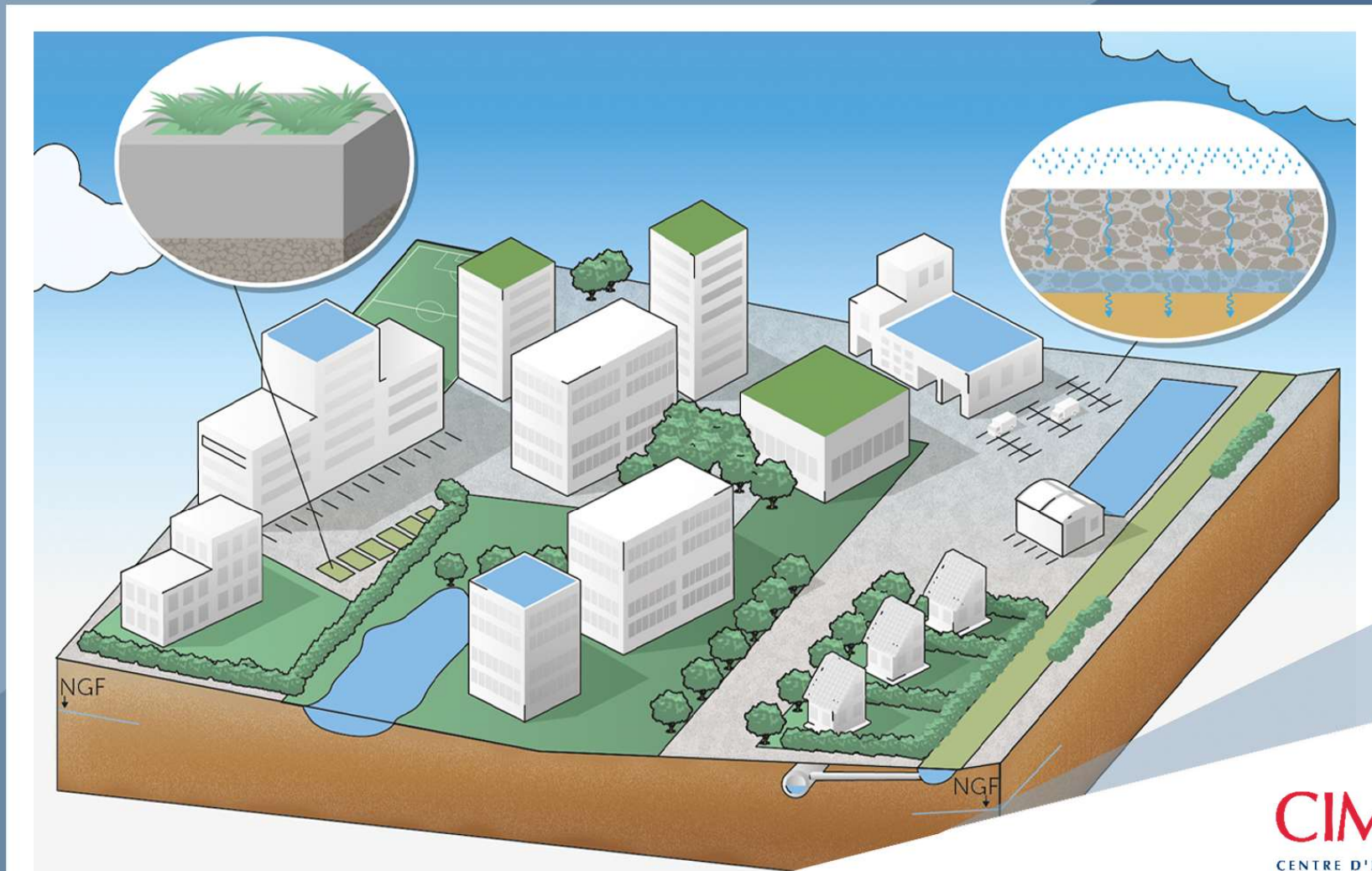


LA CHAUSSÉE RÉSERVOIR EN BÉTON



AQUi Brie. 15.10.2026

Joseph Abdo / JA-CONSULTING

SOMMAIRE

1. La gestion des eaux pluviales
2. La chaussée réservoir et la gestion durable des eaux pluviales
3. Chaussée réservoir: la conception
4. Chaussée réservoir : le dimensionnement



LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

PROBLÉMATIQUE ET CONSÉQUENCES

- ❑ **La problématique** n'est pas nouvelle. Mais, elle s'aggrave !!!
 - Démographie en augmentation,
 - Extension urbaine,
 - Imperméabilisation croissante,
 - Dérèglement climatique.
- ❑ **Conséquences :**
 - Modification du cycle naturel de l'eau;
 - difficulté croissante à gérer des phénomènes pluvieux plus fréquents et plus intenses : inondations, dégradation des biens, mise en danger des personnes, pollution, etc.

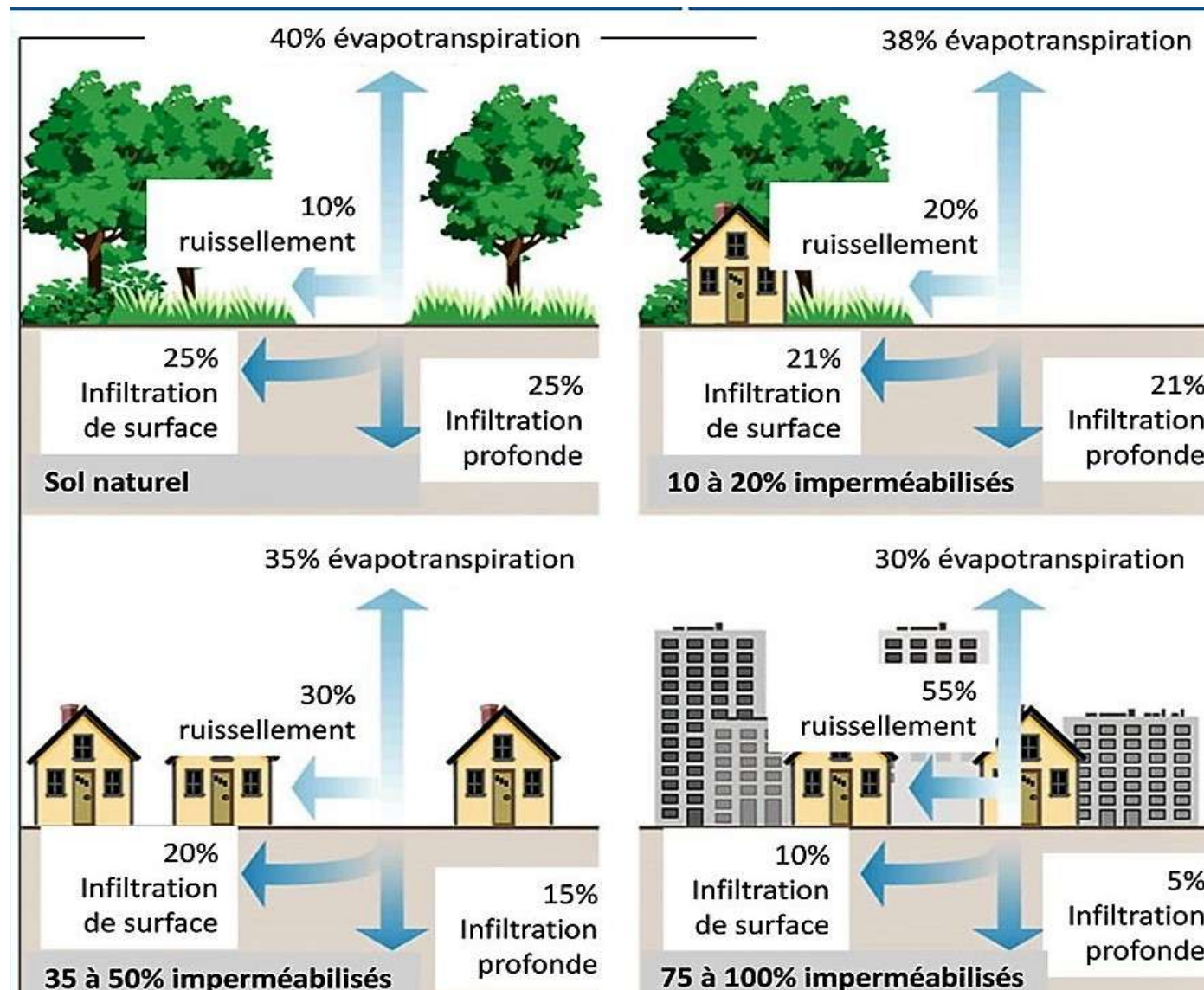


LE CYCLE NATUREL DE L'EAU ?

