



LA GESTION DES EAUX PLUVIALES SUR LE TERRITOIRE DU SIAVB

SOMMAIRE

P. 03

Introduction

P. 08

**Partie 1 : La gestion des
eaux pluviales**

P. 22

**Partie 2 : Choisir et
dimensionner les ouvrages**

P. 32

Partie 3 : Exemples

P. 39

Pour aller plus loin

Préambule

Chaque goutte d'eau compte

Certes, nous ne sommes pas responsables de la pluviométrie sur notre territoire, quoique...

Mais nous sommes responsables à 100% de la gestion de chaque goutte d'eau aussi étrange que cela puisse paraître.

En effet, collecter les eaux de pluie nous incombe, soit pour les ré-infiltrer à la nappe phréatique, soit pour les conduire dans les collecteurs d'eau de pluie vers la rivière. Moins ceux-ci seront sollicités, moins d'eau ira directement à la Bièvre et moins seront grands les risques d'inondations. D'où une politique volontariste sur tout le bassin versant de la Vallée de la Bièvre de ré-infiltration à la parcelle, ce qui ailleurs recharge la nappe phréatique et est particulièrement bienvenu lors des fréquentes périodes de canicule estivale.

Aussi, ce guide est fait pour vous, il se veut accessible, bienveillant et une aide pour tous les projets portés par des collectivités, des aménageurs, des architectes, des urbanistes ou de simples particuliers.

Le SIAVB est moteur depuis de très longues années dans les prescriptions de régulations, celles-ci ont été renforcées en 2009 passant de 1.2 l/s/ha pour une pluie 20 ans à 0.7 l/s/ha pour une pluie 50 ans et celles-ci sont aujourd'hui complétées par les dispositions fixées par le SAGE et relatives à l'infiltration des eaux de pluie.

Nos efforts portent leurs fruits et nous l'avons vu avec force lors des événements de fin mai début juin 2016 comme en janvier février 2018 avec aucune inondation sur la Bièvre malgré des pluies spectaculaires.

Aussi, ensemble continuons à relever ce vaste défi.

Je sais pouvoir compter sur vous et je vous en remercie vivement.

Thomas Joly

Président du SIAVB

Président de la Commission Locale de l'Eau

Maire de Verrières-le-Buisson

Vice-président de Paris-Saclay chargé de l'hydraulique

INTRODUCTION :

Les eaux pluviales dans la vallée de la Bièvre



Exemple de noue à Palaiseau

La noue crée un espace vert qui limite le ruissellement des bâtiments et de la voirie.

LES ENJEUX DE LA GESTION DES EAUX PLUVIALES

Le cycle naturel de l'eau est transformé profondément par l'urbanisation des sols :

- ↪ La présence de couvertures imperméables (toitures, voiries, etc.) empêche l'infiltration des eaux pluviales, et augmente le volume d'eau qui ruisselle ;
- ↪ Les surfaces et les réseaux de drainage, bien plus « lisses » que dans les zones naturelles, accélèrent les écoulements ;
- ↪ Les sédiments et les contaminants déposés sur les surfaces urbaines sont lessivés par le ruissellement, et peuvent être amenés vers le milieu naturel ;
- ↪ La réduction de la végétation limite l'évapotranspiration de l'eau et lorsque l'urbanisation se densifie, elle entraîne une augmentation des températures.

A l'échelle d'un territoire comme la vallée de la Bièvre, les conséquences des changements induits par l'urbanisation sont nombreuses.

Lorsqu'il pleut, des volumes importants d'eaux de ruissellement urbaines, chargées en polluants, sont acheminées vers la Bièvre, dont la qualité se dégrade. En période d'étiage ce phénomène s'aggrave : les nappes, dont l'alimentation est réduite par l'imperméabilisation des sols, ne fournissent pas assez d'eau à la rivière pour diluer suffisamment les polluants.

Lors de fortes pluies, en outre, la capacité réduite des sols urbains à retenir et ralentir les eaux augmente les risques d'inondation par ruissellement et par débordement des réseaux.

Les réseaux d'assainissement, conçus traditionnellement pour « cacher » l'eau et éviter les inondations, ne permettent pas à eux seuls de compenser les effets de l'urbanisation croissante et, surtout, ils sont incapables de faire face à certains problèmes diffus, comme la réduction de l'alimentation des nappes.

LES BENEFICES DE LA GESTION A LA SOURCE

La gestion des eaux pluviales, pour être efficace, doit donc être intégrée : des solutions différentes et adaptées doivent être mises en place aux échelles les plus pertinentes, de la parcelle à la rivière. Il est essentiel que cette gestion commence au plus près d'où la pluie tombe, ce qui peut être fait par des solutions de gestion « à la source ».

Les principes de la gestion à la source sont les suivants :

- **Limiter le ruissellement**, en minimisant l'imperméabilisation des sols et en privilégiant les couvertures perméables ou semi-perméables (revêtements poreux, pavés à joints larges, etc.) et végétalisées ;
- **Valoriser la ressource en eau** en favorisant les solutions de récupération/utilisation des eaux de pluie ;
- **Infiltrer les eaux de ruissellement sur place.**



Exemple de toiture végétalisée à Massy

La toiture végétalisée est un élément architectural qui intègre le bâtiment à son environnement et permet une meilleure gestion des eaux pluviales.

Chaque projet de construction présente des opportunités d'application de ces principes, que ce soit par l'usage des espaces non-bâtis, par le choix des matériaux pour les différentes surfaces qui peuvent retenir et évacuer les eaux, ou bien par la collecte et la valorisation de la pluie.

La gestion à la source des eaux pluviales met à profit ces opportunités par des solutions souvent très simples, comme un puisard ou une noue au fond du jardin qui récupèrent les eaux du toit, mais qui peuvent être aussi des éléments architecturaux ou urbains marquants comme une toiture végétalisée ou un terrain de sport inondable.

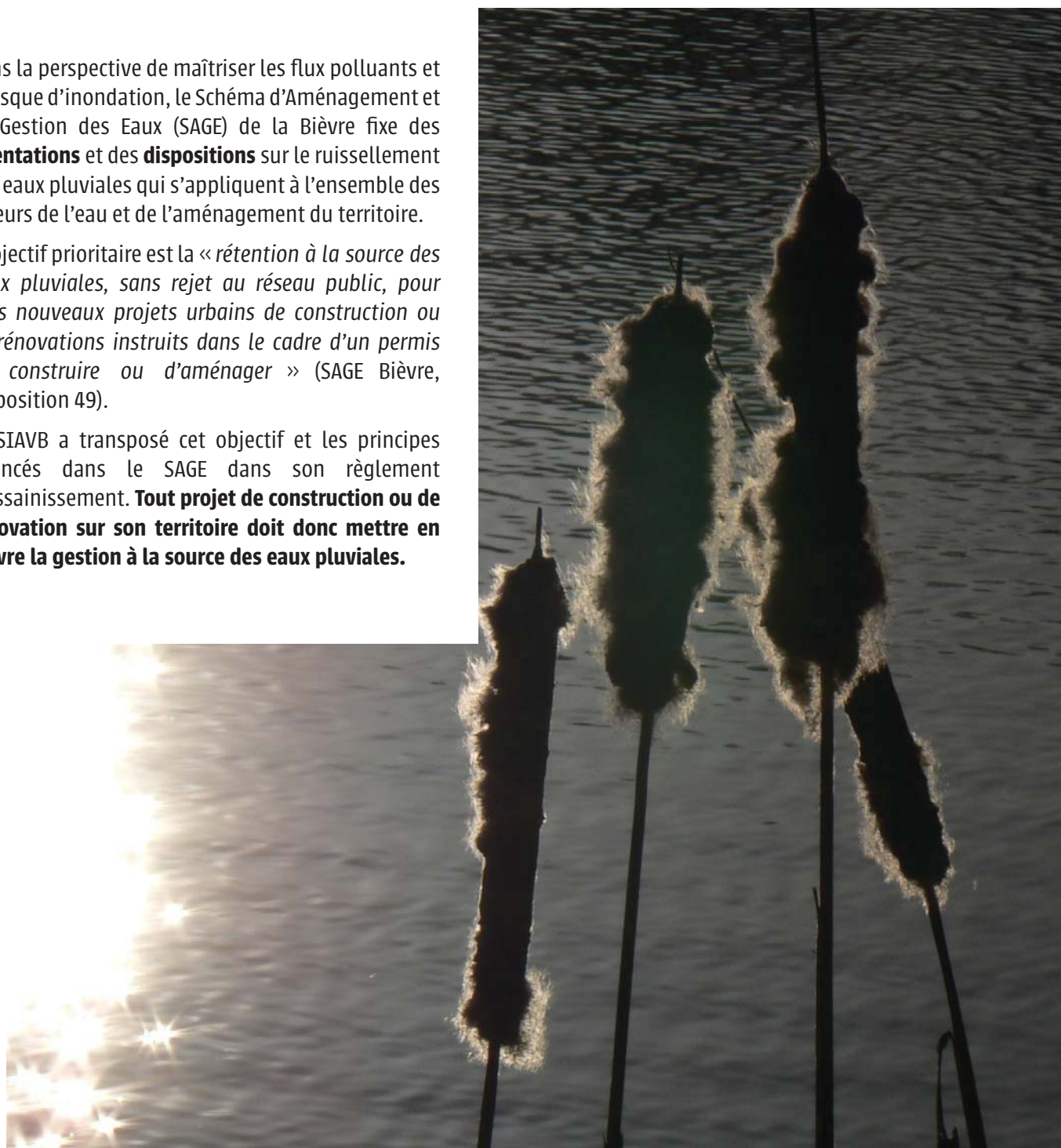
Une intégration de ces solutions, souvent appelées « techniques alternatives », dès le début d'un projet d'aménagement permet d'identifier les choix les plus efficaces pour satisfaire aux réglementations, mais aussi pour enrichir le projet en lui-même.

LA GESTION A LA SOURCE DANS LE SAGE BIEVRE

Dans la perspective de maîtriser les flux polluants et le risque d'inondation, le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) de la Bièvre fixe des **orientations** et des **dispositions** sur le ruissellement des eaux pluviales qui s'appliquent à l'ensemble des acteurs de l'eau et de l'aménagement du territoire.

L'objectif prioritaire est la « *rétenion à la source des eaux pluviales, sans rejet au réseau public, pour tous nouveaux projets urbains de construction ou de rénovations instruits dans le cadre d'un permis de construire ou d'aménager* » (SAGE Bièvre, Disposition 49).

Le SIAVB a transposé cet objectif et les principes énoncés dans le SAGE dans son règlement d'assainissement. **Tout projet de construction ou de rénovation sur son territoire doit donc mettre en œuvre la gestion à la source des eaux pluviales.**



LA GESTION DES EAUX PLUVIALES : LES REGLES DU SIAVB

En reprenant les dispositions du SAGE, le règlement d'assainissement du SIAVB préconise en effet **une gestion totale des eaux pluviales à la parcelle**, c'est-à-dire **sans rejet au réseau public**, pour tout nouveau projet urbain de construction ou de rénovation. En cas d'extension, le principe de gestion à la source des eaux pluviales s'applique à l'ensemble de l'opération immobilière (existant + extension).

Dans le cas où des raisons techniques rendent impossible l'atteinte de cet objectif, ce qui doit être démontré par le pétitionnaire, une règle minimum s'applique, demandant de :

Retenir et gérer à la source au moins 80% de la pluviométrie annuelle, ce qui équivaut à une lame d'eau précipitée de 8 mm en 24 heures.

Limiter le débit rejeté au réseau public sans dépasser les 0.7 litres par seconde et par hectare (L/s/ha) pour une pluie d'occurrence 50 ans.

