

**CONCOURS EXTERNE, INTERNE ET DE 3^{ème} VOIE
DE TECHNICIEN PRINCIPAL TERRITORIAL DE 2^{ème} CLASSE**

SESSION 2018

ÉPREUVE DE RAPPORT AVEC PROPOSITIONS OPÉRATIONNELLES.

ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :

Rédaction d'un rapport technique portant sur la spécialité au titre de laquelle le candidat concourt. Ce rapport est assorti de propositions opérationnelles

Durée : 3 heures
Coefficient : 1

SPÉCIALITÉ : RÉSEAUX, VORIE ET INFRASTRUCTURES

À LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE TRAITER LE SUJET :

- Vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif dans votre copie, ni votre nom ou un nom fictif, ni initiales, ni votre numéro de convocation, ni le nom de votre collectivité employeur, de la commune où vous résidez ou du lieu de la salle d'examen où vous composez, ni nom de collectivité fictif non indiqué dans le sujet, ni signature ou paraphe.
- Sauf consignes particulières figurant dans le sujet, vous devez impérativement utiliser une seule et même couleur non effaçable pour écrire et/ou souligner. Seule l'encre noire ou l'encre bleue est autorisée. L'utilisation de plus d'une couleur, d'une couleur non autorisée, d'un surlieur pourra être considérée comme un signe distinctif.
- L'utilisation d'une calculatrice de fonctionnement autonome et sans imprimante est autorisée.
- Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner l'annulation de la copie par le jury.
- Les feuilles de brouillon ne seront en aucun cas prises en compte.

Ce sujet comprend 29 pages.

Il appartient au candidat de vérifier que le document comprend

le nombre de pages indiqué.

S'il est incomplet, en avertir le surveillant.

Vous êtes technicien principal territorial de 2^{ème} classe, au sein du service voirie de la ville de TECHNIVILLE, 90 000 habitants.

Le quartier de Propassain, construit dans les années 70, doit être réhabilité. Si les bâtiments demeurent, en revanche, le Maire souhaite améliorer l'image du quartier en ayant une approche plus innovante et en intégrant le principe du développement durable dans les rénovations.

Dans un premier temps, le directeur général des services techniques vous demande de rédiger à son attention, exclusivement à l'aide des documents joints, un rapport sur les techniques alternatives de gestion des eaux pluviales.

10 points

Dans un deuxième temps, il vous demande d'établir un ensemble de propositions opérationnelles pour intégrer la gestion alternative des eaux de ruissellement dans les aménagements de voirie du quartier de Propassain.

Pour traiter cette seconde partie, vous mobiliserez également vos connaissances.

10 points

Liste des documents :

Document 1 : « Les techniques alternatives en assainissement pluviale. Introduction » - *pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr* - 3 décembre 2013 - 2 pages

Document 2 : « Les enrobés drainants en couche de surface appliqués aux chaussées à structure réservoir » - Emmanuel Delaval - *CETE Nord Picardie* - 4 octobre 2012 - 5 pages

Document 3 : « Les techniques alternatives pour la gestion des eaux pluviales » - Bernard Chocat - *graie.org* - juin 2014 - 2 pages

Document 4 : « Exemples de techniques alternatives » - *pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr* - 3 décembre 2013 - 8 pages

Document 5 : « Les eaux pluviales : définition et qualité » - *aquabrie.fr* - consulté le 25 novembre 2016 - 6 pages

Document 6 : « Chaussée à structure réservoir » - *Grand Lyon* - consulté le 25 novembre 2016 - 4 pages

Documents reproduits avec l'autorisation du CFC

Certains documents peuvent comporter des renvois à des notes ou à des documents non fournis car non indispensables à la compréhension du sujet.

Les techniques alternatives en assainissement pluvial **INTRODUCTION**

www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr
3 décembre 2013

➤ Pourquoi ?

L'urbanisation florissante des villes a conduit à l'augmentation du risque d'inondation et à la réduction de l'alimentation des nappes souterraines. Il est aujourd'hui indispensable d'intégrer la gestion des eaux de pluie dans tous les projets d'aménagements. Les objectifs premiers des techniques alternatives sont, d'une part, l'épuration des eaux et la régulation des débits dans les réseaux (par rétention) et d'autre part, la réduction des volumes s'écoulant vers l'aval (par infiltration).

➤ Contexte réglementaire

La Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) du 23/10/2000 :

Elle fixe des objectifs de résultats en termes de qualité écologique et chimique des eaux pour les Etats Membres. Ces objectifs sont entre autres, les suivants :

- mettre en œuvre les mesures nécessaires pour prévenir de la détérioration de l'état de toutes les masses d'eau,
- protéger, améliorer et restaurer toutes les masses d'eau de surface afin de parvenir à un bon état des eaux de surface en 2015.

Code de l'environnement :

■ Article R214-1, rubrique 2.I.5.0

Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :

- Supérieure ou égale à 20 ha : autorisation
- Supérieure à 1 ha, mais inférieure à 20 ha : déclaration

■ Article L214-53

Régularisation du rejet d'eaux pluviales du réseau pluvial antérieur à 1992 : déclaration d'existence

Code Général des Collectivités territoriales :

■ Article L2224-10

Les communes délimitent, après enquête publique :

- les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement
- les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement

SDAGE Loire-Bretagne :

Le nouveau Schéma Directeur d'Aménagement et Gestion des Eaux du bassin Loire-Bretagne, adopté le 15 octobre 2009 par la Commission Loire-Bretagne, couvre la période 2010-2015. Il souligne la nécessité de maîtriser les rejets d'eaux pluviales :

■ Disposition 3D de l'orientation « Réduire la pollution organique »

« La maîtrise du transfert des effluents peut reposer sur la mise en place d'ouvrages spécifiques (bassins d'orages). Mais ces équipements sont rarement suffisants à long terme. C'est pourquoi il est

Les techniques alternatives en assainissement pluvial
INTRODUCTION

nécessaire d'adopter des mesures de prévention au regard de l'imperméabilisation des sols, visant la limitation du ruissellement par le stockage et la régulation des eaux de pluie le plus en amont possible tout en privilégiant l'infiltration à la parcelle des eaux faiblement polluées. Dans cette optique, les projets d'aménagement devront autant que possible faire appel aux techniques alternatives au « tout tuyau » (noues enherbées, chaussées drainantes, bassins d'infiltration, toitures végétalisées...).

➤ *Les moyens d'application*

Le document d'urbanisme :

- *La carte de zonage d'assainissement pluvial* (en annexe du document d'urbanisme) :

Elle délimite les zones où l'imperméabilisation est limitée et/ou des mesures de stockage sont nécessaires.

- *Le règlement du document d'urbanisme : Ex Bordeaux article 4 du règlement de PLU*

« Lorsque le réseau est établi, le débit pouvant être rejeté dans celui-ci ne pourra être supérieur à celui correspondant à une imperméabilisation de 30% de la surface du terrain. »

Le règlement d'assainissement :

Il fixe les conditions et les modalités auxquelles sont soumis les branchements et déversement des eaux dans les ouvrages de la commune. Il précise le document d'urbanisme. Non obligatoire, mais opposable à l'usager.

- *Extrait tiré de celui de Saint Denis :*

« seul l'excès de ruissellement peut être rejeté aux réseaux publics après qu'ont été mises en œuvre, sur la parcelle privée, toutes les solutions susceptibles de limiter et d'étaler les apports pluviaux. Le cas échéant, la convention de branchement et de déversement fixe le débit maximum à déverser dans l'ouvrage public, compte tenu des particularités de la parcelle à desservir et du réseau récepteur »

Les règlements des Zones d'Aménagement Concertés

Les règlements de lotissement

La délivrance du permis de construire

➤ *Par qui ?*

Les techniques alternatives sont promues entre autres par l'Adopta (Association Douaisienne pour la Promotion des Techniques Alternatives en matière de gestion des Eaux Pluviales) qui met à disposition de l'information technique, recense les retours d'expérience sur différents aménagements-test. Ainsi, les collectivités peuvent s'appuyer sur des documents techniques et visites sur sites pour leurs projets d'urbanisme.

LES ENROBES DRAINANTS EN COUCHE DE SURFACE APPLIQUES AUX CHAUSSEES A STRUCTURE RESERVOIR

Emmanuel DELAVAL - CETE NORD PICARDIE - 4 octobre 2012

Rôles multiples des chaussées réservoir

Hydraulique

- Stockez provisoirement des eaux de ruissellement (régulation de débit)
- Éviter les inondations
- Ne pas sur-dimensionner les réseaux (solution alternative)

Mécanique (stabilité, cohésion, attrition)

- Matériaux non traités : d/D (+ 30 % de vides efficaces)
- Matériaux traités : GBDr, BBDr, BCP (15 à 20 % de vides efficaces)

Impact sur la qualité des eaux et des sols

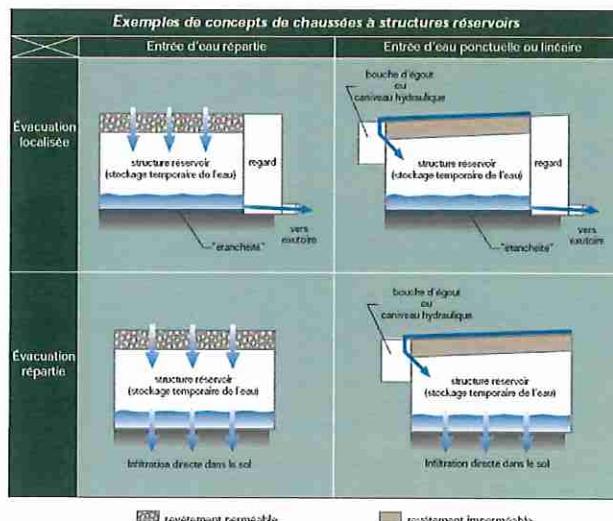
- Rôle de filtre des polluants rejetés dans le milieu naturel (vers un exutoire, ou en infiltration dans le sol)

