

Les eaux pluviales



Jean-Claude Chazelon



*Office
International
de l'Eau*

Ce cahier technique a été réalisé avec le concours de :

- l'Agence de l'eau Adour-Garonne
- l'Agence de l'eau Loire-Bretagne
- Et avec le soutien de Limoges Métropole



*Établissement public du ministère
chargé du développement durable*



Achévé d'imprimer le 20 / 03/ 2014

Imprimerie GDS Limoges

Dépôt légal : Mars 2014

© Office International de l'Eau

Droits de reproduction et de traduction réservés pour tous pays

PAGES

1

1 - Sommaire

2

2 - Jeu-test

4

3 - Le savez-vous ?

14

4 - La pluie

Comment la définir ?

Une donnée locale

La période de retour

17

5 - Comment gérer l'eau de pluie ?

Mais alors, comment faire ?

L'infiltration

La restitution à débit régulé

24

6 - Estimation des débits et des volumes

Les paramètres descriptifs

Le ruissellement

L'estimation du débit de pointe

L'estimation des volumes de rétention

30

7 - Eaux pluviales et pollution

Comment prendre en compte la pollution ?

Quel type de pollution ?

Les solutions

35

8 - Les techniques alternatives

Les noues, les fossés, les tranchées,

les chaussées à structure réservoir, les jardins de pluie,

les espaces inondables, les bassins secs, les bassins en eau,

les bassins enterrés, les puits d'infiltration, les toitures stockantes,

les toitures végétalisées

41

9 - Éléments constitutifs des techniques alternatives

Les revêtements limitant l'imperméabilisation

Les matériaux de stockage

Les organes de gestion du débit

44

10 - Exemple de gestion intégrée

46

11 - Rôle des collectivités

La compétence eau pluviale

Le financement du service

La communication

Des pages jaunes
pour mieux utiliser ce guide

Des pages rouges
pour tester vos
connaissances

Des pages bleues
pour les informations théoriques

Des pages vertes
pour vous aider à résoudre des
problèmes concrets et quotidiens

Cacher la partie "Réponses au test" ! Prendre un crayon à papier, lire attentivement les questions. Cocher la ou les cases des réponses proposées qui vous semblent justes, plusieurs réponses étant possibles. Consulter les réponses.

1

Quel(s) sont les documents réglementaires relatifs à la gestion des eaux pluviales ?

- ☐ a - l'instruction technique de 1977
- ☐ b - la norme EN NF 752
- ☐ c - le guide « la ville et son assainissement »
- ☐ d - il n'y a pas de document réglementaire

2

Lorsque l'on parle de « Techniques Alternatives », de quelle alternative parle-t-on ?

- ☐ a - à l'urbanisation
- ☐ b - au réseau
- ☐ c - aux bassins de rétention
- ☐ d - à l'infiltration

3

La pluie se caractérise par :

- ☐ a - une durée
- ☐ b - une hauteur
- ☐ c - une intensité
- ☐ d - une vitesse

4

Il est de bonne gestion de se protéger du risque de fréquence décennal.

- ☐ a - vrai
- ☐ b - faux

5

En quoi consiste la gestion des eaux pluviales par niveaux de service ?

- ☐ a - la mobilisation plus ou moins importante de personnel en fonction de l'intensité de la pluie
- ☐ b - la prise en compte de plusieurs périodes de retour dans le fonctionnement des aménagements
- ☐ c - la mise en place d'un entretien différencié entre les ouvrages d'un réseau

6

Pourquoi faut-il mieux gérer l'eau au plus près de là où elle tombe ?

- ☐ a - pour réduire les débits à prendre en compte
- ☐ b - pour réduire les vitesses d'écoulement
- ☐ c - pour réduire les volumes à gérer
- ☐ d - pour réduire la concentration de la pollution

7

Quelle est la meilleure solution pour la gestion des eaux pluviales ?

- ☐ a - l'infiltration
- ☐ b - la restitution vers un exutoire
- ☐ c - le mix des 2 solutions précédentes

8

En cas d'infiltration, il est conseillé de respecter une hauteur par rapport au niveau des plus hautes eaux de la nappe, de :

- ☐ a - 20 cm
- ☐ b - 50 cm
- ☐ c - 1 m
- ☐ d - 2 m

9

Une perméabilité de 10^{-6} m/s permet d'infiltrer sur 24 heures, une quantité de pluie de :

- ☐ a - 0,86 mm
- ☐ b - 8,6 mm
- ☐ c - 86 mm
- ☐ d - 860 mm

10

Le coefficient de ruissellement d'une surface est :

- ☐ a - le rapport entre la surface imperméabilisée et la surface totale
- ☐ b - le rapport entre la surface active et la surface totale
- ☐ c - le rapport entre la pluie infiltrée et la pluie tombée
- ☐ d - le rapport entre la pluie ruisselée et la pluie tombée

2 Réponses

11

Quelle est la meilleure action à mener sur un projet pour réduire les effets de la pluie ?

- ☐ a - réduire l'imperméabilisation
- ☐ b - infiltrer les eaux
- ☐ c - collecter les eaux dans un réseau
- ☐ d - créer des volumes de rétention

12

La pollution des eaux pluviales est un problème que l'on rencontre surtout :

- ☐ a - si la gestion des eaux est assurée par un réseau de collecte
- ☐ b - si la gestion des eaux est assurée au plus près
- ☐ c - pendant pendant les premières minutes de la pluie

13

Bien que non obligatoires dans la réglementation, les séparateurs à hydrocarbures sont des éléments indispensables à une bonne gestion des eaux pluviales

- ☐ a - vrai
- ☐ b - faux

14

Il vaut mieux alimenter une noue :

- ☐ a - par une canalisation en direct
- ☐ b - par une canalisation via un regard de décantation
- ☐ c - par une canalisation via un séparateur à hydrocarbures
- ☐ d - par ruissellement direct

15

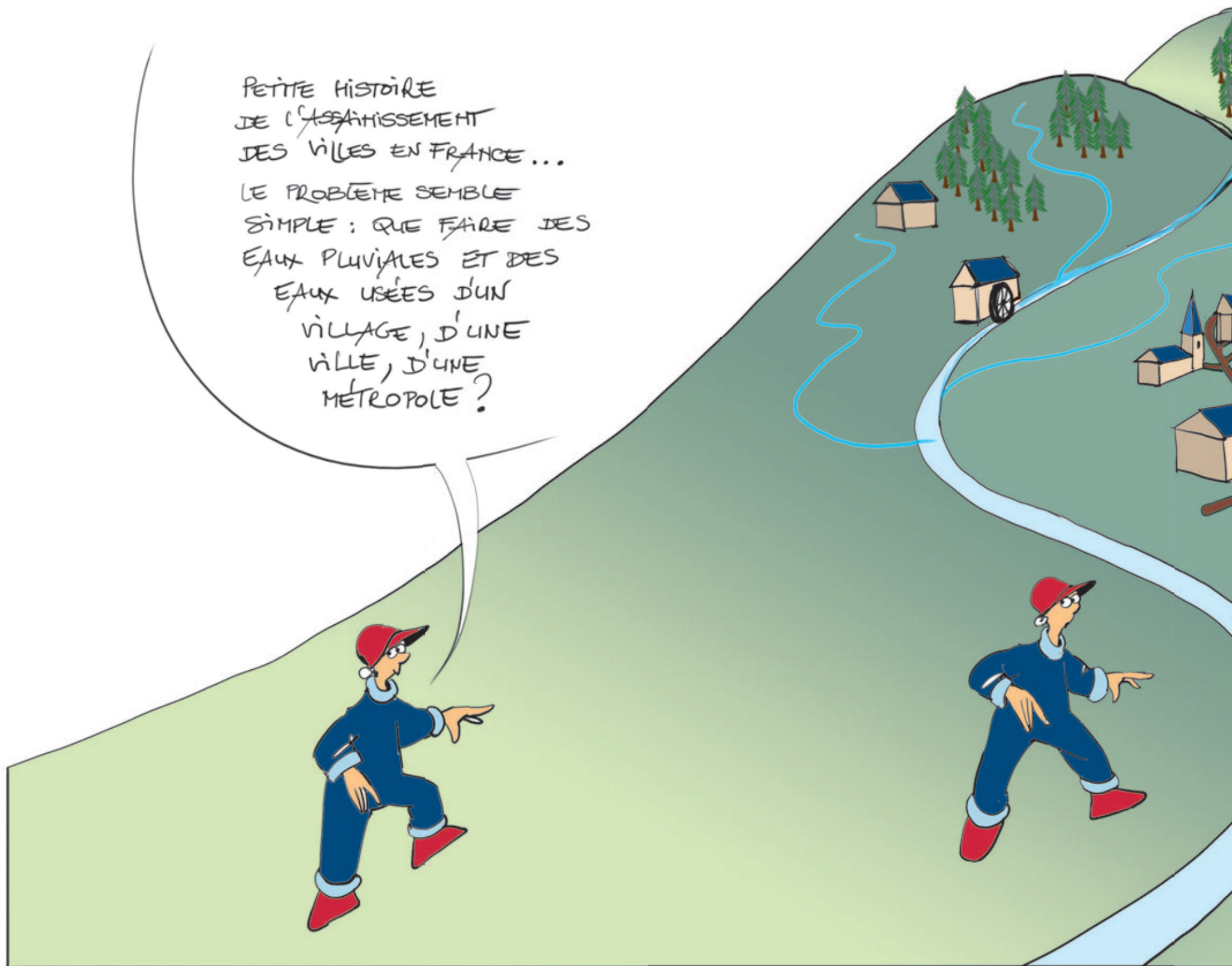
Quelle est la technique alternative la moins coûteuse ?

- ☐ a - la tranchée
- ☐ b - la noue
- ☐ c - la chaussée à structure réservoir
- ☐ d - les structures alvéolaires ultra-légères

15. a
14. b
13. b
12. a
11. a
10. b
9. c
8. c
7. a
6. a, b, c, d
5. b
4. b
3. a, b, c
2. b
1. d

3 Le savez-vous ?

PETITE HISTOIRE
DE L'ASSAINISSEMENT
DES VILLES EN FRANCE ...
LE PROBLÈME SEMBLE
SIMPLE : QUE FAIRE DES
EAUX PLUVIALES ET DES
EAUX USÉES D'UN
VILLAGE, D'UNE
VILLE, D'UNE
MÉTROPOLE ?



LES EAUX PLUVIALES, PAR GRAVITE,
ONT TENDANCE À REVENIR AU POINT
BAS : LA RIVIÈRE. SUR UN TERRAIN
PERMEABLE, ELLES S'INFILTRENT
DANS LE SOL.

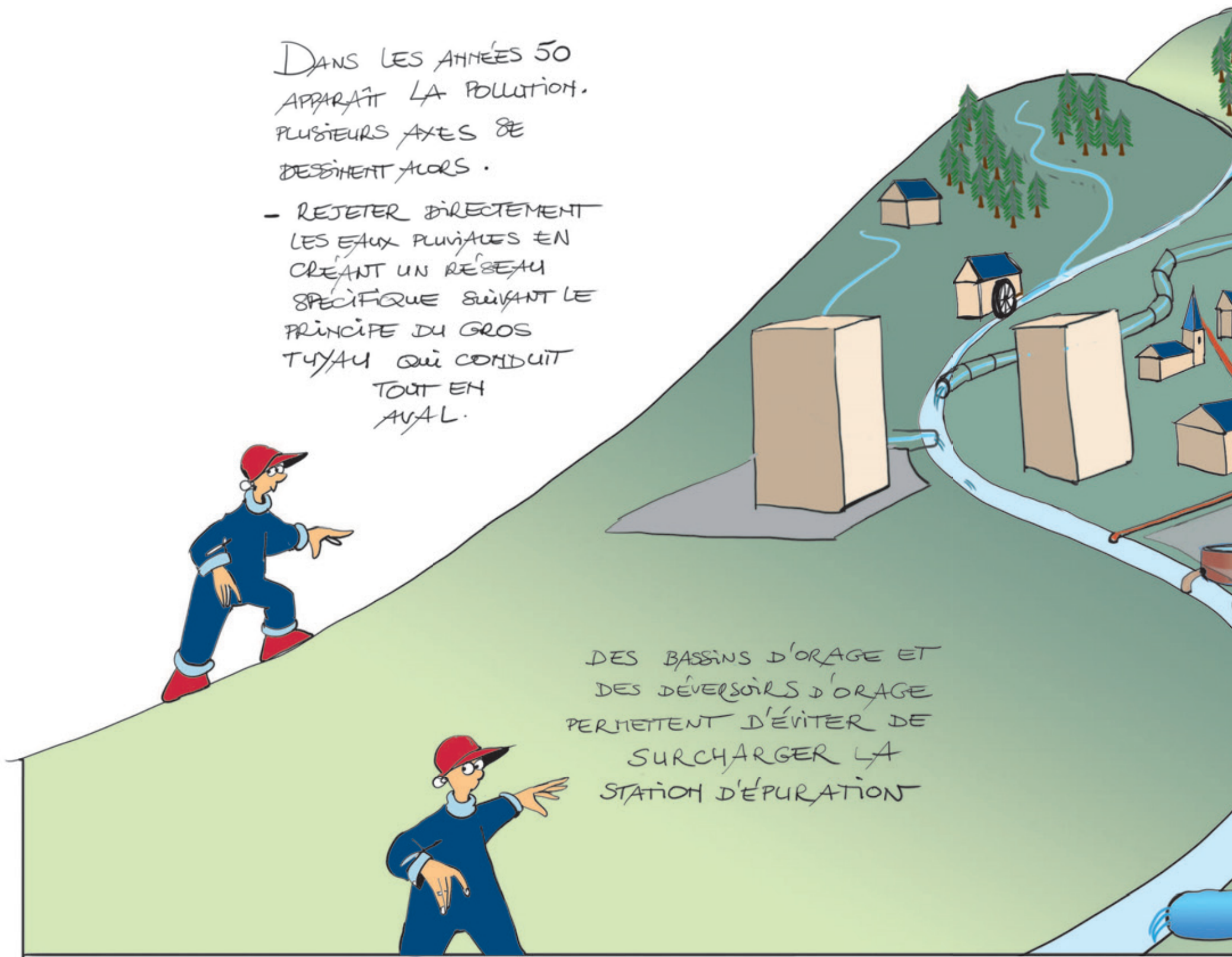
AVEC LA VAGUE "HYGIÉNISTE"
DE LA FIN DU XIX^e SIÈCLE,
ON RASSEMBLA LES EAUX
USÉES ET SOUVENT LES
EAUX PLUVIALES DANS
UN MÊME RÉSEAU
"UNITAIRE".

BREF,
L'IMPORTANT
ÉTAIT D'ÉVACUER
TOUTES LES
EAUX DE
LA VILLE.

DANS LES ANNÉES 50
APPARAÎT LA POLLUTION.
PLUSIEURS AXES SE
DESSINENT ALORS :

- REJETER DIRECTEMENT
LES EAUX PLUVIALES EN
CRÉANT UN RÉSEAU
SPÉCIFIQUE SUIVANT LE
PRINCIPE DU GROS
TUYAU QUI CONDUIT
TOUT EN
AVAL.

DES BASSINS D'ORAGE ET
DES DÉVERSOIRS D'ORAGE
PERMETTENT D'ÉVITER DE
SURCHARGER LA
STATION D'ÉPURATION





POUR PRENDRE LA
VILLE PLUS PROPRE,
ON N'HÉSITE PAS À
"BUSER" LES RUISSEAUX...

... ET À DÉTACHER
UN MAXIMUM APRÈS
AVOIR ENTÉRÉ
LES CANAÜSATIONS,
VOIRE LA RIVIÈRE.

LE
SYSTÈME
MARCHE ASSEZ
BIEN PAR TEMPS
SEC ET JUSQU'À
UN CERTAIN VOLUME
DE PLUIE ...
MAIS→

MAIS, PAR
CONTRE, PAR
GROSSES
PLUIES
C'EST LA
CATASTROPHE
...



LES BASSINS DE STOCKAGE
SE RÉVELENT INSUFFISANTS.
LE SOL BÉTONNÉ, IMPERMÉABLE,
NE PERMET PAS L'INFILTRATION
ET ACCÉLÈRE L'ÉCOULEMENT
VERS LE BAS DE LA VILLE QUI
SE TROUVE ALORS RAPIDEMENT
INONDÉ. ET LES EAUX
PLUVIALES SONT ÉGALEMENT POLLUÉES.



TOUS LES RUISSEAUX
BUSÉS ET LES CANALISATIONS
ACCELERENT ÉGALEMENT
L'ÉCOULEMENT PROVOQUANT
...

... DES PICS
DE DÉBITS
EN AVAL ...

HYPER

IL FAUT
DONC
AMÉLIORER
LES
DISPOSITIFS



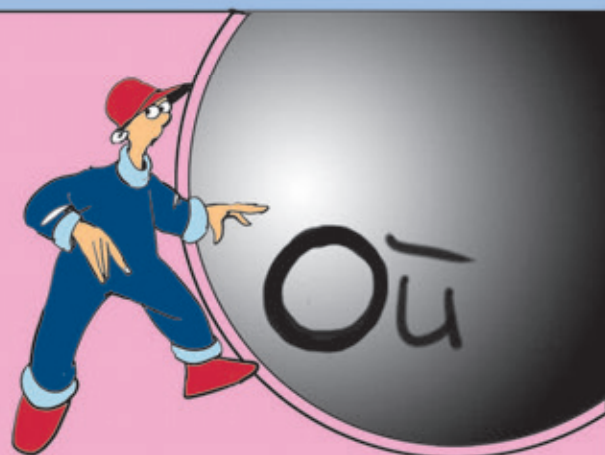
PUISQUE LES
ÉQUIPEMENTS
EN PLACE
N'ONT
PAS PERMIS
D'ÉVACUER
L'EAU,



LA
PREMIÈRE
IDÉE
... EST DE
GROSSIR
ENCORE
LES TUYAUX.



OUTRE LE
CÔÛT EXCESSIF,



S'ARRÊTERA-T-ON ?



POURQUOI
TRANSPORTER
L'EAU ?
UNE AUTRE
CONCEPTION
SE DRESSINE :



- LAISSER
L'EAU
...



