



LE BÉTON DRAINANT

Cédric LE GOUIL

CIMbéton – France Ciment





LA PROBLÉMATIQUE



LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

❑ Problématique: **elle n'est pas nouvelle.**
Mais, elle s'aggrave !!

- Démographie en augmentation,
- Extension urbaine,
- Imperméabilisation croissante,
- Dérèglement climatique.

❑ Conséquence : **difficulté croissante à gérer des phénomènes pluvieux plus fréquents** et plus intenses : inondations, dégradation des biens, mise en danger des personnes, pollution, etc.



2/3 des communes déclarées à **risque d'inondation** par débordement de cours d'eau.

Entre **1982 et 2020**, les inondations ont représenté **21,6 milliards** d'euros de dommages.



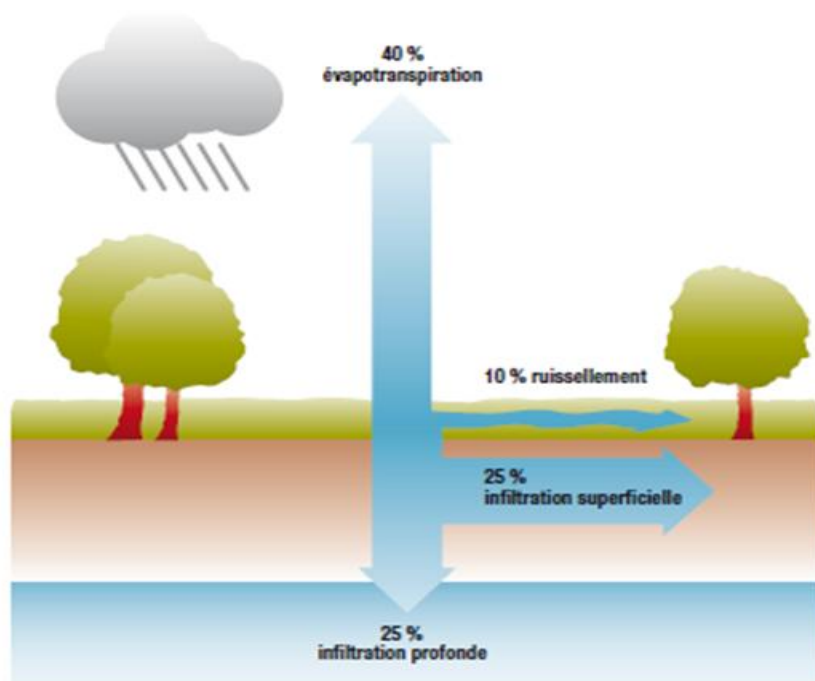


LA CAUSE DU PROBLÈME

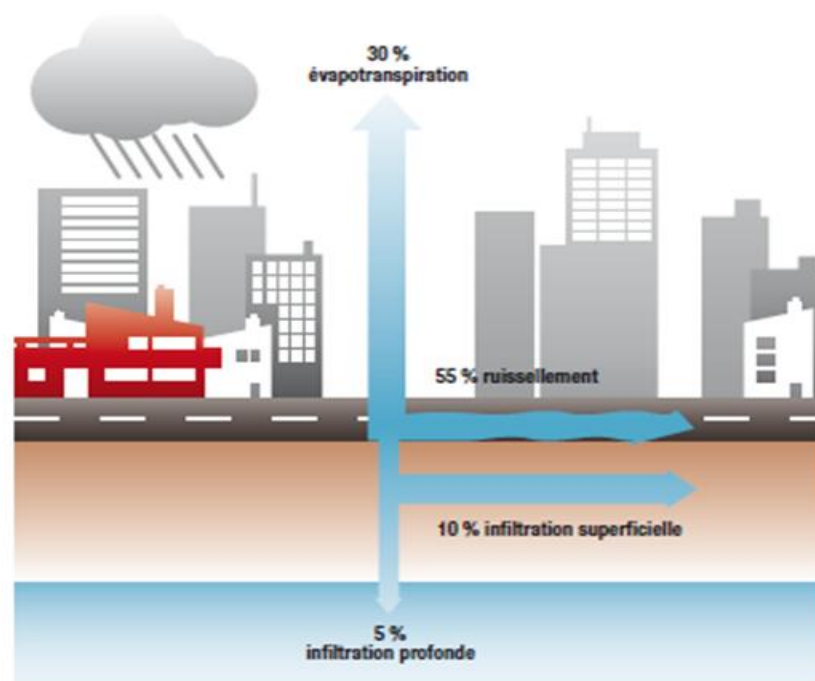


L'IMPERMÉABILISATION DES SOLS

- ❑ En Europe, plus de 500 km² sont urbanisés chaque année.
- ❑ En conséquence, le cycle hydrologique est totalement modifié.



Zones rurales



Zones urbaines



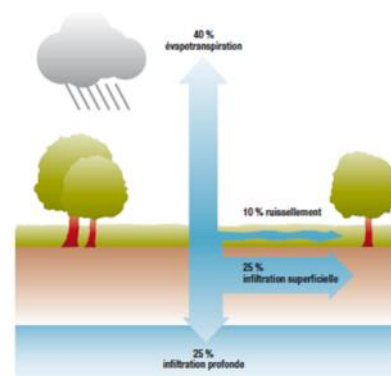


LA SOLUTION

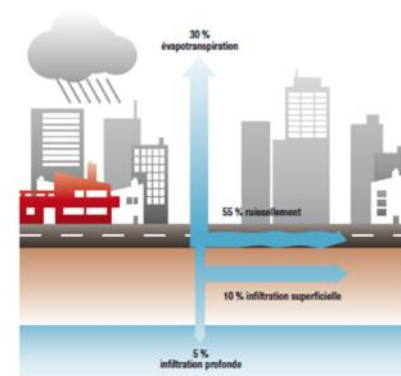


PRENDRE LE PROBLÈME À LA SOURCE

- ❑ Le cycle de l'eau doit être le même après urbanisation qu'il était avant.
- ❑ Les mots clés doivent être : **infiltration, stockage, réutilisation et retard ...**
- ❑ Chaque goutte d'eau doit être gérée là où elle tombe.
- ❑ Les **solutions doivent être pensées localement** :
 - En fonction de la nature de la surface : toiture, voirie, parking, etc.
 - En fonction de la trame urbaine : centre-ville, zone d'activité, zone résidentielle, ...