En fonction de la nature de la surface sur laquelle les précipitations tombent, l'eau s'évacue de trois façons différentes :

- **Une première partie** reste stockée dans les couches de sol superficielles, pendant quelques heures ou quelques jours, puis retourne à l'atmosphère par évapotranspiration ou par évaporation;
- **Une deuxième partie** s'infiltre en profondeur et rejoint une nappe phréatique, puis s'écoule lentement jusqu'à rejoindre la surface sous la forme d'une source ou pour réalimenter un cours d'eau superficiel, de quelques semaines à quelques années plus tard ;
- **Une troisième partie** ruisselle en surface et rejoint les eaux de surfaces (rivières ou lacs) en quelques minutes ou quelques heures.

COMMENT L'URBANISATION MODIFIE-T-ELLE LE CYCLE NATUREL DE L'EAU ?



COMMENT L'URBANISATION MODIFIE-T-ELLE LE CYCLE NATUREL DE L'EAU ?

Processus d'urbanisation + Etalement urbain + Utilisation de **matériaux étanches** dans la construction et en particulier dans la voirie = **modification du cycle naturel de l'eau** par :

❑ **Augmentation du ruissellement et réduction de l'infiltration**

L'imperméabilisation des sols urbanisés diminue fortement les possibilités d'infiltration, que ce soit en profondeur vers la nappe ou vers les couches superficielles. En conséquence, la part d'eau qui ruisselle augmente de façon considérable alors que la part d'eau d'infiltration diminue sensiblement.

❑ **Diminution de l'évaporation et de l'évapotranspiration**

La réduction des espaces naturels et de la végétation en ville conduit à la diminution de la part d'eau évaporée et évapotranspirée.

COMMENT L'URBANISATION MODIFIE-T-ELLE LE CYCLE NATUREL DE L'EAU ?

La modification de cette répartition a des conséquences négatives sur:

- le **régime des rivières** (augmentation des débits de crue, diminution des débits en période de sécheresse),
- le **climat de la ville** (augmentation des températures en été),
- la **stabilité des habitations** du fait du dessèchement des sols,
- la **recharge des nappes**,
- la **qualité des cours d'eau**.



LA CHAUSSÉE RÉSERVOIR ET LA GESTION DURABLE DES EAUX PLUVIALES

COMMENT LES EAUX DE RUISSELLEMENT SONT-ELLES HABITUELLEMENT GÉRÉES DANS LES VILLES ?

La solution traditionnelle consiste à :

Canaliser les eaux pluviales dans des **caniveaux**, puis dans des **conduites souterraines** de façon à les évacuer le plus rapidement de la ville. Cette évacuation est faite au moyen d'un gigantesque **système de tuyaux** qui, très souvent, recueille également les eaux usées.

Problématique

- **Solution extrêmement coûteuse** en infrastructures,
- **Dysfonctionnements multiples** : débordements des réseaux provoquant des inondations dans les centres des villes, rejets d'effluents pollués dans les milieux naturels,
- **Vitesses d'écoulement élevées**, ce qui accentue les risques de faire déborder les rivières.

La solution traditionnelle aggrave donc les dysfonctionnements produits par l'imperméabilisation des sols. Elle transforme une ressource précieuse, l'eau de pluie, en un déchet et en une menace pour la population.

COMMENT LES EAUX DE RUISSELLEMENT SONT-ELLES HABITUELLEMENT GÉRÉES DANS LES VILLES ?

Effets néfastes apportés par la voirie urbaine

- Les **techniques traditionnelles de chaussées et trottoirs** privilégient l'imperméabilisation des sols par le recours à des **revêtements de chaussées étanches**,
- La morphologie classique des chaussées (**profil en toit, bordures, caniveaux, avaloirs et leur raccordement direct aux réseaux**) est conçue pour favoriser le ruissellement et l'évacuation rapide des eaux de ruissellement.
- Rassemble les dépôts fortement pollués provenant :
 - Du **trafic automobile** : gaz d'échappement, corrosion et usure des automobiles, usure des pneus,
 - De la **voirie** : usure des glissières métalliques, usure de la chaussée.

EXISTE-T-IL DES SOLUTIONS PLUS DURABLES POUR GÉRER LES EAUX PLUVIALES URBAINES ?

Oui, il existe des solutions alternatives à l'évacuation rapide des eaux par des réseaux souterrains.

Ces solutions sont plus durables, en ce sens qu'elles permettent de faire fonctionner correctement la ville, tout en ayant des impacts moins marqués sur le cycle naturel de l'eau. Ces solutions reposent en fait sur deux principes simples :

- **Favoriser l'infiltration**, chaque fois que ceci est possible ,
- **Ralentir les écoulements**, en développant le stockage et la rétention de l'eau à toutes les échelles urbaines.

Ces solutions alternatives consistent à faire en sorte que le cycle naturel de l'eau soit le moins modifié possible par la présence des espaces construits.

QU'EST CE QU'UNE CHAUSSÉE À STRUCTURE RÉSERVOIR ?

- C'est une structure de chaussée conçue avec une capacité de stockage d'eau.
- Ce qui veut dire qu'au moins une couche du corps de chaussée est constituée d'un matériau poreux ou drainant.
- Taux de vides communicants (porosité utile) est supérieur à 15 %,
- Epaisseur de cette couche étant supérieure à 10 cm.

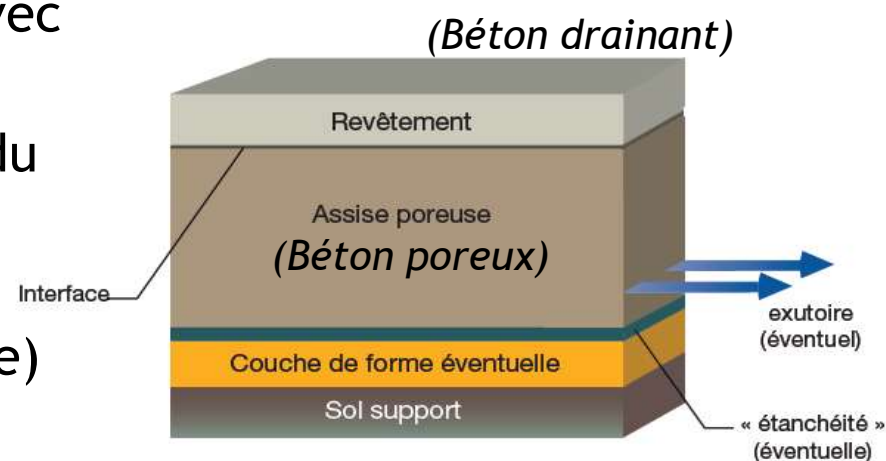


Figure 24 : structure type d'une chaussée réservoir.

**Ce concept a été mis au point pour apporter
une solution à la problématique de la gestion des eaux pluviales.**

RÔLE D'UNE CHAUSSÉE À STRUCTURE RÉSERVOIR ?

La chaussée à structure réservoir a *pour rôle de gérer* le cycle de l'eau des précipitations en milieu urbain :

- En absorbant rapidement le flux des eaux atmosphériques
- En stockant temporairement l'eau
- En restituant l'eau à un débit suffisamment faible pour être absorbée :
 - soit par un collecteur existant
 - soit directement par le sol
 - soit par un dispositif de traitement