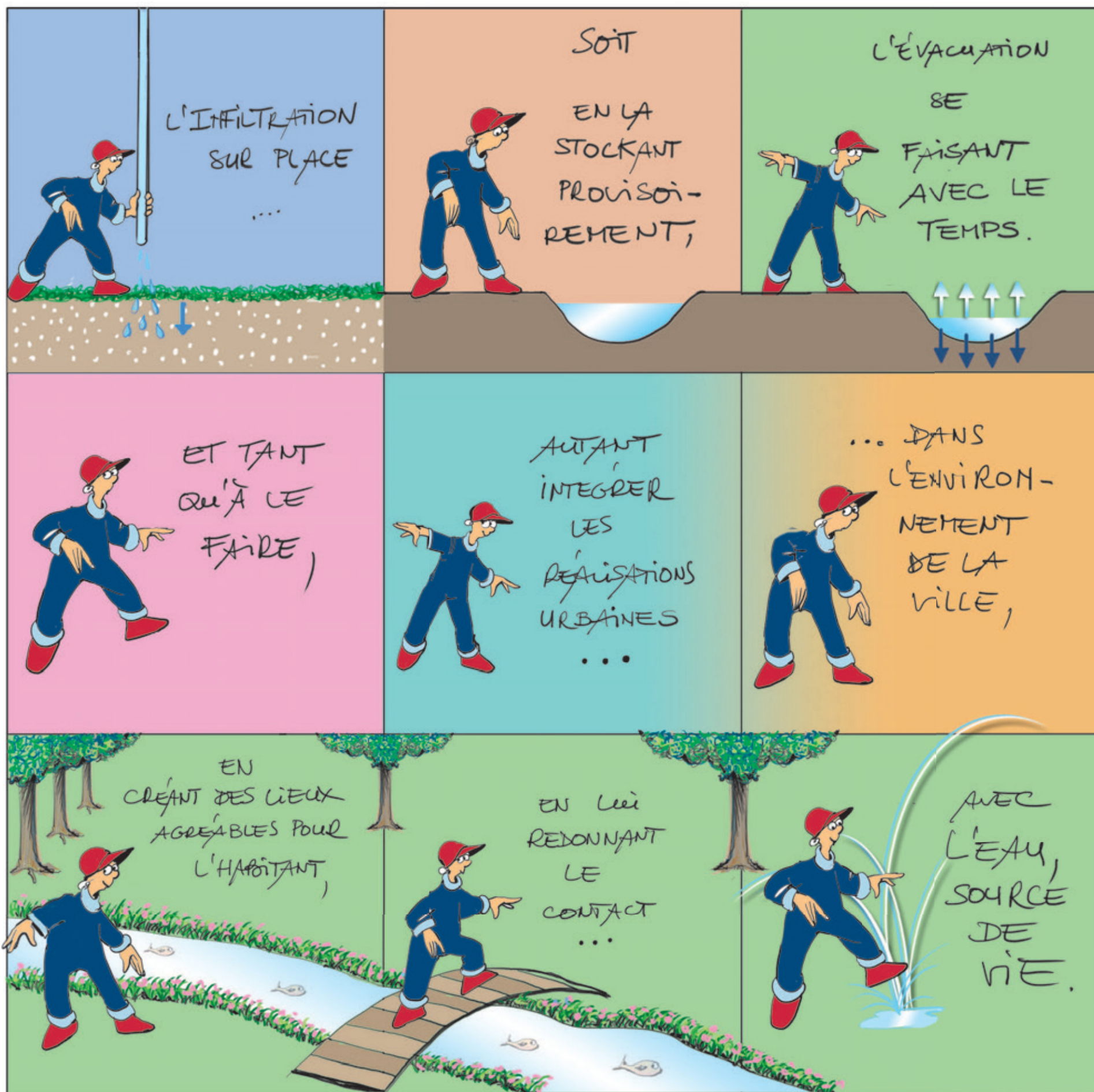
...
AU
PLUS
PRÈS
...



...
DE
SON
APPARITION.
...

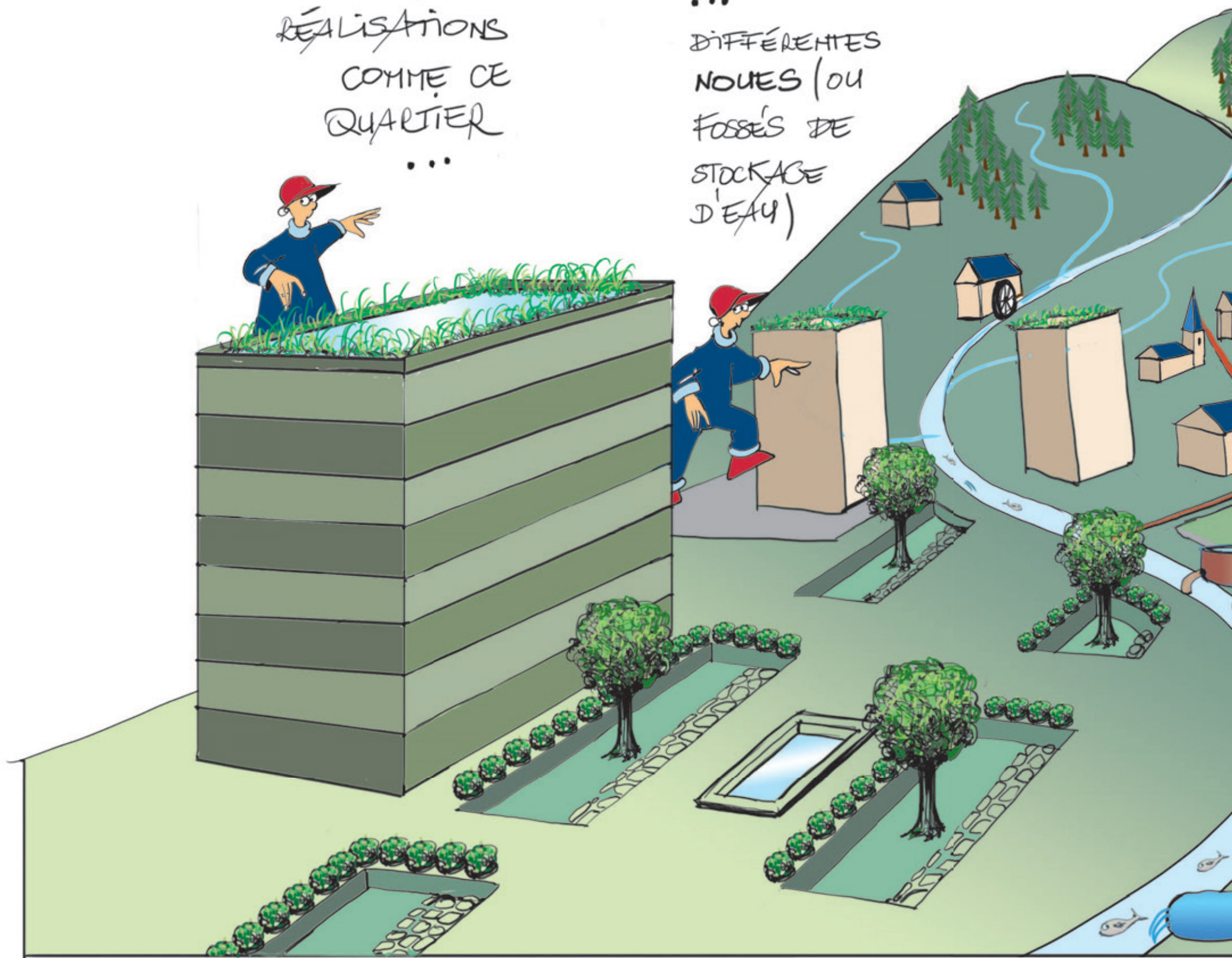


SOIT EN FAVORISANT



CELA PEUT
DONNER DES
RÉALISATIONS
COMME CE
QUARTIER
...

...
DIFFÉRENTES
NOUES (OU
FOSSES DE
STOCKAGE
D'EAU)



EN AMONT, INFILTRATION
SUR PLACE OU STOCKAGE
PLUS OU MOINS PROVISOIRE.
DANS DES BASSINS EN EAU

TOITS-TERRASSES PERMETTANT
DE RETENIR L'EAU.

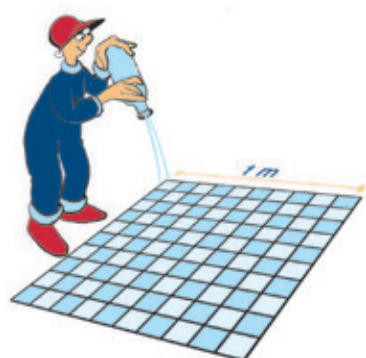
CELA NE
SUPPRIME
PAS LES CRUES
EXCEPTIONNELLES,
MAIS CELA
COÛTE MOINS
CHER

...
PERMET
DE DIMINUER
LE RISQUE
D'INONDATION
ET DE FAIRE
REVIRE LA
RIVIÈRE ...

4 La pluie

1 – Comment la définir ?

La quantité d'eau qui tombe lors d'une averse se mesure en millimètres : c'est la hauteur de la pluie.



1 mm d'eau = 1 litre d'eau / m²

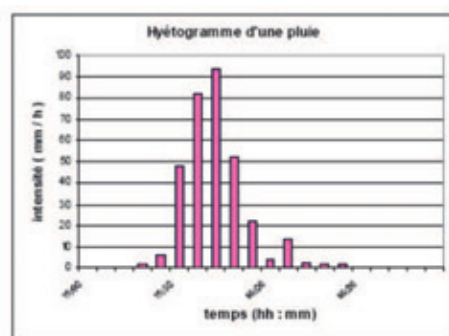
Cette hauteur est liée à la durée de l'évènement pluvieux. On définit ainsi l'intensité de la pluie, exprimée en millimètres par minute.

$$\text{Intensité (mm/mn)} = \frac{\text{Hauteur (en mm)}}{\text{Durée (en mn)}}$$



A Limoges pendant l'orage du 23 juillet 2013, il est tombé 44 mm d'eau en 1 heure ! Ce qui correspond à 44 litres d'eau par m², soit une intensité moyenne de 44 mm/heure ou 0,73 mm/mn.

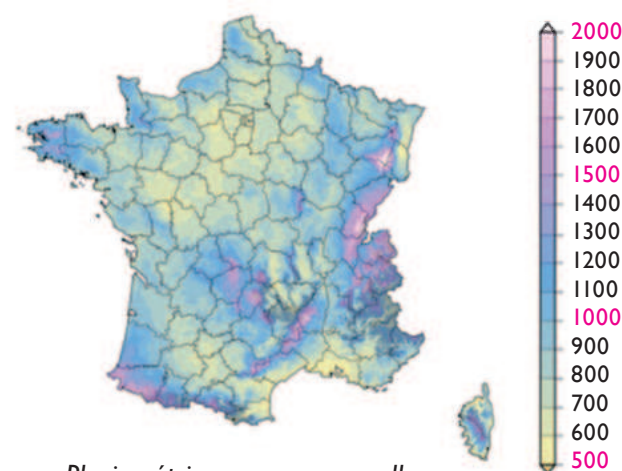
Pour mesurer la pluie, on utilise un pluviomètre, qui permet de connaître la hauteur d'eau tombée ou l'intensité en fonction du temps. La représentation de cette intensité s'appelle un hyétoGramme.



2 – La pluie : une donnée locale

La pluie est un phénomène aléatoire dans le temps et dans l'espace. Il ne pleut pas de la même façon à Brest, à Bayonne ou à Marseille.... Et il est très peu probable que l'orage du 23 juillet 2013 à Limoges se reproduise à la même date en 2020 !

Il faut donc utiliser des données locales de pluviométrie, soit à partir de l'analyse des pluviomètres installés sur site, soit à partir des données de Météo France.



Pluviométrie moyenne annuelle
Source Météo France

Quelques exemples de pluviométrie moyenne annuelle :

Brest : 1210 mm

Anglet : 1210 mm

Nice : 733 mm

Poitiers : 685 mm

Toulouse : 638 mm



Quelques événements exceptionnels :

5 mai 2012 : 45 mm en 2 heures à Rennes

27 juillet 2012 : 52 mm en 3 heures dans les Pyrénées Atlantiques

31 mai 2008 : 79 mm en 1,5 heures dans l'Indre et Loire

28 juillet 1999 : 90 mm en 65 mn dans le Tarn et Garonne

3 - La période de retour

La période de retour T d'une pluie est l'intervalle de temps moyen qui sépare deux évènements pluvieux d'intensité supérieure ou égale à une valeur donnée.

Par exemple, une pluie décennale correspond à une pluie de période de retour 10 ans, cela signifie que l'intervalle de temps moyen entre deux pluies décennales est en moyenne de 10 ans.

Plus la période de retour est importante, plus l'évènement pluvieux est rare et donc plus la quantité d'eau tombée est élevée.

L'estimation des périodes de retour est obtenue par un traitement statistique des données météorologiques locales, mais attention, il s'agit de valeurs moyennes.

Une pluie décennale peut, par exemple, se produire plusieurs fois la même année....ou jamais en 20 ans !!



L'analyse statistique, réalisée par Météo France, des données pluviométriques de la station de Limoges-Bellegarde, sur la période 1962 à 2007, permet d'estimer les hauteurs pour différentes périodes de retour pour une pluie de durée 1 heure.

5 ans	25,4 mm
10 ans	30,9 mm
20 ans	36,9 mm
30 ans	40,8 mm
50 ans	46 mm

Sur une heure, la période de retour de l'orage du 22 juillet 2013 (44 mm en une heure), peut être estimée à environ 40 ans.

Comment choisir la période de retour ?

C'est au maître d'ouvrage de choisir le niveau de risque contre lequel il veut se protéger.... A quelle fréquence est-il prêt à accepter de voir l'eau sur une place, dans une cour, sur une voirie, sur un stade...? C'est une décision politique !

La norme européenne NF EN 752 donne des valeurs indicatives :

Lieu	Période de retour Pas de mise en charge des réseaux	Période de retour Mise en charge sans débordement	Période de retour Limite du débordement en surface
Zones rurales	1 an	1 à 10 ans	10 ans
Zones résidentielles	2 ans	2 à 20 ans	20 ans
Centres villes – Zones industrielles ou commerciales	5 ans	5 à 30 ans	30 ans
Métro – Passages souterrains	10 ans	10 à 50 ans	50 ans

Ligne d'eau sans mise en charge

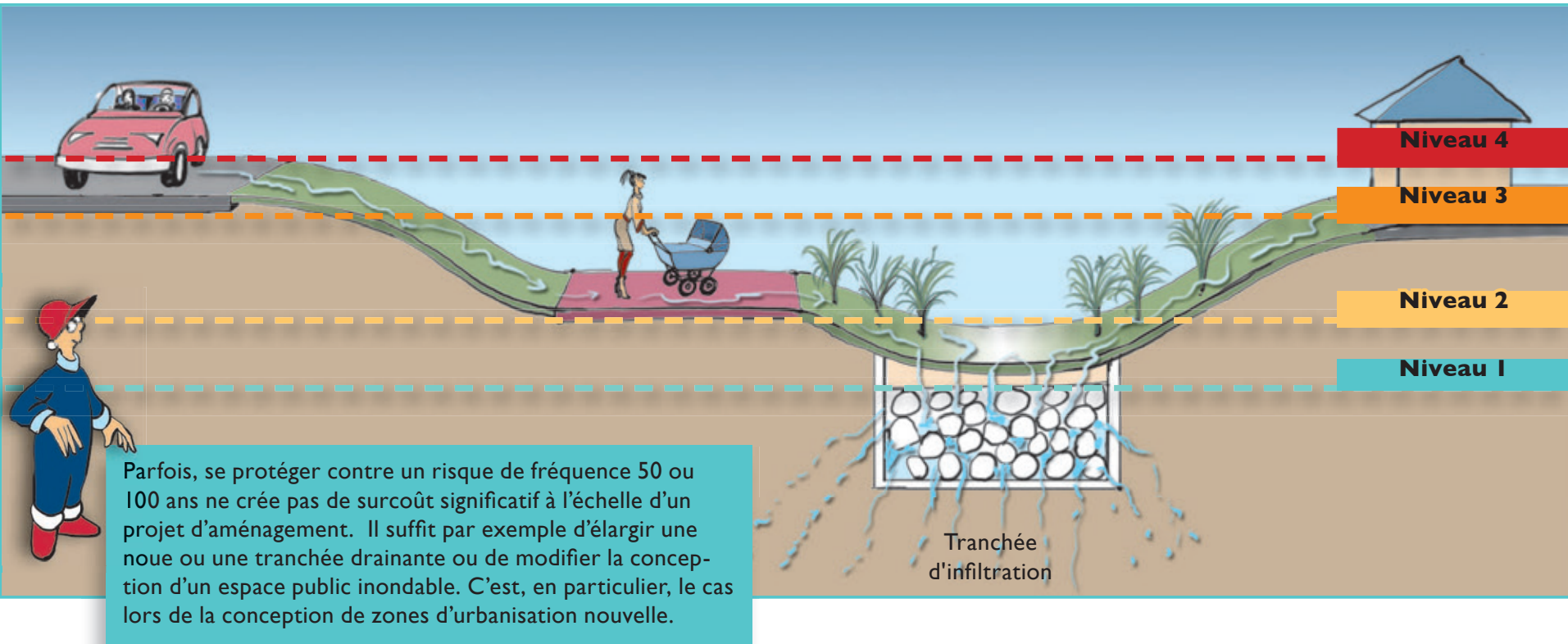
Ligne d'eau avec mise en charge sans débordement

Ligne d'eau avec mise en charge et débordement

Les niveaux de service

Au-delà du choix strict d'une période de retour, le maître d'ouvrage doit prendre en compte les différents niveaux de pluie et leurs conséquences : qualité du milieu naturel, risque inondation, sécurité des biens et des personnes,...c'est la notion de niveaux de service qui hiérarchisent les performances et les objectifs du système.