Zones rurales



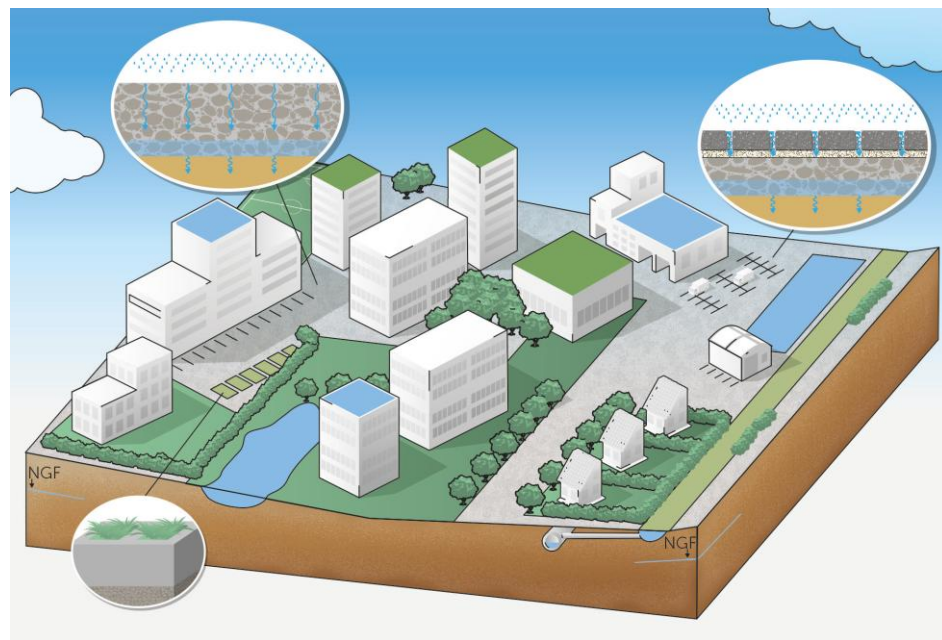
Zones urbaines



LES TECHNIQUES

La boîte à outils des techniques alternatives

- ☐ Les espaces arborés et végétalisés
- ☐ **La tranchée drainante**
- ☐ Le puits d'infiltration
- ☐ **La chaussée à structure réservoir**
- ☐ **Les revêtements perméables**
- ☐ La noue
- ☐ La toiture verte
- ☐ L'espace vert inondable
- ☐ Les bassins
- ☐ La récupération/utilisation des eaux pluviales
- ☐ ...

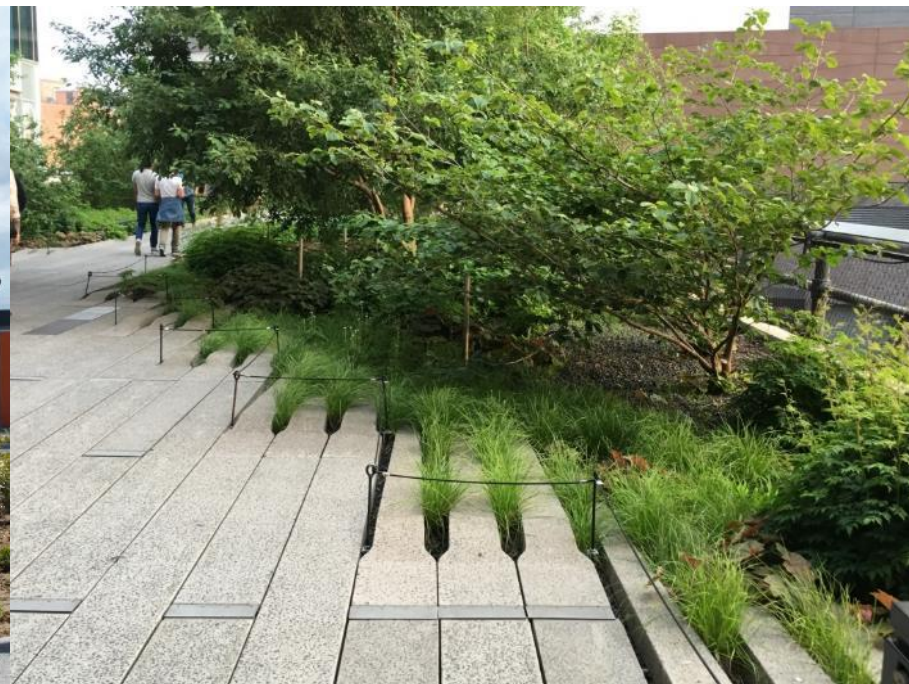


LA TOITURE VÉGÉTALISÉE



LA PROBLÉMATIQUE | LA CAUSE DU PROBLÈME | **LA SOLUTION** | LUTTER CONTRE L'IMPERMÉABILISATION DES SOLS LES INCITATIONS | LES REVÊTEMENTS EN BÉTON DRAINANT | INTÉRÊTS ET DOMAINES D'EMPLOI DES REVÊTEMENTS DRAINANTS | BIBLIOGRAPHIE

AMÉNAGEMENT EN BÉTON COUPLÉ AVEC UNE NOUE





LUTTER CONTRE L'IMPERMÉABILISATION DES SOLS. LES INCITATIONS



LE CADRE RÉGLEMENTAIRE ET LES INCITATIONS FINANCIÈRES

- ❑ Les **Agences de l'eau**, programme « Sauvons l'eau ! » → **partenaires financiers** des projets
Subventions pour désimperméabiliser : favoriser infiltration et déconnexion réseaux.
- ❑ Une incitation réglementaire
 - **Arrêté du 21 juillet 2015 relatif aux systèmes d'assainissement collectif** : Favorise la gestion à la source des eaux pluviales.
 - **Décret du 29 décembre 2015 relatif à la modernisation des Plans Locaux d'Urbanisme** : Impose une surface minimale non imperméabilisée ou éco-aménageable d'un projet.
 - **Loi du 20 juillet 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages** : Pour les projets de type ZAC, drive... les **nouveaux bâtiments** seront autorisés s'ils intègrent sur les **aires de stationnement, des revêtements de surface, des aménagements hydrauliques ou des dispositifs végétalisés** favorisant la **perméabilité et l'infiltration des eaux pluviales** ou leur évaporation et préservant les fonctions écologiques des sols.
- ❑ **Projet 2017 « Oasis » ville de Paris** : **cours d'école** végétalisés et désimperméabilisés
- ❑ **Plan « 5000 terrains de sport »** lancé en 2021 pour financer **terrains extérieurs multisports**
- ❑ ...