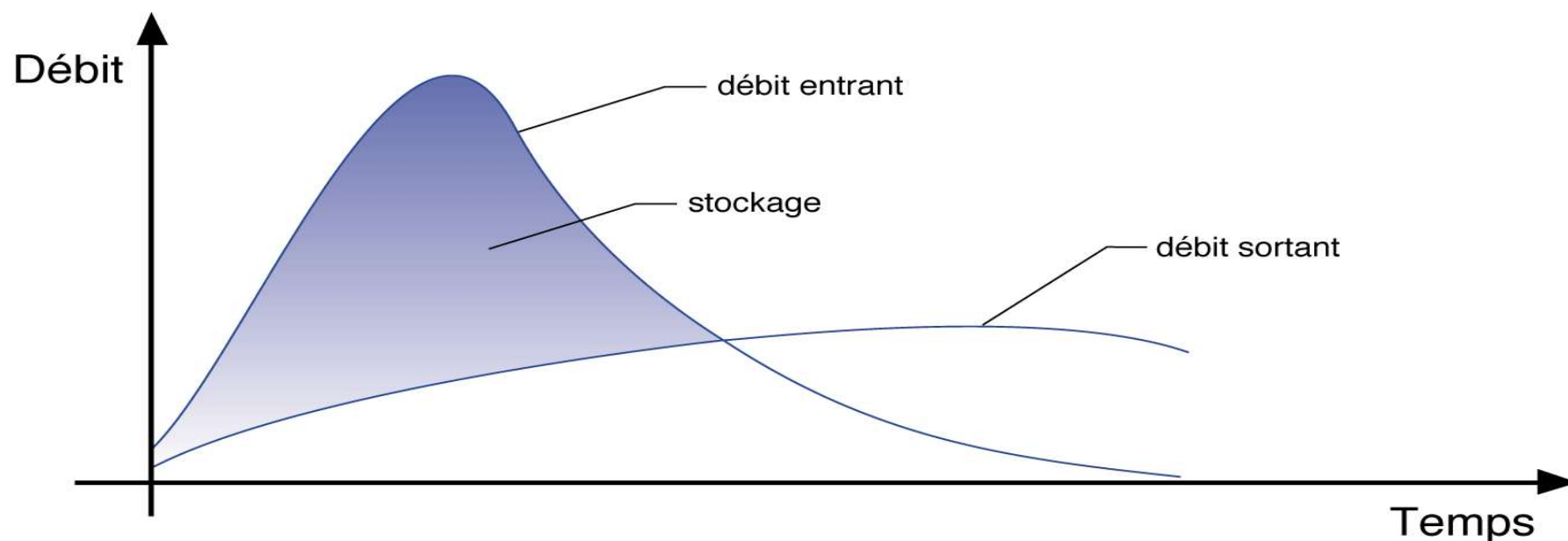


RÔLE D'UNE CHAUSSÉE À STRUCTURE RÉSERVOIR ?

LE STOCKAGE TEMPORAIRE

L'extension urbaine se fait de plus en plus **en amont des bassins versants**
Impact par temps de pluie : se produit **en aval, dans les points bas en bordure des rivières**

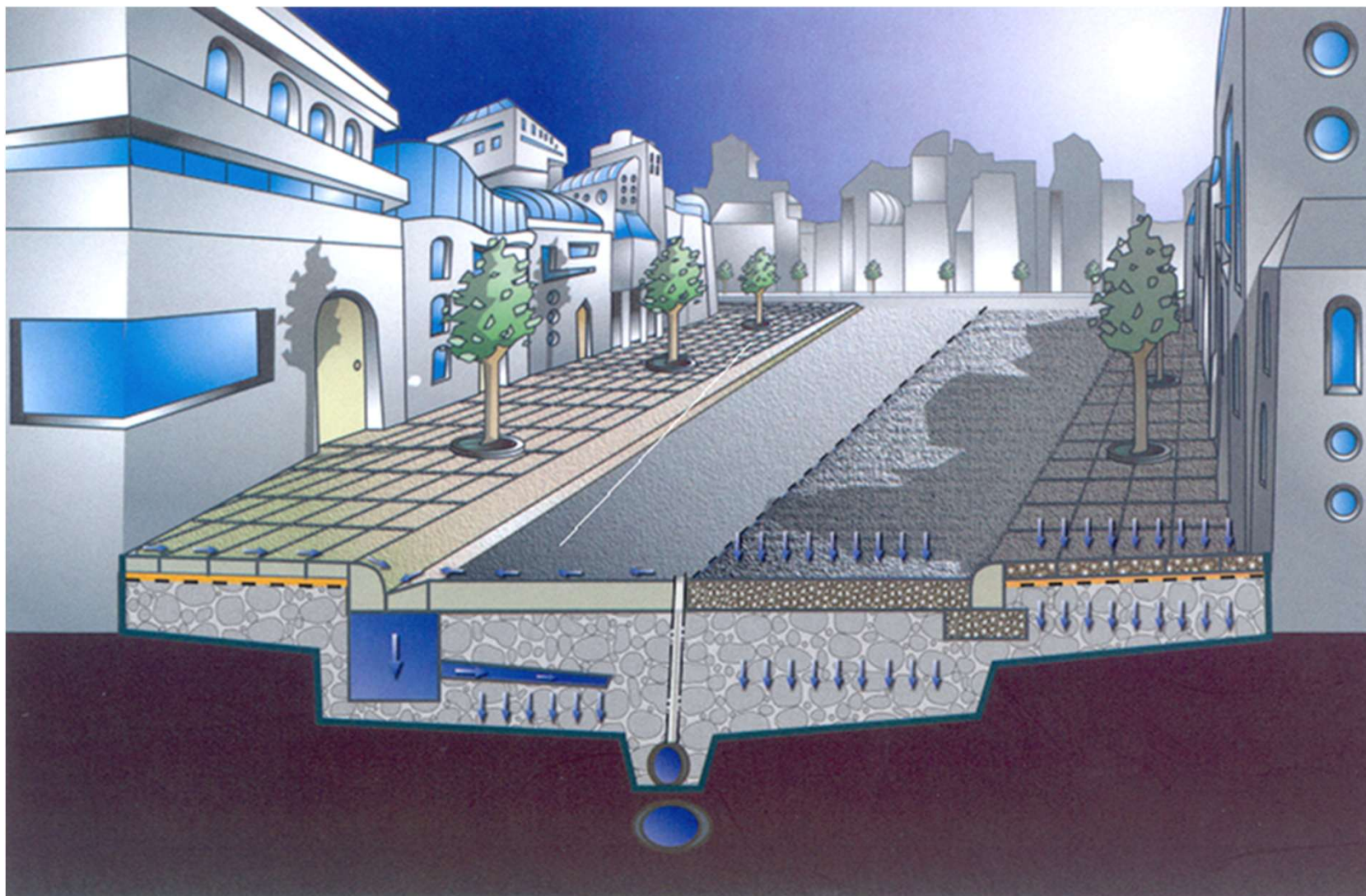
Solution : créer des stockages provisoires