Niveau	Objectifs	Exemples d'aménagement	Exemple de période de retour associée
Niveau 1 : pluies faibles	Maintien de la qualité des rejets et de l'impact sur le milieu Pas de rejet d'eau non traitée par les déversoirs d'orage Pas de débordement	Noues, tranchées, structures réservoirs,... Pas de mise en charge dans les réseaux	< 0,5 à 6 mois
Niveau 2 : pluies moyennes	Impact limité et contrôlé sur la qualité du milieu naturel Surverses acceptées des déversoirs d'orage Pas de débordement	Noues, tranchées, structures réservoirs,... Mise en charge des réseaux sans débordement Capacité maximale des ouvrages de stockage	< 2 à 30 ans
Niveau 3 : pluies fortes	Acceptation d'une détérioration de la qualité du milieu Débordements localisés et limités avec maîtrise du risque inondation	Débordement maîtrisé des ouvrages vers les espaces publics pour stockage et/ou évacuation vers un exutoire	< 20 à 50 ans
Niveau 4 : pluies exceptionnelles	Seule priorité : éviter la mise en péril des personnes Situation de catastrophe naturelle	Débordement généralisé	Exceptionnel ≥ à 100ans



5

Comment gérer l'eau de pluie ?

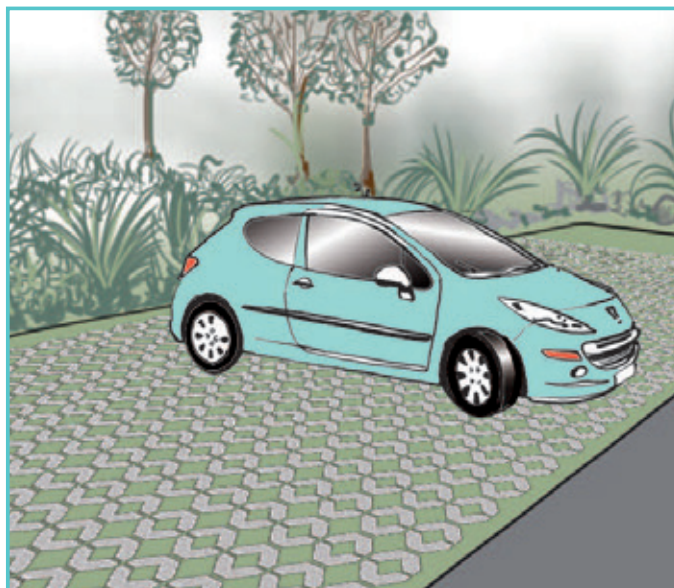
Traditionnellement, les eaux pluviales sont collectées, après ruissellement, par des ouvrages de surface (caniveaux, grilles, avaloirs ...) puis acheminées vers un exutoire par des réseaux enterrés, souvent de taille importante.... C'est cette gestion du « tout tuyau » qui a conduit aux débordements et aux pollutions observés de plus en plus fréquemment en milieu urbain.

1 - Mais alors comment faire ?

Aujourd'hui, l'idée est d'intégrer la gestion des eaux pluviales à l'aménagement urbain. On parle usuellement des « techniques alternatives » car elles constituent une alternative au « tout tuyau ». Le concept s'appuie sur les principes suivants :

Limiter au strict nécessaire l'imperméabilisation des sols

Sans aller à l'encontre de l'objectif de densification du tissu urbain, il faut agir sur l'emprise au sol des constructions, les espaces libres, et utiliser, par exemple des revêtements poreux pour les parkings.



Gérer les eaux pluviales au plus près de là où elles tombent

Cette approche permet de réduire les débits et les volumes à prendre en compte. La concentration des rejets d'eaux pluviales conduit, en effet, rapidement à des débits très importants qui nécessitent des ouvrages de grandes dimensions, donc coûteux, et qui multiplient les teneurs en polluants et les risques de pollution. Il s'agit donc de favoriser la gestion à la parcelle ou sur les espaces publics au plus près du lieu de production et le plus ponctuellement possible.

Favoriser l'infiltration

L'infiltration des eaux de pluie est souvent l'exutoire le plus simple pour restituer les eaux au milieu naturel. L'infiltration s'effectue dans une couche de sol non saturée, soit directement sur des revêtements perméables, ou aux abords immédiats des surfaces imperméabilisées. Lorsque l'infiltration est insuffisante ou impossible, l'évacuation des eaux pluviales s'effectuera à débit régulé vers un exutoire naturel ou artificiel.

Concevoir des ouvrages intégrés multifonctionnels

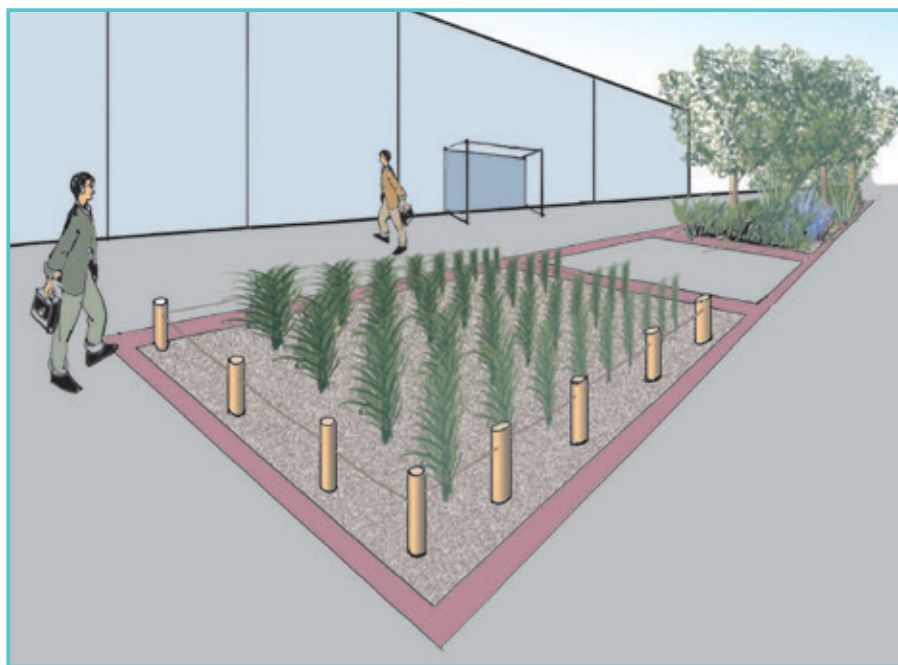
Les dispositifs de gestion des eaux pluviales associés à l'infiltration ou à l'évacuation à débit régulé doivent être parfaitement intégrés à l'urbanisation. On privilégiera les ouvrages de surface, peu profonds avec une mise en valeur de l'aspect environnemental lié à l'eau.

De nombreux espaces publics tels que placettes, espaces verts, parkings, terrains de jeux peuvent ponctuellement et temporairement être inondés sans préjudice pour leur utilisation. Cette double fonctionnalité est une garantie de bon usage et d'entretien ainsi que d'acceptabilité par les habitants.

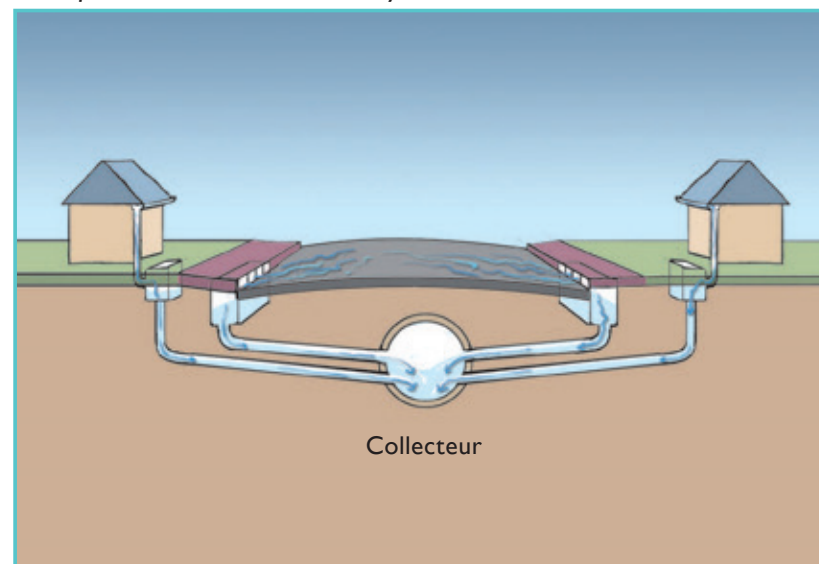
Noue dans un lotissement



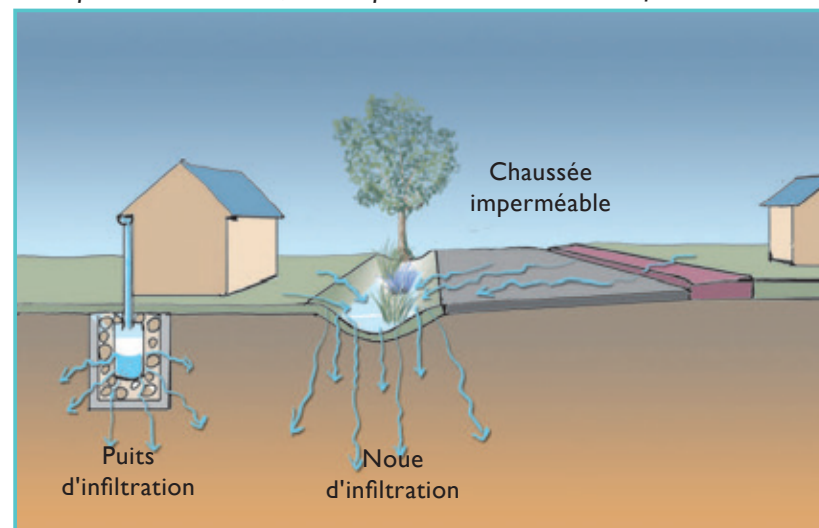
Placette infiltrante en zone urbaine



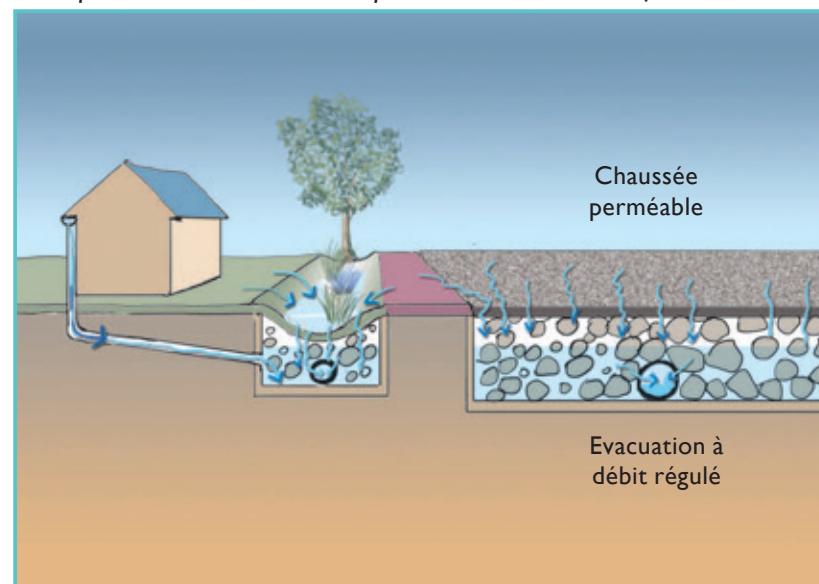
Exemple de lotissement « tout tuyau »



Exemple de lotissement, techniques alternatives avec infiltration



Exemple de lotissement, techniques alternatives sans infiltration



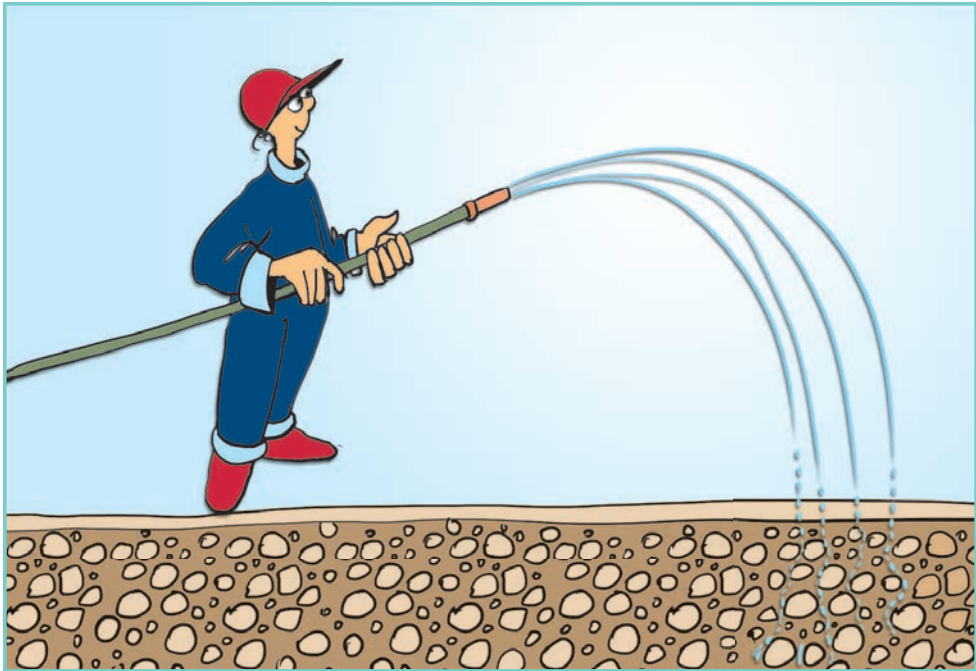
2 - L'infiltration

La capacité d'absorption hydraulique d'un sol, aussi appelée capacité d'infiltration, est un paramètre essentiel dans la conception et le dimensionnement des techniques alternatives. Cette valeur mesurée in situ et notée en général K, s'exprime en m/s ou en mm/h.



K (m/s)	10 ⁻¹¹	10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁹	10 ⁻⁸	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻⁴	10 ⁻³	10 ⁻²	10 ⁻¹
Types de sols	Argile limoneuse à argile homogène			Sable très fin Limon grossier à limon argileux			Sable avec gravier Sable grossier à sable fin		Gravier sans sable ni éléments fins		
Possibilités d'infiltration	Faibles à nulles			Moyennes à faibles			Bonnes		Excellentes		

Ordres de grandeur de la conductivité hydraulique K dans différents sols (Musy & Soutter, 1991)



Une perméabilité de 10⁻⁶ m/s permet, en moyenne sur 24 heures, d'infiltrer une lame d'eau de :
10⁻⁶ m/s x 24 h = 10⁻⁶ m/s x 86400 s = 86 mm = 86 l/m²
Sur Limoges, cette hauteur d'eau correspond, sur une durée de 24 heures, à une pluie de période de retour cinquantennale.
Exprimée en mm/h, cette perméabilité de 10⁻⁶ correspond à 3,6 mm/h

Comment mesurer la capacité d'infiltration du sol ?

La mesure de perméabilité du sol doit être réalisée :

- à l'emplacement exact du projet,
- à la profondeur de réalisation de l'ouvrage

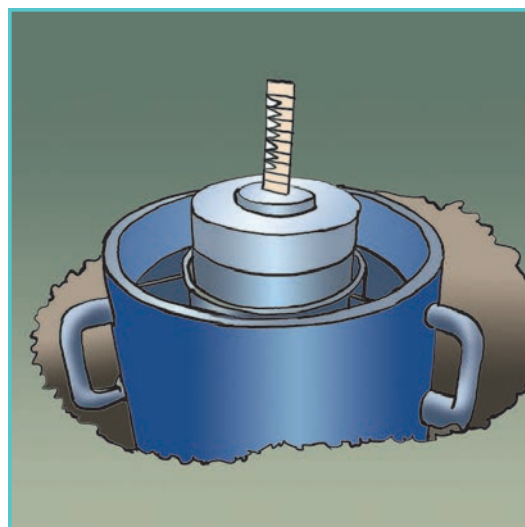
Compte tenu de la variabilité du sol sur une même parcelle, plusieurs mesures sont nécessaires.

Attention aux remaniements des sols lors des travaux, car ils peuvent faire varier la capacité d'absorption du sol de façon non négligeable.

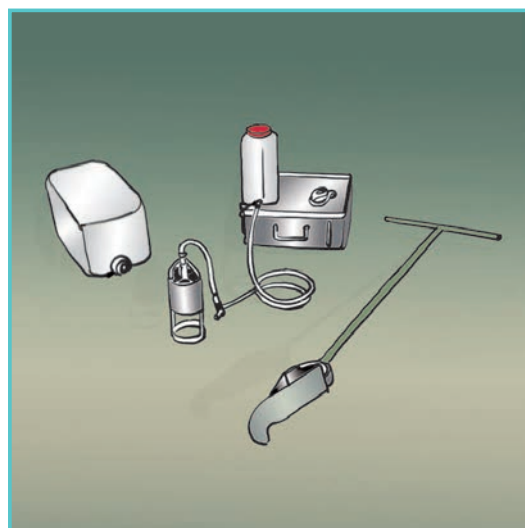
Il existe de nombreuses méthodes, Le choix du type d'essai à réaliser se fait en fonction :

- de la profondeur d'infiltration
- de la présence de la nappe
- de l'ordre de grandeur de la capacité d'absorption attendue
- de la surface d'infiltration sollicitée (parois latérales et/ou fond)

On peut citer les essais Porchet, double anneau, Lefranc....



Essai Double anneau



Essai Porchet



Quelques recommandations

Réglementation

Dans certaines situations, l'infiltration peut être réglementée ou interdite :

- *périmètres de protection des captages d'eau potable,*
- *installations soumises au régime de déclaration ou d'autorisation du Code de l'Environnement*

Il convient de se renseigner auprès des services de la Police de l'Eau.