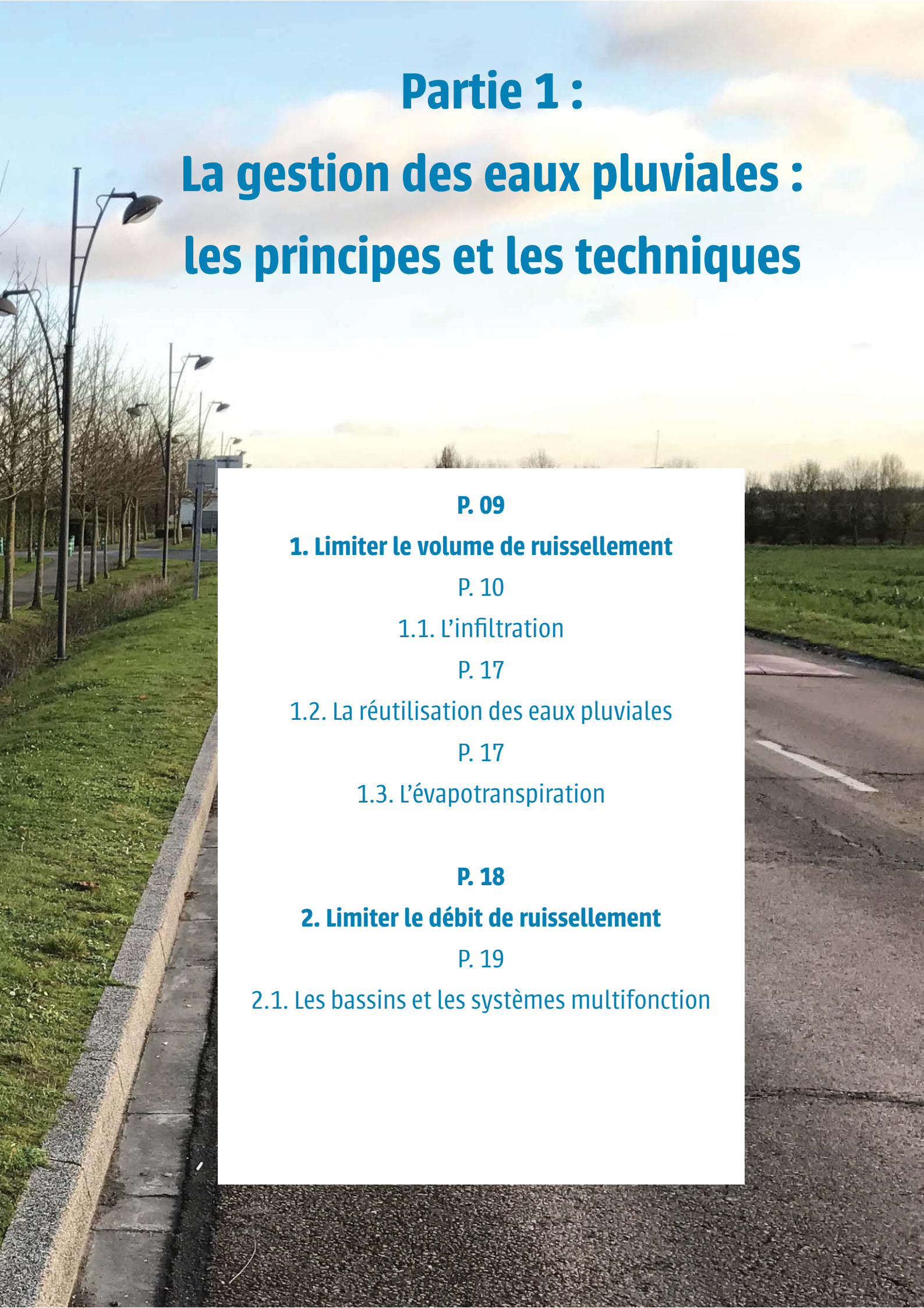
Le présent guide fournit les éléments nécessaires à intégrer ces dispositions dans les projets.



Exemple de noue à Palaiseau

Les solutions de gestion des eaux pluviales peuvent s'intégrer dans le projet paysager et urbain.





Partie 1 :

La gestion des eaux pluviales : les principes et les techniques

P. 09

1. Limiter le volume de ruissellement

P. 10

1.1. L'infiltration

P. 17

1.2. La réutilisation des eaux pluviales

P. 17

1.3. L'évapotranspiration

P. 18

2. Limiter le débit de ruissellement

P. 19

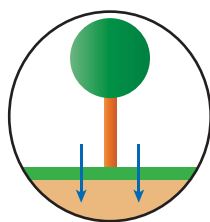
2.1. Les bassins et les systèmes multifonction

LA GESTION DES EAUX PLUVIALES : LES PRINCIPES ET LES TECHNIQUES

1. Limiter le volume de ruissellement

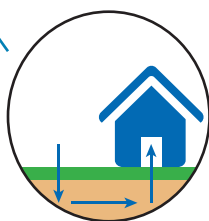
La priorité dans la gestion à la source est de réduire le volume d'eau ruisselant en surface et acheminé vers le réseau, avec l'objectif de gérer l'intégralité des eaux de ruissellement à la parcelle.

Trois options



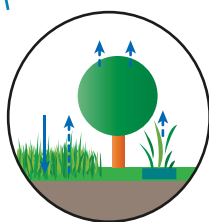
l'infiltration

les eaux de pluie sont évacuées dans le sol, ce qui réduit le ruissellement et, en même temps, alimente la nappe et supporte ainsi les débits de la Bièvre en période d'été. Même si elle est soumise à certaines contraintes, l'infiltration est la solution la plus simple et la plus efficace pour satisfaire à la réglementation.



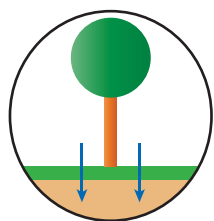
la récupération/utilisation

l'eau de pluie des toitures est collectée dans une citerne et peut être utilisée ensuite pour des usages extérieurs (arrosage) ou, sous certaines conditions, intérieurs (chasse d'eau, lavage des sols, lave-linge). Cette solution a l'avantage de permettre des économies d'eau, mais seulement lorsque la consommation est importante, comme dans des immeubles collectifs, elle parvient à elle seule à gérer la totalité de la pluie.



l'évapotranspiration

l'eau est retenue en surface ou dans un sol végétalisé et elle est évacuée vers l'atmosphère par évaporation ou par la transpiration des plantes. C'est le mode de fonctionnement, par exemple, des toitures végétalisées. Le climat francilien ne permet pas, surtout en hiver, de gérer des grandes quantités d'eau par cette méthode. Cependant, l'évapotranspiration peut permettre de réduire les apports à infiltrer ou, lorsque l'infiltration n'est pas envisageable, de satisfaire à la règle de gestion à la parcelle de 8 mm de pluie en 24 heures.



1.1 L'infiltration

L'infiltration est la première solution à envisager pour gérer les eaux à la parcelle.

Alors que sur un terrain naturel une partie de l'eau est naturellement infiltrée sur place, sur une parcelle construite la partie de sol restant perméable doit recevoir et infiltrer les eaux issues de la partie imperméabilisée. Pour cette raison, il est généralement nécessaire de réaliser un volume de stockage permettant de retenir l'ensemble des eaux produites pour le temps nécessaire à les infiltrer dans le sol. Le dimensionnement de ce stockage sera abordé dans la section suivante (pages 22-30).

Une réduction des apports d'eau à l'amont de l'ouvrage d'infiltration peut aussi être envisagée, par exemple par la mise en œuvre d'une toiture végétalisée ou par l'usage de revêtements perméables pour les espaces de parking, allées, etc.

Pour vérifier si l'infiltration est possible dans le cadre d'un projet de construction et pour dimensionner, le cas échéant, l'ouvrage d'infiltration, il est nécessaire de connaître certains paramètres liés au sol et à la nappe. Les études géotechniques qui sont généralement prévues dans les opérations d'aménagement et de construction permettent de déterminer ces paramètres, mais il est important qu'elles prennent en compte les emplacements et les profondeurs où l'infiltration est envisagée, et qu'elles évaluent les contraintes potentielles.

► Les contraintes à l'infiltration

Dans certaines situations, les caractéristiques locales du sol ou du projet peuvent limiter la possibilité d'infiltrer :

- 1 **Niveau de la nappe.** Afin d'assurer l'évacuation des eaux tout au long de l'année et de garantir que les polluants éventuellement présents dans l'eau soient filtrés par le sol, le niveau hivernal (maximum) de la nappe doit se trouver au moins 1 m en-dessous du radier de l'ouvrage d'infiltration.
- 2 **Présence d'aléas géologiques.** Certains sols ont des comportements mécaniques incompatibles avec l'infiltration. En présence d'eau, le gypse présente notamment des risques de dissolution et les couches d'argiles peuvent donner lieu à des gonflements. Lorsque la présence de gypses ou d'argiles est avérée, l'infiltration est proscrite.
- 3 **Proximité de bâtiments.** En règle générale, on évite la réalisation d'ouvrages d'infiltration à moins de 3 m des constructions, ce qui peut limiter le potentiel d'infiltration dans des zones urbaines très denses. Cependant, cette limite ne doit pas être considérée de manière rigide : elle est valable pour des ouvrages comme des puits, qui concentrent des volumes d'eau importants dans des espaces restreints et pour lesquels une distance des bâtiments au moins égale à la profondeur du puits est préconisée, mais peut être assouplie pour des ouvrages étendus et/ou qui n'ont pas vocation à infiltrer des volumes d'eau importants.
- 4 **Risque de pollution de la nappe.** Les premiers centimètres de sol jouent un rôle de filtre qui piège la plupart des polluants présents dans l'eau. C'est pourquoi il n'y a pas de précautions particulières à prendre pour l'infiltration d'eaux issues de toitures, terrasses etc., qui sont peu ou pas polluées. Un puisard de décantation peut être tout de même envisagé pour protéger l'ouvrage d'infiltration des sédiments qui peuvent le colmater. Lorsqu'un risque spécifique de pollution est présent, typiquement pour les eaux de voirie ou de parkings qui peuvent être contaminées par des hydrocarbures, des ouvrages de dépollution appropriés doivent être mis en place avant l'infiltration (déshuileurs, etc.).

► Les variables-clés de l'infiltration

S'il n'y a pas de contraintes empêchant d'infiltrer les eaux pluviales sur un projet, trois paramètres principaux permettent de dimensionner les ouvrages d'infiltration.

- 1 La **perméabilité du sol saturé (k_s)**, mesurée en m/s. Ce paramètre représente la vitesse de l'écoulement de l'eau dans le sol et dépend de sa granulométrie (tableau en encadré) : un sol riche en particules très fines comme des argiles ou des limons présentera très peu de vides où l'eau peut s'écouler, et aura une faible perméabilité. A l'opposé, un sol constitué de gravier permettra un écoulement très rapide. Ce paramètre est estimé lors des études géotechniques, ou peut être mesuré, le cas échéant, par des essais spécifiques (voir la fiche «Etudes de la perméabilité des sols» sur www.adopta.fr). La perméabilité du sol étant très variable, elle doit être mesurée autant que possible à l'endroit où l'ouvrage d'infiltration est envisagé.

Par exemple, les essais Porchet consistent à réaliser un trou de 15 cm de diamètre et de 50 à 70 cm de profondeur. Le sol est imbibé d'eau pendant 4 heures et, ensuite, la quantité d'eau nécessaire à conserver un niveau constant de 15 cm d'eau dans le trou pendant 10 minutes est mesurée. Le volume d'eau, divisé par la surface mouillée du trou, détermine la perméabilité du sol saturé. D'autres essais (Lefranc) sont réalisés dans des forages, et sont utiles pour mesurer la perméabilité plus en profondeur. En règle générale, la perméabilité du sol étant très variable, elle doit être mesurée à l'endroit et à la profondeur où l'ouvrage d'infiltration est envisagé.