LES REVÊTEMENTS EN BÉTON DRAINANT



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DES BÉTONS DRAINANTS ET DES BÉTONS POREUX

Les revêtements en béton drainant (ou poreux) constituent d'excellentes surfaces perméables. Le béton drainant (ou poreux) est un matériau dit « à structure ouverte » car il possède un pourcentage élevé de vides communicants (dus à sa granulométrie et sa faible teneur en sable) qui permet à l'eau de le traverser aisément.

Grâce à sa perméabilité, le béton drainant (ou poreux) permet à l'eau de pluie de rejoindre le sol sous-jacent ou le réseau et constitue donc un excellent moyen de gérer les eaux de ruissellement.

15-30% vides





INTÉRÊTS ET DOMAINES D'EMPLOI DES REVÊTEMENTS DRAINANTS



INTÉRÊT DES REVÊTEMENTS DRAINANTS

Les matériaux et surfaces perméables présentent l'intérêt de pouvoir atténuer les effets de l'imperméabilisation des sols. Ils contribuent à :

- ❑ Maintenir la connexion entre la surface du revêtement et le sol support → **végétation**
- ❑ Réduire le ruissellement et accroître l'infiltration des eaux pluviales dans les sols sous-jacents. Il est ainsi possible de:
 - **Réduire les coûts de traitement de l'eau ($\approx 50\text{-}60\text{€}/\text{m}^2$ minimum), ainsi que les risques d'inondation et d'érosion par l'eau,**



**Pluies extrêmes en
France métropolitaine**



→ Jusqu'à **2 Litres / m² / minute**

→ (= 60 mm / 30 minutes)

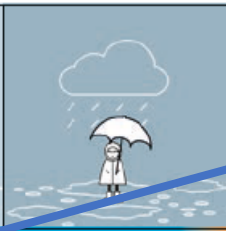
<http://pluiesextremes.meteo.fr/france-metropole/Intensite-de-precipitations.html>



INTÉRÊT DES REVÊTEMENTS DRAINANTS

→ Pluies < 10 mm = 80-90% pluviométrie annuelle

→ Pluies fortes / extrêmes
De + en + fréquentes

				
PLUVIOMÉTRIE	Pluies faibles, très fréquentes	Pluies moyennes à fortes	Pluies fortes à très fortes	Pluies extrêmes
Valeurs indicatives	≤ 15 mm	16 à 25 mm	26 à 50 mm	> 50 mm
SANS DISPOSITIF de revêtement drainant et/ou structure poreuse	Ruissellement Pollution	Ruissellement Pollution Risque de débordement	Ruissellement Pollution Risque d'inondation	Ruissellement Pollution Risque d'atteinte à la sécurité des personnes et des biens
AVEC DISPOSITIF de revêtement drainant et/ou structure poreuse, pour une épaisseur et une porosité ou perméabilité minimale	Absence de ruissellement Piégeage de pollution Gestion du ruissellement par infiltration	Absence de ruissellement Piégeage de pollution Pas de risque de débordement Gestion du ruissellement par le revêtement drainant et/ou par la fondation poreuse	Absence de ruissellement Piégeage de pollution Fort affaiblissement du risque d'inondation Gestion du ruissellement par le revêtement drainant et par la fondation poreuse	Réduction de la gravité et des conséquences des inondations Épaisseur et porosité ou perméabilité selon étude spécifique de dimensionnement hydraulique et mécanique ⁽¹⁾
<i>(1) Concept de chaussée à structure réservoir</i>				

INTÉRÊT DES REVÊTEMENTS DRAINANTS

Les matériaux et surfaces perméables présentent l'intérêt de pouvoir atténuer les effets de l'imperméabilisation des sols. Ils contribuent à :

- ❑ Maintenir la connexion entre la surface du revêtement et le sol support → **végétation**
- ❑ Réduire le ruissellement et accroître l'infiltration des eaux pluviales dans les sols sous-jacents. Il est ainsi possible de:
 - **Réduire les coûts de traitement de l'eau ($\approx 50\text{-}60\text{€}/\text{m}^2$ minimum), ainsi que les risques d'inondation et d'érosion par l'eau,**



**Pluies extrêmes en
France métropolitaine**



→ Jusqu'à **2 Litres / m² / minute**

→ (60 mm / 30 minutes)

<http://pluiesextremes.meteo.fr/france-metropole/Intensite-de-precipitations.html>



**Drainabilités bétons
entre 100 à 300
Litres / m² / minute**



INTÉRÊT DES REVÊTEMENTS DRAINANTS

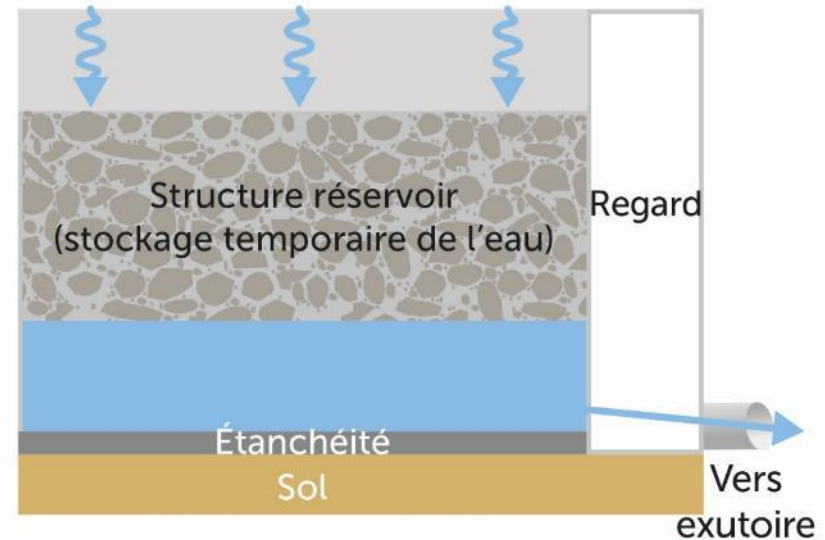
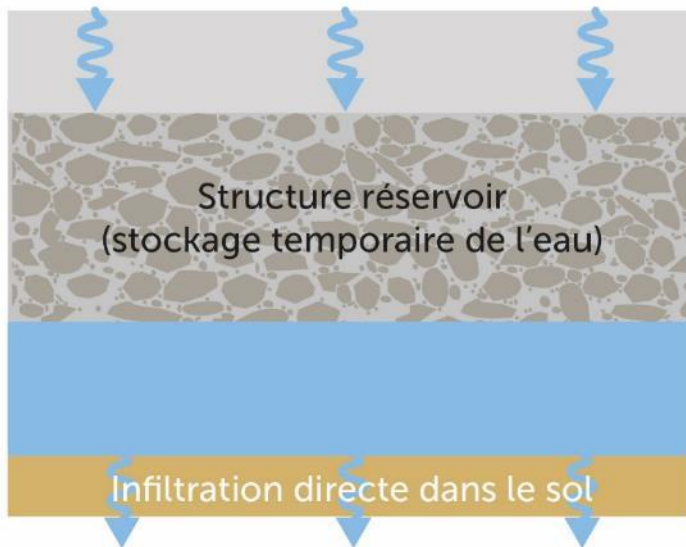
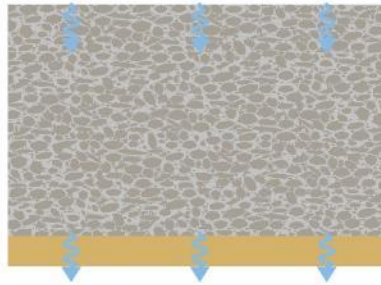
Les matériaux et surfaces perméables présentent l'intérêt de pouvoir atténuer les effets de l'imperméabilisation des sols. Ils contribuent à :

