# Guide pratique GIEP

## Gestion Intégrée des Eaux Pluviales

Saint-Brieuc Armor Agglomération

**Mars 2023**

*La terre, la mer, l'avenir en commun*

saintbrieuc-armor-agglo.bzh

SAINT BRIEUC ARMOR AGGLOMÉRATION

BINIC - ÉTABLES - SUR - MER // HILLION // LA HARMOYE // LA MÉAUGON // LANFAINS // LANGUEUX
LANTIC // LE BODÉO // LE FŒIL // LE LESLAY // LE VIEUX-BOURG // PLAINE-HAUTE // PLAINTEL
PLÉDRAN // PLÉRIN // PLŒUC-L'HERMITAGE // PLOUFRAGAN // PLOURHAN // PORDIC // QUINTIN
SAINT-BIHY // SAINT-BRANDAN // SAINT-BRIEUC // SAINT-CARREUC // SAINT-DONAN // SAINT-GILDAS
SAINT-JULIEN // SAINT-QUAY-PORTRIEUX // TRÉGUEUX // TRÉMUSON // TRÉVENEUC // YFFINIAC

# Préface

## *Saint-Brieuc Armor Agglomération*

# GUIDE PRATIQUE 2023

**Ce guide pratique, cofinancé par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, a été élaboré avec l'appui de Michel BENARD (ELLENY) qui accompagne Saint-Brieuc Armor Agglomération dans la mise en œuvre de sa politique de gestion intégrée des eaux pluviales.**

*Remerciements*

Nous remercions les membres du comité de relecture pour leurs collaborations :
Jean-Marc LABBE (Vice-Président SBAA, Maire de La Méaugon), Joël LE BORGNE (Conseiller délégué SBAA, Élu de Saint-Julien), Fanny ROBERT (Vice-présidente du Conseil Régional de l'Ordre des Architectes de Bretagne), Christophe GAUFFENY (Directeur du CAUE 22), Jean-Jacques HERIN (Président de l'ADOPTA), Sylvain CLOUET (Ville de Saint-Brieuc), Ludivine CROENNE (Ville de Plérin), Sylvain PERRIGAULT (Ville de Pordic), Claude RIBIERAS (SBAA), Blandine RAMAIN (SBAA), Audrey BEUVANT (SBAA), François DAVID (SBAA), Morgan JEGOU (SBAA), Vincent BOUGOT (SBAA), Pierre Alain CASTEL (SBAA), Cyrielle CRUS (SBAA).

*Rédaction*

Frédéric LEVE (SBAA - Chargé d'animation de la politique GIEP)
Céline DYRDA (SBAA - Responsable de l'Autorité Organisatrice de l'Eau et de l'Assainissement)

*Gérard LE GALL*

**Vice-Président en charge de l'eau, de l'assainissement et des milieux aquatiques**

SAINT BRIEUC ARMOR AGGLOMÉRATION

## Une nouvelle politique en matière de gestion des eaux pluviales pour Saint-Brieuc Armor Agglomération

Actée à l'occasion de la conférence des maires du 8 juillet 2021, cette nouvelle politique fait suite à une prise de conscience progressive en considérant :

- un patrimoine pluvial aujourd'hui insuffisamment connu et entretenu au regard des moyens disponibles ;
- une politique en matière d'investissements ne permettant pas de répondre aux besoins de renouvellement patrimonial ;
- un schéma directeur des eaux pluviales réalisé à l'échelle des 13 communes historiques de l'agglomération établi en 2019 selon une logique hydraulique (renforcement de réseau, ...) révélant des moyens financiers importants à mobiliser ;
- une impossibilité technique et financière de remplacer le réseau unitaire du centre ville de Saint-Brieuc par un réseau séparatif, ce réseau unitaire générant par temps de pluie des déversements d'eaux usées non traitées dans la baie de Saint-Brieuc ;
- des ouvrages pluviaux qui ne sont pas dimensionnés pour des phénomènes climatiques de plus en plus récurrents (tempête Alex).

En résumé, une politique de gestion des eaux pluviales « en bout de course » montrant ses limites face au changement climatique aujourd'hui enclenché.

Les enjeux de la gestion des eaux pluviales sont multiples :

- réduire le risque d'inondations,
- préserver la biodiversité, améliorer la qualité de l'eau en limitant les pollutions au milieu naturel et en réduisant l'apport d'eaux pluviales aux stations d'épuration,
- favoriser la recharge des nappes,
- s'adapter au changement climatique,
- favoriser la biodiversité et la nature en ville, améliorer notre cadre de vie.