Zone humide du ru de Saint Marc

CONDUCTIVITE HYDRAULIQUE k_s (m/s)	$10^{-1} - 10^{-3}$	$10^{-4} - 10^{-5}$	$10^{-6} - 10^{-7}$	$10^{-8} - 10^{-11}$
TYPES DE SOLS	Gravier sans sable ni élément fin	Sable avec gravier, sable grossier à sable fin	Sable très fin, sable limon grossier à limon argileux	Argile limoneuse à argile homogène
CAPACITE D'INFILTRATION	Excellente	Bonne	Moyenne à faible	Nulle

- 2 La **surface d'infiltration (A_{inf})**, mesurée en m^2 , qui représente la surface effective de l'ouvrage d'infiltration : il ne s'agit pas de la surface perméable de la parcelle mais seulement de la surface où les eaux de ruissellement sont collectées et infiltrées. L'estimation dépend du type d'ouvrage envisagé : pour une noue ou un jardin de pluie, la surface d'infiltration correspondra à l'emprise de l'ouvrage, alors que pour un puits la surface latérale et, le cas échéant, les ouvertures dans les buses en béton préfabriquées devront être prises en compte. En phase de définition du projet, il est nécessaire d'estimer la surface maximale d'infiltration qui peut être envisagée, qui pourra éventuellement être ajustée lors du dimensionnement. En règle générale, cependant, disposer d'une surface d'infiltration importante permet de réaliser un ouvrage de volume réduit.

► Précautions dans la réalisation d'ouvrages d'infiltration

Des précautions doivent, dans tous les cas, être prises lors de la réalisation d'ouvrages d'infiltration, afin d'assurer leur bon fonctionnement et la protection de la nappe.

- 1 **Réalisation d'un puisard de décantation avant l'alimentation de l'ouvrage d'infiltration.** Les sédiments transportés par les eaux de ruissellement peuvent colmater les pores des ouvrages d'infiltration, et en limiter les performances. Pour éviter le colmatage et réduire ainsi les besoins d'entretien, il est opportun de laisser décanter les eaux de pluie avant leur entrée dans l'ouvrage. Ce type de solution est obligatoire dans des secteurs industriels, mais il s'agit d'une bonne pratique qui peut être appliquée en toute circonstance.
- 2 **Garantir un bon usage de l'ensemble de la surface d'infiltration.** Une distribution inégale de l'eau sur la surface d'infiltration de l'ouvrage peut produire des problèmes de fonctionnement (vidange lente, colmatage rapide des parties les plus sollicitées, etc.). Il faut veiller à ce que l'eau se répartisse correctement sur l'ensemble de la surface prévue pour l'infiltration, par exemple en vérifiant que le fond des noues et tranchées soit bien horizontal.
- 3 **Les ouvrages d'infiltration ne doivent recevoir que des eaux de pluie.** Infiltrer des eaux autres que des eaux de pluie peut polluer la nappe, et les branchements doivent être vérifiés avec soin. De même, si un système d'assainissement non collectif est présent, il ne doit en aucun cas être alimenté avec des eaux de pluie.
- 4 **En phase de travaux, des précautions doivent être prises afin d'éviter le colmatage des ouvrages** d'infiltration par les matières fines dégagées par le chantier. Par exemple, il est conseillé de réaliser ces ouvrages à la fin des travaux.



Noue à Palaiseau

Les noues qui stockent les eaux de pluie et les infiltrent sur l'ensemble de leur surface s'adaptent aussi bien à des jardins particuliers qu'aux immeubles collectifs.

► Les principaux dispositifs d'infiltration

Noues, tranchées, jardins de pluie, bassins d'infiltration

Noues, tranchées et jardins de pluie sont des ouvrages qui réalisent l'infiltration sur des faibles profondeurs (moins de 1 m). Il s'agit de solutions simples à mettre en œuvre, mais elles peuvent avoir des emprises relativement importantes.

- **Les noues** sont, généralement, des fossés peu profonds avec des bords en pente faible, qui stockent les eaux de pluie et les infiltrent sur l'ensemble de leur surface. Leur forme et leur aménagement paysager pouvant être très variables (gazon, plantes, enrochements, etc.), les noues s'adaptent aussi bien à des jardins de pavillon qu'aux immeubles collectifs. En outre, la faible pente des bords permet de les installer dans l'espace public sans risques pour les usagers. L'entretien des noues est le même que pour des espaces verts (entretien des plantes, enlèvement des feuilles mortes, etc.).
- **Les tranchées**, comme les noues, sont des ouvrages linéaires et peu profonds, mais elles sont remplies de matériaux présentant un indice de vide plus ou moins important (gravier, etc.). Le volume disponible pour stocker l'eau est donc réduit, mais l'avantage est que la tranchée peut être enterrée (typiquement le long d'une allée ou d'une voie d'accès) en réduisant son emprise au sol.
- **Les jardins de pluie** sont des parties de jardins ou de l'espace public aménagées pour recevoir les eaux de pluie, généralement en bas des gouttières. Ils peuvent être encaissés, afin de fournir un volume de stockage des eaux, et le choix des plantes doit être adapté à un sol souvent humide.
- Lorsque la surface imperméable dont les eaux doivent être infiltrées est grande, il peut être nécessaire de recourir à des **bassins d'infiltration**. Il s'agit généralement d'ouvrages ayant une emprise au sol et/ou un volume importants. Les bassins d'infiltration sont le plus souvent à ciel ouvert, même si des exceptions peuvent exister, comme pour les chaussées à structure réservoir (voir la section « L'infiltration des eaux de voirie » p. 15).



Noue à Toussus



Jardin de pluie à Palaiseau

Les jardins de pluie sont des parties de jardins de l'espace public spécialement aménagées pour recevoir les eaux de pluie.

Puits et puisards

Les puits et puisards permettent de stocker et d'infiltrer les eaux de pluie plus en profondeur que les noues et tranchées, en réduisant par conséquent le besoin de surface au sol. Ils rendent aussi possible l'infiltration lorsque des sols peu perméables se trouvent à proximité de la surface. Il est toujours nécessaire, cependant, que la nappe soit suffisamment profonde pour garantir au moins 1 mètre de sol non saturé au-dessous du fond du puits.

Le puits peut être creux ou comblé de matériaux poreux qui assurent la stabilité de l'ouvrage (cailloux, graves), et sa mise en place doit respecter plusieurs conditions :

- **L'accès au puits doit être sécurisé** par un tampon de visite et il est préférable qu'il reste visible pour que l'ouvrage reste connu et accessible.
- **Le puits doit être installé en partie basse du terrain**, à une distance suffisante des habitations (distance au moins égale à la profondeur du puits) et des grands végétaux, pour ne pas être abimé par les racines.
- **Un puisard de décantation**, alimentant le puits par surverse, permet de protéger le puits de l'apport de polluants et de sédiments, en simplifiant ainsi l'entretien.
- **Un puits ne doit pas drainer des surfaces susceptibles d'être polluées accidentellement** (parkings, stations essence).

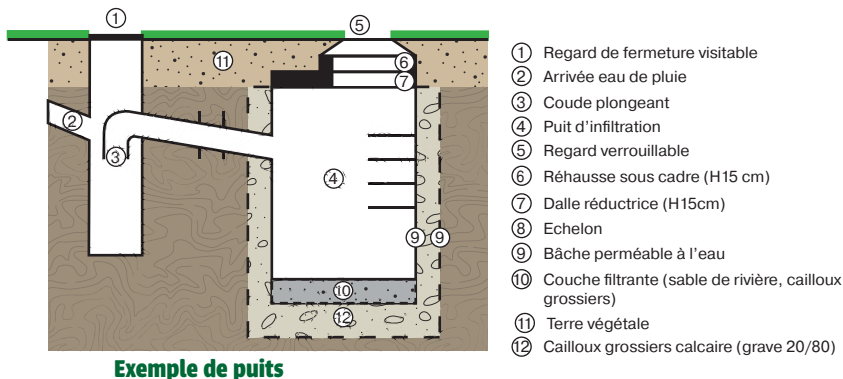


Schéma adapté de www.adopta.fr

Les revêtements poreux

En complément des ouvrages d'infiltration, l'utilisation de matériaux de surface poreux au lieu de revêtements imperméables réduit le ruissellement pluvial et facilite l'infiltration diffuse des eaux de pluie dans le sol de surface. Ces solutions sont particulièrement adaptées aux surfaces habituellement imperméabilisées comme les parkings, les passages empruntés par les piétons, les entrées de garage ou les terrasses.

Les revêtements poreux ne doivent être mis en place que sur des voies d'accès ou des zones de stationnement à faible circulation car généralement ils ne supportent pas un trafic important.

Il existe trois types principaux de revêtements poreux :

- 1 **Les dallages non jointifs** : il s'agit de pavés non poreux. L'infiltration des eaux pluviales dans le sol est assurée par des joints larges entre les dallages ou par des perforations dans les pavés.
- 2 **Les dallages poreux** : ce sont des pavés en béton poreux, dont la composition elle-même permet l'infiltration des eaux pluviales.
- 3 **Les dallages engazonnés ou surfaces engazonnées** : la structure du revêtement présente des mailles larges remplies de terre ou de graviers où la végétation se développe.

Parking perméable à Vauhalla

Ce type de revêtement réduit le ruissellement et permet l'infiltration d'une partie des eaux pluviales.



L'infiltration des eaux de voirie

Les eaux de parking et de voirie peuvent aussi être infiltrées dans le sol. Souvent, on considère que ces eaux sont polluées et risquent de contaminer la nappe. Or, en règle générale, si le parcours de l'eau sur la chaussée est bref les concentrations en polluants dans le ruissellement de voirie ne sont pas plus élevées que dans des eaux de toitures. Il est aussi possible, si nécessaire, d'introduire des grilles, filtres et systèmes de décantation entre la chaussée et l'ouvrage d'infiltration.

Il est vrai cependant que les voiries et les parkings peuvent avoir des risques plus importants de pollution accidentelle (déversements de carburants et d'autres produits) que les toitures. Il est donc important, lorsque les ouvrages d'infiltration sont conçus, d'envisager des solutions de confinement, permettant de retenir les eaux polluées sur la chaussée ou d'intervenir rapidement sur l'ouvrage d'infiltration.

Deux solutions principales existent pour stocker et infiltrer les eaux de voirie :

- **Infiltrer directement** sous la chaussée avec une structure réservoir filtrante ;
- **Infiltrer aux bords de la chaussée** par des noues, fossés, ou tranchées.



Noue de voirie à Palaiseau

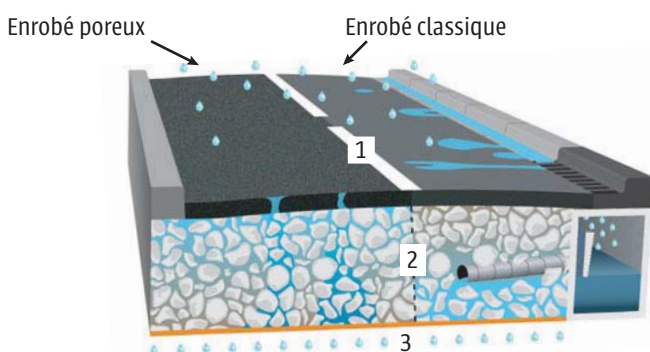
Un ouvrage d'infiltration avec, au premier plan, le trop-plein par surverse.

La première solution (chaussée à structure réservoir) consiste à stocker l'eau dans la couche de forme ou dans la couche de fondation de la chaussée et à assurer son évacuation par infiltration. La chaussée doit donc être adaptée, avec l'introduction d'une structure réservoir remplie de matériaux poreux ou d'une structure alvéolaire.