Acoustique (revêtement poreux)

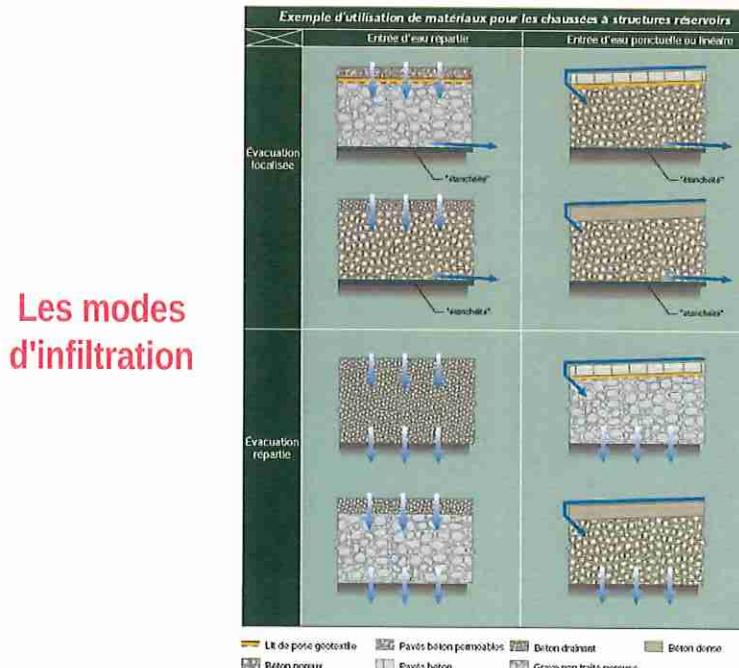
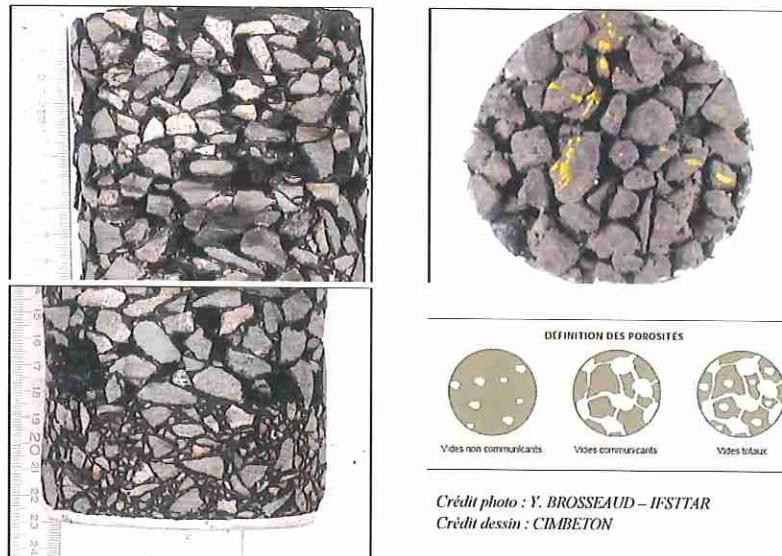
- Par nettoyage on améliore d'environ 2 dBA

5/29

Les modes d'infiltration



Coupe d'une chaussée réservoir



Plusieurs matériaux possibles en surface

- Bétons Bitumineux drainants
- Bétons de Ciment Poreux
- Les pavés
- Les dalles
- Les GNT poreuses

Définition et objectifs

Les enrobés drainants sont utilisés comme couche de roulement pour assurer une percolation directe des eaux de pluie vers le réseau d'assainissement, un dispositif de stockage temporaire, ...

Les objectifs du BBD_r sont :

- Limiter des projections d'eau par temps de pluie et le risque d'aquaplanage
- Drainer les eaux de surface
- Favoriser l'adhérence à grande vitesse
- Propriétés acoustiques

6/29

Définition technique

BBD_r : granulométrie 0/6 ou 0/10

Produits normalisés : NF EN 13 108-7
(ex NF P 98-134)

Enrobés dont le pourcentage de vides à C40 est compris :

- entre 20 et 25 % pour les classes 1
- entre 25 et 30 % pour les classes 2

Epaisseurs : 3 à 4 cm (0/6)
4 à 5 cm (0/10)

Dosage : 60 à 100 kg/m²

Document de référence

Document de référence						
Sétra Norme l'Ecole technique des routes et autoroutes						
Guide technique Utilisation des normes enrobés à chaud						
						
Appellation classe, type	Unité	Teneur en eau	% de vide PCQ	Teneur à l'eau m	Résistance à l'enfoncement	
EEDr 1 Q/C	Type à déclencher	TLmax	+V _{max} (40 grammes) +V _{min} (40 grammes) +V _{max} (200 grammes)	ITSE ₀	-	
EEDr 2 0/6	Type à déclencher	TLmax	+V _{max} (40 grammes) +V _{min} (40 grammes) +V _{max} (200 grammes)	ITSE ₀	-	
BBDr 1 0/10	Type à déclencher	TLmax	+V _{max} (40 grammes) +V _{min} (40 grammes) +V _{max} (200 grammes)	ITSE ₀	-	
BBDr 2 0/10	Type à déclencher	TLmax	+V _{max} (40 grammes) +V _{min} (40 grammes) +V _{max} (200 grammes)	ITSE ₀	-	
<small>1. Granulométrie EEDr 1 Q/C = 2,2 à 4,5 mm. 2. Appellation d'origine pour les enrobés à chaud. 3. Teneur à l'eau = teneur en eau des enrobés drainants. La teneur moyenne de ces derniers est de 20% inférieure au rapport moyen des teneurs en eau et en vides pour les types qui n'ont pas été pris en compte dans la liste de la norme NF P 98-134 (édition 2002). Enrobés non drainants - Résistances aux sollicitations hydrostatiques - Partie 1 : Essai DUREEZ sur enrobé à chaud à 20°C. 4. Les normes mentionnées sont celles qui sont utilisées à l'heure actuelle.</small>						
Utilisation	Appellation internationale	Caractéristiques physiques des granulats	Caractéristiques de fabrication	Angleterre des granulats issus de roches meubles		
Couche de revêtement	BBIM BBDr Béton bitumineux AT AC	U ₂ - M _{15,5} - P ₂ Code B	G.RF/20 °C G.RF/20 °C G.RF/20 °C G.RF/20 °C	granulats stable		
	BBDr	+	+	+	E-128	
		aéroulement	ISO 10901-11	ISO 10901-12	empierre	
		couche de roulement	Annexe A	Annexe B	Annexe C	
		couche	Tableau 18	Tableau 20	Annexe B	
			Annexe A		Annexe C	

Performances

Perméabilité
Vitesse de percolation mesurée avec le drainomètre de chantier (NF P 98-254-3)
Exigences minimales à la réception pour les vitesses de percolation :
Classe 1 : 0,6 cm/s (0/6) 0,8 cm/s (0/10)
Classe 2 : 0,9 cm/s (0/6) 1,2 cm/s (0/10)
La perméabilité évolue avec le temps en fonction :
<ul style="list-style-type: none"> • De la teneur en vides initiale • La densité du matériau • La vitesse et le type de trafic du trafic • L'environnement de la chaussée

Réalisation d'un BBDr neuf dispositions constructives

Points durs	Solutions techniques possibles
Etat du support	Si le support est déformé (risque de piège à eau) ou faiblement fissuré (eau pouvant pénétrer dans la structure), faire un traitement préalable.
Bord extérieur de la BAU	Vérifier la continuité de l'exutoire Laisser une zone caniveau avant la berme Entretien régulier de cette zone
Bord extérieur du BBDr lorsqu'il y a des accotements	Réaliser un chanfrein en pente douce Laisser le bord extérieur du BBDr libre, de manière à ce que l'eau puisse s'écouler Réaliser des accotements avec des matériaux drainants

7/29

Réalisation d'un BBDr neuf dispositions constructives

Points durs	Solutions techniques possibles
Joint d'ouvrage d'art	Mettre en place un drain transversal en amont. Penser à l'exutoire.
Longues pentes longitudinales	Réaliser des tranchées drainantes en épi, régulièrement espacées sur la ligne de plus grande pente. Si on a recours à des drains préfabriqués, on veillera à bien les encastrer dans la couche support du BBDr.
Saignées de prise de mesures (comptage, essieux, pesées)	Poser les boucles dans la couche support

Caractéristiques géométriques des voies zones particulières

Caractéristiques du site		Utilisation possible des BBDr ?
Zone particulière	Zones de basculement de devers (hors virages à faible rayon)	OUI (dispositions hydrauliques nécessaires au delà de trois voies)
	Zone à forte pente ($\geq 4\%$) sur une longueur minimale de 200 m	OUI, mais : Étude particulière requise pour traiter les résurgences d'eau et de VH
	Zones de grande largeur (≥ 3 voies)	Etude particulière pour traiter les problèmes de résurgence d'eau (ex : BBDr à épaisseur variable sur PT)

Caractéristiques géométriques des voies zones particulières

Caractéristiques du site		Peut-on utiliser des BBDr ?
Autoroutes et voies rapides urbaines ($V > 90 \text{ km/h}$)		OUI Sauf zones particulières
Routes à trafic élevé ($\geq T1$)	Plaine $R > 240 \text{ m}$	Oui si pas de risque de colmatage à court terme (passage d'engins agricoles)
	Plaine quelques virages $R < 240 \text{ m}$	Oui si pas de risque de colmatage à court terme Virages serrés à traiter autrement – Attention aux alternances trop fréquentes
	Route sinuuse	A éviter (Tenue mécanique)
Routes à trafic élevé ($\geq T1$)	Plaine- $R < 240 \text{ m}$	Sans intérêt sauf particularités d'itinéraire
	Plaine qq $R < 240 \text{ m}$ ou route sinuuse	Sans intérêt Tenue mécanique
Voies urbaines, rues, ...		Oui, mais étude particulière – attention au risque de colmatage rapide