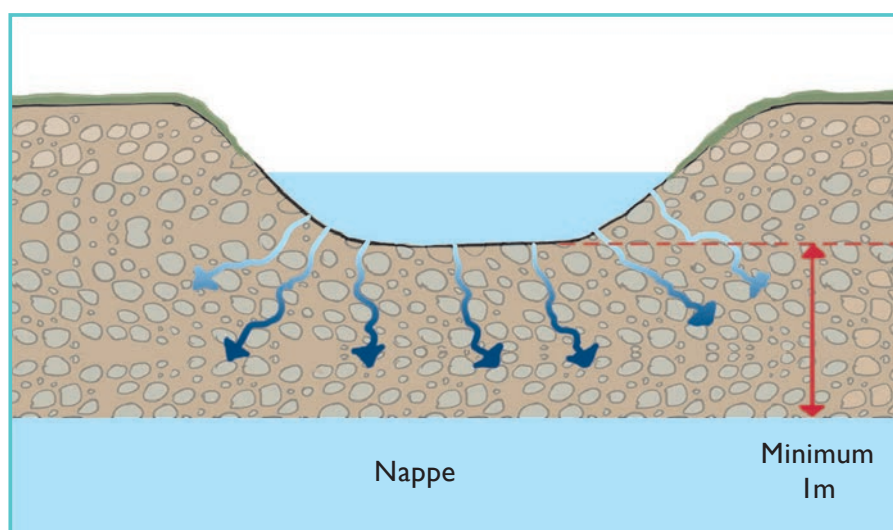
Types de sol

Des précautions s'imposent dans des sols à perméabilité très forte : c'est le cas des sols fracturés avec écoulements préférentiels, comme les terrains karstiques. Ces situations peuvent, en effet, conduire à des risques non maîtrisés de contamination de la nappe. La limite couramment admise est de l'ordre de 10^{-3} à 10^{-4} m/s en dessous de laquelle des précautions sont nécessaires : pas d'infiltration ou reconstitution d'une zone d'infiltration moins perméable en surface.

Certains sols ont des comportements mécaniques qui pénalisent l'infiltration. C'est par exemple le cas des terrains sensibles à la dissolution, comme le gypse où le risque de destabilisation des ouvrages est important.

Présence de la nappe

Le niveau des plus hautes eaux de la nappe est un paramètre important dans la conception des dispositifs d'infiltration, tant sur la profondeur des ouvrages que sur les risques de contamination. Les recommandations usuelles préconisent une profondeur minimale de 1 m entre le fond de l'ouvrage d'infiltration et les plus hautes eaux de la nappe.



Colmatage

Le colmatage des ouvrages d'infiltration est dû aux dépôts de particules fines qui s'accumulent en surface et dans les interstices de la zone d'infiltration. La formation d'un biofilm de surface peut aggraver le phénomène.

D'après les observations récentes sur les ouvrages en service depuis plusieurs années, le colmatage est généralement très superficiel et relativement long à se réaliser.

Pour prévenir le colmatage, des précautions minimales s'imposent lors de la conception des ouvrages :

- une bonne connaissance de la capacité réelle d'absorption du sol,
- une implantation des dispositifs d'infiltration le plus en amont possible et donc le plus proche du lieu où la pluie tombe,
- un ratio surface d'infiltration sur surface active le plus grand possible et en tout état de cause supérieur à 1%,
- une protection des zones d'infiltration : protection contre les apports réguliers de fines, précautions lors de réalisation de travaux à proximité,...

Si ces dispositions ne peuvent être respectées, il conviendra de prévoir une zone de décantation ou de filtration sommaire en amont de l'ouvrage. La végétalisation ou la mise en place d'une couche de gravier en surface sont aussi des moyens de se prémunir contre les risques de colmatage.



Et les risques de pollution ?

Les études menées sur ce sujet montrent que les micropolluants sont retenus dans les premiers centimètres du sol...à l'exception de certains cas de sols très perméables.

Dans le cas d'une distance minimale de 1m entre le fond de l'ouvrage et le niveau de la nappe, aucune contamination par les métaux, les HAP, les composés organiques volatiles n'a été constatée.

Mais quelques précautions s'imposent :

- infiltration le plus en amont possible,
- capacité d'infiltration du sol supérieur à 10^{-4} m/s avec une bonne homogénéité du sol et, dans le cas contraire, reconstitution d'une couche de surface moins perméable reposant sur un géotextile.
- distance minimale de 1m entre le fond de l'ouvrage et la nappe,
- éviter l'infiltration dans des sols déjà contaminés,
- protection des zones d'infiltration contre les apports d'eaux chargés en polluants



3 - La restitution à débit régulé

Lorsque l'infiltration n'est pas possible ou insuffisante, l'évacuation des eaux pluviales s'effectuera à débit régulé vers un exutoire naturel ou artificiel. La valeur du débit d'évacuation, le débit de fuite, est fixée conformément aux réglementations générales ou aux recommandations locales.

Réglementation nationale

Les installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA) susceptibles d'avoir un impact sur les milieux aquatiques sont soumis à des obligations de déclaration ou d'autorisation. Il s'agit des procédures « Loi sur l'eau », explicitées dans le Code de l'Environnement. La gestion des eaux pluviales est concernée par un certain nombre de rubriques de cette réglementation, notamment celle sur le « rejet d'eaux pluviales » mais aussi celles relatives aux rejets dans les eaux douces superficielles, aux rejets en mer ou à la recharge artificielle des eaux souterraines.

Code de l'Environnement :

Installations, ouvrages, travaux et activités (IOTA) soumises à déclaration ou autorisation.

Rubrique "Rejets eaux pluviales"

Rejets d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles 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

Attention !

La surface à considérer ne se limite pas à celle du projet, mais intègre la totalité du bassin versant amont intercepté par l'aménagement prévu.

Agences de l'eau

Les Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) des 6 Agences de l'Eau intègrent tous la promotion des techniques alternatives dans la gestion des eaux pluviales, avec pour certains une stricte limitation des débits de rejets. Dans ce cas, ces valeurs s'imposent aux maîtres d'ouvrages, à défaut d'une doctrine locale plus spécifique.





Extrait du SDAGE Loire Bretagne

3D-2 Réduire les rejets d'eaux pluviales (réseaux séparatifs collectant uniquement des eaux pluviales)

Le rejet des eaux de ruissellement résiduelles dans les réseaux séparatifs eaux pluviales puis le milieu naturel sera opéré dans le respect des débits et charges polluantes acceptables par ces derniers, et dans la limite des débits spécifiques suivants relatifs à la pluie décennale de manière à ne pas aggraver les écoulements naturels avant aménagement :

- Dans les hydroécorégions de niveau I suivantes : Massif central et Massif armoricain
 - dans les zones devant faire l'objet d'un aménagement couvrant une superficie comprise entre 1 ha et 7 ha : 20 l/s au maximum ;
 - dans les zones devant faire l'objet d'un aménagement couvrant une superficie supérieure à 7 ha : 3 l/s/ha
- Dans les autres hydroécorégions du bassin :
 - dans les zones devant faire l'objet d'un aménagement couvrant une superficie comprise entre 1 ha et 20 ha : 20 l/s au maximum ;
 - dans les zones devant faire l'objet d'un aménagement couvrant une superficie supérieure à 20 ha : 1 l/s/ha.

Ces valeurs peuvent être localement adaptées :

- lorsque des contraintes particulières de sites le justifient, notamment lorsque la topographie influe sensiblement sur la pluviométrie ou sur les temps de concentration des bassins versants ;
- en cas d'impossibilité technique ou foncière et si les techniques alternatives (noues enherbées, chaussées drainantes, bassins d'infiltration, toitures végétalisées) adaptées ne peuvent être mises en œuvre ;
- s'il est démontré que le choix retenu constitue la meilleure option environnementale.

Réglementation locale

Au-delà des obligations réglementaires générales, des prescriptions locales peuvent imposer des débits de fuite pour les nouveaux aménagements. C'est le cas dans certains Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) ou dans des documents de planification établis à l'échelle d'une collectivité (zonage pluvial, plan local d'urbanisme,...).

Exemple : Commune de la Flèche (72)

Dans son Plan Local d'Urbanisme, la ville de La Flèche impose une gestion des eaux à la parcelle pour les nouveaux acquéreurs, en cas d'impossibilité un rejet à débit limité peut être autorisé.

C'est la pluviométrie de période de retour 10 ans qui est prise en compte avec donc, un objectif de 0 rejet, ou à défaut un débit de fuite régulé entre 2 l/s/ha et 5 l/s/ha selon les projets.

6

Estimation des débits et des volumes

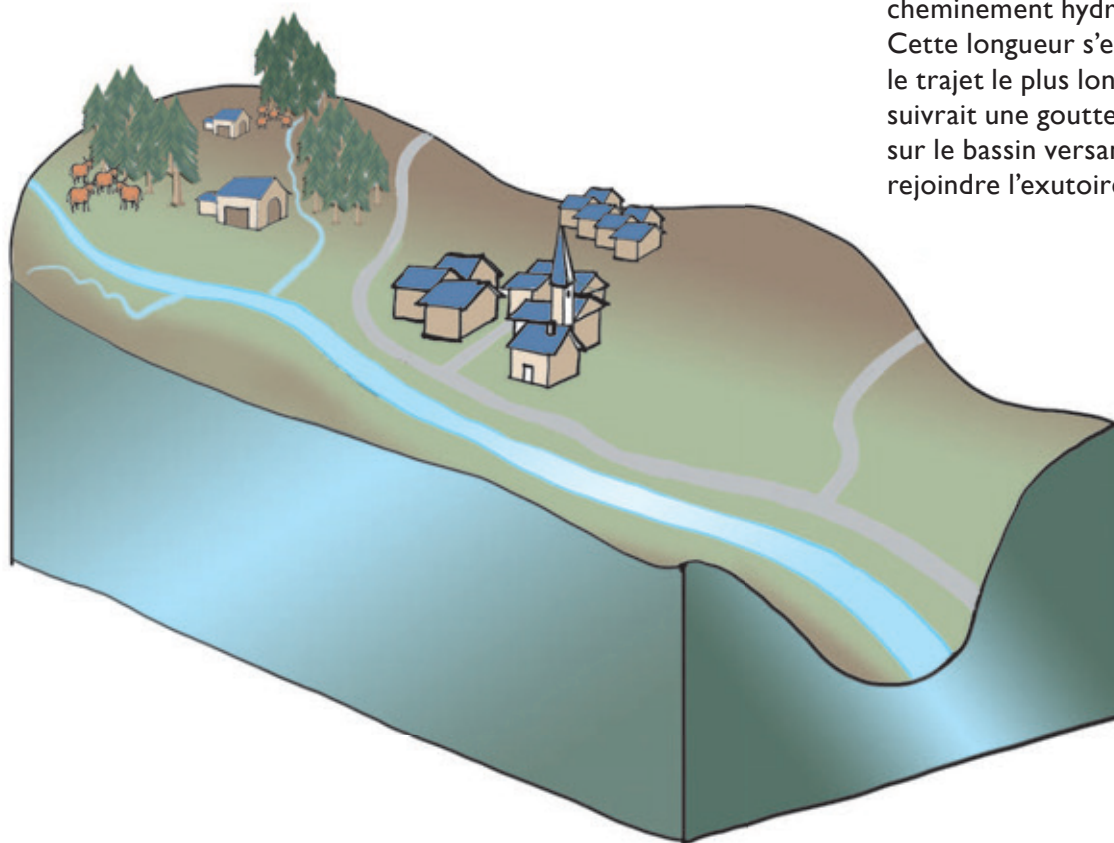
La compréhension des principes de base de l'hydrologie est indispensable aussi bien pour appréhender le fonctionnement des ouvrages existants que pour concevoir et dimensionner les techniques alternatives. Il faut, par exemple, expliciter les débordements observés sur des réseaux existants, estimer un volume de rétention ou dimensionner une noue de transport des eaux pluviales...

1 – Les paramètres descriptifs

Le bassin versant désigne un territoire sur lequel toute l'eau ruisselée s'écoule vers un point unique qui constitue l'exutoire du bassin versant. L'exutoire peut être naturel (cours d'eau, mer, lac,...) ou artificiel (collecteur, fossé,...).



Les limites d'un bassin versant naturel sont définies par les lignes de crêtes ; en milieu urbain, le drainage des eaux pluviales peut modifier ces contours.



La surface du bassin versant est généralement exprimée en hectare.



La longueur d'un bassin versant est en général caractérisée par le plus long cheminement hydraulique. Cette longueur s'estime selon le trajet le plus long que suivrait une goutte de pluie sur le bassin versant pour rejoindre l'exutoire.

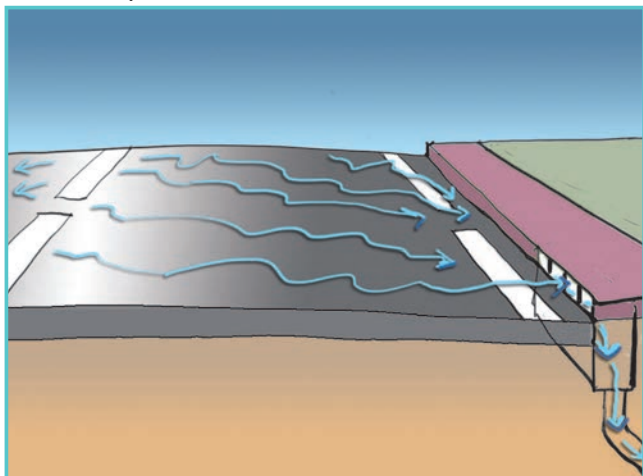
Si le parcours de l'eau est régulier, la pente moyenne d'un bassin versant est assimilée à la différence d'altitude entre les deux points extrêmes divisée par leur distance.



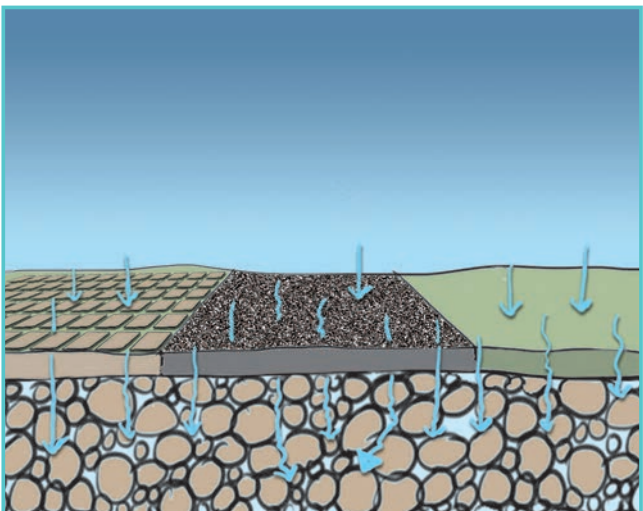
Sur un bassin versant, le temps de concentration est le temps mis par l'eau pour parcourir la distance entre le point le plus éloigné (en temps d'écoulement) de l'exutoire et ce dernier.

2 - Le ruissellement

Surface imperméable



Surface perméable



Lorsque la pluie tombe sur le sol, différents phénomènes interviennent :

- . l'évaporation,
- . l'interception par les végétaux,
- . le stockage dans les dépressions du sol (les flaques d'eau !)
- . l'infiltration sur les surfaces perméables,
- . le ruissellement sur les surfaces imperméables (voirie, toiture,...)

Le coefficient de ruissellement d'une surface représente le pourcentage de la pluie tombée qui participe au ruissellement.

La surface active

correspond à la surface qui participe au ruissellement, elle est égale à la surface totale multipliée par le coefficient de ruissellement.

Coefficient de ruissellement (Cr)

$$Cr = \frac{\text{Volume total ruisselé à l'exutoire}}{\text{Volume total précipité sur le bassin}}$$

Pour des pluies moyennes à fortes (période de retour proche de 10 ans), le coefficient de ruissellement (Cr) est approché par la valeur du coefficient d'imperméabilisation (Cimp) qui représente le pourcentage de surfaces imperméabilisées sur le bassin versant.

Mais attention !!

- Pour les petites pluies, le ruissellement est plus faible et donc $Cr < Cimp$
- Lors d'orages violents, les surfaces non imperméabilisées peuvent générer du ruissellement et donc $Cr > Cimp$

Quelques valeurs usuelles de coefficient de ruissellement pour des pluies décennales sur des zones urbaines en assainissement traditionnel.

Voirie : 0,9 - Toitures : 0,95
Habitat très dense, centre ville : 0,8 à 1
Habitat dense, zone commerciale : 0,6 à 0,8
Quartier résidentiel (habitat collectif) : 0,4 à 0,6
Quartier résidentiel (habitat individuel) : 0,2 à 0,4

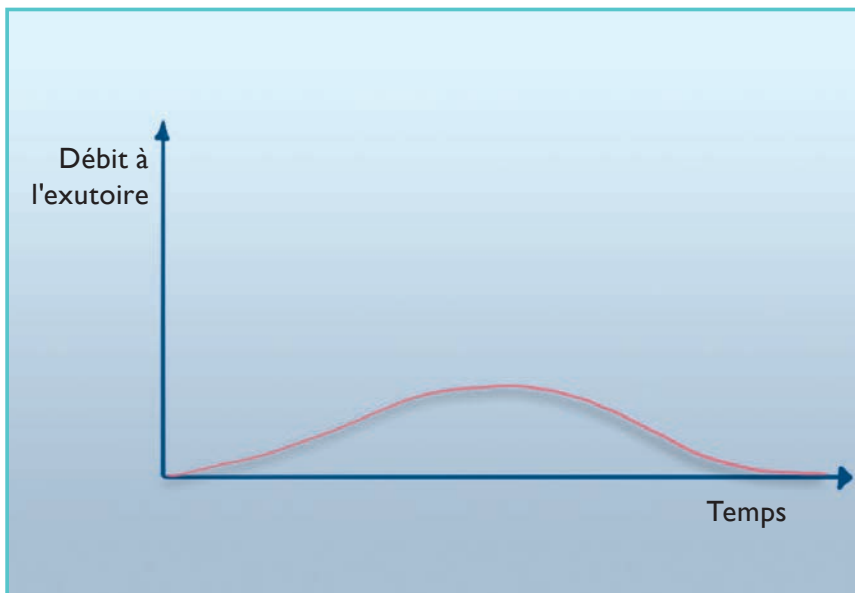
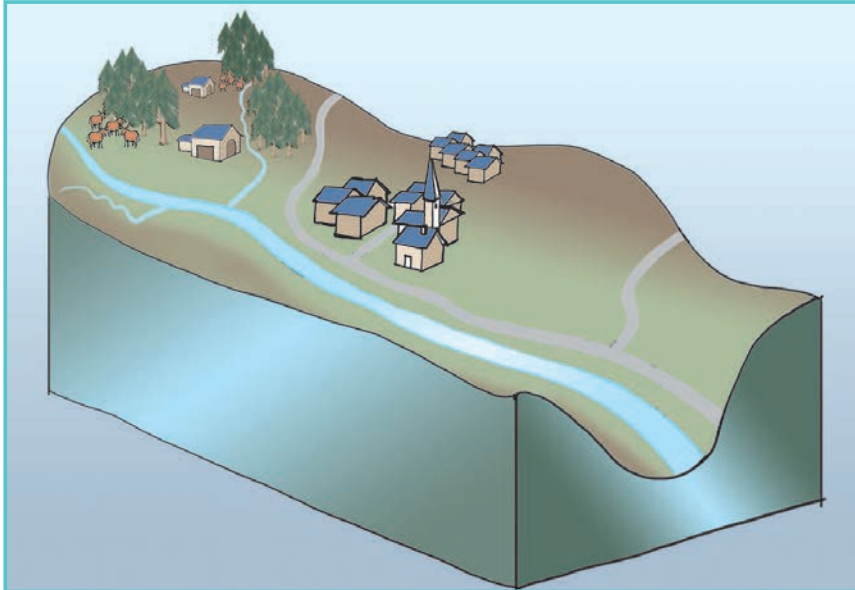


L'imperméabilisation couplée avec le drainage systématique des eaux pluviales augmente les effets des fortes pluies : augmentation des volumes ruisselés, accélération des écoulements, augmentation des débits de pointes...