- ❑ Maintenir la connexion entre la surface du revêtement et le sol support → **végétation**
- ❑ Réduire le ruissellement et accroître l'infiltration des eaux pluviales dans les sols sous-jacents. Il est ainsi possible de:
 - **Réduire les coûts de traitement de l'eau ($\approx 50\text{-}60\text{€}/\text{m}^2$ minimum),** ainsi que les **risques d'inondation** et **d'érosion par l'eau**,
 - **Alimenter les nappes phréatiques**, en favorisant l'infiltration des eaux pluviales
 - **Abaissier la température de l'air** et éviter l'effet îlot de chaleur urbain car, d'une part, la végétation restitue moins de chaleur que les matériaux d'aménagements traditionnels et, d'autre part, les matériaux perméables se prêtent à l'évaporation.

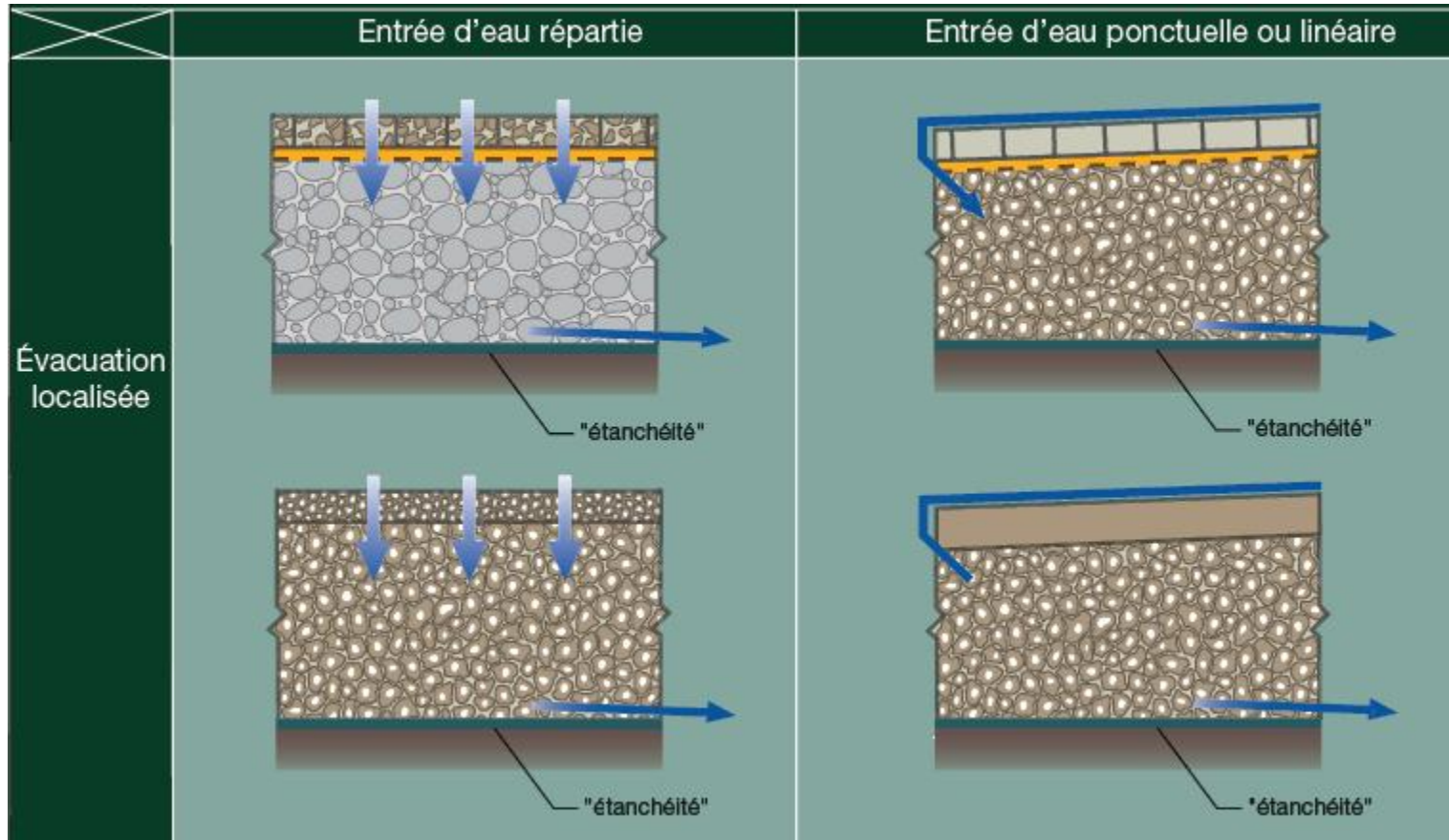
Entre
2 à 5°



LES SOLUTIONS DE REVÊTEMENTS DRAINANTS ET/OU DE STRUCTURES RÉSERVOIR