829



Caractéristiques géométriques des voies zones particulières

Caractéristiques du site		Utilisation possible des BBDr ?
Zone particulière	Giratoires Carrefours Virages à très faible rayon ($\leq 240 \text{ m}$)	Fortement déconseillé cisaillements importants
	Barrières de péage	Fortement déconseillé cisaillements importants et risques d'hydrocarbures
	Zones de bouchons fréquents	Déconseillé Risque de colmatage et de pollution par les hydrocarbures



Caractéristiques géométriques des voies zones particulières

Caractéristiques du site		Utilisation possible des BBDr ?
Zone particulière	Ouvrage d'art (longueur supérieure à 100 m)	Fortement déconseillé Anomalie thermique qui entraîne des problèmes de VH
	Ouvrage d'art de petite longueur	Etude particulière pour traiter les problèmes d'évacuation des eaux
	Tunnels	Fortement déconseillé Problème d'éclairage



Prise en compte de la climatologie

Zones climatiques françaises	Nombre de jours de verglas et de neige	Contraintes d'emploi
H1	< 10	OUI Avec renforcement de la surveillance hivernale
H2	10 à 30	OUI Avec renforcement conséquent des moyens de surveillance et d'intervention
H3	30 à 50	Limité aux itinéraires bénéficiant d'une structure d'exploitation autoroutière et ayant fait l'objet d'une définition spécifique des mesures d'exploitation hivernale
H4	50 à 90	Déconseillé sauf dispositions particulières
H5	> 90	Très fortement déconseillé

Entretien - réparations

pour comprendre le présent et construire l'avenir

Décolmatage

Matériel spécifique hydromécanique :

- Pression : 150 à 350 bars
- Débit d'eau : 120 à 200 l/min
- Fonction : décohésion + décollage
- Rendement : 5 000 à 15 000 m²/jour

• Cependant :

- Efficacité partielle
- Précautions particulières pour rendre l'opération plus efficace

Entretien - réparations

pour comprendre le présent et construire l'avenir

Réparations ponctuelles

Reprise manuelle avec un liant résine + durcisseur

Réhabilitations

Enlèvement de la couche par fraisage et remplacement par une nouvelle couche (possibilité de recyclage de l'ancien enrobé en centrale)

Recouvrement du BBDr par un nouveau revêtement :

- Couche d'accrochage + couche de roulement
- couche d'imperméabilisation + couche de roulement

VRAI
OU
FAUX ?

Les techniques alternatives pour la gestion des eaux pluviales

Risques réels et avantages



graine

POLLUTION DES EAUX PLUVIALES

De quoi parle-t-on ?

La pollution des eaux de ruissellement urbain est un concept qui a maintenant été bien intégré par les acteurs de la ville. Cependant ce concept est souvent mal compris et différents éléments sont confondus à tort. Il est ainsi important de bien distinguer :

- La pollution de l'eau de pluie ;
- La pollution des eaux de ruissellement pluvial ;
- La pollution des rejets pluviaux stricts ;
- La pollution des rejets urbains de temps de pluie.

Pollution de l'eau de pluie

L'eau de pluie est naturellement polluée. En effet les gouttes d'eau ne peuvent atteindre une taille suffisante pour tomber vers le sol que s'il existe des particules solides dans l'atmosphère permettant d'initier le processus de nucléation. Une partie des polluants atmosphériques urbains sont donc entraînés vers le sol lors des périodes pluvieuses. Les concentrations en polluants sont cependant extrêmement faibles (voir tableau de synthèse), et, dans la plupart des situations l'eau de pluie est de qualité potable lorsqu'elle arrive au niveau du sol. Le facteur limitant le plus fréquent est le pH (pluies acides), mais cette acidité est très rapidement tamponnée par les matériaux sur lesquels elle ruisselle ou qu'elle traverse.

Pollution des eaux de ruissellement pluvial

En arrivant au sol, l'eau de pluie va d'une part lessiver les surfaces sur lesquels elle s'écoule et d'autre part éroder les matériaux de surface. Les contaminants peuvent soit être dissous, soit être fixés sur les particules entraînées par l'eau. L'augmentation de la concentration en polluants dépend de facteurs multiples : intensité de la pluie, importance des ruissellements, nature du matériau de surface, nature des activités sur ou à proximité de la surface, etc... Ceci explique la très grande variabilité des concentrations trouvées dans la littérature. Notons cependant (voir tableau) que les eaux de ruissellement sont presque toujours au moins de qualité « baignade ».

En pratique, le facteur le plus important reste cependant la distance parcourue par l'écoulement. De façon assez basique, si la goutte d'eau parcourt plusieurs dizaines de mètres pour rejoindre un égout, elle se chargera beaucoup plus en polluants que si elle s'infiltra exactement là où elle est tombée et ne traverse que quelques centimètres de matériaux potentiellement pollués ou érodables.

Pollution des rejets pluviaux stricts

Dans un système d'assainissement séparatif classique, les eaux de ruissellement sont recueillies dans un réseau de surface (caniveaux), puis introduites dans un réseau souterrain de conduites et acheminées le plus directement possible vers un exutoire de surface. La pollution des rejets pluviaux stricts correspond à la pollution mesurée à cet exutoire.

Les techniques alternatives pour la gestion des eaux pluviales : risques réels et avantages

La qualité des rejets pluviaux stricts est beaucoup plus mauvaise que celle des eaux de ruissellement. En effet l'eau se charge en polluants tout au long de son parcours :

- Dans les caniveaux, où les pratiques de nettoyage des rues, et les modes de vie des citadins accumulent les polluants ;
- Et surtout dans le réseau de conduites qui reçoit, pendant les périodes de temps sec de multiples résidus, en particulier le produit du nettoyage des rues et des places de marché et les rejets divers de citadins qui utilisent les abris de rues comme des poubelles.

Pollution des rejets urbains de temps de pluie

Dans les villes françaises les réseaux séparatifs ne sont pas généralisés, et lorsqu'ils existent, la séparation des eaux usées et des eaux pluviales est rarement réalisée de façon parfaite. Ceci signifie que les rejets urbains de temps de pluie (RUTP) ne sont généralement pas des rejets pluviaux stricts, mais des mélanges d'eau usée et d'eau pluviale par des déversoirs d'orage, voire parfois, par des exutoires réputés strictement pluviaux.

Les chiffres les plus souvent cités pour indiquer le fort degré de pollution des eaux rejetées par temps de pluie sont souvent ceux des effluents de réseau unitaire, ce qui explique d'une part leur très forte variabilité et d'autre part leurs fortes concentrations moyennes.

EXEMPLES DE TECHNIQUES ALTERNATIVES

Extrait de Les techniques alternatives en assainissement pluvial

www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr - 3 décembre 2013

Fiche n°1 : NOUES ET FOSSÉS

➤ Définition

Les noues sont des fossés larges et peu profonds. Elles apportent un avantage paysager certain.

➤ Principe de fonctionnement

1. Introduction des eaux pluviales : généralement direct par ruissellement ou acheminement par une conduite ;
2. Stockage des eaux recueillies à l'air libre ;
3. Evacuation des eaux stockées par infiltration dans le sol, et au besoin par un réseau canalisé, à un débit régulé.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Contribuent à une meilleure délimitation de l'espace • Bon comportement épuratoire • Bonne intégration dans le site • Utilisation éventuelle en espaces de jeux et de loisirs, de cheminement piéton par temps sec • Solution peu coûteuse (gain financier à l'aval car diminution des réseaux à l'aval) <p><u>Cas particulier de l'infiltration</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Il n'est pas nécessaire de prévoir un exutoire sur un sol perméable • Alimentation de la nappe phréatique 	<ul style="list-style-type: none"> • Entretien et nettoyage régulier spécifique indispensable (tonte, ramassage des feuilles,...) • Nuisance liée à la stagnation éventuelle de l'eau • Colmatage possible des ouvrages. • Emprise foncière importante dans certains cas • Cas particulier de l'infiltration • Risque de pollution accidentelle de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage

➤ Conditions à respecter :

- Respect des dimensions et des pentes longitudinales
- Pour éviter la stagnation d'eau : vérification des pentes, réalisation d'une cunette en béton ou d'une tranchée drainante dans le fond de la noue
- Enherbement des berges pour éviter l'érosion, voire enrochements localisés.
- Contre le bouchage des orifices : mise en place d'un drain sous la noue

Cas de l'infiltration :

- sol perméable : $10^{-5} < K < 10^{-2}$, avec K = perméabilité du sol en m/s
- distance minimale (≈ 1 m) entre les plus hautes eaux de la nappe souterraine et le bas talus
- non localisée dans une zone d'infiltration réglementée

- pas d'apports de fines des surfaces drainées

➤ Conception (cf. annexe 1)



► Noue plantée d'iris

- Où ?

Le long des voies de circulation, dans une parcelle le long d'une limite de propriété...

- Comment ?

- Dans la mesure du possible : perpendiculaire au sens d'écoulement des eaux de ruissellement, sinon un cloisonnement est indispensable pour obtenir un volume utile de rétention suffisant
- Pente des talus < 30%
- Pente du fond de nouve : faible < 0.2 - 0.3%
- Plus la pente est faible, plus l'entretien est facilité.
- Avec quoi ?
- Végétation : gazon résistant à l'eau et l'arrachement (Herbe des Bermudes, Pueraria Hirsute, Pâturin des près, ...), arbres et arbustes (stabilisant les berges)
- Massif drainant en fond de nouve : béton, pierre sèche, briques...