L'alimentation du stockage peut se faire, soit directement par une couche de roulement constituée d'un matériel perméable (enrobé ou béton poreux), soit par des canalisations/avaloirs. Cette dernière solution peut permettre d'introduire des grilles et des filtres au droit des avaloirs, avant infiltration.

En général, l'infiltration via des chaussées à structure réservoir a l'avantage de ne pas demander d'emprise supplémentaire par rapport à la chaussée elle-même. L'inconvénient est que la structure de la chaussée doit être modifiée, ce qui limite souvent l'adoption de ce type de solution à des nouvelles voies ou à des interventions importantes sur des voies existantes.

Schéma de chaussée à structure réservoir

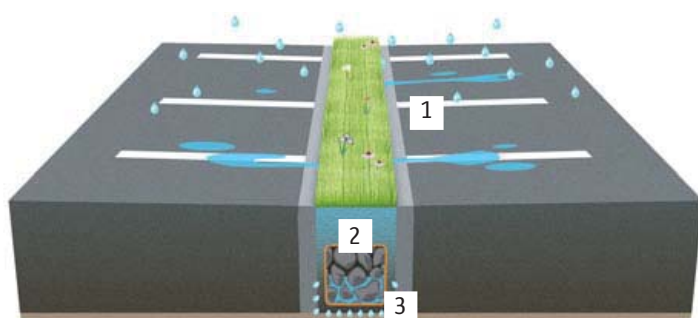


1. Si la couche de roulement est perméable : infiltration des eaux de pluie directement au travers de la couche. Si la couche n'est pas perméable, collecte des eaux par des canalisations ;
2. Stockage temporaire dans le corps de chaussée ;
3. Infiltration des eaux de pluie dans le sol.

Source : ADOPTA, 2010

La deuxième solution consiste à border la chaussée par une structure linéaire d'infiltration comme une noue ou une tranchée. L'avantage de cette solution est de ne demander aucune modification de la chaussée en elle-même, et de pouvoir donc être appliquée indépendamment des contraintes éventuelles de trafic ou de structure.

Schéma de parking drainé par une noue ou une tranchée



1. Ruissellement des eaux de pluie sur l'enrobé étanche pour alimenter directement en surface la tranchée/noue.
2. Stockage temporaire dans le massif drainant ;
3. Infiltration des eaux de pluie dans le sol.

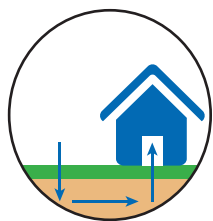
Source : ADOPTA, 2010

L'ensemble des solutions proposées peut permettre, si le sol est suffisamment perméable, de gérer l'ensemble des eaux de voirie sur place et de satisfaire donc à la réglementation. Il faut cependant rappeler que des solutions « moins ambitieuses » peuvent aussi être mises en place, par exemple en application de la règle minimum (gestion de la pluie de 8 mm en 24 heures) où l'infiltration est impossible ou insuffisante : rétention avec infiltration et évapotranspiration au pied des arbres d'alignement et au centre des ronds-points, etc.



Noue de voirie à Palaiseau

L'utilisation de noues, notamment plantées, peut avoir un intérêt paysager mais demande une certaine disponibilité d'espace le long de la voie. En l'absence d'espace, des tranchées peuvent avoir une emprise moindre, et être éventuellement intégrées sous les trottoirs ou les pistes cyclables.



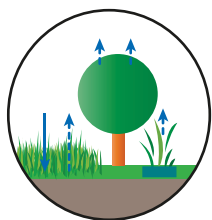
1.2 La réutilisation des eaux pluviales

Récupérer et utiliser les eaux pluviales est une solution économique et durable qui permet de préserver la ressource.

L'utilisation de l'eau récupérée pour l'arrosage et d'autres usages extérieurs ne demande pas de précautions particulières, et une citerne hors sol alimentée par les gouttières peut être facilement installée. Pour de l'habitat pavillonnaire, cette solution est fortement conseillée. Cependant, le volume d'eau qui est utilisé ne permet pas de gérer des pluies importantes. Par conséquent, cette solution ne peut pas remplacer complètement des ouvrages d'infiltration.

Les usages de l'eau à l'intérieur des bâtiments (chasse d'eau, lavage des sols, etc.) permettent de gérer des volumes d'eau significatifs, particulièrement dans des bâtiments collectifs ou publics lorsque le nombre d'utilisateur est important. Des citernes enterrées et un système de distribution séparé sont cependant nécessaires, ce qui limite souvent cette solution à des nouvelles constructions ou à des situations spécifiques.

Les citernes peuvent être équipées d'un volume supplémentaire qui se vidange à débit limité (voir plus loin le paragraphe « Limiter le débit de ruissellement » p. 18), visant à garantir qu'à l'arrivée d'une pluie une capacité de stockage suffisante est toujours disponible.



1.3. L'évapotranspiration

Tout ouvrage végétalisé permet d'évacuer une partie des eaux pluviales vers l'atmosphère. Lorsqu'il n'est pas possible d'infiltrer, garder l'eau en surface ou dans un sol planté peut permettre de gérer à la parcelle au moins 8 mm de précipitation en 24 heures, ce qui correspond à la règle minimum du SIAVB.

Les solutions pour favoriser l'évapotranspiration à la parcelle sont nombreuses :

- **Les toitures végétalisées**, qui permettent d'utiliser la surface des toits pour stocker et gérer l'eau ;
- **Les noues et les jardins de pluies**. Lorsque l'infiltration n'est pas possible, ces ouvrages sont imperméabilisés au fond, souvent par un géotextile. Ils fournissent alors un volume de stockage dans le sol et en surface, et leur végétalisation permet de réduire le volume d'eau envoyé vers l'aval.



Toit végétalisé à Buc

Les toitures végétalisées permettent d'utiliser la surface des toits pour stocker et gérer l'eau.

2. Limiter le débit de ruissellement

Lorsque l'infiltration ou les autres techniques de réduction des volumes ne permettent pas de gérer à la parcelle l'intégralité de la pluie, il est nécessaire de stocker et ralentir le ruissellement. L'objectif de la rétention à la parcelle est d'envoyer l'eau vers les réseaux d'assainissement et la Bièvre à un débit limité, pour éviter de les saturer et de créer des inondations à l'aval.

La règle du SIAVB demande, quand l'infiltration de la totalité de la pluie est impossible :

- de gérer à la parcelle au moins 8 mm de pluie sur une durée de 24h ;
- de limiter le débit envoyé vers l'aval à 0.7 L/s par hectare pour une pluie de période de retour 50 ans.

La technique « classique » pour limiter le débit est la construction d'un bassin d'orage, enterré ou à ciel ouvert, qui stocke les eaux pluviales de la parcelle et se vidange, via un régulateur de débit, vers le réseau public. Sauf contraintes particulières, pour faciliter l'entretien et garantir une surveillance aisée du fonctionnement de l'ouvrage, les bassins de stockage doivent être réalisés à ciel ouvert.

Il est courant de voir des bassins d'orage qui remplissent d'autres fonctionnalités que le simple stockage des eaux pluviales. Les bassins peuvent, en effet, avoir un rôle urbanistique ou paysager (par exemple, square ou terrain de sport « inondable », bassin en eau, etc.), ou bien intégrer des modes de gestion de l'eau complémentaires (cuves de récupération avec volume de rétention, bassins infiltrant une partie des eaux, etc.).

En effet, ces ouvrages multifonction peuvent avoir plusieurs avantages :

- la surface foncière occupée par le bassin n'est pas réservée exclusivement à la gestion des eaux pluviales,
- les coûts de construction et d'entretien du bassin d'orage sont mutualisés avec les autres fonctions, produisant des économies dans le projet tout au long de sa vie,
- la règle du SIAVB, qui demande de gérer sur place les pluies courantes et de limiter le débit pour celles plus importantes, peut être satisfaite par un seul ouvrage.

Bassin de l'Abbaye aux bois

Bassin inondable
avec un intérêt
paysager



Les bassins et systèmes multifonction

La forme et les caractéristiques d'un bassin de rétention peuvent être très variables. Les deux éléments essentiels sont :

- 1 Le **volume de stockage**, qui doit être déterminé suivant les préconisations fournies dans la section « Choisir et dimensionner les ouvrages de ce guide » p. 22 ;
- 2 Le **système de régulation**, qui doit permettre de limiter le débit sortant à 0.7 L/s par hectare. Suivant la structure du bassin et le débit à atteindre, la régulation peut être faite par un limiteur de débit à effet vortex, par un ajutage ou par une pompe.

Tant le volume de stockage que le système de régulation sont dimensionnés pour gérer des pluies importantes, dans une perspective de protection contre les inondations. Pour réduire le volume des pluies fréquentes (8 mm en 24h au minimum), deux options sont possibles :

- La sortie de l'eau du bassin ne se fait pas au niveau du fond, mais au-dessus d'un volume « pluies courantes » correspondant à au moins 8 mm de pluie.
- A l'amont du bassin se trouve un autre ouvrage de gestion des eaux pluviales. Seulement les eaux excédant le volume « pluies courantes » sont donc acheminées vers le bassin.

Dans les deux cas, la vidange du volume « pluies courantes » doit se faire par l'une des méthodes présentées dans la section « Limiter le volume de ruissellement » (p. 09) :

- **Infiltration** : même lorsque l'infiltration ne permet pas une gestion totale des eaux pluviales, elle peut permettre d'évacuer au moins 8 mm en 24h (voir schémas p. 27). Dans ce cas une noue, un puits ou un autre ouvrage d'infiltration peut être positionné à l'amont du bassin, ou le bassin même peut avoir un fond filtrant.
- **Récupération** : il est possible d'installer une citerne de récupération à l'amont d'un bassin, ou de réaliser un ouvrage unique avec une partie basse réservée à la réutilisation et une partie haute de stockage des pluies exceptionnelles, la séparation des deux parties étant la sortie régulée vers le réseau (voir schémas p. 28). Dans le cas de la récupération, le pétitionnaire doit montrer que les usages prévus pour l'eau sont suffisants pour garantir une vidange régulière de l'ouvrage.
- **Evaporation** : des surfaces végétalisées suffisamment étendues, avec un stockage de l'eau dans le substrat, tels des toitures végétalisées ou des noues étanches (par ex. avec pose d'un géotextile à 20-30 cm de profondeur), peuvent permettre l'évapotranspiration du volume « pluies courantes » et peuvent donc être placées à l'amont du bassin.

Bassin de récupération

Une citerne connectée à la gouttière est une méthode simple pour valoriser les eaux de toiture.



Noue et parking poreux

L'enchainement de plusieurs solutions (ici un parking perméable et une noue) permet de gérer l'eau même lorsque le sol est peu perméable.



Partie 2 : Choisir et dimensionner les ouvrages

P. 23

1. Evaluer les parametres du projet d'aménagement

P. 25

2. Identifier la règle applicable du projet et dimensionner les ouvrages

P. 25

2.1. Infiltration totale

P. 27

2.2. Infiltration et limitation du débit

P. 28

2.3. Limitation du débit sans infiltration

P. 28

3. Choisir les solutions techniques

CHOISIR ET DIMENSIONNER LES OUVRAGES

La procédure de choix et de dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales comporte 3 étapes :

1. **Evaluer** les paramètres du projet d'aménagement et de la parcelle
2. **Identifier** la règle applicable au projet et dimensionner les ouvrages
3. **Choisir** les solutions techniques les plus efficaces et adaptées

1. Evaluer les paramètres du projet d'aménagement

Pour procéder au dimensionnement des ouvrages de gestion des eaux pluviales, il est nécessaire d'évaluer certains paramètres du projet d'aménagement.

