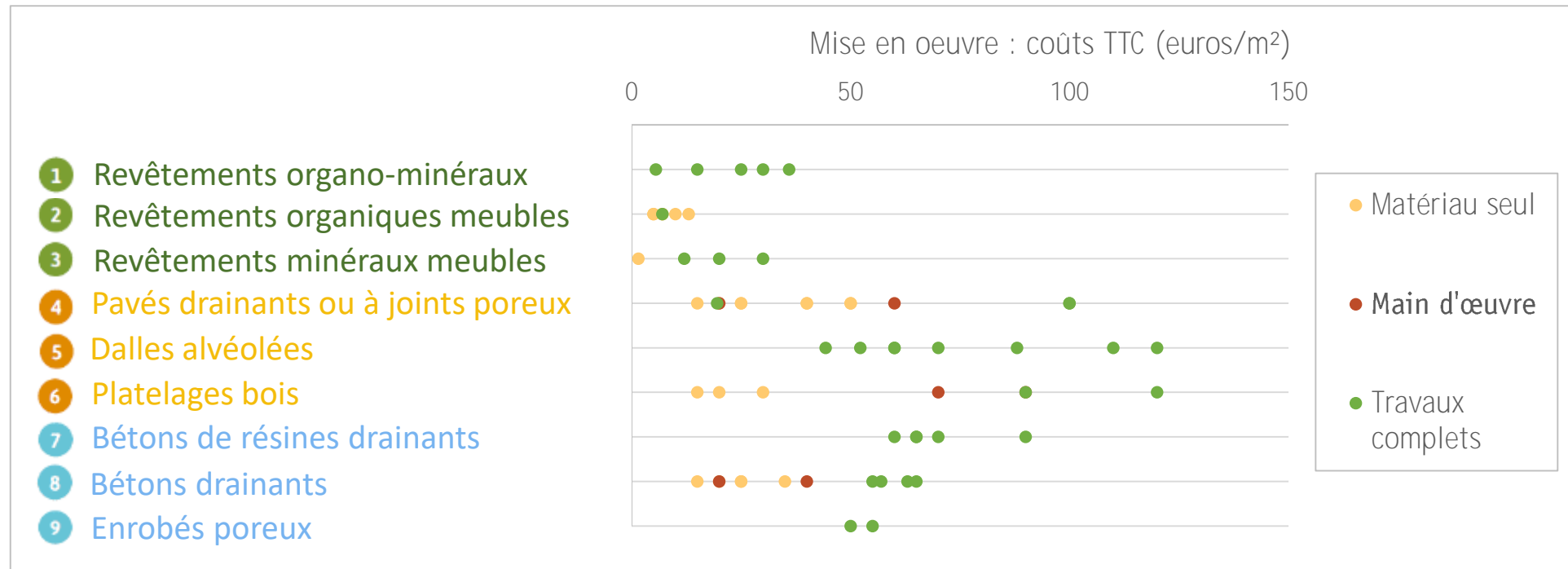
Bordure saillante
(ex : bordure trottoir)

Bordure de passage
(ex : bordure arasée)

Schéma en coupe : règles de calepinage



Exemples de règles de calepinage pour dalles alvéolées



Coûts de mise en œuvre plus élevés pour les revêtements modulaires (mais grande variabilité au sein de cette catégorie)

Prendre en compte l'économie des coûts associés en amortissement, exploitation, maintenance et gestion des réseaux d'assainissement

(déduire environ 35 euros/an/m², source : Douaisis Agglo).

Désherbage : manuel, mécanique ou thermique. Concerne 65% des revêtements observés. Coûts variables (9 à + de 100 euros/m²/an, source : fiches Compamed)

Tonte : poste important en terme de fréquence (2 à 12 par an). Pour les revêtements utilisés en stationnement, la fréquence de tonte peut diminuer car le roulement des pneus de voiture réduit la croissance du couvert enherbé.