➤ Dimensionnement :



► Exemple d'une nouve enherbée

I. Cas d'une nouve de rétention, l'infiltration étant négligeable :

Les dimensions de la / des nouve(s) doivent permettre de respecter le volume utile et le débit de fuite définis au document de zonage pluvial en fonction de sa localisation.

- Dimensions : $L \times l \times h/2 = \text{Volume de rétention}$
- Diamètre de l'orifice de vidange :
 $m \times V \times S = Q$

Avec : Q : débit de fuite ; $m = 0,62$ (coeffcient de Borda) ; V : vitesse en m/s, exprimée par $(2gh)^{0.5}$; h : hauteur d'eau moyenne au dessus de l'orifice ; S : section de l'orifice, donné par πr^2



► Exemple d'une nouve avec cloisons

2. Cas de l'infiltration :

Le dimensionnement nécessite la réalisation d'une étude spécifique permettant d'évaluer la perméabilité du sol et ensuite d'en déduire le volume utile de rétention.

➤ *Coût :*

- terrassement : ≈ de 5 à 20 €HT/m³
- engazonnement : ≈ 2 €HT/m²
- pose et matériel pour le massif drainant : 60 à 100 €HT/ ml
- pose et matériel des canalisations d'entrée des propriétés : ≈ 30 €HT/ ml
- Entretien : ≈ 3€HT/ml

➤ *Entretien :*

Similaire à ceux des espaces verts : tonte, ramassage des feuilles mortes et des détritus, curage des orifices de vidange.

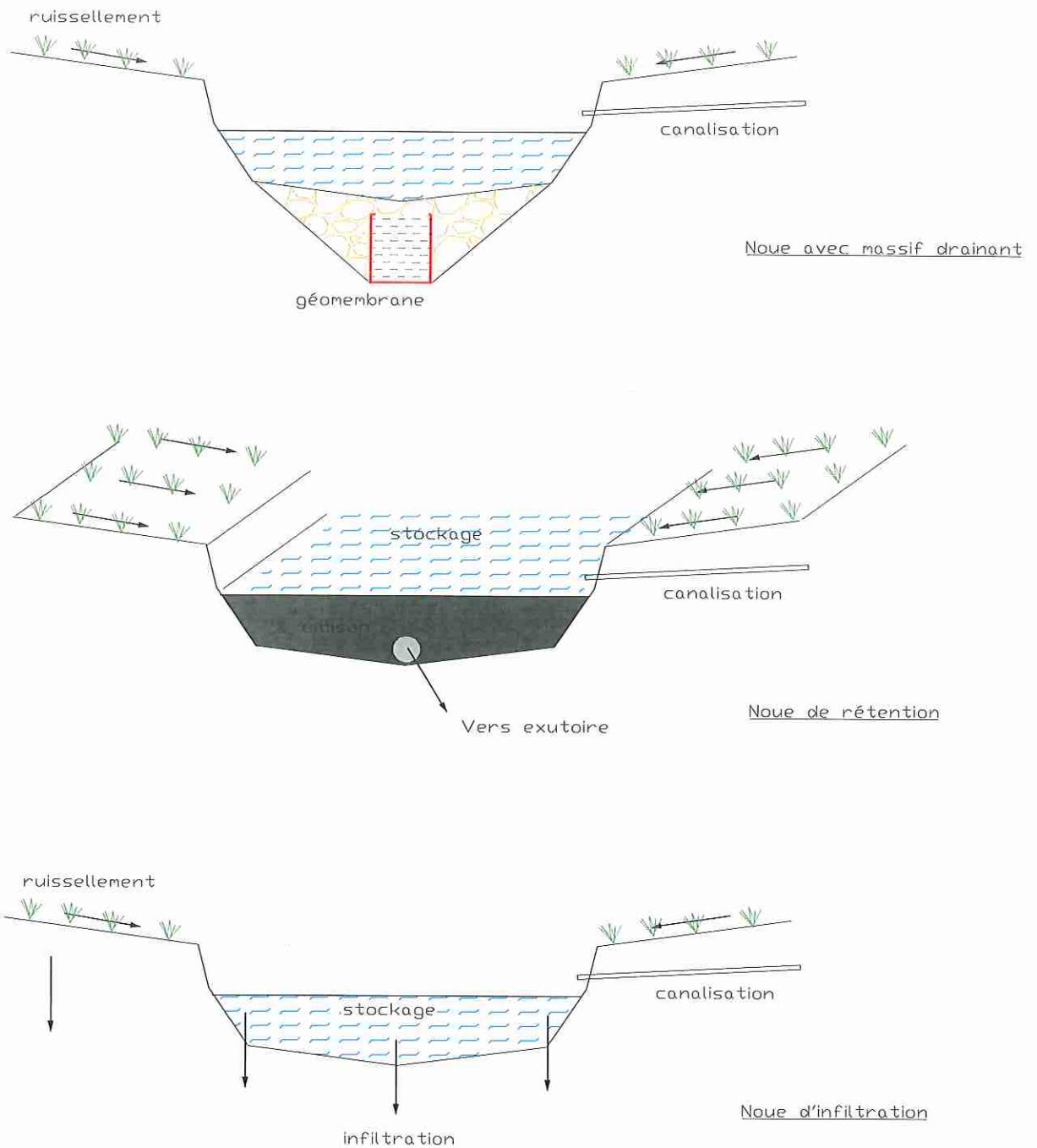
➤ *Remarque*

Combinaison avec une tranchée drainante possible (voir fiche n°2)



► Noues paysagères

➤ Schéma de principe



Fiche n°2 : TRANCHÉES DRAINANTES

➤ Définition

Espaces linéaires et superficiels remplis de matériaux granulaires permettant un stockage des eaux.

➤ Principe de fonctionnement

1. Introduction des eaux pluviales : généralement direct par ruissellement ou acheminement par une conduite ;
2. Stockage des eaux recueillies dans un ouvrage linéaire rempli de matériaux poreux ;
3. Evacuation des eaux stockées par infiltration dans le sol, et au besoin par un réseau canalisé, à un débit régulé.

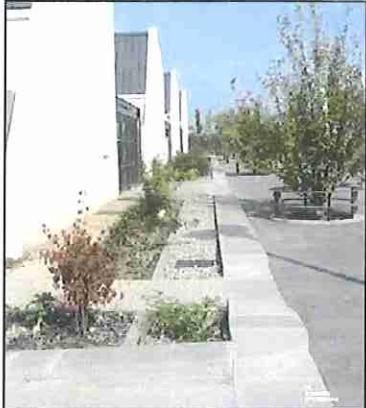
Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">• Diminution des réseaux à l'aval• Peu coûteux• Mise en œuvre facile• Bonne intégration paysagère• Solution peu coûteuse (gain financier à l'aval car diminution des réseaux à l'aval)	<ul style="list-style-type: none">• Entretien et nettoyage régulier spécifique indispensable (tonte, ramassage des feuilles,...)• Contrainte dans le cas d'une forte pente (cloisonnement nécessaire)• Colmatage possible des ouvrages.• Contraintes liées à l'encombrement du sous-sol• Emprise foncière importante dans certains cas
<u>Cas particulier de l'infiltration</u> <ul style="list-style-type: none">• Il n'est pas nécessaire de prévoir un exutoire sur un sol perméable (sauf en cas de trop-plein) Alimentation de la nappe phréatique	<u>Cas particulier de l'infiltration</u> <ul style="list-style-type: none">• Risque de pollution accidentelle de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage

➤ Conditions à respecter :

- Tranchées le long des voies circulées : sous trottoirs ou en limite de parking, rejet vers un exutoire à prévoir au moyen d'un drain (phénomène de colmatage important).
- Les tranchées autour des bâtiments pour les eaux de toiture : l'infiltration suffit, la mise en place d'un drain permettra de répartir les eaux dans toute la tranchée.
- Vérification de l'absence de zone de protection de la nappe et eaux collectées de bonne qualité
- Perméabilité du sol suffisante
- Tranchée de rétention : prévoir un exutoire avec un ouvrage de limitation du débit de fuite.

➤ *Conditions à respecter :*

Lors de la réalisation :



► Tranchées d'infiltration

- Les apports de terre vers la tranchée doivent être évités, tranchées à réaliser dans les dernières étapes du projet en séparant les surfaces productrices de fines des surfaces drainées.
- Les matériaux utilisés doivent avoir une porosité utile suffisante et doivent être propres pour éviter tout colmatage prématué.
- Un contrôle de fin de réalisation consiste à vérifier la capacité de stockage et de vidange par des essais de remplissage.

➤ *Conception (cf. annexe 2)*

• Où ?

Le long des voies de circulation, le long d'un bâtiment, dans une parcelle le long d'une limite de propriété...

• Comment ?

- Dans la mesure du possible : perpendiculaire au sens d'écoulement des eaux de ruissellement, sinon un cloisonnement est indispensable pour obtenir un volume utile de rétention suffisant
- Pente des talus < 30%
- Pente du fond : nulle en cas d'infiltration, faible < 0.2 - 0.3% pour de la rétention

Plus la pente est faible, plus l'entretien est facilité.

• Avec quoi ?

- Revêtement de surface : gazon, galets, dalles, sable (en sous couche), ...
 - Pas de revêtement poreux
 - Peut être non recouverte si les eaux sont peu polluées

- A l'intérieur : graves (porosité > 30%), matériaux alvéolaires (porosité > 90%) ;
- Cas de l'infiltration : mise en place d'un géotextile pour éviter l'introduction de fines
- Le drain : tuyau PVC localisé au fond (réception) ou en haut (infiltration)

➤ *Dimensionnement*

I. Cas d'une tranchée de rétention, l'infiltration étant négligeable :

Les dimensions de la / des tranchée(s) doivent permettre de respecter le volume utile et le débit de fuite définis au document de zonage pluvial en fonction de sa localisation.