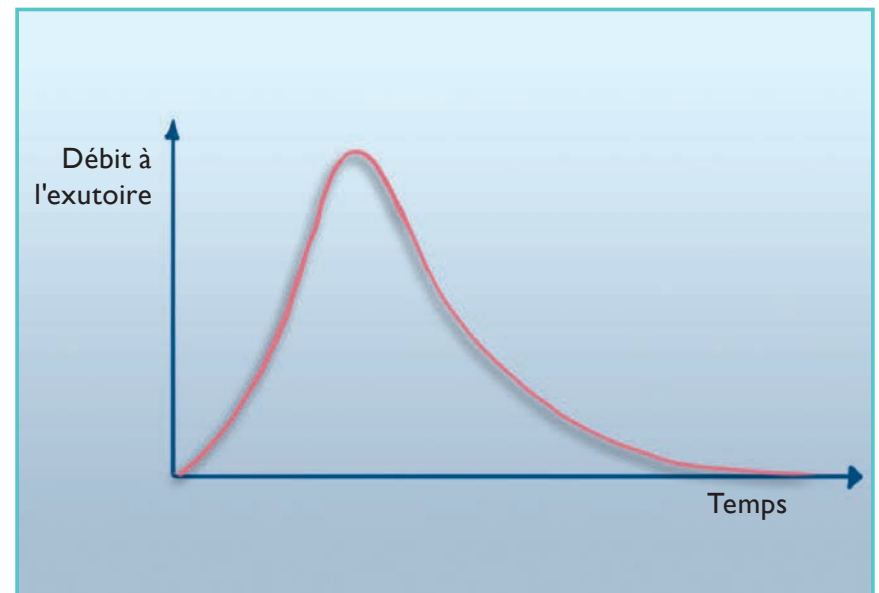
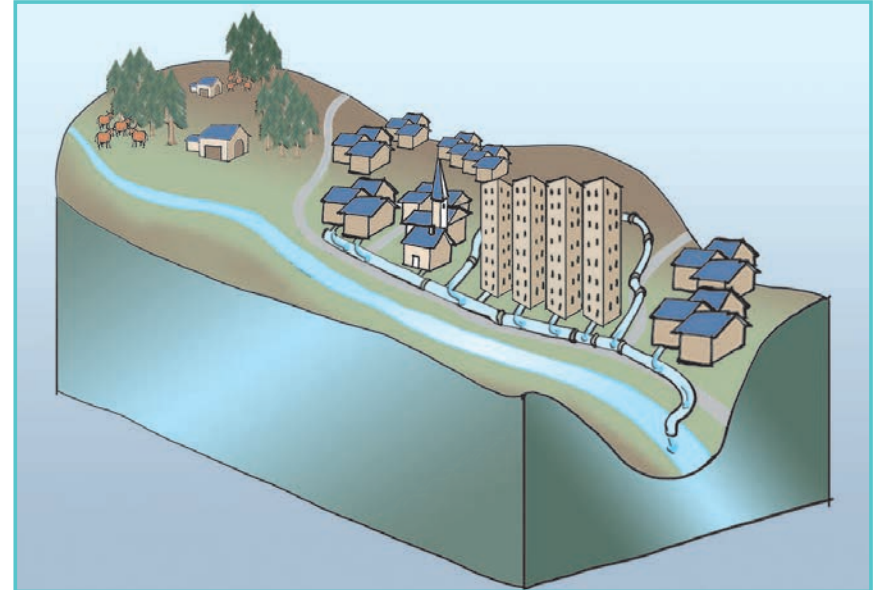
Si l'on souhaite réduire les effets de la pluie, la première action à mener est donc de limiter l'imperméabilisation

Exemple d'impact

Bassin versant avant urbanisation

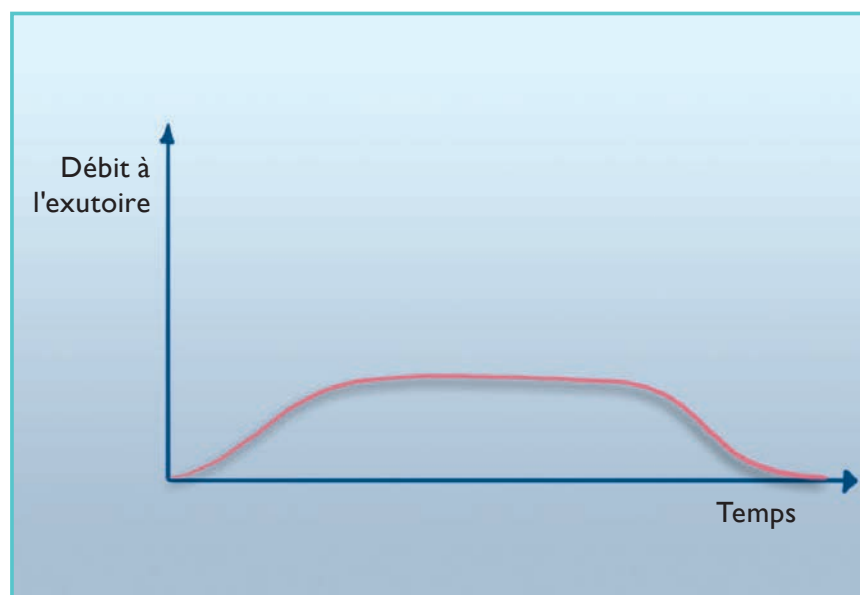
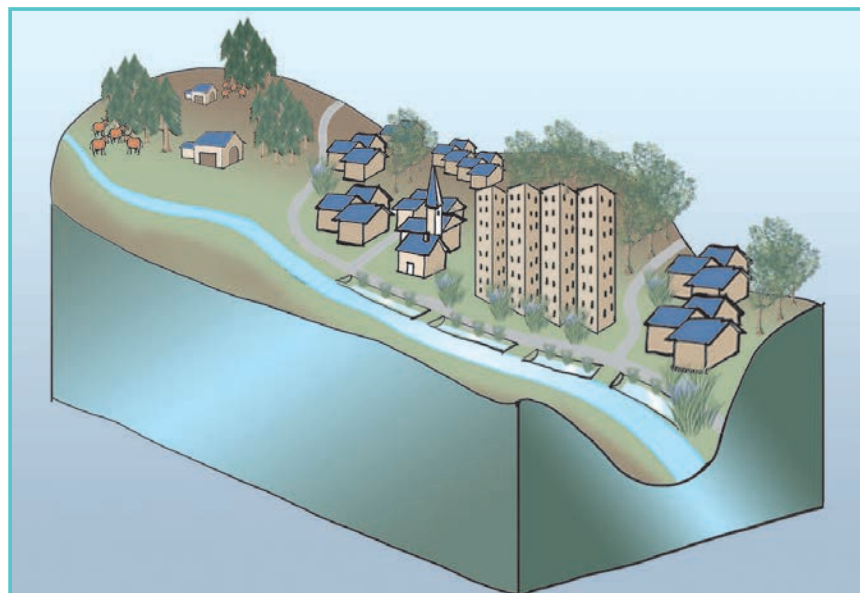


Bassin versant après urbanisation avec gestion des eaux pluviales par un système classique de collecteur



L'imperméabilisation augmente le coefficient de ruissellement et donc le volume ruisselé.
La gestion « tout tuyau » concentre et accélère les débits et donc aggrave le débit de pointe

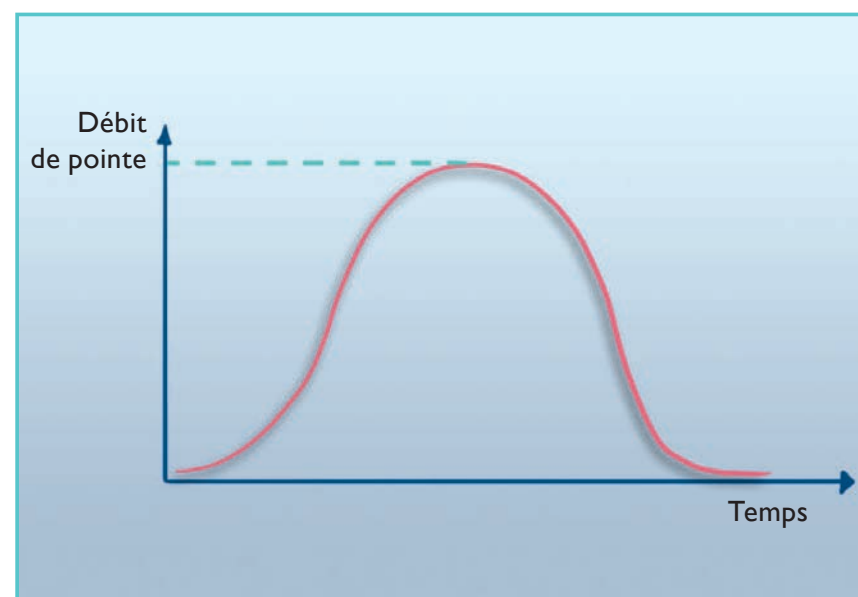
Bassin versant après urbanisation avec gestion des eaux pluviales par des techniques alternatives : infiltration à la parcelle et rejet à débit régulé.



La gestion à la parcelle diminue les volumes à évacuer à l'aval.
L'évacuation à débit régulé écrête le débit de pointe

3 – L'estimation d'un débit de pointe

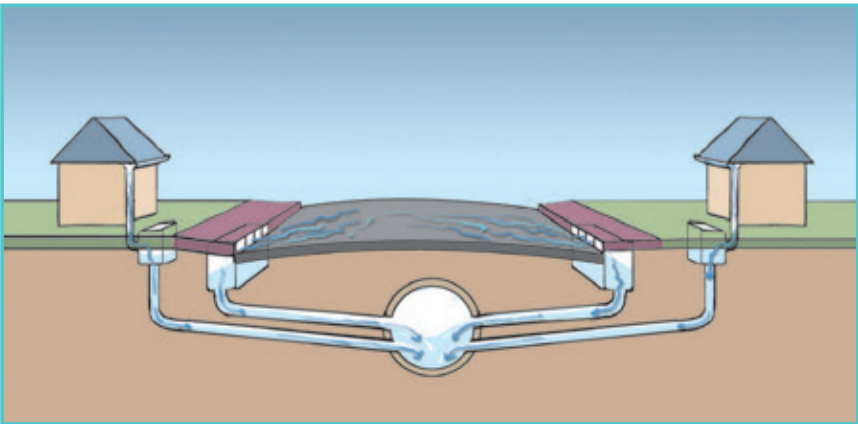
L'analyse d'une situation existante, le dimensionnement d'un ouvrage de transport des eaux pluviales (noue de transport, fossé, collecteur,...) nécessite de connaître le débit de pointe du bassin versant collecté.



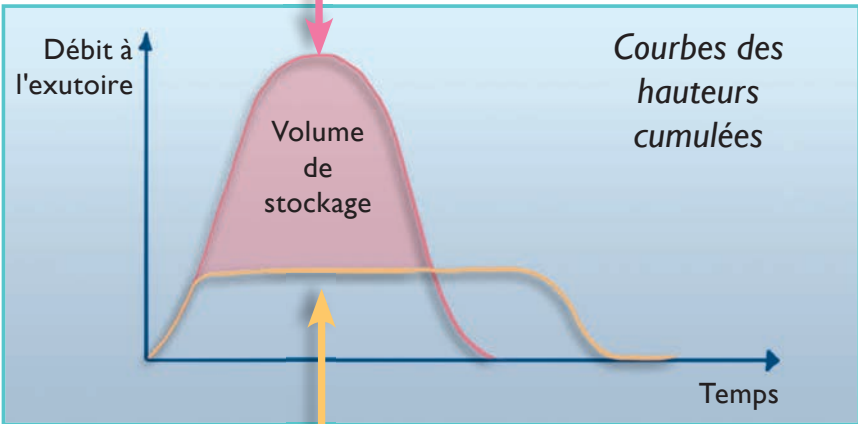
Les méthodes globales simplifiées (méthode rationnelle et méthode de Caquot) sont utilisables sur des petits bassins versants urbanisés, homogènes, peu pentus et sans rétention, et à condition de prendre en compte des données pluviométriques locales. Au-delà de ces conditions, c'est-à-dire à partir d'un bassin versant de quelques hectares, il faudra utiliser des modèles détaillés qui permettent de simuler le fonctionnement d'un système d'assainissement : pluie, ruissellement, débit, stockage, propagation...

Pour le dimensionnement hydraulique des ouvrages de transport (section d'un fossé, d'une noue ou d'un collecteur) on utilisera les formules simplifiées de l'hydraulique...en particulier, la plus usuelle, la formule de Manning Strickler.

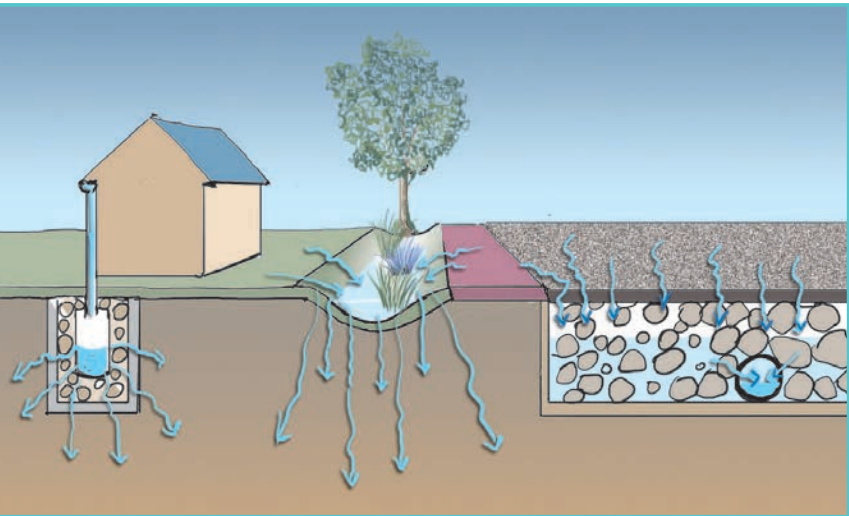
4 - L'estimation des volumes de rétention



Chaussée avec drainage classique par collecteur (Courbe ■)



Chaussée réservoir avec évacuation à débit régulé ou infiltration (Courbe ■)



Méthodes des pluies

Pour des petits bassins versants homogènes de quelques hectares, on peut estimer les volumes de rétention avec la méthode des pluies, en utilisant des données locales de pluviométrie.

Dans cette approche :

. l'eau qui tombe est représentée par la courbe des hauteurs cumulées correspondant à la période de retour choisie (hauteurs d'eau tombées en fonction de la durée de la pluie, issues du traitement statistique des données locales de pluviométrie).

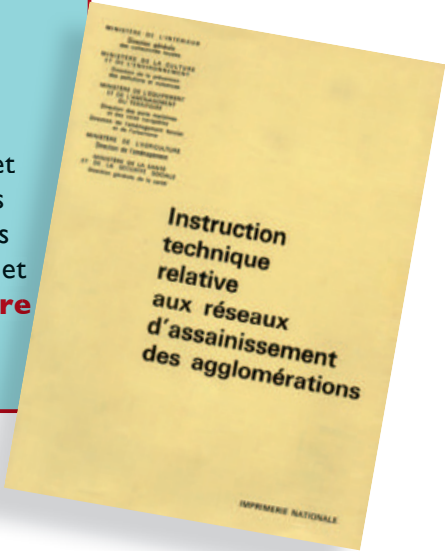
. l'eau qui s'évacue est représentée par le « débit de fuite » : débit régulé autorisé à l'aval ou débit d'infiltration (coefficient d'absorption du sol multiplié par la surface d'infiltration disponible)



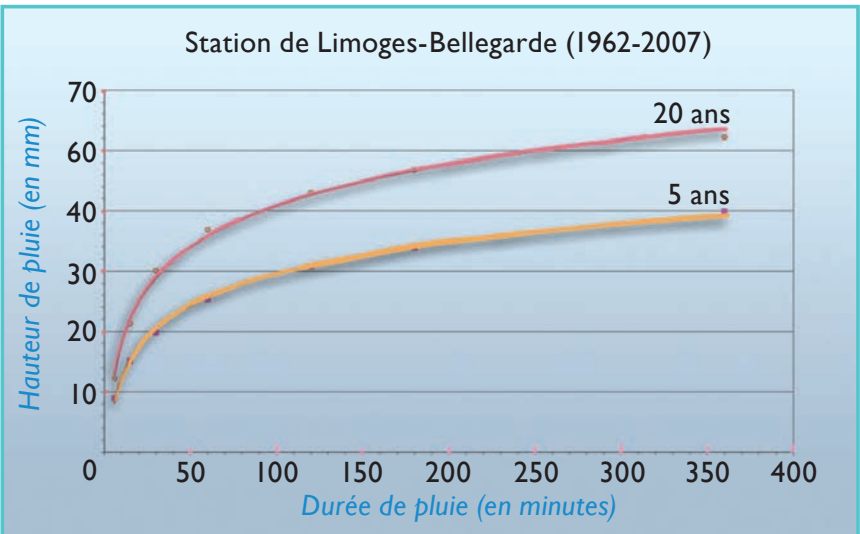
Attention !