A_{con}

La surface contributive (A_{con}), mesurée en m²

Ce paramètre représente la **surface imperméable** dont les eaux sont drainées vers l'ouvrage d'infiltration. Elle est calculée en multipliant la surface de la parcelle par un coefficient dépendant du type d'urbanisation :

- Tissu urbain très dense, zone commerciale, zone d'activités, parking, route : **80%**
- Tissu urbain dense, HLM, habitations à plusieurs étages avec espaces verts limités à l'espace public : **50%**
- Habitat pavillonnaire (maison individuelle et jardin) : **30%**

La réalisation de revêtements poreux ou d'autres solutions (voir p. 17), réduisant le ruissellement d'une partie des zones imperméables permet de réduire la surface contributive d'un quart de l'aire des zones intéressées. L'application de cette réduction ne peut en aucun cas réduire la surface contributive à moins de la moitié de celle calculée sans tenir compte des revêtements poreux.

Par exemple, sur une parcelle d'habitat pavillonnaire de 300 m² (A_{con} = 300 m² x 30% = 90 m²), l'accès au garage est réalisée en pavés poreux sur 20 m². La surface contributive est donc A_{con} = 90 m² - 1/4 x 20 m² = 85 m²



A_{inf}**La surface maximale d'infiltration (A_{inf}), en m²**

Il est nécessaire dans un premier temps de calculer la surface **maximale** qui peut être destinée à un ouvrage d'infiltration, sur la base des emprises disponibles, des contraintes techniques du site, etc. La surface effective de l'ouvrage d'infiltration pourra être éventuellement réduite lors des phases successives de dimensionnement. Si différentes solutions sont envisageables, la surface d'infiltration la plus grande sera prise en compte initialement.

K_s**La perméabilité du sol saturé (K_s), en m/s**

La perméabilité du sol saturé (K_s) au site envisagé pour l'ouvrage d'infiltration, est mesurée en m/s. Ce paramètre est estimé lors des études géotechniques ou, en l'absence d'études, par des essais spécifiques.

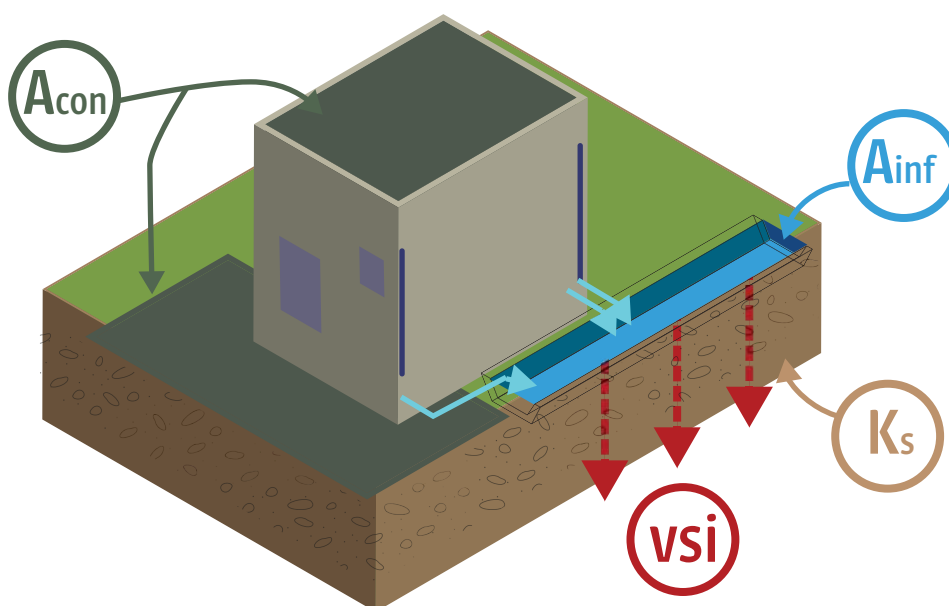
(voir section « les variables-clés de l'infiltration » p. 11)

V_{SI}**La vitesse spécifique d'infiltration (v_{si}), en mm/h**

A partir des trois paramètres A_{con}, A_{inf} et K_s, il est possible de calculer la vitesse spécifique d'infiltration (v_{si}), exprimée en mm/h :

$$v_{si} = K_s \times \frac{A_{inf}}{A_{con}} \times 3600 \times 1000$$

(mm/h) (m/s) (m/m)



2. Identifier la règle applicable au projet et dimensionner les ouvrages

La valeur de vsi calculé lors de la première étape dépend du sol et du sous-sol de la parcelle, ainsi que du projet de construction ou d'aménagement prévu. Elle permet de déterminer si l'infiltration totale des eaux pluviales est possible et, par conséquent, quelle règle doit être appliquée sur la base du tableau suivant.

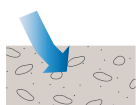
Deux critères ont été retenus pour fixer les valeurs de vsi et les règles correspondantes :

- garantir que la vidange des ouvrages d'infiltration est suffisamment rapide pour éviter des désagréments (moins de dix jours pour une pluie cinquantennale, moins de deux jours pour une pluie courante) ;
- encourager l'infiltration : le volume des ouvrages à réaliser est toujours inférieur s'il y a infiltration que lorsqu'il y a un rejet vers le réseau public.



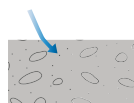
vsi supérieure ou égale à 1,3 mm/h

→ **Infiltration totale**



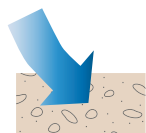
vsi comprise entre 0.17 mm/h et 1.3 mm/h

→ **Infiltration du volume « pluies courantes »
et limitation des débits**



vsi inférieure à 0.17 mm/h

→ **Limitation des débits sans infiltration**



Infiltration totale

Si la vsi maximale calculée pour le projet est supérieure ou égale à 1,3 mm/h, il est nécessaire d'infiltrer l'ensemble des eaux pluviales de la parcelle.

L'abaque suivant permet de déterminer le volume de l'ouvrage d'infiltration (en litres par mètre carré de surface contributive) qui doit être réalisé, en fonction de la vsi.

Cette valeur doit être multipliée par la surface contributive (Acon pour obtenir le volume à réaliser.

Si la vsi est inférieure à 10 mm/h, utiliser la courbe orange et les axes en bas et à gauche de l'abaque.

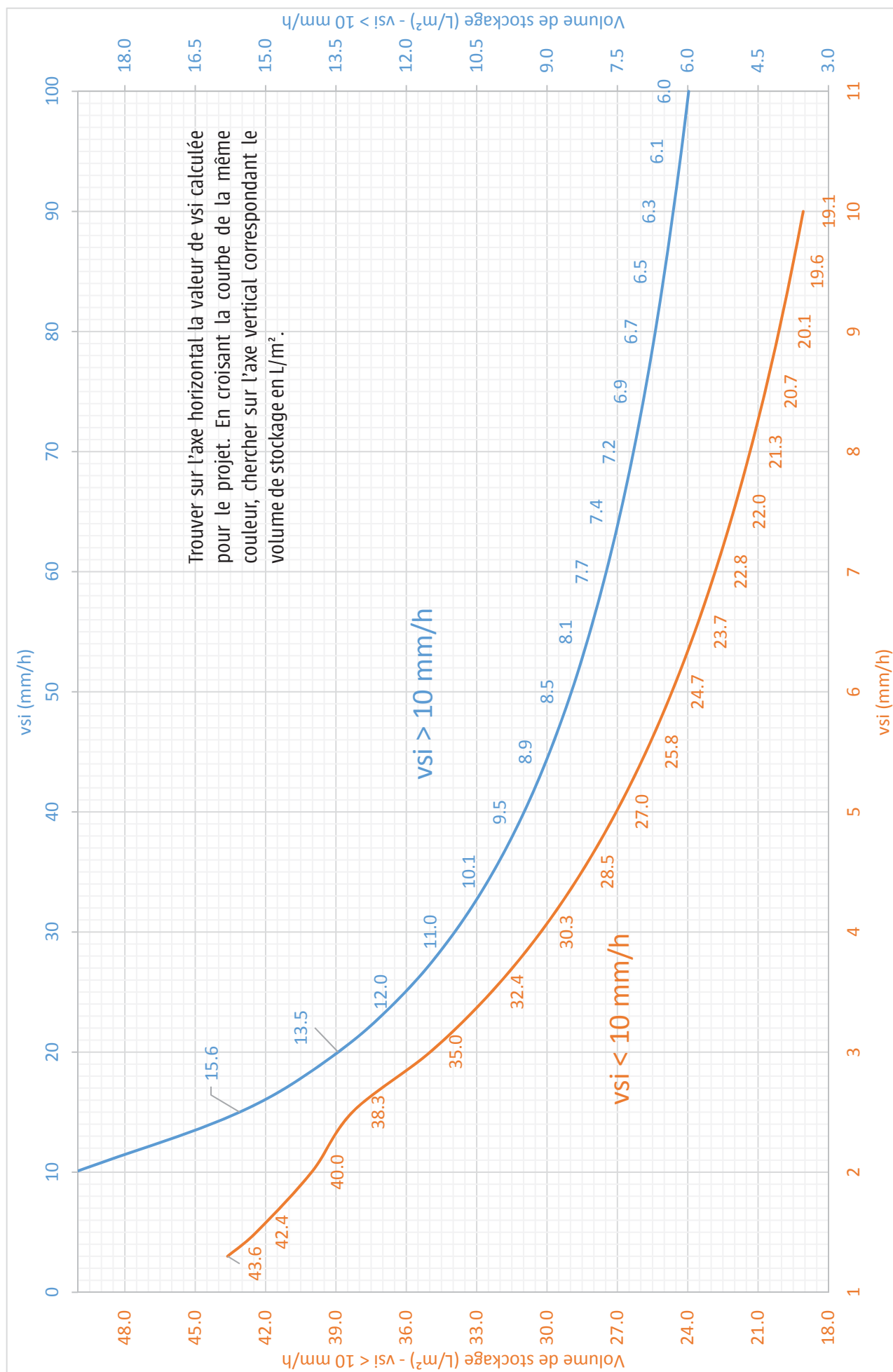
Si la vsi est supérieure à 10 mm/h, utiliser la courbe bleue et les axes en haut et à droite de l'abaque.

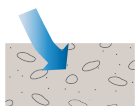
Si la vsi est supérieure à 100 mm/h, le volume est de 6 L/m² de surface contributive.

Si la vsi maximale calculée pour le projet est suffisamment grande (par exemple, supérieure à 3 mm/h), il est possible de réduire la surface d'infiltration.

Dans ce cas, on devra recalculer la VSI pour la nouvelle surface d'infiltration prévue, et on obtiendra un volume à stocker plus important.

Cette flexibilité permet, lorsque le sol est suffisamment perméable, de trouver un compromis entre emprise et volume de l'ouvrage d'infiltration. Elle ne permet en aucun cas de justifier une dérogation à la règle de l'infiltration totale : si la vsi maximale calculée est supérieure à 1.3 mm/h, seulement des solutions avec infiltration totale seront acceptables.





Infiltration des « pluies courantes » et limitation des débits

Si la vsi maximale calculée pour le projet est comprise entre 0,17 mm/h et 1,3 mm/h, il est nécessaire de **réaliser un ouvrage permettant d'infiltrer au moins 8 mm de pluie, ainsi que de stocker le restant des eaux et de les envoyer à débit limité vers le réseau.**

La formule suivante permet de calculer le volume total de l'ouvrage ou des ouvrages à réaliser :

$$V_{\text{total}} (\text{L/m}^2) = 56,1 - 8 \times \text{vsi}$$

Ce volume sera partagé en deux : une première partie ($V_{\text{pluies_courantes}}$), de 8 L/m², devra retenir et infiltrer les eaux, sans les envoyer au réseau. Le restant du volume ($V_{\text{rétention}}$) aura une fonction de rétention pour limiter le débit vers le réseau. Le débit de fuite sera régulé à $Q_{\text{lim}} = 0,7 \text{ L/s/ha}$.