- Dimensions : $h \times l \times L \times \text{porosité du matériau} = \text{Volume de rétention}$

- Diamètre de l'orifice de vidange :

$$m \times V \times S = Q$$

Avec : Q : débit de fuite ; m= 0,62 (coefficient de Borda) ; V : vitesse en m/s, exprimée par $(2gh)^{0.5}$; h : hauteur d'eau moyenne au dessus de l'orifice ; S : section de l'orifice, donné par πr^2

2. Cas de l'infiltration :

Le dimensionnement nécessite la réalisation d'une étude spécifique permettant d'évaluer la perméabilité du sol et ensuite d'en déduire le volume utile de rétention.

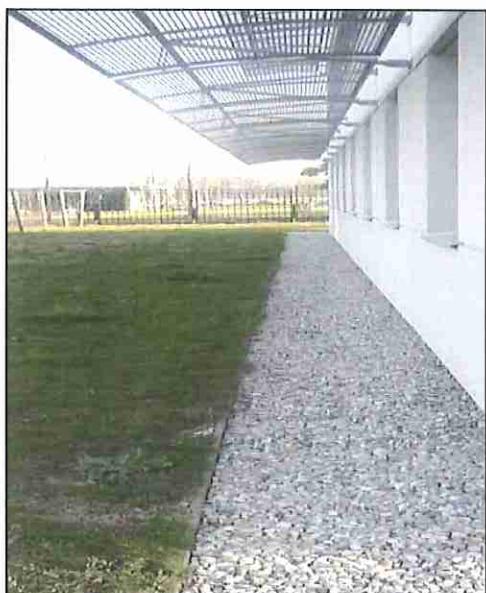
➤ Coût

Coût de réalisation : de 40 à 50 €/m³ terrassé, pour un ouvrage simple

Coût d'entretien : 1€/m²/an

➤ Entretien

- Ramasser régulièrement les déchets ou les débris de végétaux qui obstruent les dispositifs d'injection locale comme les orifices entre bordures ou les avaloirs et à entretenir le revêtement drainant de surface.
- Le géotextile de surface doit être changé en cas de colmatage.
- Pour mesurer l'efficacité de l'ouvrage et vérifier qu'il n'existe aucune pollution due à l'infiltration des eaux de ruissellement, installer un piézomètre en amont et en aval de l'ouvrage.



Tranchées drainantes récoltant les eaux de parking
(Saint Jacques de la lande, 35)

► Tranchées sous toit

➤ Schéma de principe

19/29



Extrait du guide 2011 - Vers une gestion alternative des eaux pluviales et des économies d'eau en faveur de la nappe de Champigny

71 Les eaux pluviales : définition et qualité

A. La circulation de l'eau pluviale à l'échelle du bassin versant

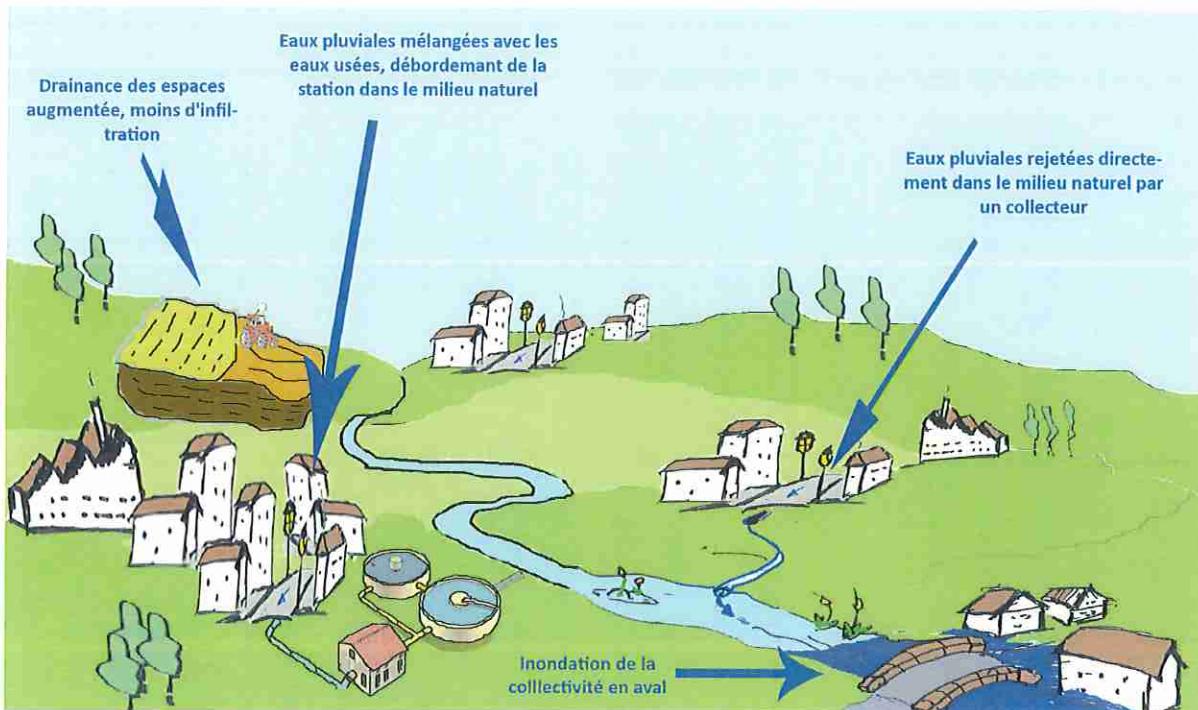


Schéma de principe des écoulements des eaux de pluie.

B. Définition et caractéristiques de l'eau pluviale

On qualifie d'*eau pluviale* l'eau de pluie qui ruisselle sur des surfaces imperméables, liées à l'activité humaine. On peut aussi l'appeler eau de ruissellement.

Toutefois, nous pouvons dégager plusieurs types d'eaux pluviales, caractérisées par leurs surfaces de contact : les eaux de toiture, les eaux de voirie et les eaux de parking.



Cette différenciation de l'eau pluviale en fonction de sa surface de contact trouve son origine dans l'une des propriétés fantastiques de la molécule d'eau qui répond à son environnement et se charge de ses caractéristiques que ce soit des minéraux comme des polluants.

Aussi plusieurs facteurs influent sur la qualité des eaux de pluie et des eaux pluviales. L'ensemble des éléments en contact pendant le cycle d'une gouttelette d'eau provoque des changements physico-chimiques.

- L'atmosphère : Les gaz atmosphériques se dissolvent dans l'eau à son contact. Les particules atmosphériques provenant des activités humaines, industries, agriculture, chauffage, moyens de transport entre autres sont absorbées par les gouttelettes d'eau.
- Les surfaces de contact : Lorsque l'eau de pluie rencontre une surface qu'elle quelle soit, l'eau gardera en mémoire cette rencontre par une modification de ses propriétés.

C. Les risques liés à la qualité des eaux pluviales

Pour les eaux de toiture, le risque peut venir de plusieurs phénomènes :

- écoulement : les métaux lourds si le toit est composé de tôle en zinc, en cuivre, plomb, etc. ;
- séjour : les bactéries et algues, si le lieu de stockage est exposé à la lumière avec des eaux stagnantes ;
- pollution de l'air : Des traces de particules minérales et organiques peuvent être retrouvées. Elles résultent des retombées atmosphériques du chauffage urbain ou individuel, aux rejets industriels.....

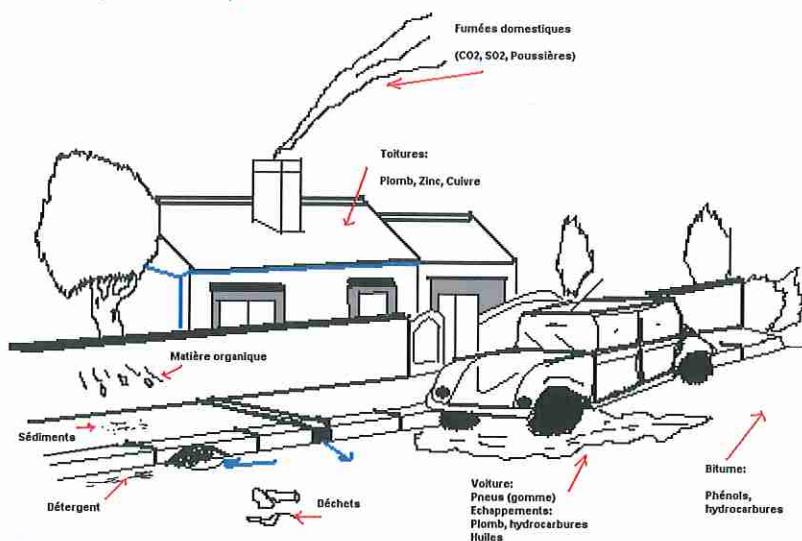


Schéma de contamination des eaux de pluie

Pour les eaux de voirie ou de parking, les risques sont beaucoup plus importants. Ces eaux sont beaucoup plus chargées. Le risque est lié à la circulation automobile, y compris aux accidents, et à l'entretien. On peut donc y retrouver :

- des matières organiques (micro-organismes, bactéries)
- des matières inertes (plastique, déchets variés)
- des matières chimiques (produits phytosanitaires)
- des hydrocarbures (huiles, essence).



Parking - Douai (59)



La qualité des eaux pluviales

Retrouvez en **Annexe** page 34 plus de détails sur la qualité chimique de l'eau pluviale, la qualité de l'eau pluviale en pesticides et la qualité des eaux de toiture et de voirie.

Dans tous les cas, pour une utilisation de nettoyage ou d'arrosage ou encore pour les WC, les eaux pluviales de toiture ne présentent que très peu de risque pour la santé. Car le risque d'inhalation est quasi-nul et n'est pas prolongé.