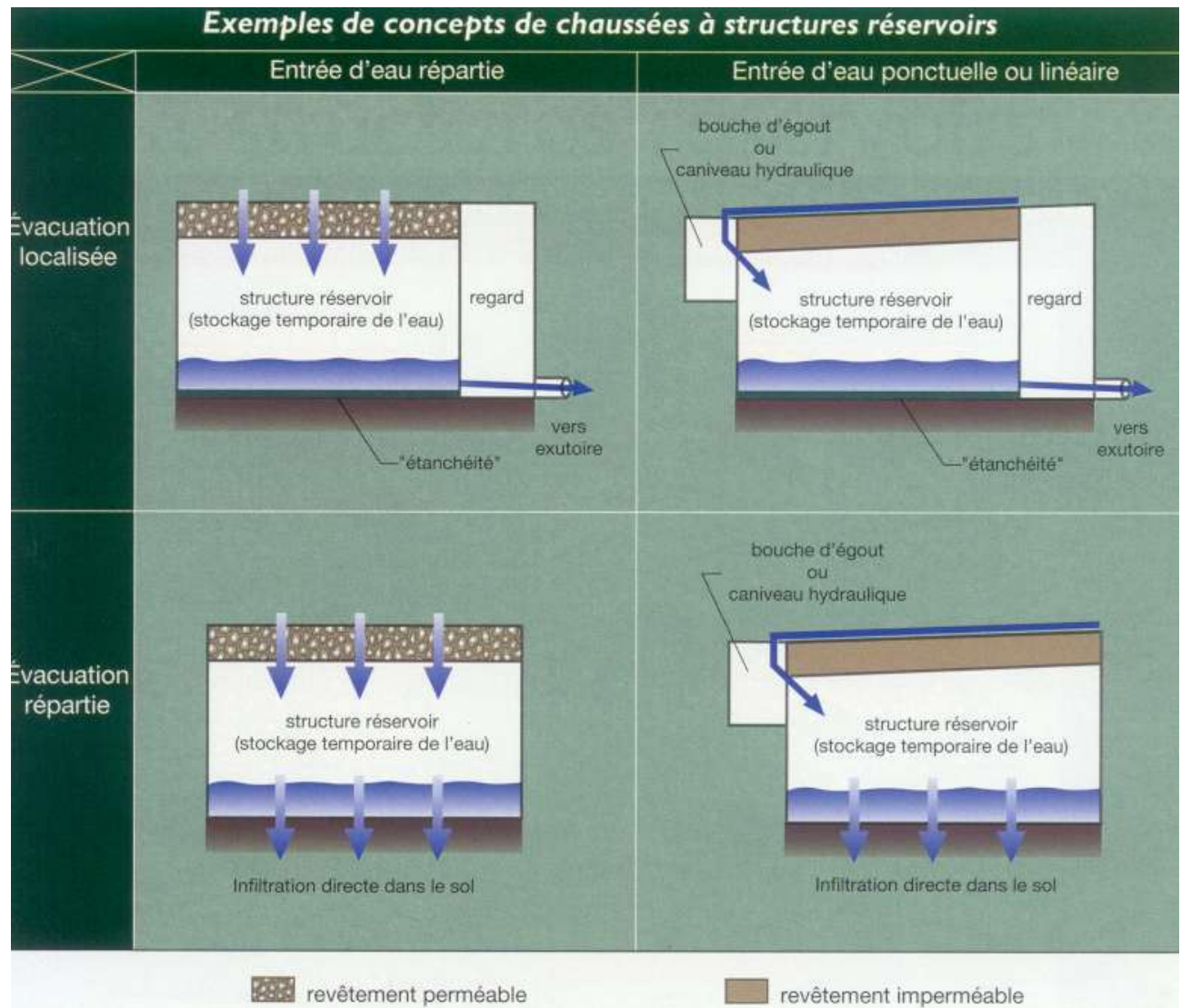
CHAUSSÉE RÉSERVOIR LA CONCEPTION

LES CONCEPTS FACE AUX OBJECTIFS VISÉS



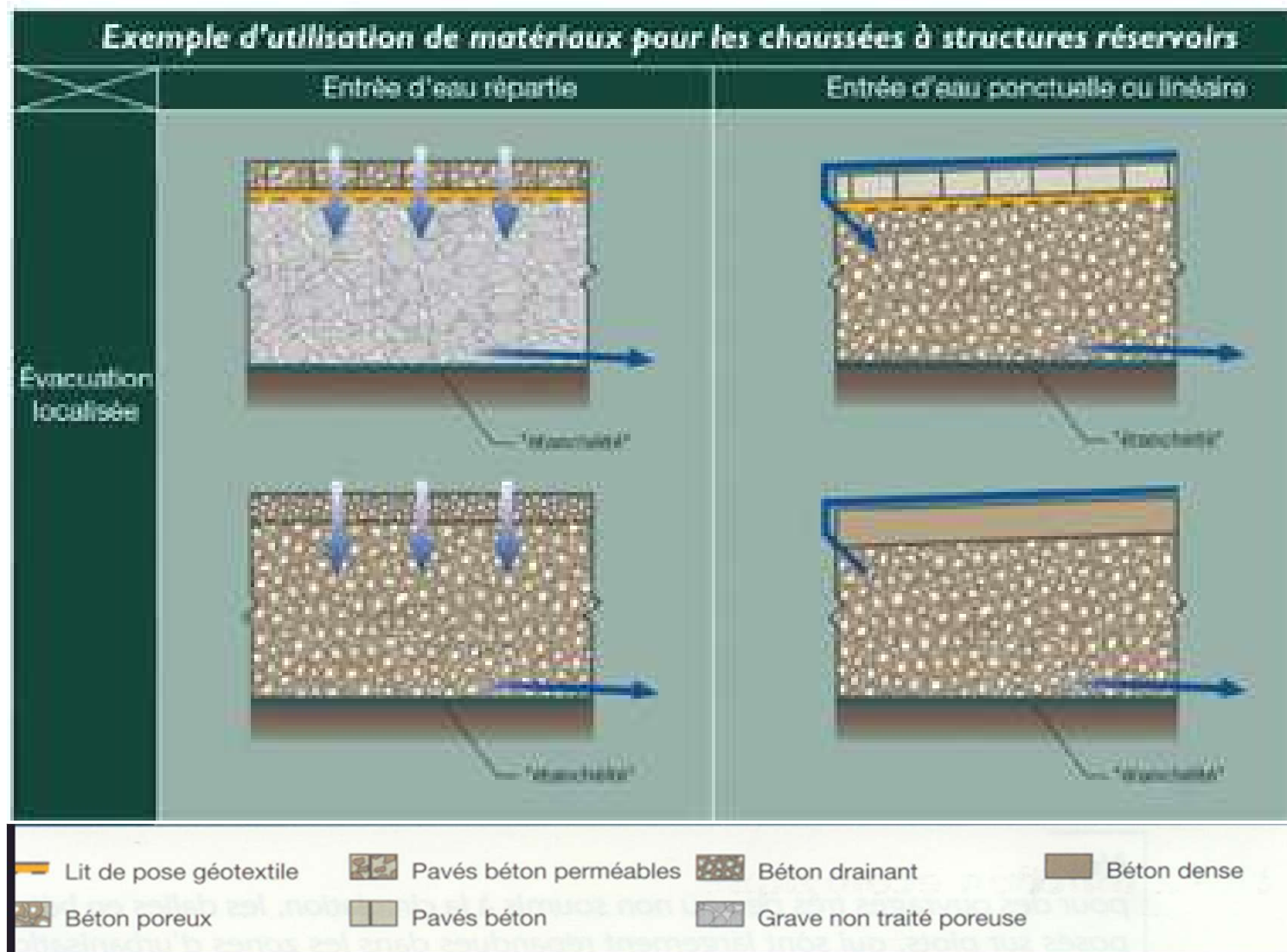
LES CONCEPTS FACE AUX OBJECTIFS VISÉS

LES QUATRE CONCEPTS



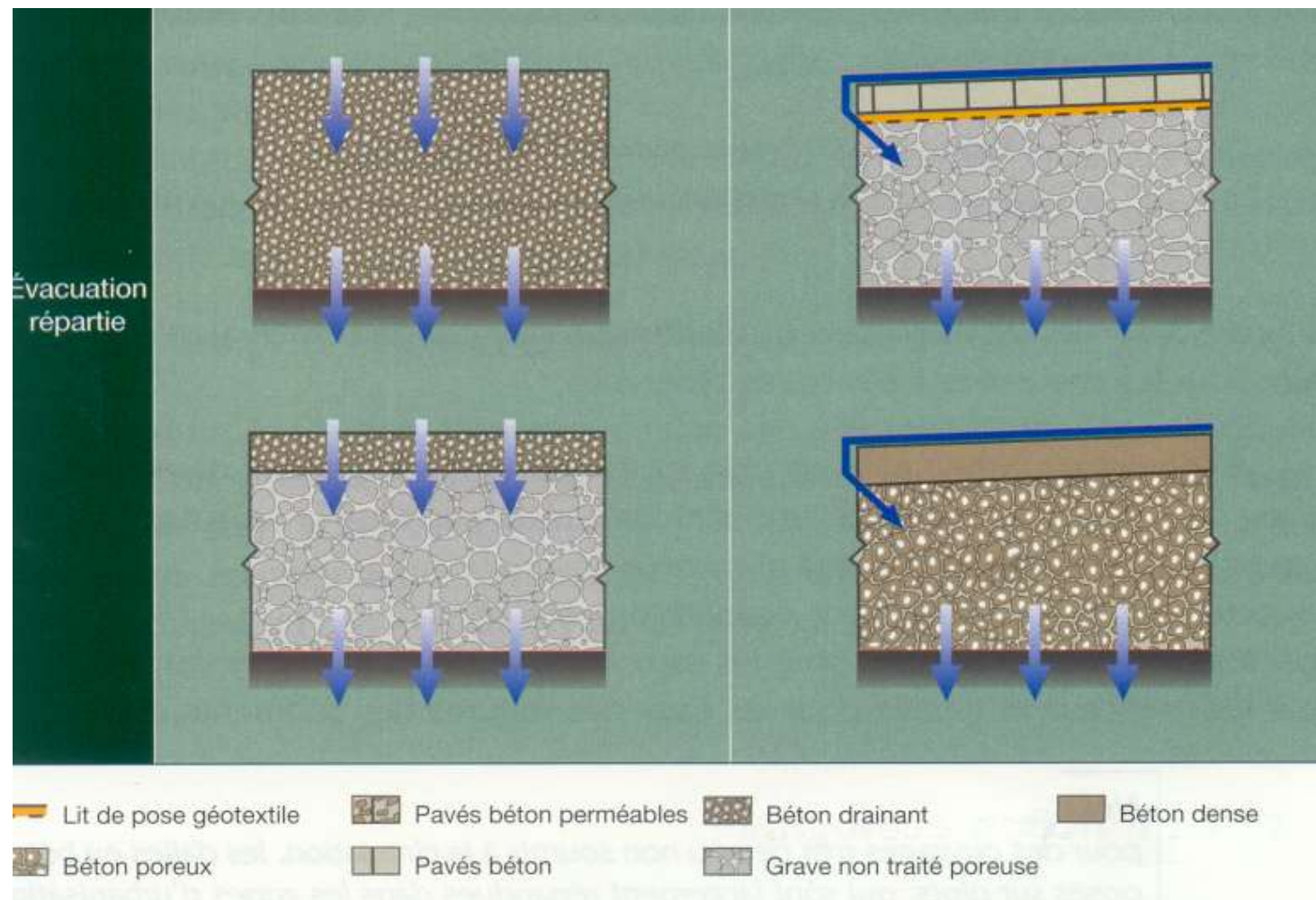
LES CONCEPTS FACE AUX OBJECTIFS VISÉS

LES MATÉRIAUX

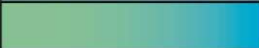


LES CONCEPTS FACE AUX OBJECTIFS VISÉS

LES MATÉRIAUX



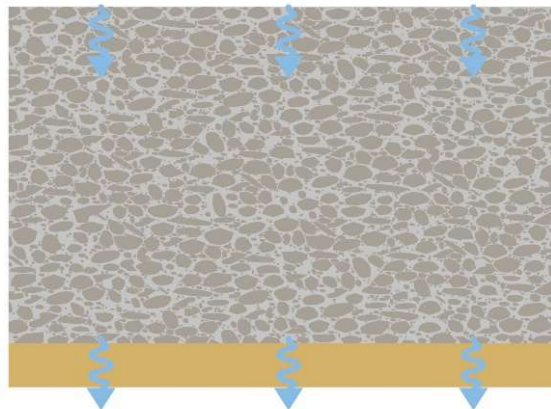
LES CONCEPTS FACE AUX OBJECTIFS VISÉS

				
				
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 et structures drainants	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 et structure drainants, pour une épaisseur et une porosité minimum requises	Absence de ruissellement Pollution piégée Gestion du ruissellement par infiltration	Absence de ruissellement Pollution piégée Pas de risque de débordement Gestion du ruissellement par le revêtement drainant et/ou par la fondation drainante	Absence de ruissellement Pollution piégée Fort affaiblissement du risque d'inondation Gestion du ruissellement par le revêtement drainant et par la fondation drainante	Réduction de la gravité et des conséquences des inondations Épaisseur et porosité selon étude spécifique de dimensionnement hydraulique et mécanique ⁽¹⁾
<small>(1) Concept de chaussée réservoir</small>				

LES CONCEPTS

- **Solution autonome en béton drainant avec infiltration**

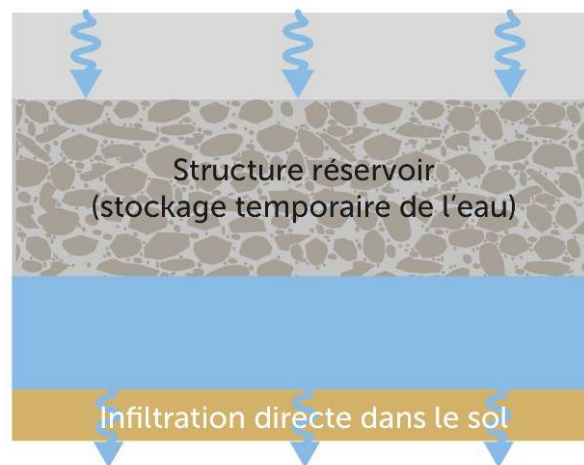
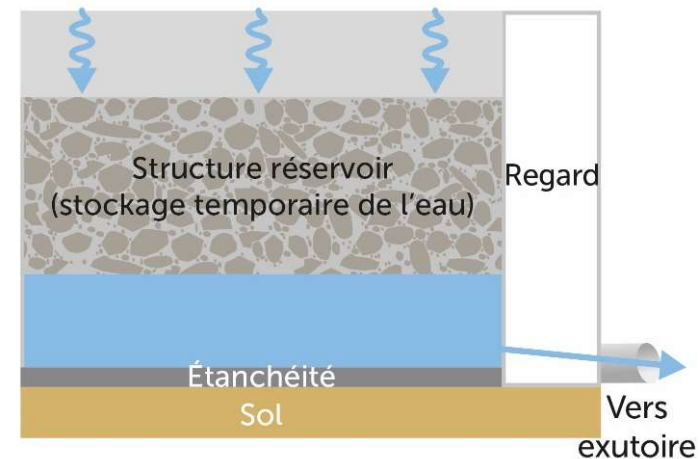
Il peut s'agir d'une surface drainante pour simplement gagner en confort et sécurité et, grâce à l'infiltration directe, contribuer à la réduction des eaux de ruissellement. Un tel système donne sa pleine efficacité pour le traitement des pluies courantes, qualifiées de petites et moyennes, par essence même extrêmement fréquentes.



LES CONCEPTS

- **Solution autonome de chaussée à structure réservoir**

Il peut s'agir d'une structure qui permet d'absorber les événements pluvieux intenses grâce au stockage temporaire de l'eau dans la structure même de la chaussée. Le volume d'eau ainsi stocké est ensuite évacué à faible débit, soit directement dans le sol en place, soit vers un collecteur, soit par une combinaison des deux possibilités.