Si les deux volumes (infiltration et rétention) sont réalisés au sein d'un ouvrage unique, la sortie à débit limité sera au-dessus du volume d'infiltration. Sinon, l'ouvrage de rétention sera alimenté par la surverse de l'ouvrage d'infiltration (voir schéma).

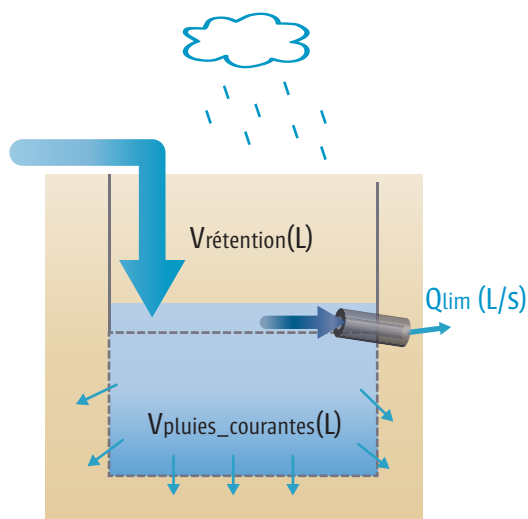
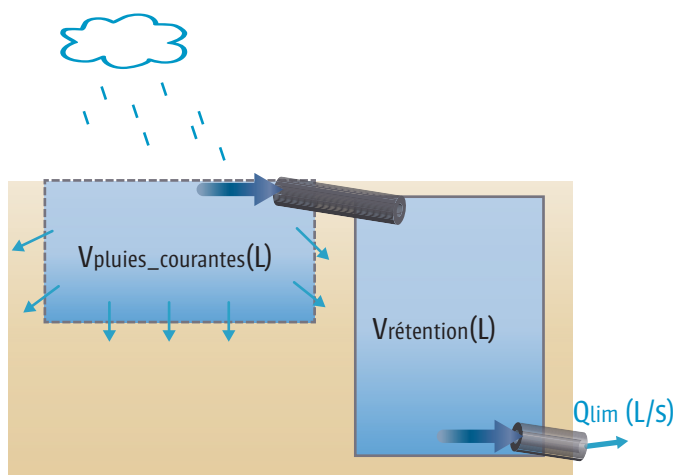
Pour obtenir les volumes (stockage et infiltration) et le débit qui s'appliquent au projet, les valeurs trouvées devront être multipliées par la surface contributive :

$$V_{\text{total}} (\text{L}) = V_{\text{total}} (\text{L/m}^2) \times A_{\text{con}} (\text{m}^2)$$

$$V_{\text{pluies_courantes}} (\text{L}) = 8 \text{ L/m}^2 \times A_{\text{con}} (\text{m}^2)$$

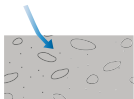
$$V_{\text{rétention}} (\text{L}) = V_{\text{total}} (\text{L}) - V_{\text{pluies_courantes}} (\text{L})$$

$$Q_{\text{lim}} (\text{L/s}) = 0,7 \text{ L/s/ha} \times A_{\text{con}} (\text{m}^2) / 10.000 (\text{m}^2/\text{ha})$$



Noue à Vauhalla

Les cloisons en bois permettent d'augmenter le stockage en cas de fortes pentes.



Limitation du débit sans infiltration

Si la vsi maximale pour le projet est estimée à moins de 0.17 mm/h, il sera nécessaire de réaliser un ouvrage de stockage et régulation, ainsi que de gérer les pluies courantes sans recourir à l'infiltration.

Les volumes à réaliser sont :

$$V_{\text{total}} (L) = 56.1 \text{ L/m}^2 \times A_{\text{con}} (\text{m}^2)$$

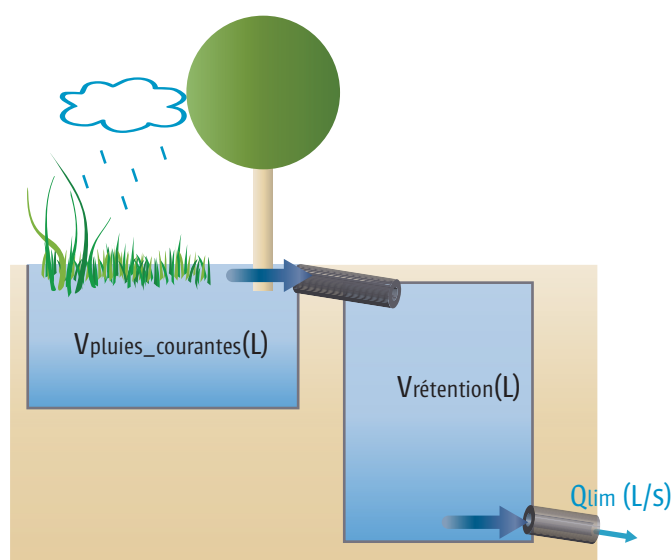
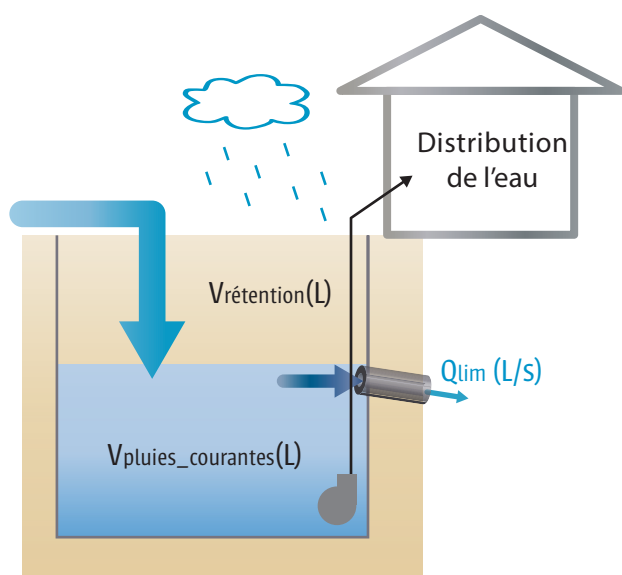
$$V_{\text{pluies_courantes}} (L) = 8 \text{ L/m}^2 \times A_{\text{con}} (\text{m}^2)$$

$$V_{\text{rétention}} (L) = V_{\text{total}} (L) - V_{\text{pluies_courantes}} (L)$$

$$Q_{\text{lim}} (L/s) = 0.7 \text{ L/s/ha} \times A_{\text{con}} (\text{m}^2) / 10.000 (\text{m}^2/\text{ha})$$

Le volume total à stocker est de 56.1 L/m², dont 8 L/m² réservés à la gestion des pluies courantes à la parcelle. Ce volume « pluies courantes » devra être réalisé :

- via un système de récupération/utilisation des eaux de pluie ;
- via un stockage sur des sols végétalisés (noues, jardins de pluie).



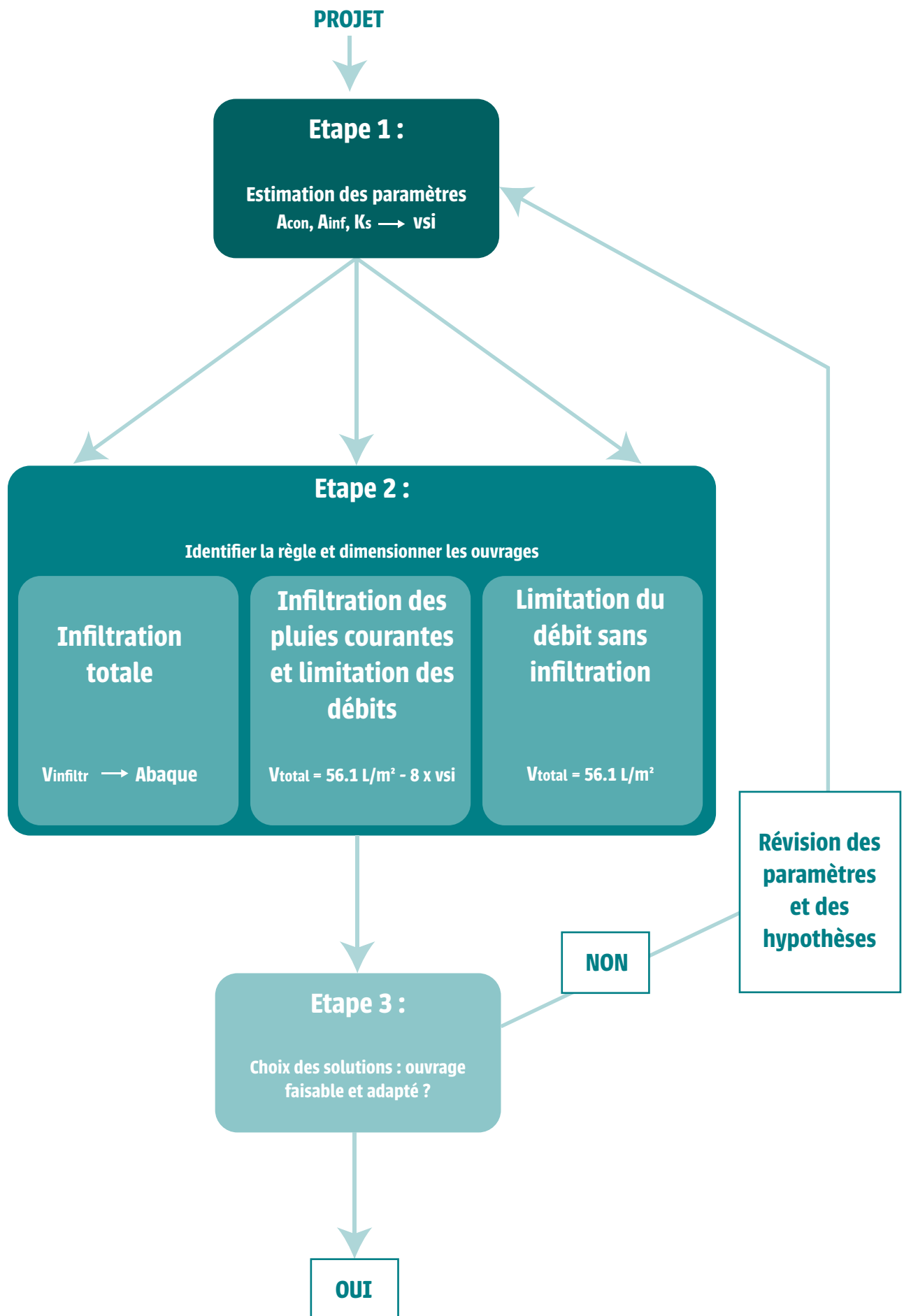
3. Choisir les solutions techniques

A partir des surfaces et des volumes déterminés aux étapes précédentes, il est possible d'évaluer la faisabilité des ouvrages prévus, ou si nécessaire, de revoir les paramètres pris en compte pour trouver une solution plus adaptée au projet.

Par exemple, si le volume calculé pour un ouvrage d'infiltration est trop important et pose des contraintes de faisabilité (e.g. profondeur d'un puits excessive par rapport au niveau de la nappe), il est possible d'envisager une réduction de la surface contributive en introduisant une toiture végétalisée ou des revêtements poreux.

Lorsque des modifications dans les paramètres sont introduites, il est nécessaire d'effectuer à nouveau l'ensemble de la procédure de dimensionnement.

Pour rappel, s'il est possible d'appliquer la règle d'infiltration totale des eaux, toute modification des paramètres qui conduit à appliquer une règle différente ne peut être acceptée.