Toutefois pour une utilisation d'appoint à l'eau potable (hors boisson, toilette du corps), un double réseau intérieur avec des systèmes anti-retour est nécessaire.

En conclusion, les eaux pluviales ne possèdent pas les caractéristiques nécessaires pour être valorisées en tant qu'eau destinée à la consommation humaine. Mais les usages de l'eau n'étant pas exclusivement réservés à l'alimentation et à l'hygiène corporelle, l'eau pluviale peut toutefois prouver son intérêt. Les eaux de toiture seront les plus facilement valorisables dans leur réutilisation, ce sont des eaux plus facilement accessibles et les moins chargées en polluants. Les eaux de voirie ou encore les eaux de parking ne peuvent en général pas être réutilisées sans traitement préalable. En effet, lessivant les surfaces et espaces imperméables, elles véhiculent une nature de pollution qui peut être dangereuse pour certains usages.

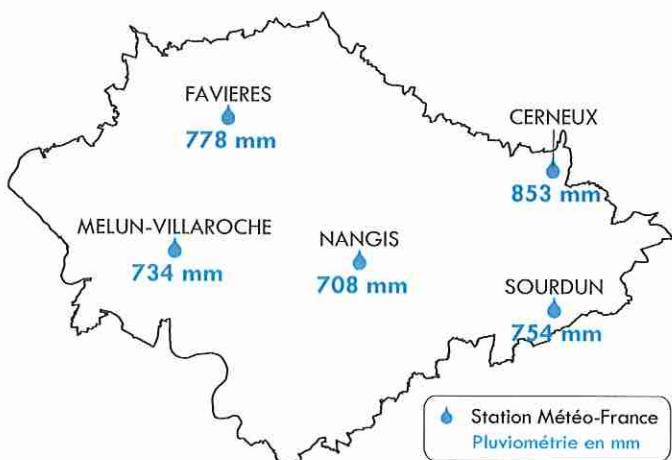
La qualité originelle des eaux pluviales ne permet pas de l'utiliser comme eau de boisson. De plus, les surfaces de contacts et les conditions de stockage jouent sur ses caractéristiques, notamment bactériologiques, les rendant potentiellement non utilisables en l'état pour l'hygiène corporelle.

D. La prise en compte de la pluviométrie locale

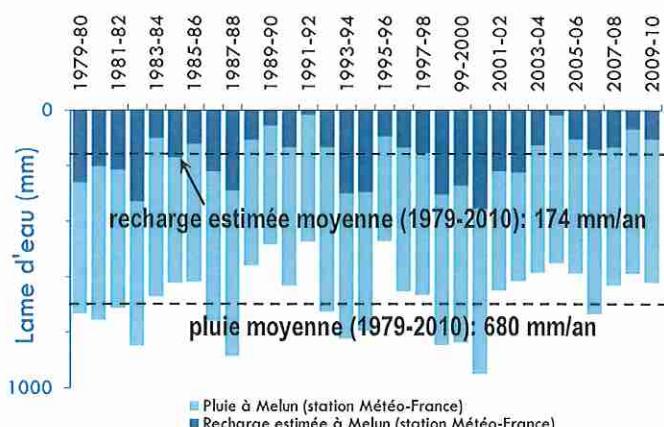
La pluviométrie est la mesure des hauteurs de pluie qui tombe sur une période donnée.

Chaque région possède ses propres caractéristiques. Il est nécessaire de connaître les hauteurs de précipitation, car ces valeurs vont nous renseigner sur les besoins, les contraintes en eau et les quantités d'eau que l'on va devoir gérer. Ces données sont plus que nécessaires pour le dimensionnement des ouvrages quels qu'ils soient.

Vous trouverez *en annexe* des compléments d'information sur des notions comme le temps de retour et des graphes de la pluviométrie sur le Champigny.



Pluviométrie annuelle aux cinq stations Météo-France



Pluviométrie annuelle et recharge estimée de la nappe à Melun depuis 1979

La pluviométrie

Retrouvez en **Annexe** page 35 des compléments d'information sur le temps de retour et des graphes de la pluviométrie sur le Champigny

Une gestion alternative des eaux pluviales



La gestion alternative doit se développer à la fois à l'échelle parcellaire – pour une réinfiltration à la source – et de façon collégiale et intercommunale, c'est-à-dire à l'échelle du bassin ou sous-bassin versant.

Tous les aménagements seront pensés dans une cohérence territoriale en s'appuyant sur les études réalisées dans le cadre du zonage des schémas d'assainissement. L'objectif principal étant de concilier l'aménagement du territoire et la réalimentation des eaux souterraines.

Il faut limiter l'imperméabilisation des espaces, favoriser l'infiltration au plus près de l'impact, privilégier les aménagements à ciel ouvert et en surface afin de favoriser l'évaporation et l'évapotranspiration.

A. Les nouvelles fonctions des eaux pluviales

Au-delà de la vision hydraulique, les eaux pluviales ont bien des atouts :

- Une fonction paysagère en réintroduisant l'eau des milieux humides en milieu urbain ;
- Une fonction écologique en favorisant la biodiversité et l'intégration de ces aménagements dans la trame bleue et la trame verte ;
- Une fonction récréative comme une aire de jeux inondable ;
- Une fonction sociale à prévoir pour que la population s'approprie ces nouveaux espaces et la gestion que cela implique.

		EAU	AMENAGEMENT
A l'échelle des grands bassins versants	Cadre réglementaire de la gestion alternative des eaux pluviales à différentes échelles	SDAGE : Le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux créé par la Loi sur l'eau 1992, définit les grandes orientations de la gestion des eaux. 6 grands bassins en France Métropolitaine ont défini leur schéma par les comités de bassin. Ils correspondent aux plans de gestion définis par la directive cadre européenne sur l'eau du 23 octobre 2000.	DTA : La Directive territoire d'aménagement d'Etat stratégique permet de créer un lien entre les orientations nationales et les planifications locales. Depuis la Loi Grenelle II, elle disparaît au profit des DTADD (Directives Territoriales d'Aménagement et de Développement Durable).
A l'échelle de la région		SDRIF : Le Schéma Directeur Régional d'Ile de France définit les grandes orientations de gestion et d'aménagement du territoire. En Ile de France, il recommande une gestion à la parcelle et préconise pour les aménagements un débit de fuite gravitaire par défaut de 2 L/s/ha.	
A l'échelle du bassin versant		SAGE : Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux, créé par la loi sur l'eau 1992, décline à l'échelle d'un sous-bassin appelé unité hydrographique (cours d'eau ou aquifère) les orientations du SDAGE. Il met en place localement des actions pour la préservation et la protection des milieux aquatiques. PPRI : le Plan de Prévention des Risques d'Inondation est instauré depuis la loi Barnier 2 février 1995.	SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale est un document d'urbanisme fixant à grande échelle (regroupement de communes) les orientations et l'évolution du territoire. Instauré par la loi SRU du 13 Décembre 2000, il est renforcé par la Loi Grenelle II (12 juillet 2010).
A l'échelle communale		Zonage pluviale : dans le cadre de la loi sur l'eau 1992 et le décret n° 94-469 du 3 juin 1994, les communes ont l'obligation de créer un zonage d'assainissement.	PLU : Le Plan Local d'Urbanisme a remplacé le POS (Plan d'Occupation des Sols) depuis la loi SRU loi 2000-1208 du 13 décembre 2000. Ce document d'urbanisme réglemente et définit les orientations de l'urbanisation de commune ou d'un regroupement communal.
A l'échelle du projet		Dossier loi sur l'eau : Avant toute réalisation de projet relatif à l'eau, certaines déclarations peuvent être demandées par la loi sur l'eau et en fonction de l'importance du projet, une autorisation peut être nécessaire.	Autorisation urbanisme : tout projet doit être compatible avec les orientations. Certains projets devront faire l'objet d'un permis de construire.

B. Les différents cadres de la gestion des eaux pluviales

A différentes échelles territoriales, la gestion des eaux pluviales peut être influencée. Les cadres réglementaires mis à la disposition des collectivités sont des leviers incontournables pour faire évoluer cette gestion à l'échelle locale. Les collectivités possèdent un certain nombre d'outils pour influencer les projets à dimension locale comme les constructions de ZAC, lotissements... (Cf. schéma : Cadre réglementaire à différentes échelles)

Propriété de l'eau pluviale

Le code civil français – par ses articles 640 à 643 régissant les eaux pluviales – affirme que tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales sur son fonds. Il peut alors les récupérer et les stocker. Une précision doit être apportée toutefois : le propriétaire peut user et disposer librement des eaux pluviales tombant sur son terrain à la condition de ne pas causer de préjudice à autrui, en particulier au propriétaire situé en contrebas de son terrain vers lequel l'eau s'écoule naturellement. Donc une eau de pluie tombant sur une surface imperméable doit être gérée sur son propre terrain ou bien dirigée sur la voie publique. Or pour cette dernière, le maire est en droit d'interdire tout rejet pluvial sur le domaine public ou de le soumettre à condition.

Le plan de zonage d'assainissement

Ces plans ont pour objectif de prévenir les effets de l'urbanisation et du ruissellement des eaux pluviales sur les systèmes d'assainissement et les milieux récepteurs. Il permet de fixer des prescriptions cohérentes sur un territoire d'étude. Il est défini par l'article L 2224-10 du code général des collectivités territoriales et repris par l'article L 123-1 du code de l'urbanisme. Les plans de zonage une fois déterminée doivent être annexés au PLU pour avoir une portée juridique.

Le règlement d'assainissement

La collectivité doit se munir d'un règlement d'assainissement encadrant les règles mises en place sur son territoire de compétence. Dans ce cas, elle peut réglementer les conditions de raccordement au réseau public pluvial (si la gestion à la parcelle s'avère impossible) avec la mise en place d'un débit de fuite.