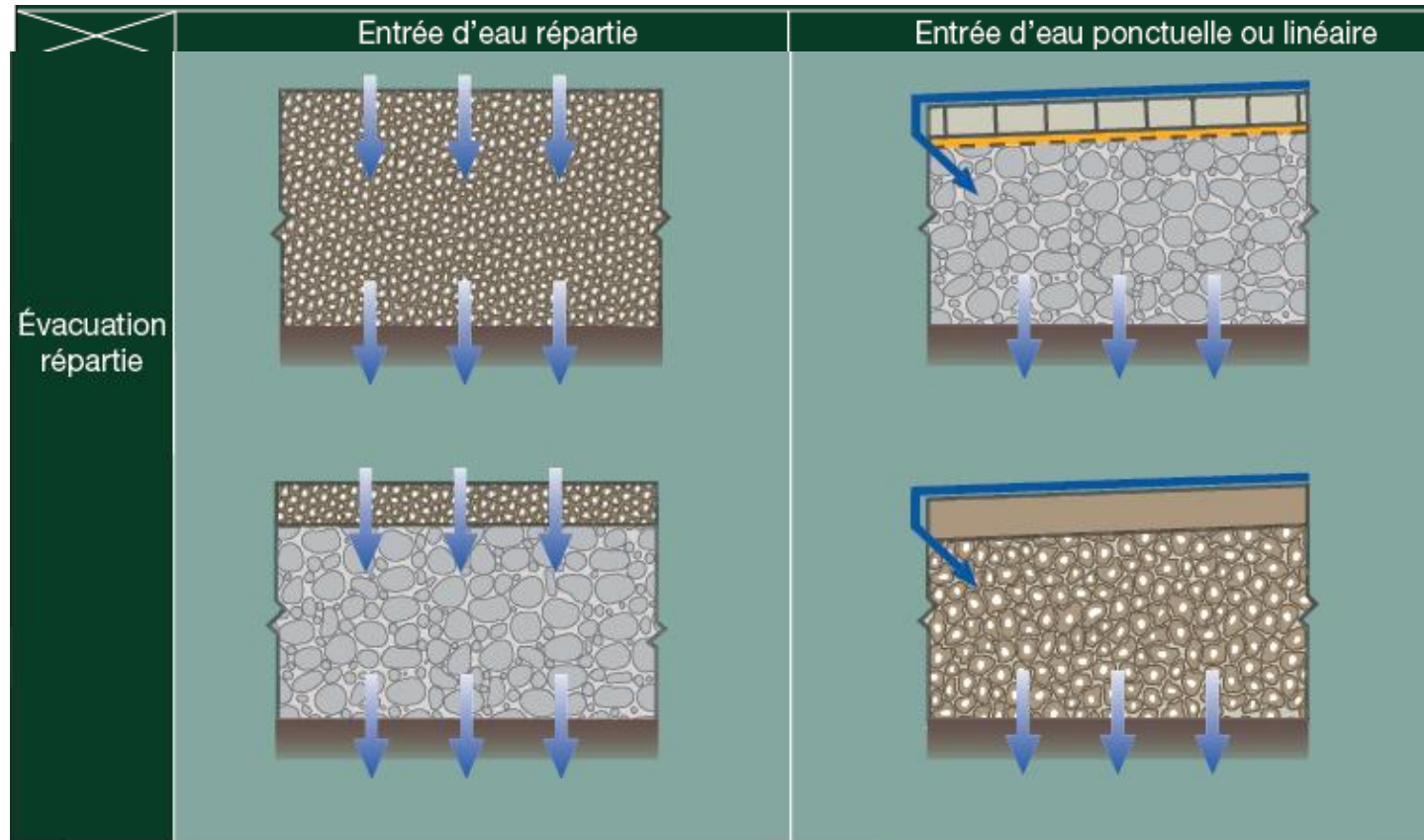
LES SOLUTIONS DE REVÊTEMENTS DRAINANTS ET/OU DE STRUCTURES RÉSERVOIR



- | | | | |
|------------------------|------------------------|---------------------------|-------------|
| Lit de pose géotextile | Pavés béton perméables | Béton drainant | Béton dense |
| Béton poreux | Pavés béton | Grave non traitée poreuse | |



LES SOLUTIONS DE REVÊTEMENTS DRAINANTS ET/OU DE STRUCTURES RÉSERVOIR



Lit de pose géotextile

Béton poreux

Pavés béton

Béton drainant

Grave non traitée poreuse

Béton dense



MISE EN ŒUVRE SPECIFIQUE



MISE EN ŒUVRE SPECIFIQUE → une affaire de spécialistes et d'outils adaptés



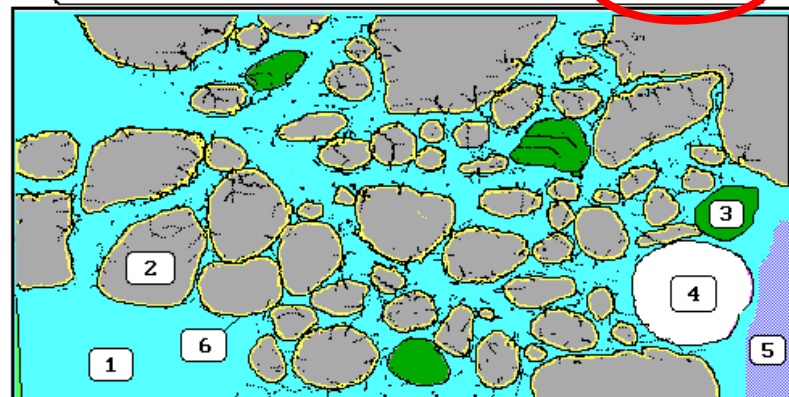
DURABILITÉ « BÉTON » SOUS EAU



DURABILITÉ SOUS EAU

→ une qualité intrinsèque au béton

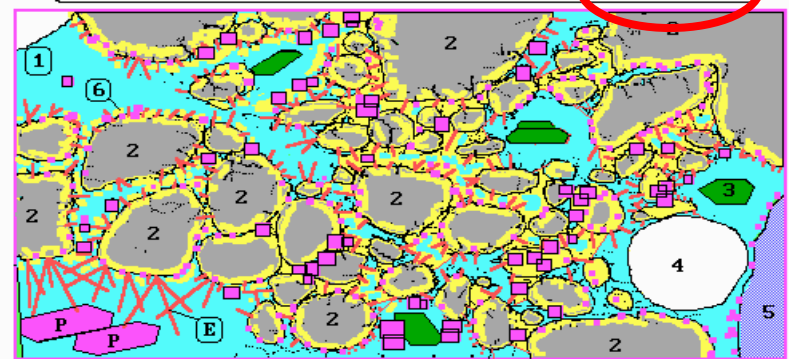
MICROSTRUCTURE DE LA PATE DE CIMENT (t = 1 h.)