Abaques de l'instruction technique de 1977

Ces courbes régionalisées sont basées sur la méthode des volumes et construites sur très peu de données pluviométriques... Beaucoup d'autres données sont aujourd'hui disponibles et **ces abaques ne doivent plus être utilisées !**



Courbes des hauteurs cumulées



Temps de vidange

La limitation du temps de vidange des ouvrages de rétention est essentielle pour :

. réduire l'impact visuel et les risques de nuisances liées à la stagnation prolongée de l'eau,

. garantir l'efficacité des ouvrages lors d'évènements pluvieux successifs.

De façon générale, il est préconisé des temps de vidange de 6 à 24 heures pour des pluies moyennes à fortes (période de retour 10 à 20 ans) et des durées parfois plus longues pour des événements plus exceptionnels.

Préconisations locales

L'analyse locale des précipitations et la prise en compte des spécificités, conduisent certaines collectivités à préconiser des volumes de stockage ou des hauteurs d'eau à stocker par m^2 de surface imperméabilisée.

Ces valeurs sont couplées avec des durées maximales de vidange des ouvrages, en fonction des périodes de retour.



Exemple de préconisations locales

Le volume de rétention est calculé sur la base d'une pluie décennale de 24 heures (par exemple, 50 mm, soit 50 l/m^2 de surface imperméabilisée).

Temps de vidange inférieur à 24 heures

Application

Prenons le cas d'une emprise de voirie de 8 m de large (trottoir 2 m et bande de roulement 6 m), soit 8 m^2 par mètre linéaire de voirie.

Hauteur d'eau prise en compte de 50 mm = 50 l/m^2

Volume de rétention : $50 \text{ l/m}^2 \times 8 \text{ m}^2 = 0,40 \text{ m}^3$ par mètre linéaire de voirie.

(La gestion de la pluie, à proximité immédiate de là où elle tombe, permet de faire l'hypothèse simplificatrice d'un transfert complet et instantané de pluie).

Une noue de 1,5 m de large avec une hauteur moyenne de 30 cm permet de stocker 0,45 m^3 par mètre linéaire.

Avec une capacité d'absorption du sol de 10^{-5} m/s , le calcul du temps de vidange est le suivant :

Surface d'infiltration prise en compte : 1,5 m^2

Débit d'infiltration : $1,5 \text{ m}^2 \times 10^{-5} \text{ m/s} = 1,5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$

Volume « à vidanger » : 0,40 m^3

Temps de vidange : $0,40 \text{ m}^3 / 1,5 \times 10^{-5} = 26\,667 \text{ s} = 7,5 \text{ heures}$

7

Eaux pluviales et pollution

1 – Comment prendre en compte la pollution ?

On a longtemps considéré l'eau d'origine pluviale comme étant « propre » et sans effets négatifs sur les milieux récepteurs. Mais, l'urbanisation et les activités humaines qui s'y rattachent génèrent une multitude de polluants susceptibles d'être véhiculés par les eaux de ruissellement pluvial.

Les sources de contamination potentielle ont trois origines :

- . la pollution atmosphérique (chauffage, activités industrielles, ...)
- . la pollution accumulée sur les surfaces de ruissellement (matériaux urbains, trafic automobile, pratiques de nettoyage et d'entretien, ...)
- . la pollution contenue dans les réseaux, en particuliers les réseaux unitaires

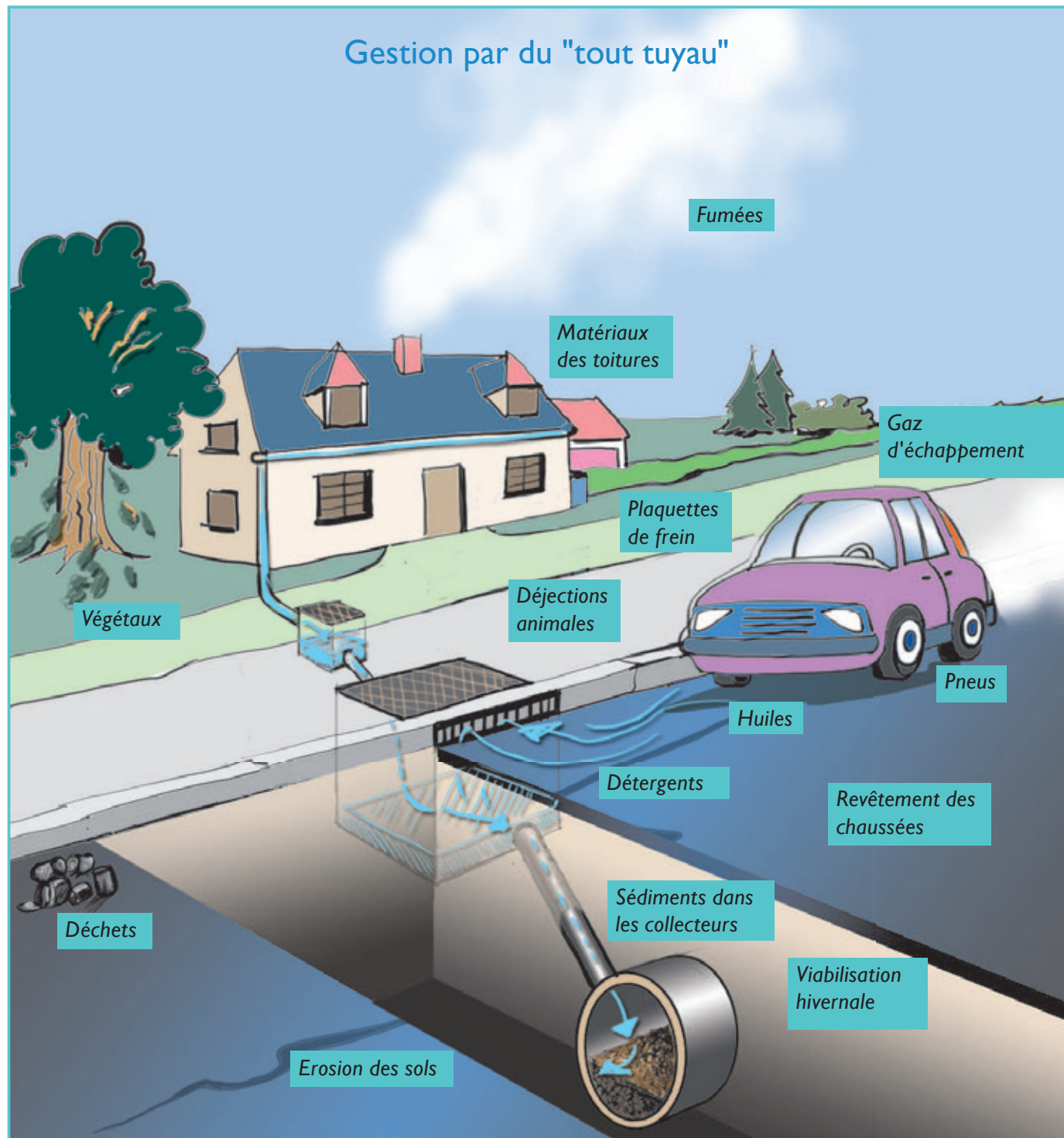
La gestion traditionnelle « tout tuyau » favorise la concentration des polluants contenus dans les eaux pluviales. Cette pollution, ainsi concentrée dans les rejets urbains par temps de pluie, est une source importante de dégradation du milieu naturel avec plusieurs impacts :

Impacts qualitatifs

- . désoxygénation du milieu avec mortalité piscicole lors de fortes pluies d'orages
- . eutrophisation des milieux aquatiques par apports de nutriments
- . accumulation de micropolluants toxiques
- . contamination bactériologique (zone de baignade, conchyliculture, ...)

Impacts physiques

- . érosion des berges et du fond
- . augmentation des dépôts solides
- . pollution visuelle



Dans la plupart des situations, les eaux de ruissellement « à la source » sont bien moins chargées en polluants que les eaux pluviales à l'aval des réseaux de collecte : plus l'eau ruisselle sur le sol et circule dans les collecteurs, plus elle se charge en pollution....

La gestion par les techniques alternatives est donc une solution pour limiter la pollution !

Les règles de l'art pour limiter la pollution :

Réduire les émissions à la source

- . Réduction des surfaces imperméabilisées
- . Utilisation de matériaux neutres, limitation des surfaces métalliques
- . Modifications des pratiques : pesticides, détergents ...

Privilégier une gestion des eaux pluviales le plus en amont possible

- . Limiter le ruissellement en surface : concentration en polluants réduits, gestion facilitée
- . Favoriser l'alimentation diffuse des ouvrages
- . Favoriser les dispositifs de transfert lent : noues enherbées, pente faible ...
- . Eviter le transport dans les collecteurs
- . Favoriser l'infiltration (Cf page 19)

La gestion des pluies courantes (niveau 1 – période de retour de quelques mois) est primordiale dans la maîtrise des flux polluants. C'est sur ce type d'événements qu'il faudra surtout privilégier l'évacuation des eaux de pluie par des techniques d'infiltration ou d'évapotranspiration.



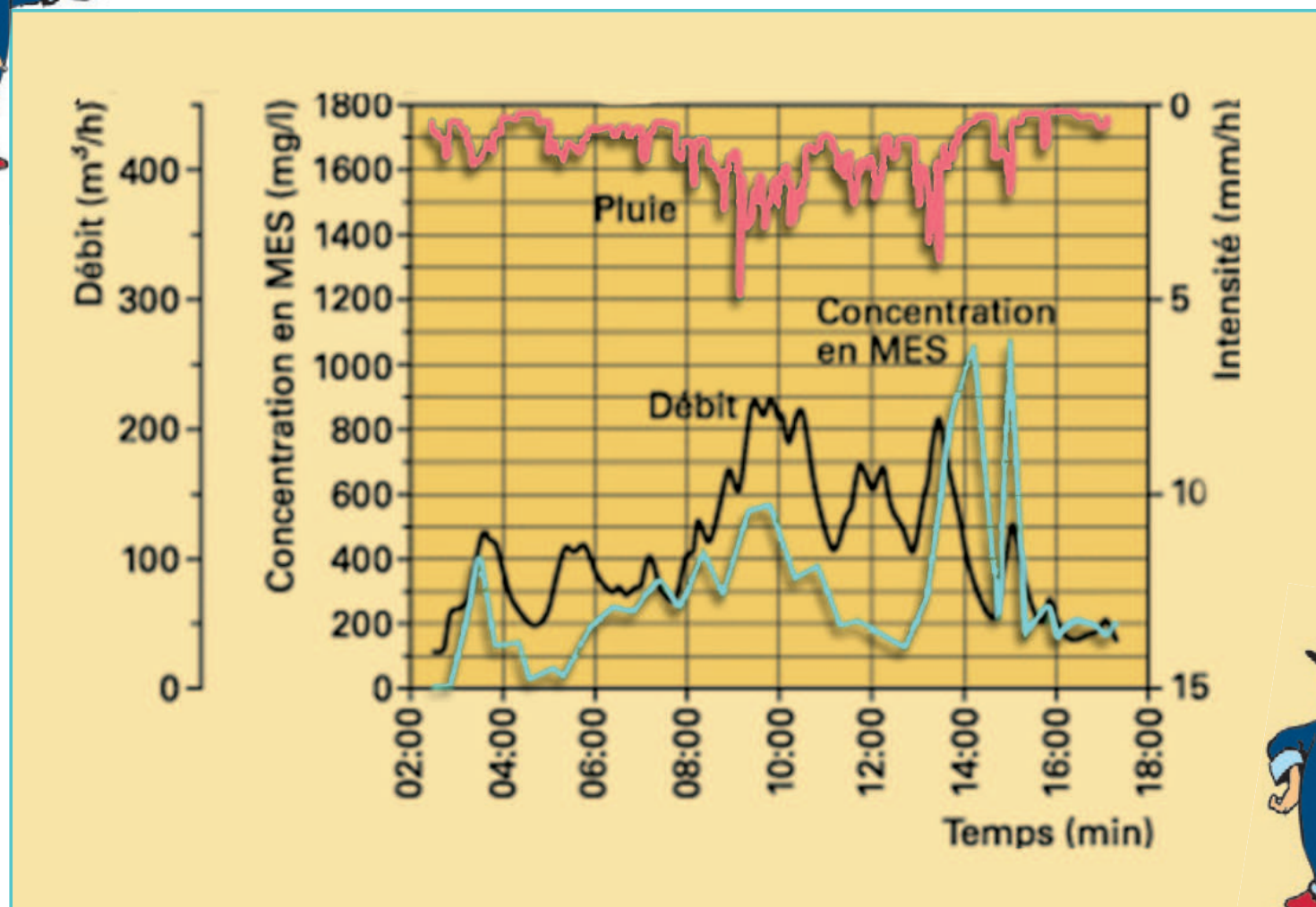
2 - Quel type de pollution ?

Les observations faites sur les eaux de ruissellement urbaines font apparaître une grande variabilité sur la nature et la concentration des polluants contenus dans les eaux pluviales. Cette variabilité est notable d'un site à l'autre, mais aussi d'un évènement pluvieux à l'autre, et bien sûr très dépendant du mode collecte et de gestion des eaux.

Il est donc très difficile de donner des valeurs de référence pour la contamination des eaux pluviales. On constate cependant que les eaux peuvent être très chargées en matières en suspension, en métaux et en matières organiques et plus généralement en hydrocarbures .



Exemple d'observations qualitatives et quantitatives à l'aval d'un réseau pluvial.



Source : "Les techniques de l'ingénieur, article W6 800, août 2007"



En gestion traditionnelle "tout tuyau" des eaux de ruissellement, les concentrations observées sur certains composants sont souvent bien au-delà des exigences de la Directive Cadre sur l'eau et les objectifs d'atteinte d'un bon état écologique des eaux passent donc nécessairement par une lutte contre la pollution des eaux pluviales.



**Attention
aux
idées
reçues !!!!**

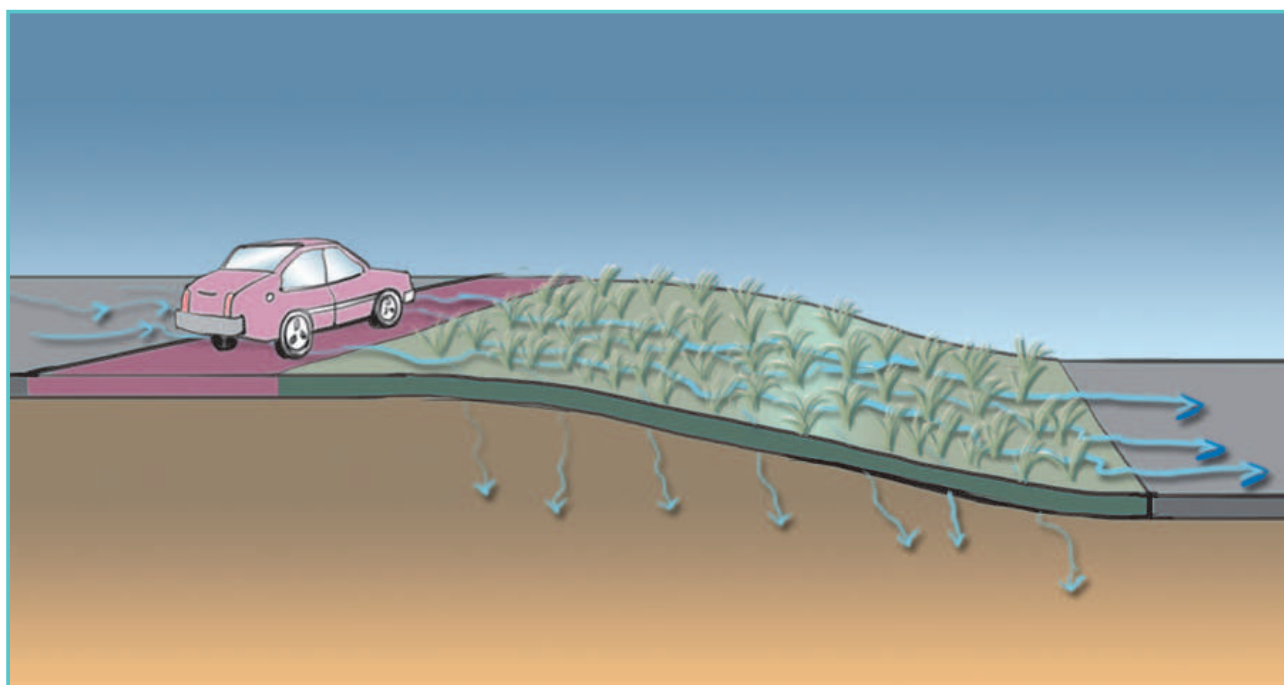
Sur un réseau d'eaux pluviales, lors d'une pluie, il n'est pas justifié de ne traiter que le début de l'écoulement, en partant de l'idée que ce « premier flot » est le plus pollué. En effet, même si on observe des pics de concentration en début de ruissellement, les volumes correspondants sont faibles, si bien que la quantité de pollution apportée en début de pluie est bien souvent faible au regard de la totalité de l'événement pluvieux.

3 - Les solutions

Techniques alternatives

Pour lutter contre les effets de la pollution des eaux pluviales, la meilleure approche est, bien sûr, de privilégier la gestion intégrée en utilisant les techniques alternatives. Conçues pour une gestion au plus près des points de production, ces techniques constituent aussi de très bons outils de dépollution par filtration, par sédimentation ou encore par l'action des végétaux (la phytoremédiation).

C'est la solution qu'il faut privilégier pour les aménagements neufs.