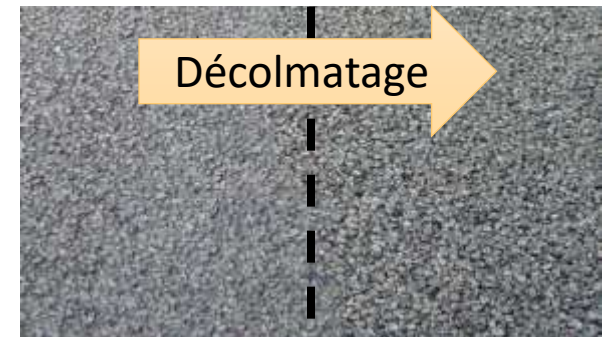
Garnissage/rebouchage : pour les **revêtements non liés** ainsi qu'une partie des **revêtements modulaires** (joints et alvéoles à remplir de temps en temps) ainsi que les **revêtements liés** (pour compléter l'éventuelle apparition d'ornières). Prévoir les coûts d'achat des matériaux (5 à 20 euros du m²), fréquence toutes les 3 à 4 ans.



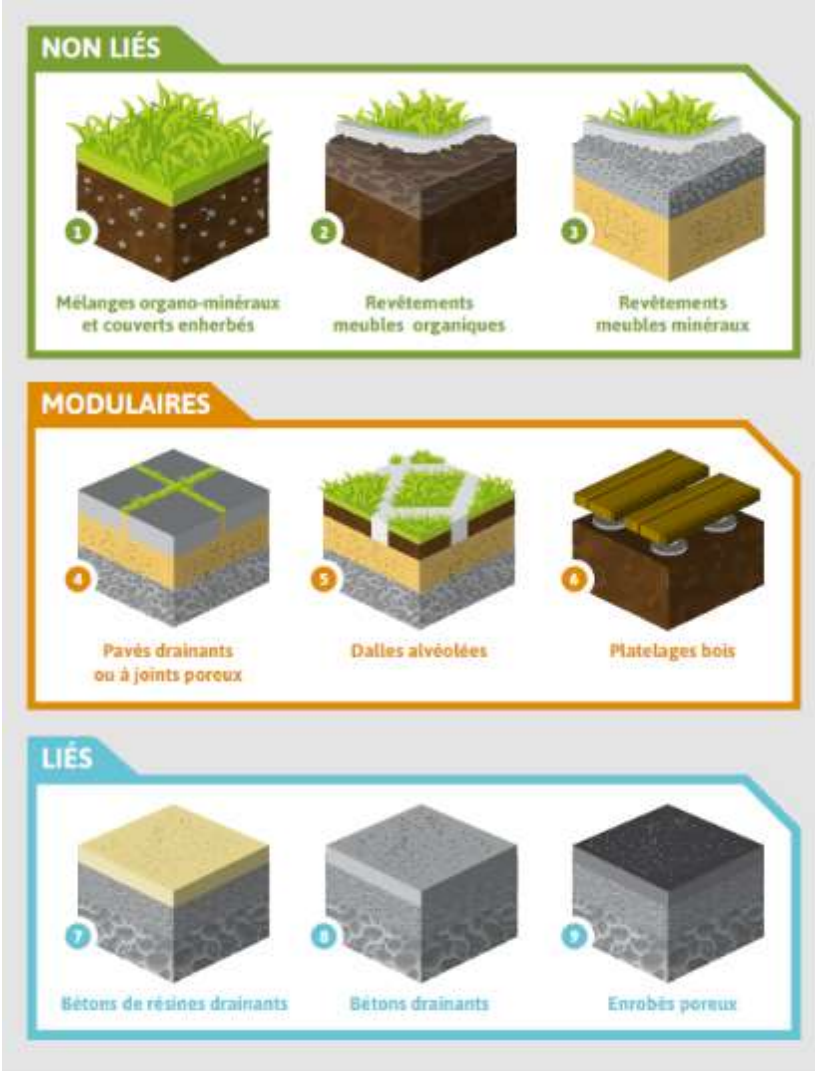
Ratissage/griffage : appliqué sur les **revêtements minéraux**. Permet de niveler la surface et de supprimer les aspérités. En outre, cela permet de retrouver une partie de la perméabilité perdue.

Balayage/soufflage/lavage à haute pression : évacuation des débris en surfaces et nettoyage du revêtement souillé (élimination également de traces de mousses). Intensité et puissance doivent être raisonnés pour ne pas endommager le revêtement et les joints (cas des platelages et des pavés par exemple)

Décolmatage par pression/aspiration : réservé aux **revêtements liés**. Action d'injecter de l'eau sous pression puis d'aspirer le sédiment décollé (attention à la gestion des déchets générés).