5 microns

1 - EAU 3 - GYPSE 5 - SABLE
2 - CLINKER 4 - BULLE 6 - HYDRATES

MICROSTRUCTURE DE LA PATE DE CIMENT (t = 5 h.)



5 microns

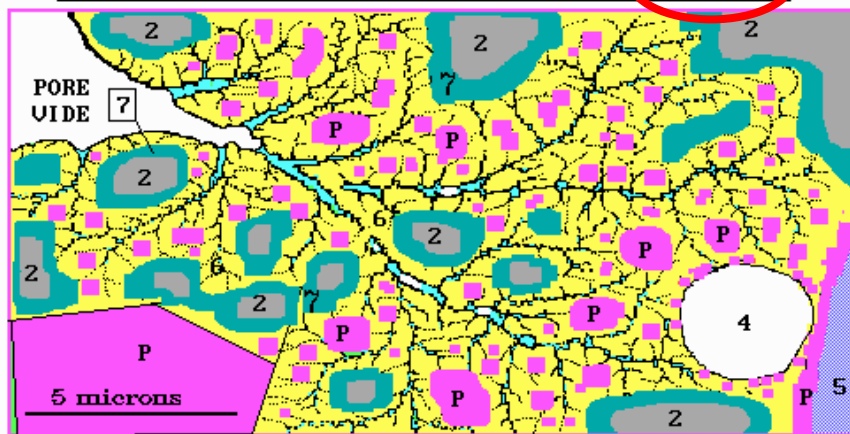
DEBUT DE PRISE

P : PORTLANDITE
E : ETTRINGITE
1 : Eau 4 : bulle
2 : clinker 5 : granulat
3 : gypse 6 : CSH

- Tout au long de sa vie, le béton continue de gagner en performance : réaction hydraulique d'hydratation du ciment.

La formation d'hydrates est à l'origine de la cohésion du matériau et de son augmentation au cours du temps.

MICROSTRUCTURE DE LA PATE DE CIMENT (1 MOIS)



L'hydratation aboutit à l'auto-dessication.
Les pores capillaires se voient peu-à-peu.

7 - hydrate interne moins riche en eau

DURABILITÉ SOUS EAU

→ une qualité intrinsèque au béton



- Tout au long de sa vie, le béton continue de **gagner en performance** : réaction hydraulique d'hydratation du ciment.
- **Conservation normalisée** des éprouvettes de béton : **dans l'eau**, afin d'obtenir des **performances optimales** à 28 jours.

→ Plus le béton est immergé + il est heureux



Béton + Eau



DURABILITÉ

→ une qualité intrinsèque au béton

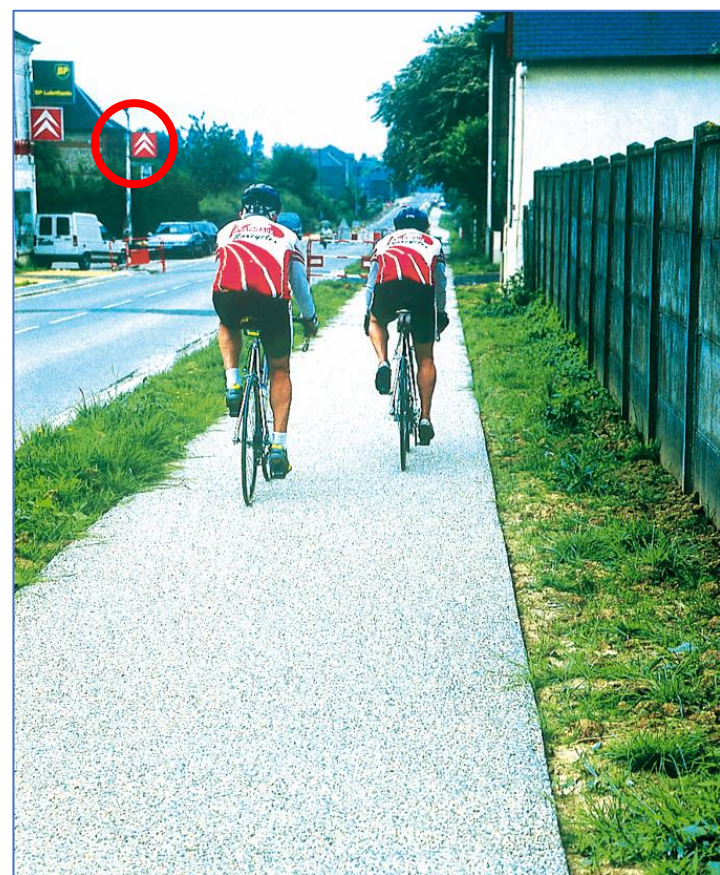


1^{ère} piste cyclable en
béton drainant (officielle)
en 2000
Neuville-Chant-d'Oisel
(76)



DURABILITÉ

→ une qualité intrinsèque au béton



1^{ère} piste cyclable en
béton drainant (officielle)
en 2000
Neuville-Chant-d'Oisel
(76)

- En 2025, on a :
- changé les panneaux,
 - changé les luminaires,
 - nettoyé les clôtures,
 - la route ??
- mais la piste cyclable en
béton drainant est
toujours la même !



DOMAINE D'EMPLOI DES REVÊTEMENTS DRAINANTS → bétons coulés



Pistes cyclables



Parkings



DOMAINE D'EMPLOI DES REVÊTEMENTS DRAINANTS → bétons coulés



Trottoirs
Aménagements publics
Aspects et finitions
sur mesure



Application finition
protection
colorée ton pierre



A photograph of a playground area. In the center is a large, multi-level wooden play structure with slides and climbing areas. To the left of the structure is a red and white target on a stand. To the right is a small figure on a pedestal. The ground is covered in brown mulch. The background features a line of green trees and a clear blue sky. The foreground shows a concrete path with shadows from trees off-camera.

A photograph of a playground structure with a black, wavy, cave-like top and blue, wavy, water-like bottom. The structure is decorated with white stars, green grass, and a small red boat. A vertical pole is in the center.