Le long d'une voirie, il a été constaté qu'une simple bande enherbée avait une action importante sur la réduction des matières en suspension, des métaux et des hydrocarbures dans les eaux de ruissellement.

Déconnexion des eaux pluviales

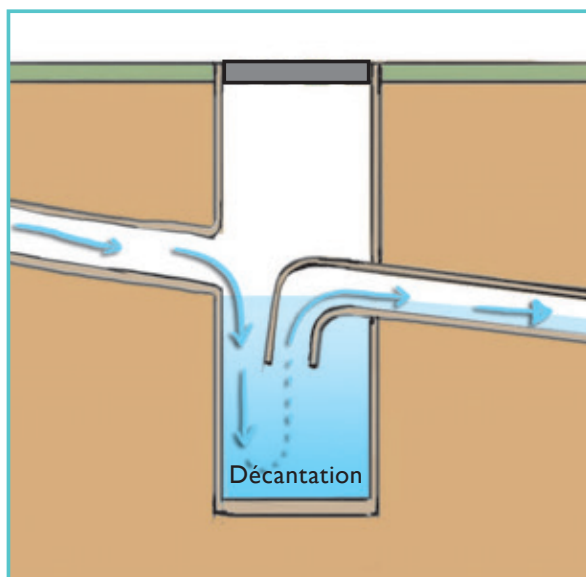
Sur les réseaux de collecte existants, la déconnexion des branchements d'eaux pluviales et la mise en place d'une gestion à la parcelle, par exemple via l'infiltration, permettent de réduire les flux collectés et de limiter à la fois les risques d'inondation et de pollution. Ces solutions sont intéressantes à envisager dans des opérations de réhabilitation ou de rénovation urbaine.

Equipements associés aux réseaux

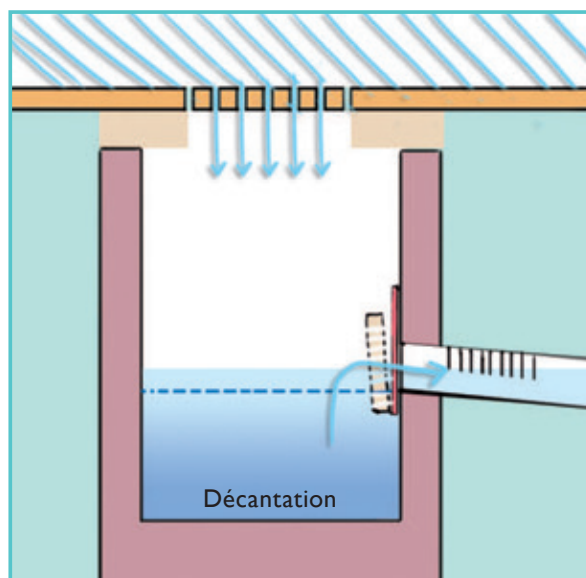
Dans le cas d'une collecte des eaux par des grilles avaloirs, les regards de collecte peuvent être équipés de dispositifs de « prétraitement » qui permettent de retenir les matières grossières et les flottants.

Ces dispositifs réduisent les accumulations dans les réseaux de collecte et limitent les risques de colmatage en cas d'injection de l'eau dans une structure réservoir.

On trouve des paniers dégrilleurs, des regards à décantation, des regards avec filtres mécaniques, des regards préfabriqués avec zone de décantation et filtre,... Attention, tous ces organes nécessitent un nettoyage régulier et l'élimination des déchets de curage.



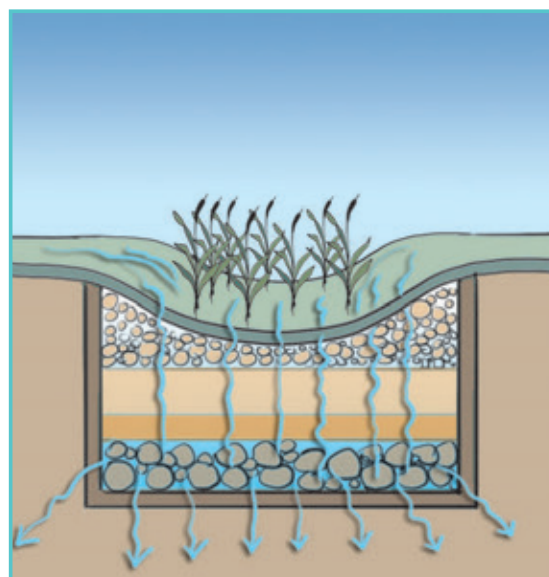
Coude plongeant inversé



Filtre

Filtre à sable planté

En cas de collecte des eaux pluviales sur une zone à risque ou de sensibilité particulière du milieu, des dispositifs de dépollution spécifique peuvent s'avérer nécessaires. Les filtres à sable plantés constituent une solution intéressante qui combine des processus de filtration sur le substrat mais aussi de rétention et dégradation des polluants.



Les séparateurs à hydrocarbures

L'usage de ces appareils doit se limiter à des aménagements très particuliers qui génèrent de fortes concentrations en hydrocarbures flottants, comme les stations services ou les aires d'entretien des véhicules.

Les séparateurs ne sont pas adaptés aux objectifs de réduction des apports en hydrocarbures dans les eaux de ruissellement urbaines, en effet :

- les concentrations en hydrocarbures rencontrées dans les eaux de ruissellement sont très rarement supérieures à 5 mg/l qui est le seuil de performance des appareils !
- dans les eaux pluviales, les hydrocarbures sont principalement sous forme particulaires, c'est-à-dire fixés aux matières en suspension.

Pour plus de précision voir la note d'information du SETRA en date de février 2008.

8

Les techniques alternatives

Les techniques alternatives sont des ouvrages alternatifs à la conception classique de l'assainissement pluvial : avaloirs, canalisations, rejet en rivière. Elles permettent la rétention temporaire des eaux de pluie et leur restitution au milieu naturel, tout en apportant une plus-value dans les projets d'urbanisation. Elles permettent aussi une diminution du risque de rejet concentré de pollution au milieu naturel.

Les règles de bases suivantes sont à privilégier lors de la conception des installations :

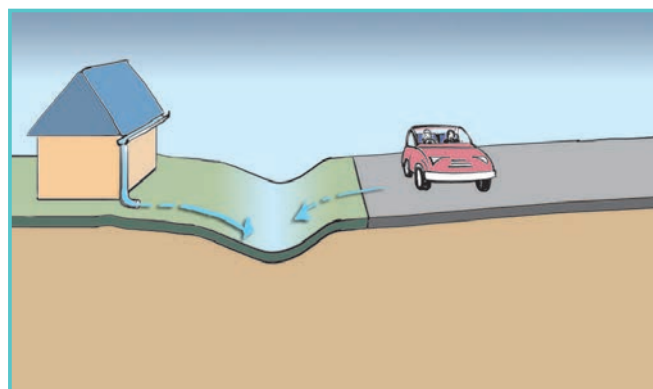
- créer des ouvrages visibles afin de familiariser à nouveau la population avec les notions de gestion des eaux et d'inondation,
- créer des ouvrages multifonctionnels et intégrés à l'urbanisme afin de conserver une continuité des projets urbains, d'obtenir une optimisation financière et de s'assurer de la pérennité des aménagements.



• Admission de l'eau

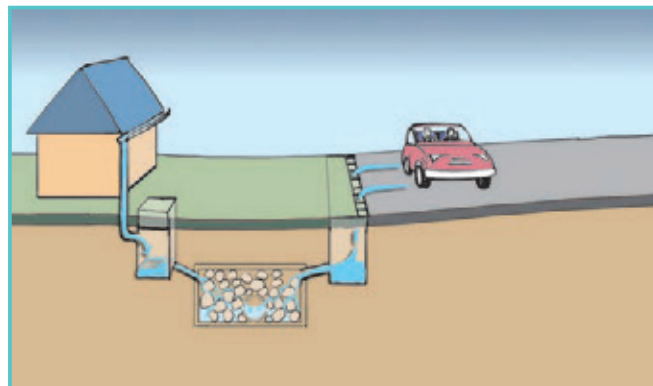
Une règle simple : enterrer l'eau le moins possible !
On favorisera ainsi l'admission d'eau par ruissellement direct.

Les structures les moins profondes sont aussi celles qui seront les moins coûteuses !



On gardera cependant à l'esprit lorsqu'il n'est pas possible d'avoir un ruissellement direct, la possibilité d'admettre de l'eau par des avaloirs.

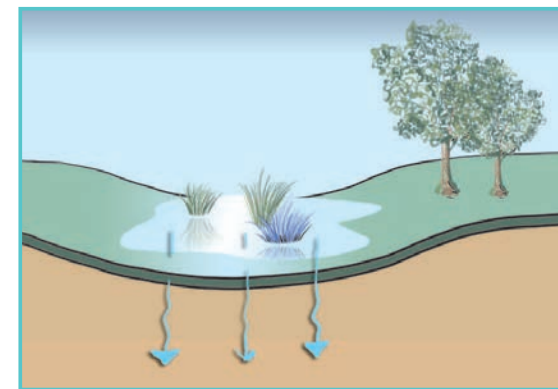
Outre l'augmentation substantielle du coût de l'aménagement, on fera particulièrement attention aux contraintes d'entretien des équipements mis en œuvre.



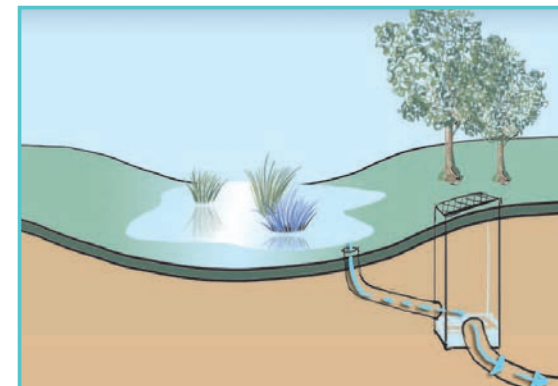
• Restitution de l'eau

Là encore, une règle simple : favoriser autant que possible l'infiltration !

Il faudra cependant s'assurer de la possibilité d'infiltrer !



Si l'infiltration n'est pas possible ou qu'elle doit être complétée par un rejet vers un exutoire, on s'assurera là aussi de la pérennité des équipements mis en œuvre et du débit admissible à l'aval.



Prise en compte de la pente

Même s'il est plus facile de gérer les eaux sur des terrains plutôt plats, une pente importante du terrain n'est pas forcément rédhibitoire !

L'implantation judicieuse de cloisons permet de multiplier les espaces de stockage.



Surface d'infiltration

On rappellera à ce niveau les recommandations du guide « La Ville et son Assainissement » :

- pour les ouvrages d'infiltration (tranchées, puits), on ne prendra en compte que les parois latérales de l'ouvrage du fait du possible colmatage du fond.
- pour les ouvrages filtrants (bassin d'infiltration, noues, chaussées à structure réservoir), on prendra la totalité de la surface du fond à condition que l'ouvrage soit protégé contre la sédimentation des matières en suspension et les apports en matières organiques, et que les organes de protection soient régulièrement entretenus.

Choix de la végétation

En général, les techniques alternatives s'intègrent très bien dans les aménagements urbains et constituent les trames vertes de ceux-ci.

Par ailleurs, la végétalisation des techniques permet, par le développement racinaire des plantes, d'améliorer l'infiltration des eaux, tout en constituant parfois un moyen de retenir une certaine frange de la pollution (phytoremédiation).

Le choix des végétaux doit cependant bien être adapté aux spécificités de fonctionnement des ouvrages :

- *résistance à de courtes périodes de submersion,*
- *résistance à de longues périodes de sécheresse,*
- *tenue de la couche superficielle du sol (surtout en cas de forte pente ou d'orage violent).*

On tiendra aussi compte au niveau du choix de la végétation, de la capacité à l'entretenir : tonte, ramassage des feuilles, fauchage... sous peine d'obtenir un effet visuel opposé à celui souhaité.



Entretien

L'entretien est très dépendant des éléments constitutifs des techniques mises en place.

- *Espaces verts : ramassage des feuilles et des débris, tonte, fauchage*
- *Surfaces perméables autres : nettoyage selon nature, décolmatage éventuel*
- *Espaces inondables : entretien selon nature de l'espace (placette, jardin...)*
- *Bouches d'injection : curage, nettoyage des filtres*
- *Drains : curage*
- *Ouvrages de régulation : vérification, nettoyage*

1 – Les noues

Techniques de surfaces peu profondes, les noues permettent la gestion des eaux de manière linéaire, typiquement en bordure de chaussée ou en coulée verte dans les projets. Elles sont généralement végétalisées mais peuvent être plus minérales dans un environnement urbain plus dense.



Domaine d'utilisation : lotissement ou zone d'activité le long des voiries, coulées vertes

Particularités :

- . bonne intégration dans les projets grâce à la faible lame d'eau stockée, la simplicité de conception et les faibles coûts de réalisation
- . plus difficile à mettre en œuvre lorsque la pente des projets est forte
- . nécessité de protéger contre le stationnement sauvage
- . la noue enherbée est un bon acteur de la dépollution des eaux par piégeage des matières en suspension

Ordre de grandeur de coût : de 15 à 40 €/m³ stocké

2 – Les fossés

Techniques de surfaces plus profondes que les noues, souvent de faible largeur et à pente de berge élevée, ils permettent de résoudre les problèmes d'emprises foncières posés par les noues.



Domaine d'utilisation : lotissement ou zone d'activité le long des voiries

Particularités :

- . bonne intégration dans les projets très urbains
- . veiller à la sécurité du public
- . plus difficile à mettre en œuvre lorsque la pente des projets est forte

Ordre de grandeur de coût : de 25 à 60 €/m³ stocké

3 – Les tranchées

Alimentées par ruissellement direct ou par injection par avaloirs, les tranchées drainantes permettent la récupération des eaux et leur stockage dans des ouvrages linéaires en profondeur. Leur emprise au sol est relativement faible et leur réalisation aisée.



Domaine d'utilisation : lotissement ou zone d'activité le long ou sous les voiries, sous les trottoirs, en pied de bâtiment

Particularités :

- . bonne intégration dans les projets lorsqu'elles sont recouvertes
- . permettent l'utilisation de la surface du sol pour une autre fonction

Ordre de grandeur de coût : de 40 à 80 €/m³ stocké

4 – Les chaussées à structure réservoir

Le stockage de l'eau est réalisé dans les couches structurantes de la chaussée d'un parking ou d'une voirie. L'introduction de l'eau est réalisée soit par l'intermédiaire d'un revêtement drainant qui laisse directement passer l'eau, soit par l'intermédiaire d'avaloirs qui injectent l'eau dans la structure stockante.



Domaine d'utilisation : voirie, trottoirs, parking

Particularités :

- . pas d'emprise au sol supplémentaire
- . emprise dans le sous-sol importante nécessitant de décaler le positionnement des autres réseaux
- . en cas de revêtement de surface poreux, à réaliser à la fin des aménagements

Ordre de grandeur de coût : de 100 à 500 €/m³ stocké

5 – Les jardins de pluie

Le jardin de pluie est un jardin ouvert au public, couplant les fonctions rétention des eaux et aménagements paysagers.



Domaine d'utilisation : espace public

Particularités :

- . pas plus d'emprise au sol qu'un jardin ne prenant pas en compte la pluie
- . intégration urbanistique et sociale la plus aboutie
- . prise en compte des niveaux de service des système d'assainissement
- . traitement de la pollution chronique des eaux par filtration des matières en suspension
- . nécessite d'être intégré au plus tôt dans la conception globale du projet

Ordre de grandeur de coût : identique à celui d'un jardin ne gérant pas la pluie

6 – Les espaces inondables

Afin de favoriser l'intégration des espaces de gestion des eaux pluviales dans l'urbanisme, il est de plus en plus courant de créer des espaces urbains inondables.



Domaine d'utilisation : espace public

Particularités :

- . intégration urbanistique et sociale aboutie
- . prise en compte des niveaux de service des système d'assainissement
- . traitement de la pollution chronique des eaux par filtration des matières en suspension
- . nécessite d'être intégré au plus tôt dans la conception globale du projet

Ordre de grandeur de coût : très variable en fonction de la nature du projet

7 – Les bassins secs

Le stockage de l'eau s'effectue directement à ciel ouvert dans un ouvrage terrassé en place, généralement très technique, de profondeur importante et alimenté par canalisations.



Domaine d'utilisation : tout type d'aménagement

Particularités :

- . intégration urbanistique et sociale souvent non réalisée, mais réalisable (lieu de promenade, terrain de sport...)
- . concentration de la pollution chronique
- . emprise au sol importante
- . problème de sécurité dû à la taille et à la profondeur des ouvrages
- . entretien indispensable

Ordre de grandeur de coût : de 30 à 120 € du m³ d'eau stocké

8 – Les bassins en eau

Le stockage de l'eau s'effectue par marnage d'un niveau d'eau permanent dans l'ouvrage.



Domaine d'utilisation : aménagements urbains de grande taille

Particularités :

- . intégration urbanistique et sociale souvent intéressante : développement d'un biotope particulier
- . concentration de la pollution chronique
- . emprise au sol importante
- . problème de sécurité dû à la taille et à la profondeur des ouvrages
- . entretien indispensable
- . maintien du niveau d'eau en été à prévoir

Ordre de grandeur de coût : de 30 à 120 € du m³ d'eau stocké

9 – Les bassins enterrés

Le stockage de l'eau est réalisé dans un ouvrage génie-civil enterré, dans un collecteur de grande dimension ou dans une structure poreuse adéquate (cailloux, module stockant...).



Domaine d'utilisation : tous types d'aménagements urbains

Particularités :

- . absence d'emprise au sol
- . méconnaissance du patrimoine enterré
- . concentration de la pollution chronique
- . coût des ouvrages
- . accessibilité de l'ouvrage
- . entretien indispensable

Ordre de grandeur de coût : de 300 à 600 € du m³ d'eau stocké pour des conduites surdimensionnées – de 300 à 500 € du m³ d'eau stocké pour des structures alvéolaires – de 800 à 1500 € du m³ stocké pour des ouvrages en parois béton.