Entretiens : bilan pour l'ensemble des revêtements



Type de revêtement	Désherbage	Semis	Balayage/nettoyage haute pression	Garnissage/rebouchage	Tonte	Ratissage/hersage	Pression aspiration
1	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗
2	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗
3	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✗
4	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓
5	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗
6	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗
7	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗
8	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓
9	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓

The image shows a close-up view of a permeable pavement joint. The joint is filled with a dense growth of green grass and moss. The grass blades are long and thin, while the moss is shorter and more clumpy. The overall appearance is that of a well-maintained, vegetated permeable pavement system.

Végétalisation des revêtements perméables



Revêtements organo-minéraux/végétalisés

- Mélanges de graminées (Poacées) et de vivaces
- Semé et/ou spontané selon les itinéraires techniques employés (le roulement des pneus de voiture peut ralentir la croissance des plantes et économiser des tontes)
- Tontes à prévoir (ex : 4 à 12 fois par an) selon les besoins et un désherbage selon les modalités
- Choix des végétaux doit prendre en compte le roulement des véhicules et le tassement



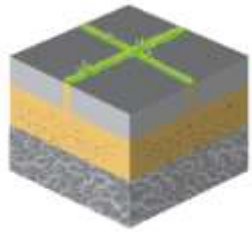
Ex : gravier avec couvert spontané



Ex : Erigeron canadensis



Ex : zone de stationnement avec semis



Pavés à joints poreux/pavés poreux



Dalles alvéolées végétalisées



- Graminées (Poacées) semées puis espèces spontanées tolérées, choix de vivace possibles (thym, sedum, sagine, hexine).
- **Végétaux qui peuvent se propager, avec rendu dense et des racines fines.** Ils doivent aussi s'adapter au faible volume de substrat en surface et présenter un port court.
- **Entretien doit prévoir des tontes et du désherbage (moins régulièrement selon l'affluence et la météo) et un regarnissage régulier (joints ou terre de remplissage).**

- Important d'intégrer l'évolution du couvert : hétérogénéité et dépérissement en période de sécheresse (possibilité toutefois que le couvert reprenne dès les premières pluies)
- Privilégier des espèces qui peuvent supporter les conditions difficiles de culture (faible volume de substrat, faible fertilité, piétinement)
- Retrait de la terre dans les alvéoles (contrôle en amont, risque accrue si trop de matière organique)



Evolution irrégulière d'un couvert végétal au sein de dalles alvéolées



Couvert desséché en été

Graminées



Fétuque



Lolium



Thym serpolet

Vivaces tapissantes
de milieu sec



Saponaire

Vivaces
tapissantes



Sagine subulée




hexine

Plantes
d'ombre




Isotoma fluviatilis

Plante & Cité
Ingénierie de la nature en ville



**REVÊTEMENTS PERMÉABLES
DES AMÉNAGEMENTS URBAINS : TYPOLOGIE
ET CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES**

Avec le soutien financier de :



Eléments de contexte

POURQUOI ce guide ?

Problématiques liées à la gestion de l'eau : généraliser la gestion des eaux à la source

Aujourd'hui, plus de 80% de la population française vit en ville. Avec cette population, le milieu urbain est un milieu fortement urbanisé où l'eau n'est ni de son compte. Cette conjonction fait que l'usage des sols se fait principalement pour du béton et de la source à destination d'espaces verts et végétalisés, caractéristiques d'un bon cadre de vie. Pourtant, les bâtiments à forte densité de population développés jusque dans les années 2000 ont souvent été conçus sans penser à la gestion de l'eau à la source et à l'écoulement des eaux pluviales.

Avec l'intensification de cette urbanisation accélérée – source même plus rapide que l'accroissement démographique mondial – les défis sont :

- l'insécurité des eaux vers des zones comme qui engendrent la saturation des réseaux en période de fortes pluies (parfois généralisée des zones urbaines, les réseaux conçus pour être très capotés, l'écoulement est limité) ;
- la multiplication des risques sanitaires liés à la pollution des eaux pluviales et à la pollution des eaux de surface par les eaux de ruissellement ;
- l'impact climatique des sols qui réduit également la résilience d'accueil de la végétation et de pollution et la contribution de l'ombre verte au bien-être. Avec le rôle de la biomasse végétale à l'échelle mondiale, les conditions de participation à l'accueil d'une biodiversité en milieu urbain.