LES CONCEPTS

- **Solution couplée avec d'autres concepts**

Les solutions autonomes atteignent rapidement leurs limites lorsqu'il faut se protéger d'évènements pluviométriques très intenses, ou lorsque les possibilités d'infiltration ou d'exutoire dans les réseaux de proximité sont réduites ou inexistantes.

Il est alors pertinent de coupler la solution autonome avec d'autres types de solutions alternatives : Bassin de rétention à sec ou en eau, noue paysagère ou non, chaussée à structure réservoir à revêtement classique ou drainant, toiture-terrasse réservoir, toiture végétalisée.



LA CHAUSSÉE RÉSERVOIR LE DIMENSIONNEMENT

3 POSSIBILITÉS

- **Le dimensionnement géométrique**

Le concept fixé, les longueurs/largeurs/profils en long/profils en travers vont permettre de calculer la surface « **S** » disponible pour le stockage de l'eau

- **Le dimensionnement hydraulique**

Après délimitation des bassins versants et détermination des surfaces d'apport d'eau pluviale, on calcule le volume d'eau « **V_{hyd}** » à stocker

- **Le dimensionnement mécanique**

Avec les caractéristiques mécaniques des matériaux choisis (*drainant ou non pour le revêtement, et poreux pour l'assise*), on calcule une épaisseur de structure de chaussée (*épaisseur du revêtement + épaisseur de l'assise*).

SYNTHÈSE DES TROIS DIMENSIONNEMENTS

- En fonction de la porosité des matériaux choisis, **on calcule le volume stockable « $V_{\text{méc}}$ »** à partir de la surface « S » et des épaisseurs des couches (*revêtement et assise*) du dimensionnement mécanique.
- **On compare ensuite $V_{\text{méc}}$ et V_{hyd}**
 - Si $V_{\text{méc}}$ est supérieur ou égal à V_{hyd} , on retiendra le dimensionnement mécanique.
 - Si $V_{\text{méc}}$ est inférieur à V_{hyd} , on reprend les calculs en intervenant sur la porosité des matériaux, le choix des matériaux ou en améliorant le débit de fuite Q .

LE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

Deux méthodes :

- La méthode des volumes
- La méthode Montana

Ces méthodes prennent en compte :