10 – Les puits d'infiltration

Ouvrages compacts de plusieurs mètres de profondeur, les puits d'infiltration permettent la récupération des eaux pluviales de surfaces parfois très importantes (plusieurs milliers de mètres-carrés) ainsi que leur évacuation par infiltration. On trouve des puits creux (buses perforées), comblés (buses remplies de cailloux) ou un mélange des deux techniques.



Domaine d'utilisation : parcelle privée, voirie

Particularités :

- . peu d'emprise au sol
- . à positionner le plus en amont possible dans les projets à cause de la forte sensibilité au colmatage et à la pollution

Ordre de grandeur de coût : 5 €/m² de surface assainie

11 – Les toitures stockantes

Basée sur le principe de la toiture terrasse, les toitures stockantes permettent la rétention temporaire des eaux pluviales sur la toiture sur des hauteurs relativement faibles (quelques centimètres).



Domaine d'utilisation : toiture plate de préférence

Particularités :

- . gestion de l'eau au plus près
- . aucune emprise au sol nécessaire
- . doit être pris en compte dès la conception du bâtiment

Ordre de grandeur de coût : 10 à 20 €/m² de toiture (hors bâtiment et isolation de toiture)

12 – Les toitures végétalisées

La toiture végétalisée permet d'améliorer la toiture stockante classique en apportant une zone verte sur les bâtiments et une meilleure isolation.



Domaine d'utilisation : toiture plate ou en pente

Particularités :

- . gestion de l'eau au plus près
- . aucune emprise au sol nécessaire
- . doit être pris en compte dès la conception du bâtiment
- . améliore l'isolation thermique et phonique des bâtiments

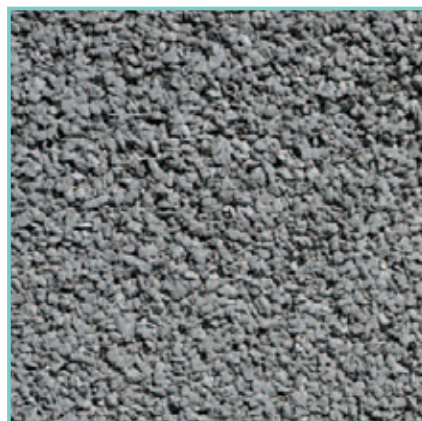
Ordre de grandeur de coût : 20 €/m² pour les toitures végétalisées extensives à plus de 100 €/m² pour les toitures-jardins (hors bâtiment et isolation de toiture)

9 Éléments constitutifs

1 – Les revêtements limitant l'imperméabilisation



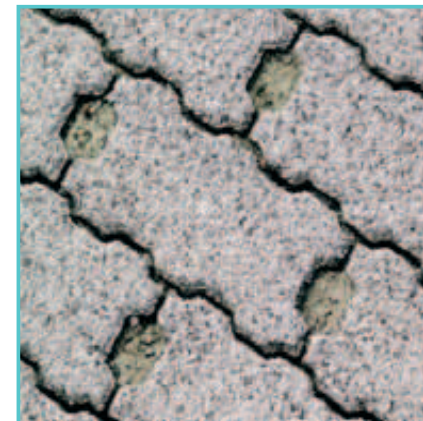
Enrobés drainants



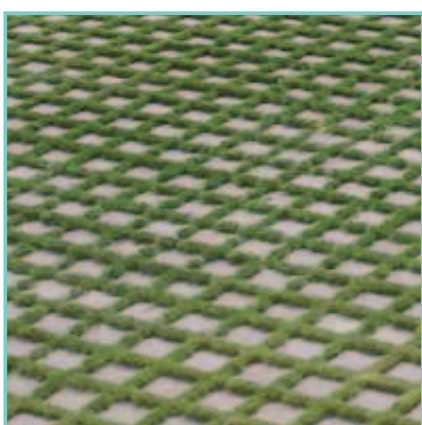
Béton poreux



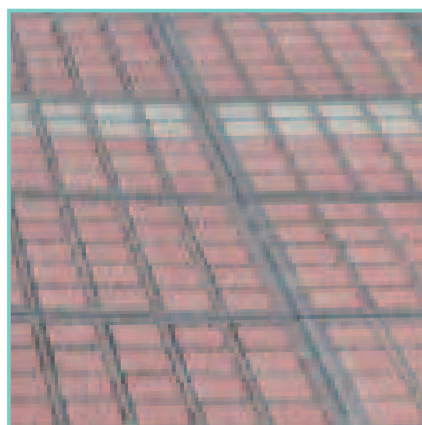
Pavés drainants



Pavés à joints poreux



Pavés enherbés



Dalles pavées



Dalles gravillonnées



Gravillons



Mélange terre-pierre



Dalles gazon



Herbe



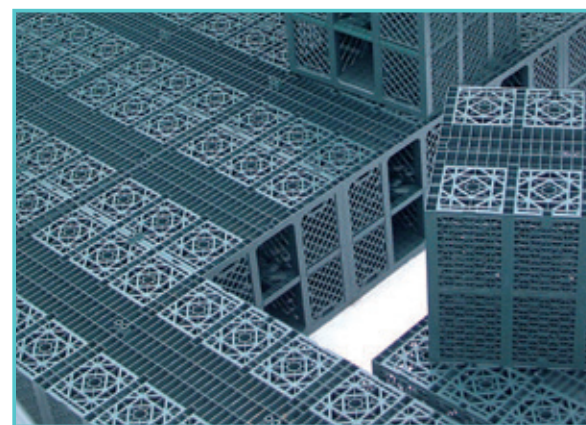
2 – Les matériaux de stockage



Grave non traitée. Porosité : 30-35 %



Conduite surdimensionnée. Porosité : 100 %



Structures alvéolaires ultra-légères. Porosité 90-95%



Structure tunnel. Porosité environ 70 %



Cylindres béton creux. Porosité 60%



Billes d'argile. Porosité 30-35%



Pouzzolane. Porosité 50%



Zoom sur l'utilisation des broyats de pneus

Autorisés d'un point de vue réglementaire en tant que matériau de stockage pour la gestion des eaux pluviales, les broyats de pneus ont fait l'objet d'une étude par le CETE de l'Est en 2011, montrant le relargage de substances jugées prioritaires au sens de la Directive 2008/105/CE ou dangereuses pour les eaux souterraines au sens de l'arrêté du 17 juillet 2009.

Il est donc aujourd'hui déconseillé de les utiliser pour le stockage de l'eau pluviale. Pour les stockages existants, il est nécessaire de mettre en place un suivi de la qualité de l'eau entrant et sortant de l'ouvrage tout au long de sa vie.

Pour en savoir plus :

Utilisation des Pneus Usagés Non Réutilisables dans les ouvrages de stockage d'eaux pluviales : Impacts environnementaux – CETE de l'Est – Septembre 2011.

3 – Les organes de gestion du débit



Ajutage



Régulateur flottant



Régulateur à flotteur



Régulateur Vortex

10 Exemple de gestion intégrée

Projet de lotissement de 3,82 ha comprenant 29 lots de taille de 1.000 à 1.500 m²
Dimensionnement du réseau conformément à la norme NF EN 752



Conception classique de l'assainissement

Conception globale du projet :

Mise en place d'un réseau de collecte et d'un volume de rétention

Réseau d'assainissement :

Période de retour prise en compte : 2 ans

Le débit sortant du lotissement est évalué à 150 l/s et conduit à mettre en place un réseau de canalisations allant du diamètre 300 mm au 500 mm sur 310 ml.

Coût : 95 000 euros

Rétention :

Période de retour prise en compte : 20 ans
Débit de fuite autorisé : 3 l/s/ha, soit pour le projet 12 l/s obtenu par un régulateur vortex

Solution retenue : bassin sec aérien
Volume utile de rétention à réaliser : 520 m³
Volume total de terrassement : 1 170 m³

Coût : 40 000 euros

Traitement des eaux

Mise en place d'un séparateur à hydrocarbures (imposé par le maître d'ouvrage), traitement de 20% du débit de pointe, soit 30 l/s

Coût : 25 000 euros

Total : 160 000 euros



Mise en place de techniques alternatives



Conception globale du projet :

Infiltration des eaux au plus près par
combinaison des techniques d'infiltration
Gain d'une parcelle urbanisable par
suppression du bassin de rétention

Gestion des eaux des parcelles :

Période de retour prise en compte : 20 ans

30 puits d'infiltration de diamètre 1000 mm
sur 2 mètres de profondeur

Coût : 45 000 euros

Gestion des eaux de voirie :

Période de retour prise en compte : 20 ans

Mise en place de borduration arasée.
Création de 520 ml de noue d'infiltration et
d'une place inondable infiltrante de 100 m²

Coût : 15 000 euros

Traitement des eaux

Inutile car gestion à la source

Total : 60 000 euros
Gain d'une parcelle urbanisable



1 – La compétence eau pluviale

Conformément au Code Général des Collectivités Territoriales, les communes ou leurs groupements sont en charge de la gestion des eaux pluviales des aires urbaines. Ce service, désigné Service Public de Gestion des Eaux Pluviales Urbaines, correspond à la collecte, au transport, au stockage et au traitement des eaux pluviales. Dans ce cadre, les collectivités doivent :

Définir les éléments constitutifs du système de gestion des eaux pluviales (réseaux unitaires, réseaux séparatifs, ouvrages liés aux techniques alternatives,...), en concertation avec les autres services utilisateurs des ouvrages (voirie, espaces verts,...)...c'est la gestion patrimoniale.

Exploiter, entretenir et développer ce système de gestion des eaux pluviales

Par ailleurs, les collectivités ont l'obligation d'établir un zonage d'assainissement pluvial qui délimite :

- 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 la collecte, le stockage éventuel et en tant que besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement, lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu récepteur risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement

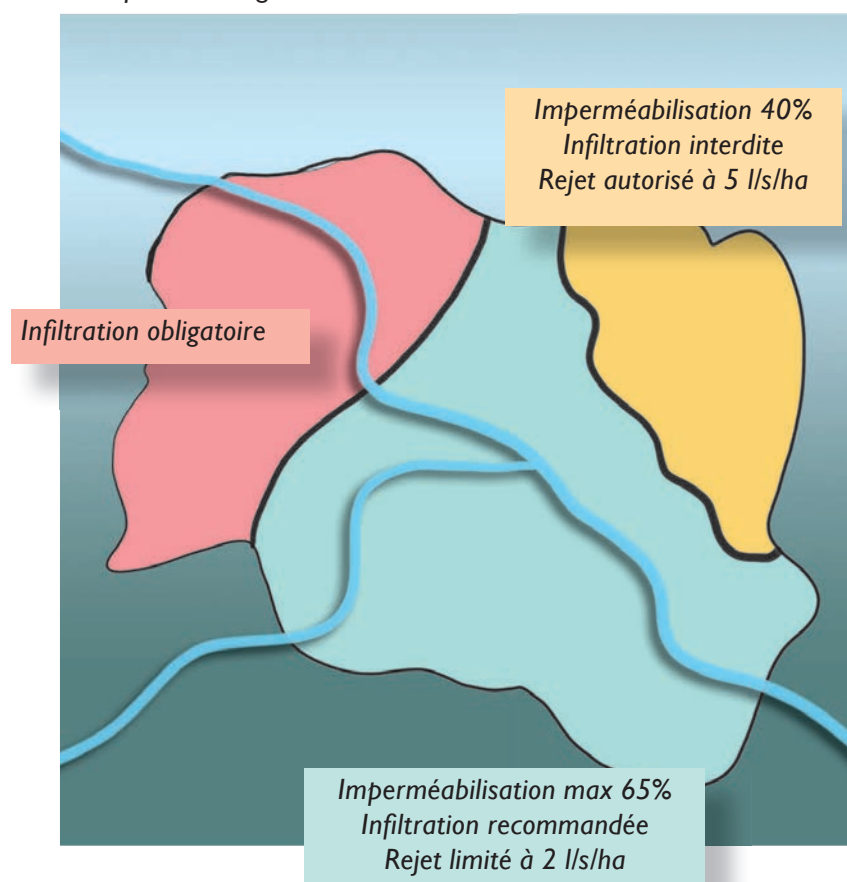
Le zonage pluvial et plus généralement le schéma directeur d'assainissement pluvial sont les outils qui permettent à la collectivité maître d'ouvrage d'affirmer ses choix en matière de gestion des eaux pluviales, comme par exemple :

- les niveaux de service
- les taux d'imperméabilisation
- les critères d'infiltration des eaux ou d'évacuation à débit régulé
- les principes de dimensionnement et de conception des ouvrages
- l'intégration des ouvrages
- ...



L'intégration du zonage dans les documents d'urbanisme ou sa déclinaison dans le règlement du service d'assainissement permet d'accroître sa portée réglementaire.

Exemple de zonage



2 – Le financement du service

Budget général

Le financement du Service Public de Gestion des Eaux Pluviales est assuré par le budget général de la collectivité... et donc par l'impôt. Lorsqu'une partie des tâches, en particulier l'entretien, est réalisée par le service assainissement, la collectivité contribue financièrement à l'équilibre du budget assainissement.

Taxe pluviale

Les collectivités ont la possibilité d'instaurer une taxe pluviale dont le produit est affecté au financement du service de gestion des eaux pluviales. Au-delà du financement, l'objectif de la taxe pluviale est de réduire les rejets d'eaux pluviales dans les réseaux. Les principes généraux sont les suivants :

- *taxe assise sur la superficie cadastrale imperméabilisée des terrains*
- *montant maximum fixé à 1 € par m²*
- *abattement de 20% à 100% en cas d'existence de dispositifs évitant ou limitant le déversement des eaux pluviales dans le réseau*
- *exonération en dessous d'une superficie minimale plafonnée à 600 m²*



La commune de Sauzé-Vaussais (79)

Confrontée à des perspectives d'investissements importants en lien avec les apports d'eaux pluviales à la station d'épuration... la commune de Sauzé Vaussais a décidé de réduire fortement ses déversements d'eaux de pluie. Pour ce faire, la collectivité a mis en place les techniques alternatives pour la gestion des espaces publics et imposé la gestion à la parcelle pour les particuliers.

La taxe pluviale a été un outil de cette politique avec un montant fixé à 0,5 €/m² imperméabilisé pour les propriétaires non équipés des dispositifs de gestion des eaux à la parcelle. Les parcelles équipées sont exonérées.

3 – La communication

La démarche de gestion intégrée des eaux pluviales demande de sensibiliser et d'accompagner tous les acteurs... Il faut de la PÉDAGOGIE !

- En interne, au sein de la collectivité, mettre en place une organisation transversale interservice sur la gestion du pluvial : voirie, espaces verts, urbanisme, assainissement,...
- En externe, avec les partenaires, favoriser la gestion de projets de façon pluridisciplinaire : architecte, paysagiste, chargé d'études hydrauliques, ...
- Pour les maîtres d'ouvrages et les maîtres d'œuvre, proposer des outils de sensibilisation et d'aide pour la conception des aménagements (guide technique, cahier de prescriptions, fiches,...)
- Associer le public et les usagers des espaces en les sensibilisant à cette approche.



Notes personnelles

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

Développer les compétences pour mieux gérer l'eau

Nous faisons de la formation professionnelle
un outil de votre développement



Office
International
de l'Eau



Des installations pédagogiques
réalistes et opérationnelles



- » Aspects réglementaires et financiers de la gestion des eaux pluviales
- » Hydrologie quantitative et qualitative
- » Gestion intégrée des eaux pluviales
- » Construction et entretien des techniques alternatives

Un catalogue de formations
couvrant tout le cycle urbain de l'eau



Des professionnels formés
en situation de travail

Office International de l'Eau

Centre National de Formation aux Métiers de l'Eau - 22 rue Edouard Chamberland - 87 065 Limoges Cedex
Tél. : 05 55 11 47 00 - Fax : 05 55 11 47 01 - Email : cnfme@oieau.fr

www.oieau.org

Les eaux pluviales



- Réalisé avec le concours de :
Jean-Luc Célérier & Cyril Gachelin
Office International de l'Eau
Jean-Claude Chazelon
Communication, graphisme, Limoges



Établissement public du ministère
chargé du développement durable



**Office
International
de l'Eau**

- Commandes à adresser à :**
Office International de l'Eau
15, rue Edouard Chamberland
87065 Limoges Cedex
FRANCE
Tél. : 33 (0) 5 55 11 47 90
Fax : 33 (0) 5 55 11 47 48
Web : www.oieau.org

- 1 Les pompes centrifuges**
Entretien et maintenance.
- 2 Recherche de fuites**
Techniques et méthodes de détection en réseaux d'eau potable.
- 3 Réactifs de traitement d'eau potable**
Utilisation et contrôle de leur mise en œuvre.
- 4 Instruments de mesure**
Utilisation et entretien dans le contrôle de la qualité des eaux
- 5 Le comptage**
en distribution de l'eau potable.
- 6 La robinetterie**
en adduction et distribution d'eau.
- 7 Réseaux d'assainissement**
Conception, réalisation, réception, entretien.
- 8 Nitrification, dénitrification, déphosphatation**
des eaux usées urbaines : contraintes d'exploitation.
- 9 L'ozonation des eaux**
Principe, exploitation et maintenance des installations.
- 10 La chloration des eaux**
Principe, exploitation et maintenance des installations.
- 11 La télégestion des réseaux**
Principe, matériels et équipements, exploitation.
- 12 La pose des canalisations**
pour l'adduction et la distribution d'eau potable.
- 13 Pompes à motricité humaine (Non réédité)**
Principes, critères de choix, fiches produits.
- 14 L'eau d'alimentation des générateurs de vapeur**
Traitement et conditionnement.
- 15 Les pompes : démarrage, arrêt, variation de vitesse**
Principes, applications, dimensionnement.
- 16 Le dioxyde de chlore**
Production, utilisation, contrôle.
- 17 La surpression**
Principes, applications, dimensionnement.
- 18 Le pompage des eaux usées**
Conception, réception, exploitation, maintenance.
- 19 L'alimentation en eau potable**
- 20 Les eaux pluviales**

Hors-Série

- 1 Qu'est-ce que l'épuration ?**
Version française
- 2 The basics of sewage treatment**
Version anglaise
- 3 ¿ Que es la depuracion ?**
Version espagnole