Le plan local d'urbanisme (PLU)

Le PLU peut comporter différents règlements comme un plan de zonage du risque de ruissellement, des cartes de zonage des risques d'inondation ou de glissement de terrain, les servitudes d'utilité publique, etc ... pouvant réglementer et encadrer la gestion des eaux pluviales.

Le code de l'environnement

Article R 211-23 (décret du 3 juin 1994) : autorisation de réutilisation après épuration des eaux usées pour une utilisation agronomique ou agricole. Les aménagements d'ouvrage peuvent être soumis à autorisation ou déclaration au titre de la loi sur l'eau.

PLU et zonage d'assainissement

Le PLU consiste à avoir une réflexion sur les perspectives de développement urbain alors que le zonage d'assainissement est une réflexion sur les solutions envisageables pour l'assainissement des eaux. Les deux documents sont interdépendants. La prise en compte de l'assainissement participe à l'élaboration d'une réelle programmation du développement urbain.

D'ailleurs les deux documents peuvent être menés de front car il est possible de réaliser le zonage et le PLU (ou leur révision) dans une enquête publique conjointe, sans oublier que le zonage d'assainissement doit être intégré au PLU après approbation.

Les aménagements privés

Une attention particulière doit être portée aux aménagements privés de type lotissement car les choix faits par les promoteurs peuvent mettre en péril la vision globale de la gestion des eaux pluviales. Il pourrait être nécessaire de réviser les documents d'urbanisme afin d'y inscrire les préconisations qui émergeront de la réflexion d'une gestion alternative des eaux pluviales.

C. Etudes Préalables

Les études préalables à tout projet de gestion des eaux pluviales ou de ruissellement sont à mener à l'échelle du bassin versant ou sous-bassin versant. Avant toute mise en place de projet, il est nécessaire de prendre en compte certaines données pouvant limiter ou réglementer la réalisation des aménagements. Ces études peuvent être financées.

Vous avez été dans l'obligation de faire un schéma d'assainissement et notamment un plan de zonage eaux pluviales/eaux usées avant 2005. Les études réalisées dans le cadre du plan de zonage de l'assainissement, notamment pluvial, seront prioritairement exploitées. Elles seront complétées par des études complémentaires pour répondre aux points listés ci-après.

Délimitation des zones d'études

En fonction du projet et de son ampleur, il faut avant tout délimiter les sous-bassins versants en fonction de la topographie.

Analyse bibliographique

Le SDAGE, le SDRIF, les SAGE (le SAGE de l'Yerres notamment), les schémas directeurs d'assainissement, les cartes d'inondations, les cartes géologiques, les différentes cartes de glissements de terrain, les différents périmètres de protection, etc, sont à prendre en compte car ils peuvent imposer certaines restrictions ou émettre des préconisations.

Ayant défini les contraintes prescriptives et réglementaires sur le bassin versant, il faut connaître les éléments suivants :

Données hydrogéologique et environnementale

- Localisation des axes drainants et des exutoires naturels, caractéristiques du sol, caractéristiques des nappes souterraines ainsi que de leur vulnérabilité.
- Identification de la pluviométrie locale, ainsi que des hauteurs de pluie de temps de retour 20, 30, 50, 100 ans.
- Perméabilité du sol dans la zone d'implantation, caractéristiques géotechnique, nature des sols.

Données techniques

L'occupation des sols existants et envisagée dans les 20 ans à venir :

- les activités prévues sur la zone définie,
- les aménagements existants avec une volonté de contrôle de leur conformité,
- les surfaces qui seront connectées aux aménagements pouvant définir le niveau de traitement,
- l'impact pouvant lui être octroyé.

Etude de l'entretien et de la gestion des aménagements

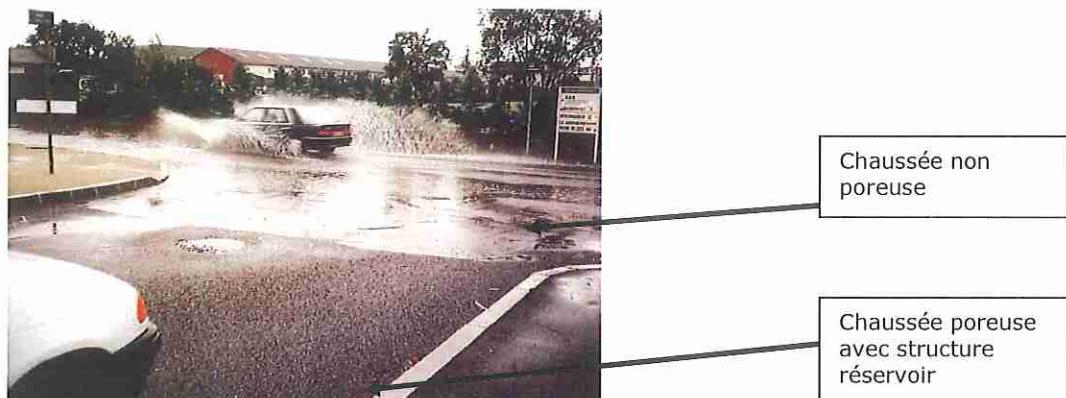
En fonction de la technique retenue, l'entretien sera plus ou moins contraignant. Mais avant toute mise en place de nouveaux aménagements, la question de leur entretien et de leur gestion sera à se poser préalablement à la réalisation. Pour qu'un projet fonctionne dans la durée, ces questions ne sont pas à négliger ni à reporter dans le temps.

L'étude du projet permettra aussi de mettre en place certaines prescriptions, quantitatives et qualitatives, comme par exemple :

- La limitation des rejets d'eau pluviale à la parcelle de X L/s/ha ;
- Des principes techniques de gestion tels que l'infiltration, le stockage temporaire, le rejet à débit limité, en réseau séparatif ou unitaire. Inciter à la gestion des eaux pluviales par les particuliers afin de ne pas dégrader les aménagements mis en place (cas de lotissements par exemple) ;
- Les éventuels traitements à mettre en œuvre.

CHAUSSÉE À STRUCTURE RÉSERVOIR

Ce type de technique est adapté à la gestion des eaux pluviales d'un **lotissement** ou d'une **ZAC**. En effet, une structure réservoir peut être mise en place sous des surfaces supportant circulation ou stationnement telles que des chaussées, des voiries, des parkings ou des terrains de sport.



Chaussée à structure réservoir, Craponne (CERTU - 1994)

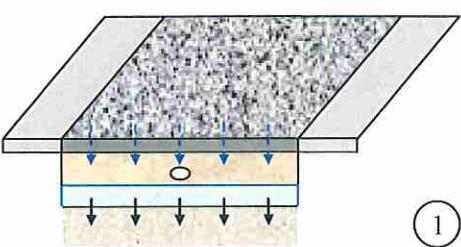
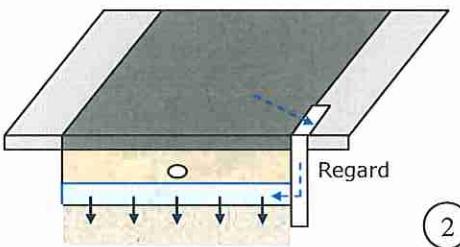
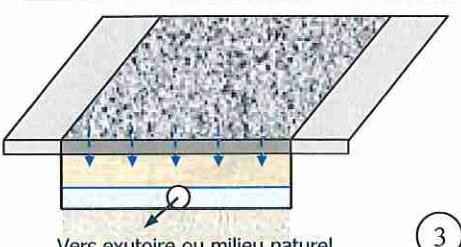
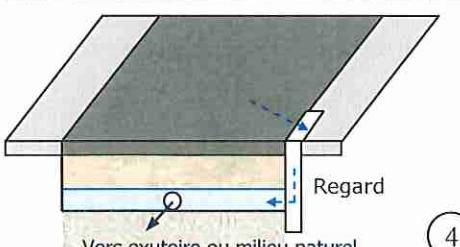
1. Principes généraux - Schémas types

Les chaussées à structure réservoir ont pour but d'écrêter les débits de pointe de ruissellement en stockant temporairement la pluie dans le corps de la structure.

Si le revêtement de surface est **poreux** (enrobés drainants, béton poreux ou pavés poreux), les eaux s'infiltrent directement dans la structure (schémas 1 et 3). Par contre, si le revêtement est **étanche**, les eaux sont injectées dans la structure par l'intermédiaire d'avaloirs (schémas 2 et 4).

Les eaux stockées sont ensuite évacuées soit par **infiltration directe** dans le sol support (schémas 1 et 2), soit par **restitution vers un exutoire** (par exemple le réseau d'assainissement ou le milieu naturel, schémas 3 et 4).

Le corps de la structure est couramment composé de grave poreuse sans fine ou bien de matériaux plastique adapté (nid d'abeille, casier réticulés, pneus...).

	INJECTION REPARTIE (revêtement drainant)	INJECTION LOCALISEE (revêtement étanche)
EVACUATION REPARTIE (infiltration)	 (1)	 (2)
Il existe dans le corps de la structure un drain central vers une surverse de sécurité		
EVACUATION LOCALISEE débit régulé vers un exutoire (rétenzione)	 (3)	 (4)
Il existe dans le corps de la structure un drain d'évacuation de vidange. Un regard de visite avec puisard pour permettre l'accès aux ajutages sur le drain ou pour passer une buse doit être mis en place tous les 75 m A chaque injection d'eau, un regard doit être mis en place (puisard de décantation)		

Pour les revêtements drainants, plusieurs matériaux peuvent être utilisés : les enrobés drainants, les bétons poreux, les pavés poreux, les dalles poreuses... Par contre, il faut absolument prohiber les stabilisés (cf. fiche 1).