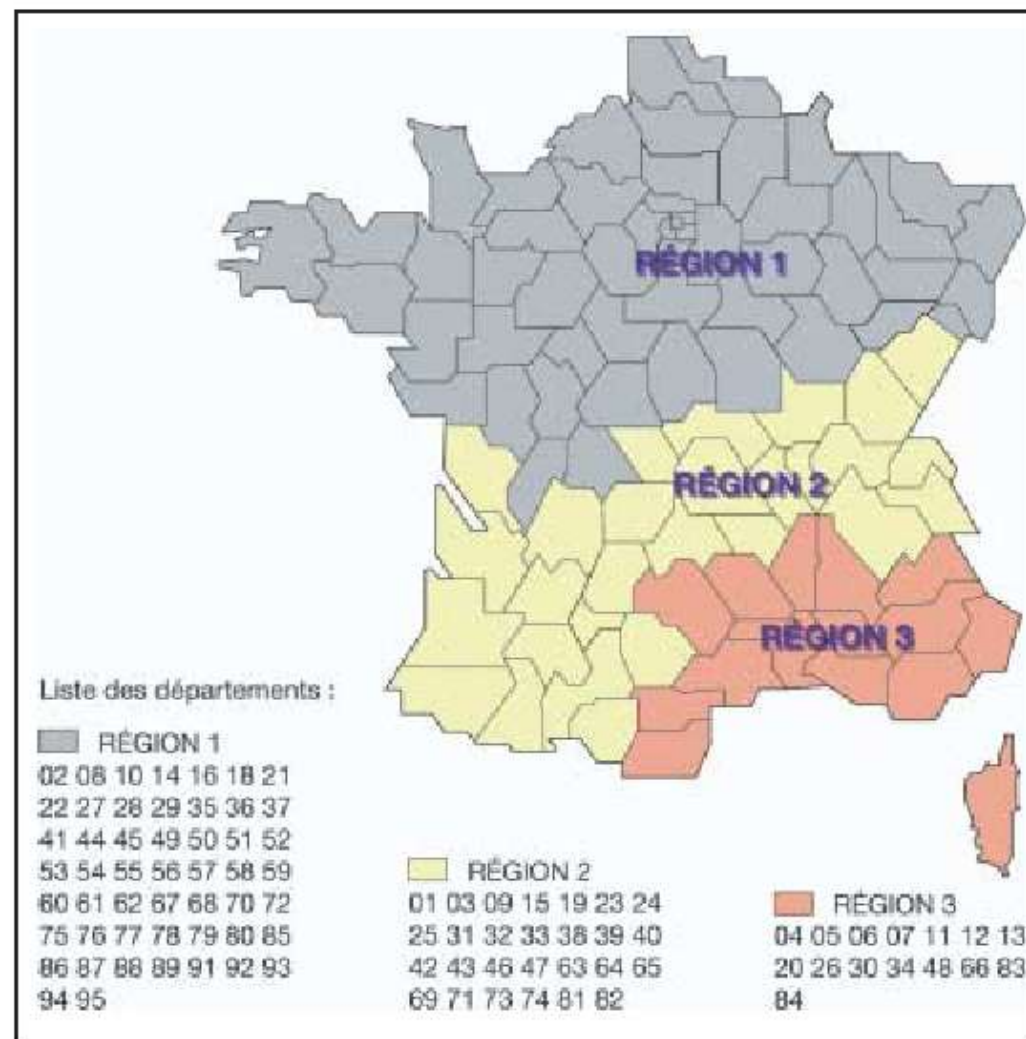
- **Le degré de protection** à assurer contre les inondations;
- **L'intensité de la pluie;**
- **Le coefficient d'apport** (Ca);
du bassin versant (chaussée 1, espace vert 0,3)
- **Le débit de fuite** Q selon réseau ou perméabilité des sols.

LE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

1. La méthode des volumes

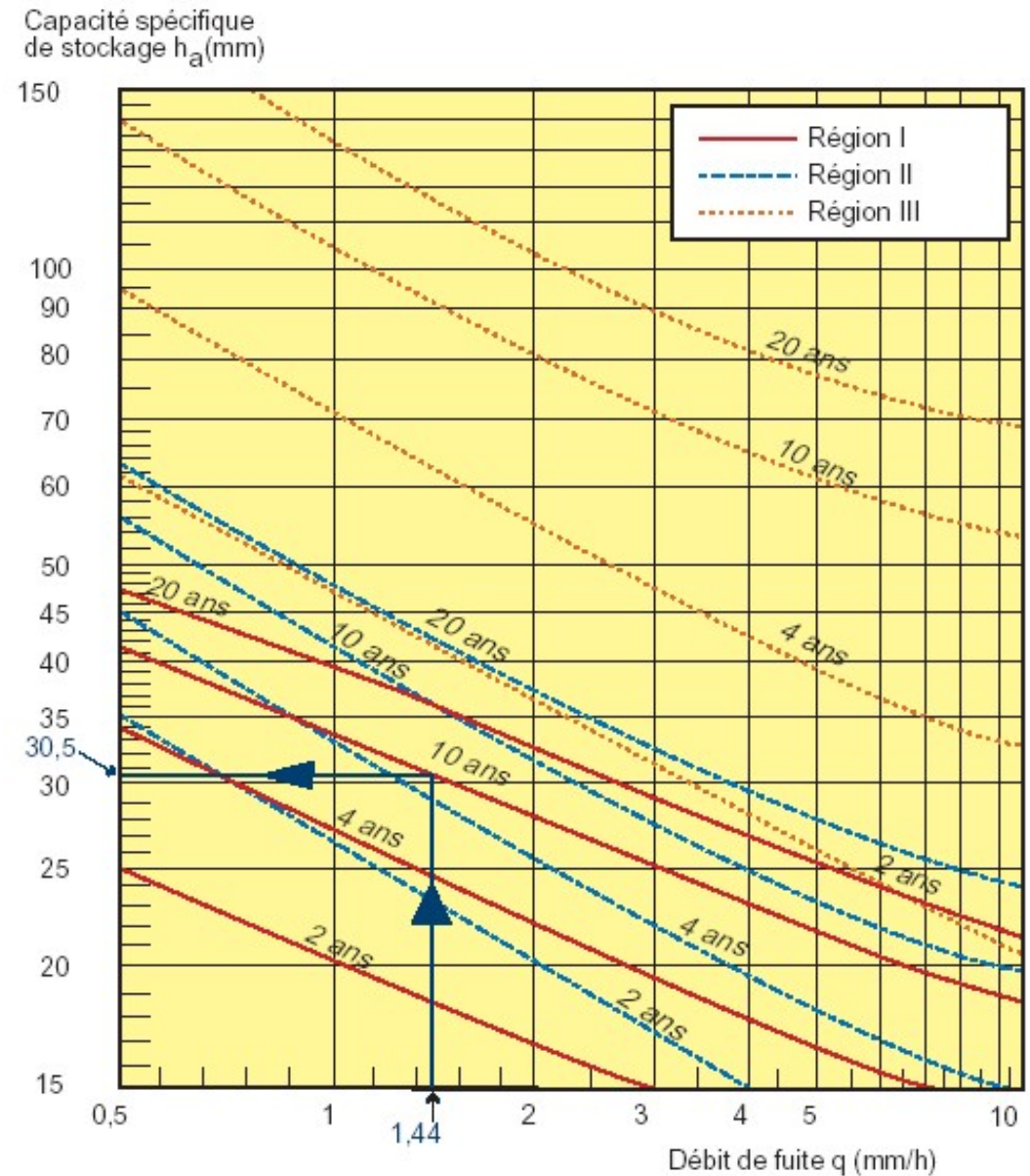
Elle prend en compte :

- **Le degré de protection** à assurer contre les inondations
- **L'intensité de la pluie: en fonction de la région:** on considère 3 zones de pluviométrie en France.
- **Le coefficient d'apport** (Ca) du bassin versant (chaussée 1, espace vert 0,3)
- **Le débit de fuite** Q : selon réseau ou perméabilité des sols



LE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

Abaque (Instruction technique):
Capacité spécifique de stockage
en fonction du débit de fuite.



LE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

2. La méthode Montana

Elle prend en compte :

- **Le degré de protection** à assurer contre les inondations
- **L'intensité de la pluie:** données de pluviométrie locales (station météorologique la plus proche). L'intensité maximale de la pluie est donnée par la formule de Montana :

$$I \text{ (mm/min)} = a * D^{-b}$$

$$H = a * D^{1-b}$$

I : intensité pluviale (mm/heure) ; H : hauteur de pluie (mm) ; D : durée (minutes) ; a et b coefficients de Montana positifs fournis par la station météorologique en fonction de la durée de la pluie et de la période de retour visée.

- **Le coefficient d'apport** (Ca)
du bassin versant (chaussée 1, espace vert 0,3)
- **Le débit de fuite** Q : selon réseau ou perméabilité des sols.

LE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

ÉTUDE DE CAS DE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

Hypothèses et données du projet:

- Région pluviométrique : I, II ou III ou Coefficients a et b de Montana;
- Niveau de protection souhaité ou période de retour de la pluie : 2, 4, 10, 20 ans ou +
- Surfaces unitaires composant le bassin versant
- Débit de fuite Q en m^3/s :
 - Cas d'une évacuation localisée :

Q est imposé réglementairement
 - Cas d'une évacuation répartie (infiltration dans les sols) :

$Q = K.S.I$ (loi de Darcy)

avec K (coefficient de perméabilité du sol), S (surface d'infiltration) et I (gradient hydraulique égal à 1 dans le cas où la zone d'infiltration est non saturée).

LE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

ETUDE DE CAS DE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE (suite).

Déroulement du calcul

- Calcul de la surface active « Sa » :

$$Sa = S_1.Ca_1 + S_2.Ca_2 + S_3.Ca_3 + \dots + S_n.Ca_n$$

Avec :

Si : surface unitaire composant le bassin versant

Ca_i : coefficient d'apport propre à chaque surface unitaire.