Depuis les années 2000, on assiste à un intérêt vers un mode de gestion de la source. Au lieu d'écouler les eaux vers les collecteurs, on réfléchit en termes de gestion des eaux pluviales. Des ouvrages sont dédiés à cela, comme les toitures végétalisées, tranchées d'infiltration ou bassins de rétention, la perméabilité notamment :

- De gérer les réseaux existants, tant en termes de volume qu'en termes de qualité, voire en termes de pollution, de rôle d'infiltration et de rétention des polluants dans les eaux d'infiltration et/ou de ruissellement ;
- De gérer en termes de rôle et de qualité des eaux pluviales, d'écoulement, d'infiltration, de rôle d'infiltration et de rétention des polluants, de rôle d'infiltration et de rétention des polluants, de rôle d'infiltration et de rétention des polluants ;
- De réfléchir les eaux pluviales vers les aménagements en place pour bénéficier d'un paysage et offrir une meilleure résilience des sols en termes de rétention ;
- D'offrir un confort de vie en réduisant les effets des sols de l'habitat urbain, des ouvrages de gestion des eaux pluviales.

Plusieurs de problèmes liés à la gestion de l'eau à la source sont abordés dans ce guide :

- garantir une certaine protection des sols urbains ;
- offrir l'aspect paysage et bien-être urbain tout en favorisant le réseau de l'eau en ville.

Parmi ces solutions, les revêtements perméables sont apparus comme permettant de combler les besoins des sols, des ouvrages de gestion des eaux pluviales et de ville et support pour la biodiversité, l'ombre verte et l'écoulement des eaux pluviales.

L'écoulement et la performance des revêtements perméables dans le temps est sujet d'étude car la construction et les sols urbains sont différents et ont des caractéristiques. Les revêtements perméables peuvent être alors de toutes les présentations d'emploi des revêtements perméables et de leur rôle, leur rôle et leur rôle.

La présente note vise à servir comme un guide technique pour les différents intervenants de la source et de l'écoulement des revêtements perméables.

Que contient ce guide ?

Ce guide présente la problématique d'écoulement des revêtements perméables et traite les questions connexes liées à un travail d'écoulement des eaux pluviales et de la gestion des eaux pluviales. Les revêtements perméables sont présentés à travers la conception d'ouvrages, l'écoulement des revêtements perméables jusqu'à leur utilisation. Les éléments présentés permettent de mieux appréhender les différents intervenants pour la gestion des eaux pluviales et de faciliter leur emploi dans les villes.

L'ensemble des revêtements perméables est traité présent via une typologie en fonction de leur utilisation.

À qui s'adresse ce guide ?

- Aux collectivités pour connaître les solutions alternatives de traitement des eaux pluviales et de végétalisation des villes ;
- Aux bureaux d'études pour améliorer la conception technique des revêtements perméables et pour la base de connaissance pour la conception de futurs travaux d'aménagement ;
- Aux entreprises de paysage à gestionnaires d'espaces verts pour connaître les besoins des revêtements perméables et pour la base de connaissance pour la conception de futurs travaux d'aménagement ;
- Aux paysagistes, concepteurs architecturaux, paysagistes, intervenant sur la partie de conception pour concevoir des aménagements durables et intégrer la question de la gestion des eaux pluviales à la source qui sera de plus en plus sollicitée dans les années à venir.

Plante & Cité | Bâtiments perméables | Janvier 2022

Plante & Cité
Ingénierie de la nature en ville

**REVÊTEMENTS PERMÉABLES
DES AMÉNAGEMENTS URBAINS : TYPOLOGIE
ET CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES**

Avec le soutien financier de : **Val'hor** (la région française de la ville) et **OFB** (Office Français de la Biodiversité)

Descriptif des revêtements (9 fiches)

Les revêtements meubles minéraux

Composition

Fonctions et usages

Mixte au gravier

Présenté en 4 pages

Dalles alvéolées

Composition

Fonctions et usages

Mixte au gravier

Présenté en 4 pages

Enrobés poreux

Composition

Fonctions et usages

Présenté en 4 pages

Plante & Cité | 3 rue des Écoles | Paris Cedex 13 | 75013 Paris | France | 2022

Plante & Cité | 3 rue des Écoles | Paris Cedex 13 | 75013 Paris | France | 2022

Plante & Cité | 3 rue des Écoles | Paris Cedex 13 | 75013 Paris | France | 2022



Merci de votre attention