Les avantages et inconvénients de cette technique sont définis dans le tableau suivant :

TYPES D'USAGE	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Tous usages confondus	<p style="text-align: center;"><u>Revêtement drainant et revêtement étanche</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Écrêtements des débits et diminution du risque d'inondation, ▪ Aucune emprise foncière supplémentaire, ▪ Filtration des polluants, ▪ Alimentation de la nappe en cas d'infiltration. 	<p style="text-align: center;"><u>Revêtement drainant et Revêtement étanche</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Structure tributaire de l'encombrement du sous-sol, ▪ Sensibilité au gel, inconvénient surmontable techniquement, ▪ Coût parfois plus élevé, ▪ Risque de pollution de la nappe en cas d'infiltration. <p style="text-align: center;"><u>Revêtement drainant</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Les enrobés drainants sont sensibles au colmatage et nécessitent un entretien régulier spécifique.
Voirie	<p style="text-align: center;"><u>Revêtement drainant</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Meilleure visibilité des marquages horizontaux, ▪ Meilleur confort de conduite par temps de pluie (visibilité) mais les distances de freinage ne sont pas réduites pour autant, ▪ Amortissement des bruits de roulement (pour les vitesses > 50 km/h), ▪ Ne craint pas le gel, ne fissure pas (par sa capacité de dilatation), ▪ Réduction du risque d'aquaplanage et des projections d'eau, ▪ Pas de meilleure adhérence prouvée, ▪ Favorise le verglas. ▪ Orniérage. 	<p style="text-align: center;"><u>Revêtement drainant</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Colmatage des enrobés plus prononcé pour les files peu transitées ▪ Utilisation exclue dans les zones giratoires (risque d'orienage) et dans les zones de décélération (à l'approche des stop, feux tricolores) ▪ Efficacité non éprouvée sur des chaussées à fort trafic, ▪ Formation de verglas plus tôt qu'une chaussée traditionnelle, ▪ Marquage au sol et viabilité hivernale compliquées, ▪ Sablage interdit.
Parking	<p style="text-align: center;"><u>Revêtement drainant</u></p> <p>Confort des utilisateurs du parking par temps de pluie et neige (pas de flaques ni de projections d'eau au passage des véhicules).</p>	<p style="text-align: center;"><u>Revêtement drainant</u></p> <p>Colmatage plus prononcé des enrobés drainants pour les zones de manœuvre ou les zones giratoires.</p>
Espace piéton (chemin piéton, trottoir...)	<p style="text-align: center;"><u>Revêtement drainant</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Élimination des flaques d'eau, ▪ Souplesse des revêtements (confort de marche : critère subjectif mais déjà pris en compte par des architectes) 	

2. Conseils de conception

Les matériaux seront choisis en fonction des différentes couches. Ainsi, en fonction des couches, on peut utiliser :

- Couche de surface : dalles et pavés, enrobés drainants, bétons drainants, revêtement étanche,
- Couche de base : matériaux non liés, traités en liant bitumineux, traités au liant hydraulique, des matériaux alvéolaires en plastique ou de récupération.
- Couche de formation et de forme : des matériaux non liés ou alvéolaires en plastique ou de récupération.
- Interfaces : géotextile entre la couche de formation et la couche de forme et entre la couche de forme et le sol support.
- Un drainage interne ventilé favorise la respiration de la structure.

La chaussée à structure réservoir est une technique qui demande à être intégrée très tôt dans l'étude d'aménagement. Une attention particulière devra être apportée aux différents éléments suivants : granulométrie, pose des drains, diamètre des drains adaptés.

Les chaussées à structure réservoir sont sensibles au colmatage, il faut donc éviter tout dépôts de terres ou de sables sur la voirie.

S'il existe des risques d'apport boueux, il est déconseillé de mettre en œuvre une technique de gestion des eaux pluviales par une chaussée à structure réservoir sauf s'il existe un ouvrage sélectif à l'amont.

Tout stockage doit avoir des événements pour l'évacuation de l'air.

3. Conseil de réalisation

La réalisation des chaussées à structure réservoir demande un contrôle et une mise en œuvre plus rigoureux que ceux effectués sur des chaussées traditionnelles, puisque leur conception n'est pas classique et va à l'encontre de beaucoup d'habitudes installées dans les travaux publics.

CONTRÔLE DES DIMENSIONS	
Matériaux mis en place	Éviter une diminution du volume Éviter une épaisseur trop faible
Pentes	Éviter une pente forte
Réalisation du fond de forme	Éviter les points bas
CONTRÔLE DES MATERIAUX	
Porosité	Éviter une réduction du volume
Granulométrie des matériaux	Éviter les fines
Géotextile	Vérifier le bon recouvrement des bandes Éviter les déchirures et salissures
Géomembranes	Éviter les déchirures et les percages intentionnels
Drains	Vérifier le bon fonctionnement

Un grillage avertisseur doit être mis au dessus de la structure pour signaler sa présence.

La granulométrie des cailloux est choisie selon un indice de vide recherché de l'ordre de 35%.

La mise en place de cette technique est coûteuse.

4. Conseils sur l'entretien

⇒ Revêtement classique (surface étanche)

Pour éviter une surcharge des ouvrages à l'amont, le diamètre et la longueur des drains doivent être choisis de telle sorte que le curage et le contrôle par inspection caméra soient possibles.

Un curage fréquent des bouches d'injection, regards et avaloirs est nécessaire pour éviter leur colmatage (1 curage/semestre, 1 remplacement de filtre/an).

Un curage occasionnel est recommandé sur les drains.

⇒ Revêtement poreux

Le colmatage superficiel de l'enrobé poreux doit être traité de manière préventive et curative.

En période hivernale, le sablage et les fondants chimiques sont à proscrire. Par contre, il est nécessaire de répandre une quantité de sel importante (à cause des vides) et d'agir rapidement (pour éviter la formation du verglas). Pour le déneigement des surfaces poreuses, il est nécessaire d'utiliser du sel de classe A pour le salage alors que classiquement on emploie plutôt du sel de classe B (risque de colmatage).

Le nettoyage est très spécifique.

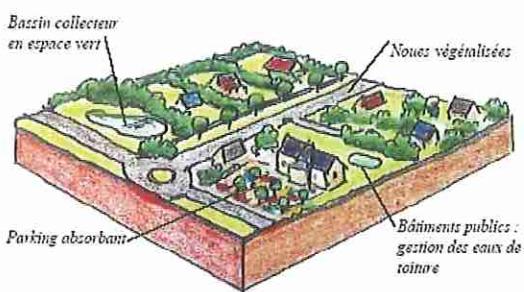
L'entretien préventif le plus souvent rencontré est l'hydrocurage/aspiration (lavage à l'eau sous moyenne pression). Cette technique est peu coûteuse. Le simple balayage classique est à proscrire car il peut provoquer l'enfoncement de détritus dans l'enrobé.

L'entretien curatif intervient lorsque le préventif n'est plus suffisant face au colmatage de la chaussée. On recourt à un procédé de haute pression/aspiration.

Cependant, il ne faut pas oublier que les enrobés poreux ont, au moment de leur pose, une perméabilité supérieure à 100 fois les besoins d'infiltration de la pluie.

Dans le cas d'une pollution accidentelle, les polluants pourront être aspirés par les regards pour les chaussées à structure réservoir de rétention.

5. Exemple de dimensionnement

	<p>Gestion des eaux pluviales d'une voirie par une chaussée à structure réservoir avec débit à rejet limité au réseau d'assainissement</p> <p><u>Hypothèses :</u></p> <p>Surface voirie imperméabilisée : 840 m² Rejet au réseau autorisé : 10 l/s/ha (soit 3 l/s retenu) Période de retour : 30 ans (suivant les préconisations du Grand Lyon)</p> <p><u>Résultats :</u></p> <p>Coefficient d'apport = 0,9 Surface active = 756 m² $qs = 0,24 \text{ mm/min}$ et $\Delta h = 26 \text{ mm}$ Volume à stocker = 24 m³</p>
---	---

Parallèlement, un dimensionnement mécanique doit compléter le dimensionnement hydraulique. Ce dimensionnement mécanique est identique à celui des chaussées classiques.

6. Coûts indicatifs

(Fourchettes de prix données à titre indicatif)

Pour la réalisation

Pour une chaussée classique (étanche) ⇒ **240 à 290 € HT/ml** de chaussée

Pour une chaussée poreuse ⇒ **270 à 450 € HT/ml** de chaussée

Pour l'entretien

Lavage simple : 1 € HT/m²/an

Lavage et changement de la couche de roulement : 3 € HT/M²/an (5 cm tous les 5ans dans des conditions normales d'utilisation).

7. Boîte à astuces et Bibliographie

Les enrobés drainants peuvent se colmater rapidement.

En centre urbain, il est conseillé de plutôt réaliser des chaussées à structure réservoir avec un revêtement étanche et une injection localisée avec des puisards à cloison siphōïde.

Le drain agricole classique doit être remplacé par un drain routier à cunette. En effet, ce dernier drain permet à la fois la décantation des sables, la récupération de pollutions accidentelles et le passage de buses de curage. Leur diamètre est d'environ 150 à 200 mm au minimum.

Enfin, il est essentiel de conserver la mémoire de la présence de tels ouvrages.

Bibliographie

- Fascicule 70 - Titre II : Ouvrages de recueil, de restitution et de stockage des eaux pluviales
- Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial. Éléments - clés pour leur mise en oeuvre - Collections du CERTU - Novembre 1998 - 155 pages.
- www.adoptafree.fr
- Fiches pratiques technique (N°55 - janvier 2002)
- Guide « collectivités locales et ruissellement pluvial », CERTU, 2006
- Guide méthodologique pour la prise en compte des eaux pluviales dans les projets d'aménagement
- Guide de préconisations des techniques applicables aux rejets des eaux pluviales dans le département du Rhône