- Calcul du débit de fuite spécifique « q » :

$$q(m/s) = Q(m^3/s)/Sa(m^2)$$

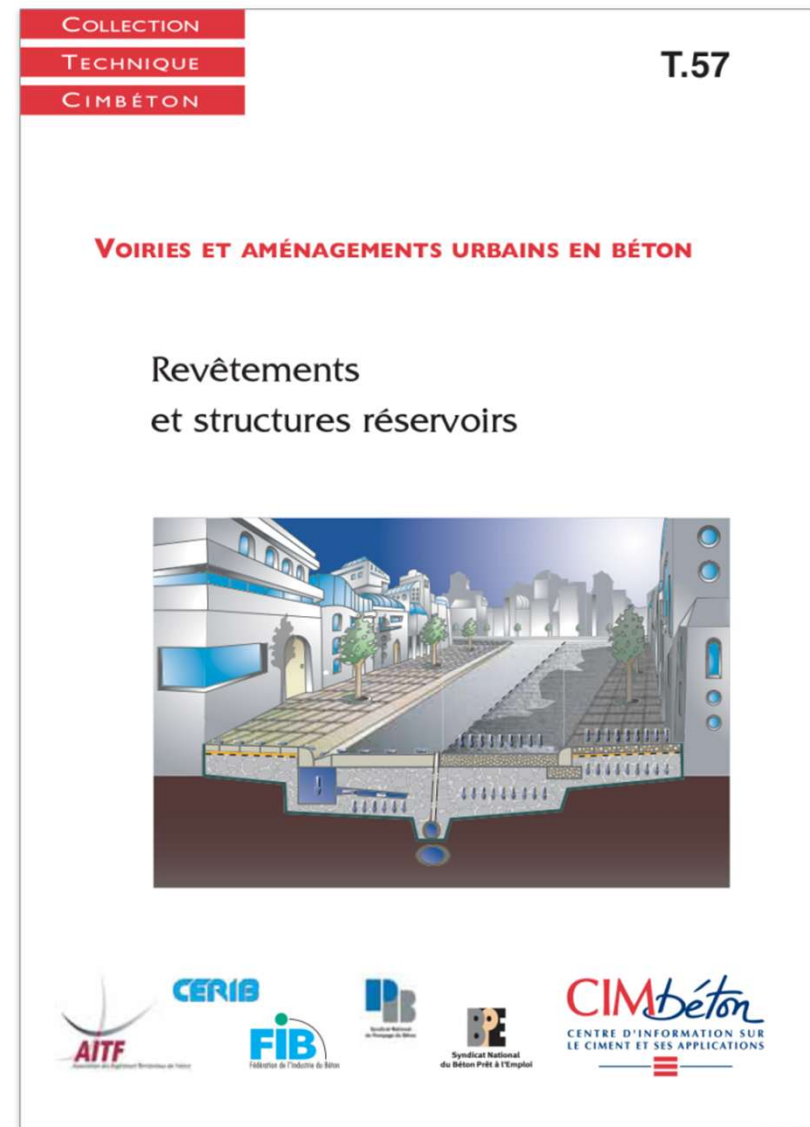
$$q(m/h) = 3\,600.Q(m^3/s)/Sa(m^2)$$

$$q(mm/h) = 3\,600.Q(m^3/s).10^3/Sa(m^2)$$

- Lecture sur l'abaque de la capacité de stockage « ha » en mm
- Calcul du volume à stocker « V » :

$$V(m^3) = Sa(m^2).ha(m) = Sa(m^2).ha(mm).10^{-3}$$

LES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES



VOUS SOUHAITEZ EN SAVOIR PLUS ?



infociments.fr



snbpe.org



bybeton.fr

MAIS AUSSI EN NOUS CONTACTANT :



centrinfo@cimbeton.net

CIMbéton

CENTRE D'INFORMATION SUR
LE CIMENT ET SES APPLICATIONS



SNBPE

SYNDICAT NATIONAL DU BETON PRÊT À L'EMPLOI

Membres de

By

BEËTON

**Merci
de votre attention**

LE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

ETUDE DE CAS DE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

Exemple 1 : MÉTHODE DES VOLUMES

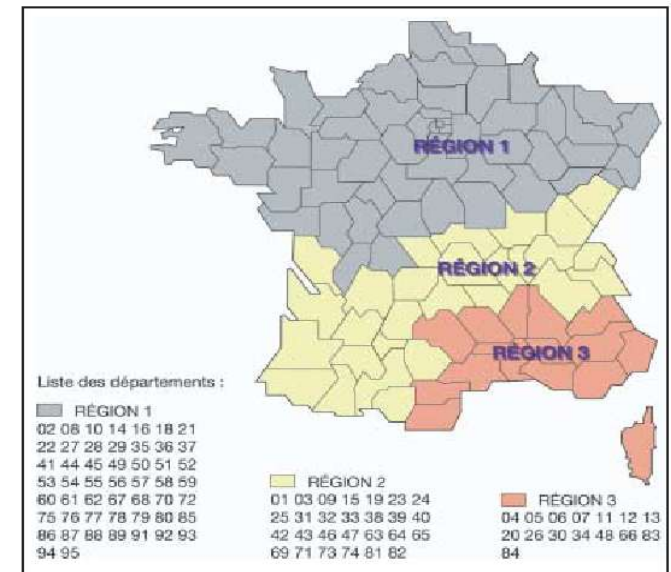
- Soit un espace commercial en Ile-de-France comportant :
 - 10 ha de parkings et voiries ($C_a = 1$)
 - 5 ha de bâtiments ($C_a = 1$)
 - 5 ha d'accotements et espaces verts ($C_a = 0,3$)
- Degré de protection recherché : 10 ans
- Débit de fuite : $Q = 0,06 \text{ m}^3/\text{s}$

LE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

ETUDE DE CAS DE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

Exemple

- Île-de-France : en région I
- Surface active : $S_a = (10 \times 1) + (5 \times 1) + (5 \times 0,3) = 16,5 \text{ ha} = 165\,000 \text{ m}^2$
- Débit de fuite spécifique : $q = 3\,600 \times 0,06 / 165\,000 = 0,00131 \text{ m/h} = 1,31 \text{ mm/h}$



LE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

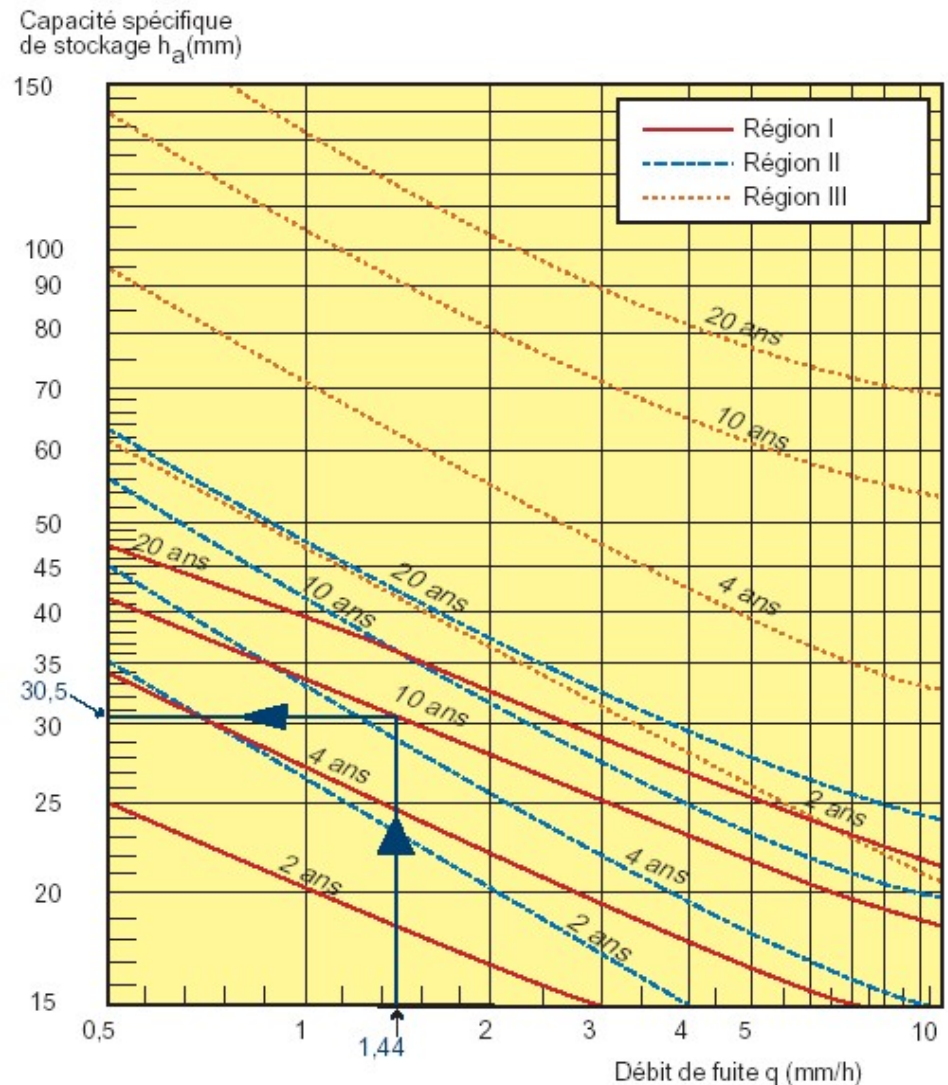
ETUDE DE CAS DE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