DOMAINE D'EMPLOI DES REVÊTEMENTS DRAINANTS → bétons coulés

Parcs aquatiques



Terrain sportif / City stade



DOMAINE D'EMPLOI DES REVÊTEMENTS DRAINANTS → bétons coulés



Ecoles



DOMAINE D'EMPLOI DES REVÊTEMENTS DRAINANTS → éléments modulaires

Pavés, dalles, systèmes constructifs, dalles gazon, béton végétalisé





LIMITES D'EMPLOI ??



LIMITES D'EMPLOI ??

LA QUESTION DE L'ENTRETIEN / COLMATAGE

Colmatage : pas un problème béton



LIMITES D'EMPLOI ??

LA QUESTION DE L'ENTRETIEN / COLMATAGE

Colmatage : pas un problème béton / pas un vrai problème

- Contexte ouvrage / évènement : végétaux, poussières, déversement
→ entretien limité ou plus intensif/fréquent
- Colmatage ?



LIMITES D'EMPLOI ??

LA QUESTION DE L'ENTRETIEN / COLMATAGE

Colm

- Cont
- e
- Colm



LIMITES D'EMPLOI ??

LA QUESTION DE L'ENTRETIEN / COLMATAGE

Colm

- Cont
- e
- Colm



LIMITES D'EMPLOI ??

LA QUESTION DE L'ENTRETIEN / COLMATAGE

Colmatage : pas un problème béton / pas un vrai problème

- Contexte ouvrage / évènement : végétaux, poussières, déversement
→ entretien limité ou plus intensif/fréquent
- Colmatage : 1-2 cm superficiel, fines « poreuses » et « non-liées » → toujours perméable



LIMITES D'EMPLOI ??

LA QUESTION DE L'ENTRETIEN / COLMATAGE

Colm

- Cont
- e
- Colm



LIMITES D'EMPLOI ??

LA QUESTION DE L'ENTRETIEN / COLMATAGE

Colmatage : pas un problème béton / pas un vrai problème

- Contexte ouvrage / évènement : végétaux, poussières, déversement
→ entretien limité ou plus intensif/fréquent
- Colmatage : 1-2 cm superficiel, fines « poreuses » et « non-liées » → toujours perméable
- Techniques d'entretien :
 - Saisonnier : privilégier soufflage / aspiration
 - Annuel (1 à 5 ans) : lavage haute pression, avec ou sans aspiration



LIMITES D'EMPLOI ??

LA QUESTION DE L'ENTRETIEN / COLMATAGE

Colmatage : pas un vrai problème

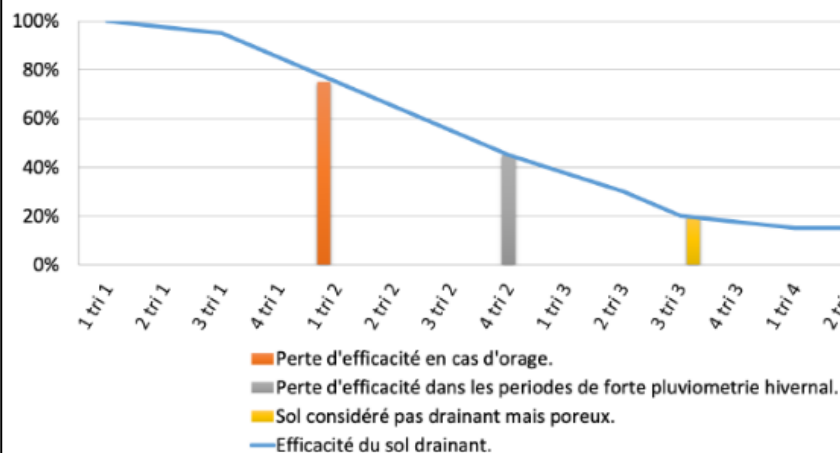
Journée technique VECU 2016 : REX GrandLyon / SPECBEA

Revêtement colmaté
→ perméabilité / 10 environ

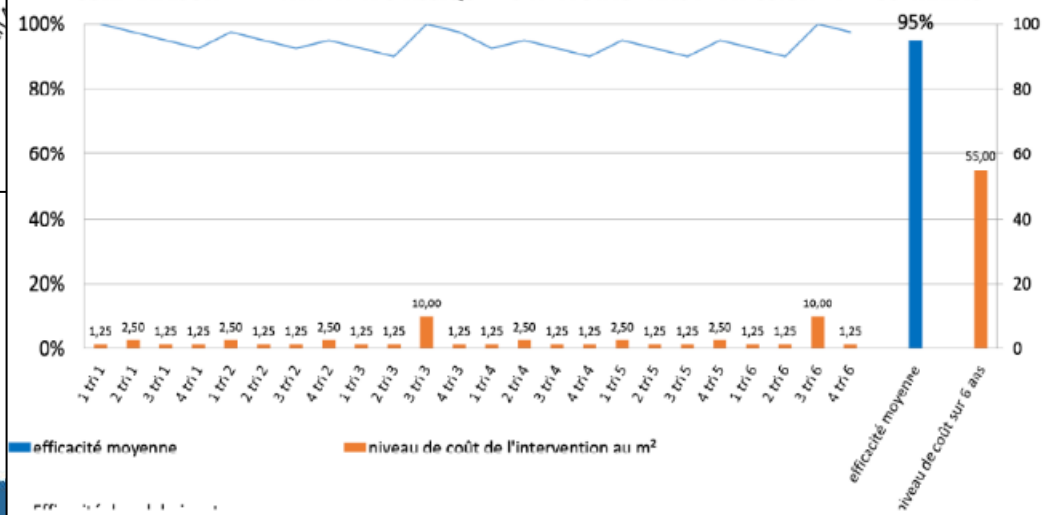
Perméabilité revêtement colmaté
reste 10 x supérieure au besoin



EVOLUTION DE L'EFFICACITE DU BETON DRAINANT SANS ENTRETIEN



COMBINAISON DE L'ENTRETIEN CLASSIQUE DU NETTOYAGE HAUTE PRESSION ET DECOLMATAGE



« Décolmatage » permet de revenir à
≈ 95% de la perméabilité initiale





LIMITES D'EMPLOI ??

LA QUESTION DU GEL – ENTRETIEN HIVERNAL

- Eau gelée = **xx%** volume d'eau initial



LIMITES D'EMPLOI ??

LA QUESTION DU GEL – ENTRETIEN HIVERNAL

- Eau gelée = **109%** volume d'eau initial



LIMITES D'EMPLOI ??