Bassin de la Geneste



Partie 3 : Exemples

P. 33

Exemple 1 : un pavillon

P. 35

Exemple 2 : une résidence collective

P. 37

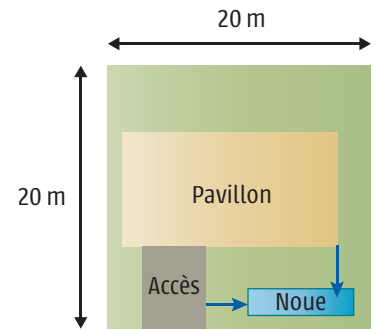
Exemple 3 : un tronçon de voirie

Exemple 1 : un pavillon

On considère une parcelle de 20 m x 20 m (400 m²), occupée par un pavillon de 150 m². Il est possible de réaliser une noue plantée en fond de jardin de 2 m x 10 m. Trois cas sont traités en fonction de la perméabilité du sol mesurée à l'emplacement de la noue.

$$A_{con} = 30\% \text{ (zone pavillonnaire)} \times 400 \text{ m}^2 = 120 \text{ m}^2$$

$$A_{inf} = 2 \text{ m} \times 10 \text{ m} = 20 \text{ m}^2$$



CAS n°1 : le sol est un sable grossier ($k_s = 3 \times 10^{-5} \text{ m/s}$)

Etape 1 – calculer les paramètres du projet

$$K_s = 3 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

$$vsi = K_s \times A_{inf} / A_{con} \times 3600 \times 1000 =$$

$$= 3 \times 10^{-5} \times 20/120 \times 3600 \times 1000 = 18 \text{ mm/h}$$

Etape 2 - dimensionner les ouvrages

$vsi > 1.3 \text{ mm/h} \rightarrow$ infiltration totale
 $vsi = 18 \text{ mm/h} \rightarrow$ abaque $\rightarrow 14 \text{ L/m}^2$

Le volume à stocker dans l'ouvrage d'infiltration est donc de :

$$V_{total} = 14 \text{ L/m}^2 \times A_{con}(\text{m}^2) =$$

$$= 14 \times 120 = 1\,680 \text{ L} = 1,68 \text{ m}^3$$

Etape 3 - choisir la solution

Réparti sur une surface de 20 m², le volume de stockage calculé donne une profondeur moyenne de la noue de :

$$H_{noue} = 1.68 \text{ m}^3 / 20 \text{ m}^2 = 0.084 \text{ m} = 8.4 \text{ cm}$$

Pour une noue triangulaire, la profondeur maximale est le double de la profondeur moyenne, ce qui donne 16.8 cm, un encaissement suffisamment petit pour un aménagement paysager. La solution choisie est donc faisable.

CAS n°2 : le sol est composé de sable fin et de limons

Etape 1 – calculer les paramètres du projet

$$K_s = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$vsi = K_s \times A_{inf} / A_{con} \times 3600 \times 1000 =$$

$$= 1 \times 10^{-6} \times 20/120 \times 3600 \times 1000 =$$

$$= 0.6 \text{ mm/h}$$

Etape 2 - dimensionner les ouvrages

vsi entre 0.17 mm/h et 1.3 mm/h $\rightarrow$ infiltration de 8 mm en 24 h + stockage et débit limité

$$V_{total} (\text{L/m}^2) = 56.1 \text{ L/m}^2 - 8 \times vsi =$$

$$= 56.1 - 8 \times 0.6 = 51.3 \text{ L/m}^2$$

$$V_{total} (\text{L}) = 51.3 \text{ L/m}^2 \times A_{con} (\text{m}^2) =$$

$$= 51.3 \text{ L/m}^2 \times 120 \text{ m}^2 = 6156 \text{ L} = 6.16 \text{ m}^3$$

CAS n°3 : le sol est composé de limons ($k_s = 1 \times 10^{-7}$ m/s)

Etape 1 – calculer les paramètres du projet

$$K_s = 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

$$v_{si} = K_s \times A_{inf} / A_{con} \times 3600 \times 1000 = 1 \times 10^{-7} \times 20/120 \times 3600 \times 1000 = 0.06 \text{ mm/h}$$

Etape 2 - dimensionner les ouvrages

$v_{si} < 0.17 \text{ mm/h} \rightarrow$ pas d'infiltration, et un stockage devra être réalisé pour limiter le débit avant rejet.

Le volume total à stocker est de 56.1 L/m^2 , soit :

$$\begin{aligned} V_{total} &= 56.1 \text{ L/m}^2 \times A_{con} (\text{m}^2) = \\ &= 56.1 \text{ L/m}^2 \times 120 \text{ m}^2 = 6732 \text{ L} = 6.73 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

De ce volume, le volume « pluies courantes » dont la vidange doit se faire par évapotranspiration ou réutilisation des eaux est de :

$$V_{pluies_courantes} = 8 \text{ L/m}^2 \times 120 \text{ m}^2 = 960 \text{ L} = 0.96 \text{ m}^3$$

Le volume restant, consacré à la rétention, et le débit limité sont de :

$$V_{rétention} = 6.73 \text{ m}^3 - 0.96 \text{ m}^3 = 5.77 \text{ m}^3$$

$$Q_{lim} = 0.7 \times 120 / 10000 = 0.0084 \text{ L/s} = 30 \text{ L/h}$$

Etape 3 - choisir la solution

Ayant à disposition l'espace pour une noue, il est possible de gérer les 8 premiers millimètres de pluie au travers d'une noue imperméable : un géotextile est introduit sous la terre végétale au fond de la noue.

La profondeur moyenne de la noue (sous le trop-plein) est de :

$$H_{noue} = 0.96 \text{ m}^3 / 20 \text{ m}^2 = 0.05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$$

Le trop-plein de la noue sera acheminé vers un bassin enterré de 5.77 m^3 .

En alternative, un bassin enterré de 6.73 m^3 peut être installé, avec une pompe au fond pour la réutilisation de l'eau pour l'arrosage et une vidange régulée vers le réseau au-dessus du volume « pluies courantes ». Quelle que soit la solution retenue, considérant le faible débit limité, il conviendra d'installer, pour la vidange vers le réseau, une pompe.

($k_s = 1 \times 10^{-6}$ m/s)

De ce volume, le volume « pluies courantes » dont la vidange doit se faire par infiltration est de :

$$\begin{aligned} V_{pluies_courantes} &= 8 \text{ m}^2 \times 120 \text{ m}^2 = \\ &= 960 \text{ L} = 0.96 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Le volume restant, consacré à la rétention, et le débit limité sont de :

$$\begin{aligned} V_{rétention} &= 6.16 \text{ m}^3 - 0.96 \text{ m}^3 = 5.20 \text{ m}^3 \\ Q_{lim} &= 0.7 \times 120 / 10000 = 0.0084 \text{ L/s} = 30 \text{ L/h} \end{aligned}$$

Etape 3 - choisir la solution

Il est nécessaire de choisir entre une noue avec infiltration et stockage, ou une noue pour l'infiltration plus un bassin de stockage enterré alimenté par le trop-plein de la noue. Les volumes correspondants, répartis sur 20 m^2 , donnent une profondeur moyenne de la noue de :

$$\begin{aligned} H_{noue} (\text{infiltration et stockage}) &= \\ &= 6.16 \text{ m}^3 / 20 \text{ m}^2 = 0.308 \text{ m} = 30.8 \text{ cm} \end{aligned}$$

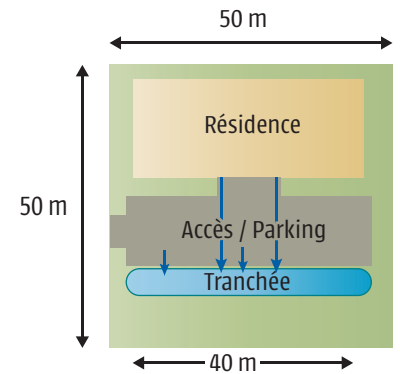
$$H_{noue} (\text{infiltration seule}) = 0.96 \text{ m}^3 / 20 \text{ m}^2 = 0.05 \text{ m} = 5 \text{ cm}$$

Les deux solutions sont faisables et le choix reviendra au constructeur. Si la noue avec infiltration et stockage est retenue, le niveau du trop-plein vers le réseau sera choisi pour garantir, en-dessous, une hauteur moyenne de 4.8 cm .

Considérant le faible débit limité, il conviendra d'installer, pour la vidange, une pompe.

Exemple 2 : une résidence collective

On considère une résidence collective sur une parcelle de 2500 m². En considérant les contraintes du projet, la solution présentant la plus grande surface d'infiltration est la réalisation d'une tranchée longeant le parking de l'immeuble sur 40 m, pour une largeur maximale de 1 m. Plusieurs sondages sont réalisés à l'emplacement prévu pour la tranchée. En fonction de la perméabilité du sol mesurée, trois cas sont traités.



$$A_{con} = 50\% \text{ (tissu urbain dense)} \times 2500 \text{ m}^2 = 1250 \text{ m}^2$$

$$A_{inf} = 40 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 40 \text{ m}^2$$

CAS n°1 : le sol est un sable fin ($k_s = 1.5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$)

Etape 1 – calculer les paramètres du projet

$$K_s = 1.5 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

$$vsi = K_s \times A_{inf} / A_{con} \times 3600 \times 1000$$

$$= 1.5 \times 10^{-5} \times 40 / 1250 \times 3600 \times 1000 = 1.73 \text{ mm/h}$$

Etape 2 - dimensionner les ouvrages

$vsi > 1.3 \text{ mm/h} \rightarrow$ infiltration totale

$vsi = 1.7 \text{ mm/h} \rightarrow$ abaque $\rightarrow 41.5 \text{ L/m}^2$

Le volume à stocker dans l'ouvrage d'infiltration est donc de :

$$V_{total} = 41.5 \text{ L/m}^2 \times A_{con} (\text{m}^2) = 51\,875 \text{ L} = 51.9 \text{ m}^3$$

$$= 41.5 \text{ L/m}^2 \times 1250 \text{ m}^2 = 51\,875 \text{ L} = 51.9 \text{ m}^3$$

Etape 3 - choisir la solution

Réparti sur une surface de tranchée de 40 m², le volume à stocker correspond à une profondeur de : $51.9 \text{ m}^3 / 40 \text{ m}^2 = 1.30 \text{ m}$.

Souvent les tranchées sont remplies de gravier ou d'autres matériaux, avec un indice de vides de l'ordre de 0.3.

La tranchée devrait avoir, dans ce cas, une profondeur de $1.30 \text{ m} / 0.3 = 4.3 \text{ m}$, ce qui n'est pas envisageable. Le recours à une tranchée vide ou à des structures alvéolaires, qui garantissent un indice de vides allant jusqu'à 0.9 est envisageable : la profondeur de la tranchée serait alors de $1.30 / 0.9 = 1.44 \text{ m}$.

CAS n°2 : le sol est composé de sable et de limons

Etape 1 – calculer les paramètres du projet

$$K_s = 5 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$vsi = K_s \times A_{inf} / A_{con} \times 3600 \times 1000 =$$

$$= 5 \times 10^{-6} \times 40 / 1250 \times 3600 \times 1000 =$$

$$= 0.576 \text{ mm/h}$$

Etape 2 - dimensionner les ouvrages

vsi entre 0.17 mm/h et 1.3 mm/h $\rightarrow$ infiltration de 8 mm en 24 h + stockage et débit limité

$$V_{total} (\text{L/m}^2) = 56.1 - 8 \times vsi = 56.1 - 8 \times 0.576 = 51.5 \text{ L/m}^2$$

$$V_{total} = 51.5 \text{ L/m}^2 \times A_{con} (\text{m}^2) = 51.5 \times 1250 = 64\,375 \text{ L} = 64.4 \text{ m}^3$$

$$V_{pluies_courantes} = 8 \text{ L/m}^2 \times A_{con} (\text{m}^2) = 8 \times 1250 = 10\,000 \text{ L} = 10 \text{ m}^3$$

$$V_{rétention} = V_{total} - V_{pluies_courantes} = 64.4 - 10 = 54.4 \text{ m}^3$$

$$Q_{lim} = 0.7 \times A_{con} / 10000 = 0.7 \times 1\,250 / 10000 = 0.09 \text{ L/s} = 324 \text{ L/h}$$

CAS n°3 : le sol est composé de limons ($k_s = 7 \times 10^{-7}$ m/s)

Etape 1 – calculer les paramètres du projet

$$K_s = 7 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

$$v_{si} = K_s \times A_{inf} / A_{con} \times 3600 \times 1000 = 7 \times 10^{-7} \times 40 / 1250 \times 3600 \times 1000 = 0,08 \text{ mm/h}$$

Etape 3 - choisir la solution

Pour gérer le volume « pluies courantes », il est envisagé de réaliser, à l'emplacement de la tranchée, une noue ou un jardin de pluie. Un géotextile est introduit sous la terre végétale au fond de la noue. La profondeur moyenne de la noue sous le trop-plein est de :

$$H_{noue} = 10 \text{ m}^3 / 40 \text{ m}^2 = 0.25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$$

Le trop-plein de la noue sera acheminé vers un bassin enterré de 60.1 m^3 . La réalisation du parking et des voies d'accès avec des revêtements poreux peut permettre de réduire le volume du bassin.