Exemple

Capacité de stockage (*hauteur de la lame d'eau*) lue sur l'abaque pour la région I,

- niveau de protection 10 ans
- $q = 1,31 \text{ mm/h}$:
- $h_a = 31,5 \text{ mm} = 0,0315 \text{ m}$
- **Volume à stocker :**

$$V = 165\,000 \times 0,0315 = \mathbf{5\,200 \text{ m}^3}$$

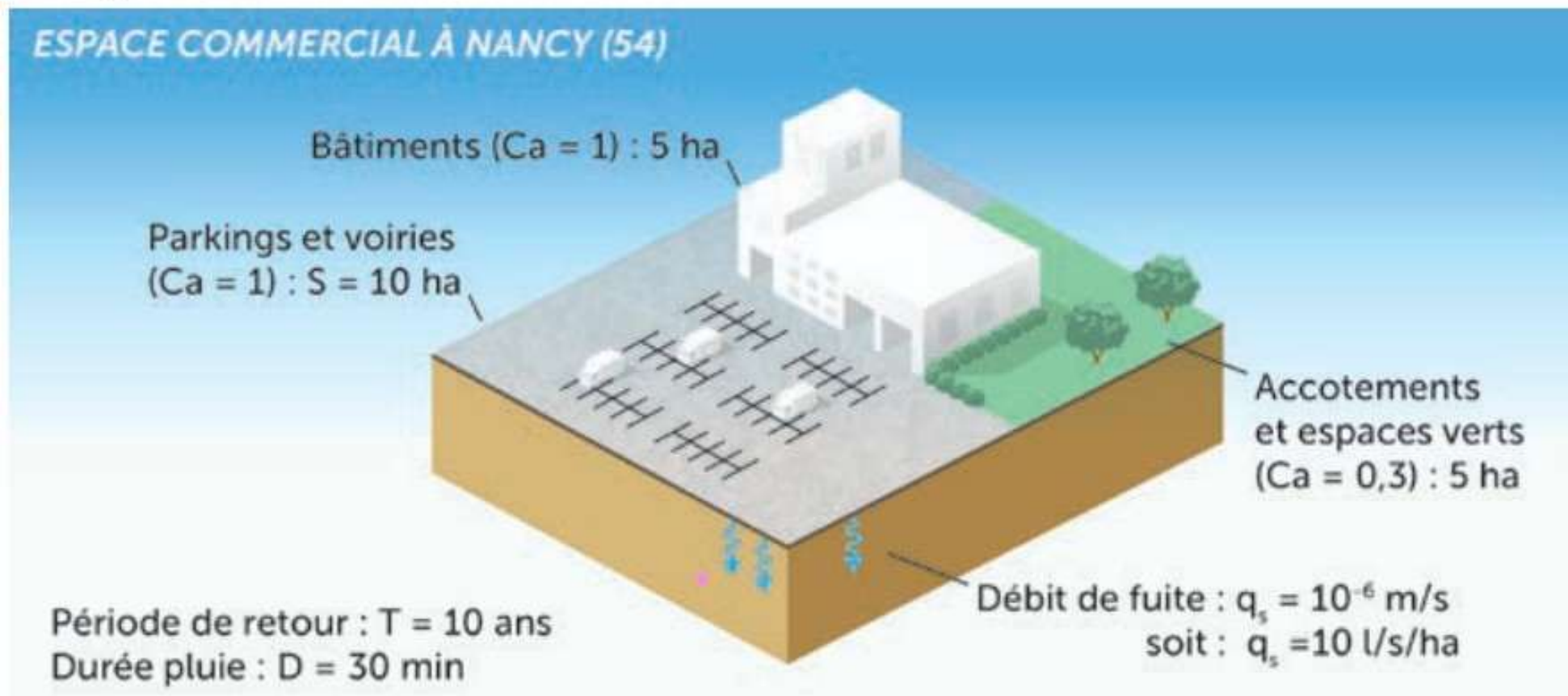


LE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

ETUDE DE CAS DE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

Exemple 2: Méthode Montana

Les hypothèses de calcul



LE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

La surface active $S_a = (10 \times 1) + (5 \times 1) + (5 \times 0,3) = 16,5$ ha, soit 165 000 m².
L'intensité maximale de la pluie est donnée par la formule de Montana :

$$I \text{ (mm/min)} = a * D^{-b}$$

On utilise des données de pluviométrie locales, à savoir issues de la station Nancy-Essey pour une période de retour de 10 ans.

Les coefficients de Montana donnés pour des pluies de 6 à 30 min sont :

$$a = 5,95 \text{ et } b = 0,634$$

$$\text{On a donc : } I = 5,95 \times 30^{-0,634} = 0,68 \text{ mm/min} = 114,78 \text{ l/s/ha}$$

En considérant un coefficient d'apport global de $C_a = S_a/S = 1,65$ et un coefficient de sécurité réduit de $C_s = 5$ du au colmatage du revêtement avec un entretien régulier, le coefficient de perméabilité requis pour la surface drainante afin qu'elle infiltre directement l'intégralité de la pluie est de :

$$K = I * C_a * C_s = 114,78 \times 1,65 \times 5 = 945 \text{ l/s/ha} = 9,45 \times 10^{-3} \text{ m/s}$$

Le coefficient de perméabilité du revêtement choisi est de $1,4 \times 10^{-4}$ m/s, les pavés poreux conviennent donc.

LE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

Le volume à stocker sous ce revêtement de surface $S=10$ ha est de :

$$\begin{aligned} V &= (I * S_a - q_s * S) * D \\ V &= (114,78 \times 16,5 - 10 \times 10) \times 30 \times 60 \\ V &= 3229 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Par sécurité, on peut considérer qu'il est nécessaire de prévoir un volume de 3500 m^3 .

La porosité ouverte du matériau de la couche d'assise est:

$$n_a = 35 \% = 0,35$$

Il doit donc être mis en œuvre sur une épaisseur H telle que :

$$H = V / (S * n_s) = 3500 / (100\,000 \times 0,35) = 0,10 \text{ m}$$

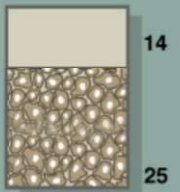
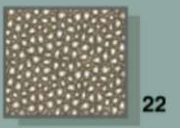
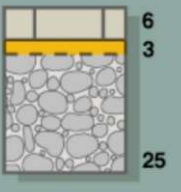
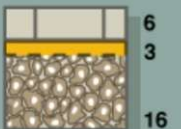
Dans le cas d'un trafic équivalent T6 (T5-II selon la codification CERIB) sur plate-forme PF2, l'épaisseur mécanique requise de GNT est de:

15 cm (calcul avec le logiciel VoirIB).

C'est donc le dimensionnement mécanique qui prime pour cet exemple.

LE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

LES EXEMPLES DE STRUCTURE

Exemples de structures de chaussées réservoirs pour parkings véhicules légers *				
TRAFFIC < 5PLIj • PLATE-FORME PF2 • DURÉE DE SERVICE 20 ANS • TAUX DE CROISSANCE DU TRAFIC LOURD 0 %				
Capacité stockage	Revêtement	Béton dense	Béton drainant	Pavé béton
Fortecapacité de stockage d'eau				
Capacité de stockage d'eau moyenne				
			Mise en œuvre en 2 couches pour obtenir un uni correct	

*Configuration non exhaustive:  Lit de pose géotextile  Béton drainant  Béton poreux

 Dalles ⁽¹⁾  Gravier non traité poreux  Pavés ou Dalles béton ⁽¹⁾  Béton classe 5

1. éléments modulaires en béton, dense, ou perméables, à joints ouverts ou

LE DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

LES EXEMPLES DE STRUCTURE