LA QUESTION DU GEL – ENTRETIEN HIVERNAL

- Eau gelée = 109% volume d'eau initial
- Résistance au gel/dégel :
 - Bétons drainants ont des fortes porosités (15-30%)
→ expansion eau possible
 - Infiltration directe ou progressive dans les supports / exutoires
→ vidanges entre 24h – 5 jours max
 - On considère structures drainantes / réservoir résistantes au gel dès que l'on a 60 cm d'épaisseur → pas d'eau en surface
- Agents de déverglçage : nécessité de prendre des précautions
 - Choix d'un agent de déverglçage à faible quantité d'insolubles,
 - Utilisation raisonnée du salage (quantité et fréquence),
 - Choix d'un béton avec une classe d'exposition appropriée.



LIMITES D'EMPLOI ??

LA QUESTION DU GEL – ENTRETIEN HIVERNAL

- **Résistance aux conditions hivernales** : l'environnement le plus courant pour ces matériaux sera un **gel faible ou modéré** et un **salage peu fréquent ou rare**. Dans les régions à gel sévère et un salage fréquent, des produits coulés en place ou préfabriqués peuvent être proposés au cas par cas.
- **Déneigement** : Différentes options sont possibles selon la quantité de neige et la surface à déneiger (pelle, brosse rotative, souffleuse ou fraise à neige, déneigeuse...). Quel que soit l'outil choisi, il faudra privilégier les grattoirs en caoutchouc ou en plastique et éviter les grattoirs métalliques.



→ bétons drainants
déconseillés en
zone montagneuse

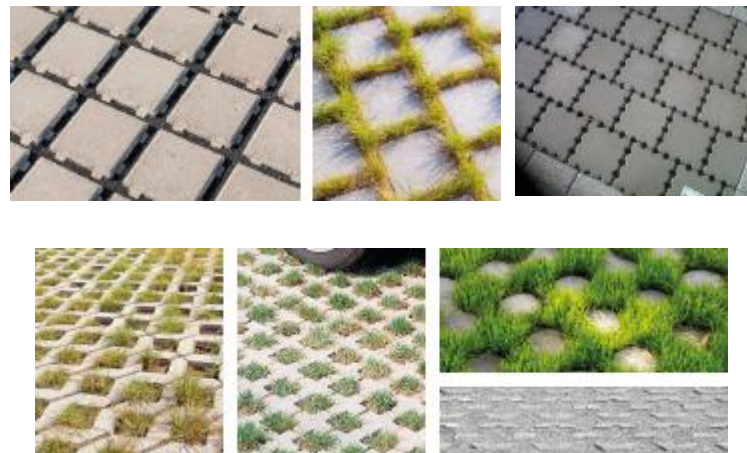


BIBLIOGRAPHIE

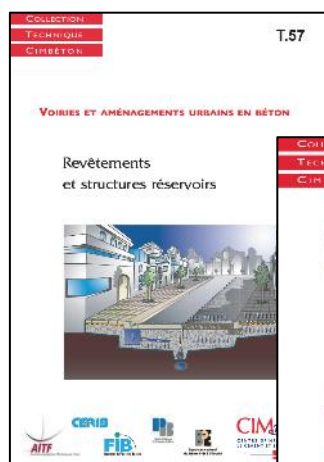
Les bétons drainants coulés en place et les systèmes constructifs



Les produits préfabriqués en béton poreux et les systèmes constructifs



BIBLIOGRAPHIE



<https://www.infociments.fr/recherche#?q=drainant&dFR%5Bthematique%5D%5B0%5D=Route&page=1>

<https://www.cerib.com/nos-expertises/travaux-publics-genie-civil/>

<https://www.specbea.com/2017/06/22/vecu-2016-les-solutions-en-beton-drainant/>

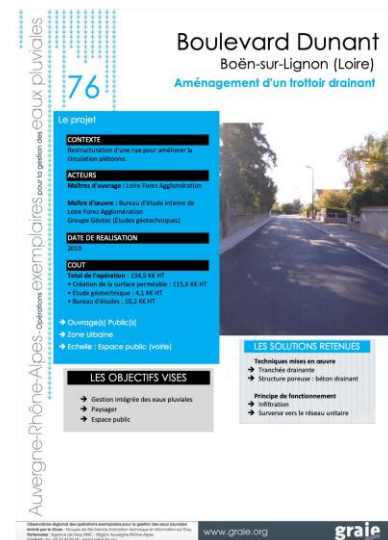
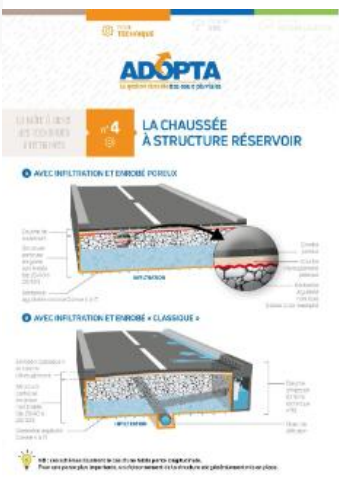
[https://mediatheque.snbpe.org/userfiles/file/mediatheque/public/Brochure-Drainant-SNBPE_03%20\(1\).pdf](https://mediatheque.snbpe.org/userfiles/file/mediatheque/public/Brochure-Drainant-SNBPE_03%20(1).pdf)



LA PROBLÉMATIQUE | LA CAUSE DU PROBLÈME | LA SOLUTION | LUTTER CONTRE L'IMPERMÉABILISATION DES SOLS LES INCITATIONS | LES REVÊTEMENTS EN BÉTON DRAINANT | INTÉRÊTS ET DOMAINES D'EMPLOI DES REVÊTEMENTS DRAINANTS | **BIBLIOGRAPHIE**



Les revêtements de sol perméables...



<https://www.adopta.fr/>

https://www.graie.org/graie/BaseDonneesTA/Graie_EauxPluvialesTechniquesAlternatives_Observatoire.pdf



LA PROBLÉMATIQUE | LA CAUSE DU PROBLÈME | LA SOLUTION | LUTTER CONTRE L'IMPERMÉABILISATION DES SOLS LES INCITATIONS | LES REVÊTEMENTS EN BÉTON DRAINANT | INTÉRÊTS ET DOMAINES D'EMPLOI DES REVÊTEMENTS DRAINANTS | **BIBLIOGRAPHIE**

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