Etape 2 - dimensionner les ouvrages

$v_{si} < 0.17 \text{ mm/h} \rightarrow$ pas d'infiltration, et un stockage devra être réalisé pour limiter le débit avant rejet. Le volume total à stocker est de 56.1 L/m^2 , soit :

$$V_{total} = 56.1 \text{ L/m}^2 \times 1250 \text{ m}^2 = 70\,125 \text{ L} = 70.1 \text{ m}^3$$

De ce volume, le volume « pluies courantes » dont la vidange doit se faire par évapotranspiration ou réutilisation des eaux est de :

$$V_{pluies_courantes} = 8 \times 1250 \text{ m}^2 = 10\,000 \text{ L} = 10 \text{ m}^3$$

Le volume restant, consacré à la rétention, et le débit limité sont de :

$$V_{rétention} = 70.1 \text{ m}^3 - 10 \text{ m}^3 = 60.1 \text{ m}^3$$

$$Q_{lim} = 0.7 \times 1250 / 10\,000 = 0.09 \text{ L/s} = 324 \text{ L/h}$$

Etape 3 - choisir la solution

Si le seul ouvrage réalisé pour satisfaire à la règle était la tranchée de 40 m, chaque section devrait stocker $64.4 \text{ m}^3 / 40 \text{ m} = 1.61 \text{ m}^2$. Normalement les tranchées sont remplies de gravier ou d'autres matériaux, avec un indice de vides de l'ordre de 0.3. Avec une largeur de 1 m, la tranchée devrait avoir une profondeur de $1.61 \text{ m}^2 / 0.3 / 1 \text{ m} = 5.4 \text{ m}$, ce qui n'est pas envisageable. On choisit donc de stocker dans la tranchée le seul volume à infiltrer, avec un trop plein vers un bassin de stockage conventionnel à ciel ouvert. La hauteur utile (entre le radier et le trop plein) de la tranchée sera donc de :

$$H_{tranchée} = V_{pluies_courantes} / A_{inf} / I_{vides} = 10 / 40 / 0.3 = 0.83 \text{ m}$$

Le trop plein de la tranchée alimentera un bassin de rétention de $64.4 - 10 = 54.4 \text{ m}^3$.

On considère également la possibilité de réaliser l'ensemble des parkings et des voies d'accès (800 m^2 au total) sur la parcelle en matériaux perméables. La surface contributive serait ainsi réduite à :

$$A_{con} = 1250 \text{ m}^2 - 1/4 \times 800 \text{ m}^2 = 1050 \text{ m}^2$$

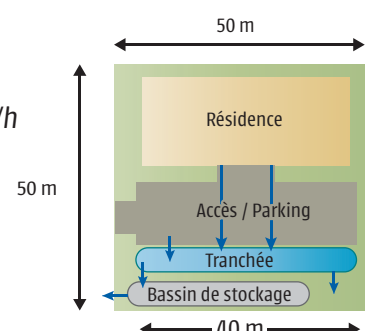
Et la v_{si} serait de :

$$v_{si} = 5 \times 10^{-6} \times 40 / 1\,050 \times 3\,600 \times 1\,000 = 0,686 \text{ mm/h}$$

Le volume total serait donc réduit à :

$$\begin{aligned} V_{total} &= (56.1 - 8 \times v_{si}) \times A_{con} = \\ &= (56.1 - 8 \times 0.686) \times 1\,050 = 53\,143 \text{ L} = 53.1 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

soit une réduction de presque 20% du stockage.



Exemple 3 : un tronçon de voirie

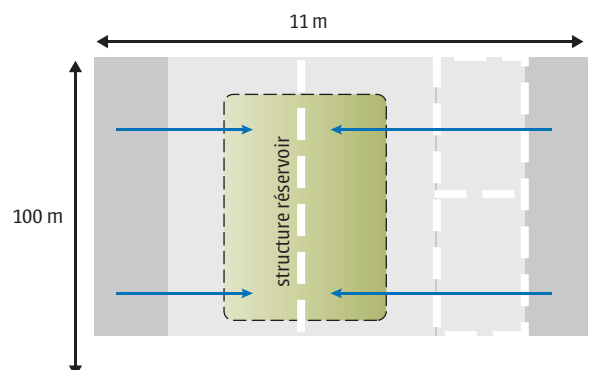
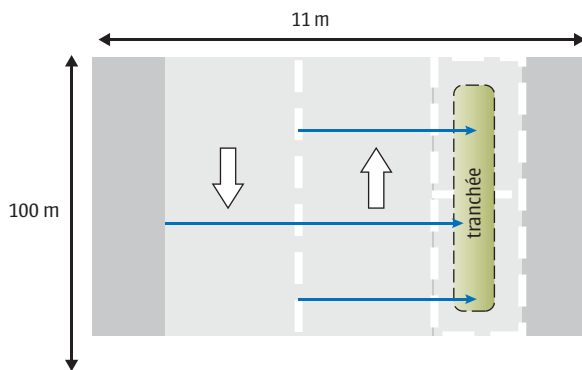
On considère la réalisation ou réfection d'une chaussée d'une largeur de 11 m (par exemple : deux voies de 3 m, une rangée de parking de 2.5 m et deux trottoir de 2.5 m au total) et d'une longueur de 100 m. La perméabilité du sol saturé a été évaluée à 7×10^{-6} . Deux options d'aménagement sont considérées :

- une tranchée d'infiltration sous les emplacements de parking, d'une largeur de 1.2 m et une longueur de 80 m ;
- une structure réservoir filtrante sous la chaussée. En considérant les contraintes qui peuvent exister aux extrémités (distance des bâtiments, besoin d'avaloirs équipées pour l'alimentation/décantation, etc.) l'emprise de l'ouvrage est de 4 m x 70 m.

$$A_{con} = 80\% (route) \times 11 \times 100 = 880 \text{ m}^2$$

$$A_{inf, tranchée} = 80 \text{ m} \times 1.2 \text{ m} = 96 \text{ m}^2$$

$$A_{inf, réservoir} = 70 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 280 \text{ m}^2$$



Etape 1 – calculer les paramètres du projet

$$K_s = 7 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

$$v_{si, tranchée} (\text{mm/h}) = 7 \times 10^{-6} \times 96/880 \times 3600 \times 1000 = 2.75 \text{ mm/h}$$

$$v_{si, réservoir} (\text{mm/h}) = 7 \times 10^{-6} \times 280/880 \times 3600 \times 1000 = 8.02 \text{ mm/h}$$

Etape 3 - choisir la solution

La tranchée envisagée sera remplie de gravier avec un indice de vide de 0.3, alors que pour le réservoir sera utilisée une structure alvéolaire ($I_{vides} = 0.9$). Il est possible de calculer la hauteur de stockage utile de chaque ouvrage :

$$H_{tranchée} = V_{tranchée} / A_{tranchée} / I_{vides} = 32.56 \text{ m}^3 / 96 \text{ m}^2 / 0.3 = 1.13 \text{ m}$$

$$H_{réservoir} = V_{réservoir} / A_{réservoir} / I_{vides} = 18.74 \text{ m}^3 / 280 \text{ m}^2 / 0.9 = 0.07 \text{ m}$$

Le dimensionnement de la tranchée apparaît faisable, et cette option peut être retenue. Si, pour des raisons liées au projet, le choix du réservoir était préférable, la hauteur de stockage très faible (0.07 m) rendrait nécessaire de considérer des alternatives. Par exemple, une structure réservoir occupant seulement la moitié de l'emprise de la chaussée. Dans ce cas, il faudrait refaire les calculs de dimensionnement et veiller à ce que l'alimentation de la structure réservoir draine la totalité de la chaussée.

Etape 2 - dimensionner les ouvrages

Dans les deux cas, la v_{si} est supérieure à 1.3 mm/h → infiltration totale.

Si une seule des deux options permettait l'infiltration totale, l'autre aurait dû être abandonnée.

L'abaque (page 26) permet d'évaluer les volumes à stocker : 37 L/m² pour une v_{si} de 2.75 mm/h, et 21.3 L/m² pour une v_{si} de 8.02 mm/h. Il est donc possible de calculer le volume total des ouvrages prévus :

$$V_{tranchée} = 37 \text{ L/m}^2 \times 880 \text{ m}^2 = 32\,560 \text{ L} = 32.56 \text{ m}^3$$

$$V_{réservoir} = 21.3 \text{ L/m}^2 \times 880 \text{ m}^2 = 18\,744 \text{ L} = 18.74 \text{ m}^3$$



Noue de voirie à Palaiseau

Pour aller plus loin

GRAIE : Groupe de recherche Rhône-Alpes sur les infrastructures de l'eau

Association qui regroupe collectivités, chercheurs, bureaux d'études et autres acteurs de l'eau qui réalise périodiquement des documents, formations ou projets de recherche sur la gestion à la source des eaux pluviales : www.graie.org

Notamment, la *Foire aux questions* sur l'infiltration des eaux pluviales est particulièrement détaillée et complète :

www.graie.org/ecopluies/delivrables/55729e_guidemodifie_20090203fn6-2.pdf

ADOPTA : Association pour le Développement Opérationnel et la Promotion des Techniques Alternatives

Association visant à promouvoir les techniques alternatives et la gestion à la source des eaux pluviales. L'ADOPTA élabore des études de cas et des fiches techniques sur différentes solutions de gestion à la source des eaux pluviales :

<http://adopta.fr/publications/>

Collectivités

Plusieurs collectivités élaborent et mettent à disposition des guides pratiques sur la gestion à la source des eaux pluviales. Par exemple :

- Le Grand-Lyon a produit plusieurs documents de référence sur le choix, la réalisation et l'entretien des techniques alternatives: www.grandlyon.com/pratique/publications-eau.html, y compris sur les ouvrages dans l'espace public et pour la gestion des eaux de voirie : www.grandlyon.com/pratique/publications-voirie.html
- L'EPT Est-Ensemble a produit des plaquettes sur la gestion intégrée des eaux pluviales, adressées aux particuliers et aux aménageurs : www.est-ensemble.fr/assainissement

Sources réglementaires

Le SDAGE Seine-Normandie :

www.eau-seine-normandie.fr/domaines-d-action/sdage-2016-2021

Le SAGE Bièvre :

www.smbvb.fr/le-sage_37.html

Le règlement d'assainissement du SIAVB :

www.siavb.fr

Arrêté du 21 Août 2008 relatif à « la récupération des eaux de pluie et à leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments » :

www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000019386409

Guide réalisé avec le support de PROLOG INGENIERIE



Syndicat Intercommunal pour l'Assainissement de la Vallée de la Bièvre

9 Chemin du Salvart

91370 -VERRIERES-LE-BUISSON

01.69.33.10.10

www.siavb.fr