La gestion intégrée des eaux pluviales à la parcelle (GIEP) contribue à une meilleure résilience du territoire face aux risques naturels. Un projet considérant la GIEP est une opportunité de le réaliser à moindre coût par rapport à un projet classique de dimensionnement d'un réseau d'eau pluviale, mais est également gage d'une solution durable pour les générations futures.

Notre nouvelle politique de gestion intégrée des eaux pluviales s'inscrit pleinement dans le cadre du projet de territoire de notre agglomération qui vise notamment à :

=> préserver les ressources en eau,
=> améliorer la qualité de vie et vivre en harmonie avec notre environnement naturel
=> mettre à disposition notre expertise dans le cadre de la gestion de projet auprès des communes au service de notre politique de l'eau (grand comme petit cycle de l'eau).

L'ambition que porte notre agglomération à travers cette nouvelle politique vise à :

- considérer l'infiltration des eaux pluviales à la parcelle pour tout projet neuf et tout projet de déconstruction / réaménagement urbain,
- améliorer l'existant en déconnectant, les eaux pluviales aujourd'hui raccordées à un réseau de manière à permettre leur infiltration dans le sol.

Enfin, la GIEP se trouve au carrefour de différentes politiques, de différentes compétences, assainissement bien sûr, mais aussi voirie, urbanisme, espaces verts ... Elle implique de travailler collectivement et en transversalité.
Le portage collectif des projets menés en gestion intégrée des eaux pluviales est primordial et doit s'inscrire dans une démarche bénéfique pour chacune des parties prenantes de l'aménagement du territoire.

Tel est l'esprit de ce guide, dont l'élaboration a été concertée avec des acteurs du territoire que je remercie chaleureusement pour leur lecture attentive et leur contribution.
S'adressant à tous les acteurs de l'aménagement urbain, il a pour objectif de faciliter la prise en compte de la GIEP dans tout projet d'aménagement, depuis sa conception et son dimensionnement jusqu'à sa mise en œuvre.

# Table des matières

*Saint-Brieuc Armor Agglomération*


**1. Gestion intégrée des eaux pluviales** ----------
A) Définition ----------
B) Enjeux de la gestion des eaux pluviales ----------
1. Enjeux environnementaux ----------
2. Enjeux économiques ----------
C) Gestion à la parcelle par infiltration ----------
1. Perméabilité d'un sol ----------
2. Aptitude des sols à l'infiltration ----------
3. Risques à l'infiltration ----------

**2. Ambitions GIEP de Saint-Brieuc Armor Agglomération** ----------
A) Nouvelle urbanisation : le zéro rejet ----------
B) Urbanisation existante : la déconnexion des eaux pluviales ----------

**3. Mise en œuvre de la GIEP sur le territoire de Saint-Brieuc Armor Agglomé**
A) Stratégie de conception ----------
1. Nivellement – Remblai/Déblai ----------
2. Pré-calcul des volumes de rétention ----------
B) Fondamentaux de la GIEP ----------
C) Méthode empirique des calculs de dimensionnement ----------
D) Boite à outils ----------
1. Espaces verts d'infiltration ----------
2. Toitures stockantes ----------
3. Massifs d'infiltration ----------
4. Chaussées à structure réservoir ----------
5. Revêtements perméables ----------
6. Récupérateurs d'eau de pluie ----------

**4. Retours d'expérience sur l'agglomération Briochine** ----------
A) Lotissement des Terres Blanches à Plérin ----------
B) Rue de Bourgogne à Langueux ----------

**5. Fiches techniques** ----------

5
5
6
7
9
11
11
12
13

17
17
18

omération 19
19
19
21
23
27
27
29
31
33
34
35
37

39
39
40

41

# 1 Gestion intégrée des eaux pluviales

Face aux enjeux climatiques et environnementaux actuels, l'eau apparaît comme un élément clé à réintégrer et à préserver. Que ce soit en milieu urbain ou en milieu rural, la protection de la ressource en eau, tant en quantité qu'en qualité, devient une préoccupation essentielle.

La gestion intégrée des eaux pluviales vise la restauration du cycle naturel de l'eau par la transparence hydraulique des projets d'aménagement. L'eau doit ainsi conserver son cheminement naturel c'est-à-dire principalement par **infiltration et évaporation.**

## A) Définition

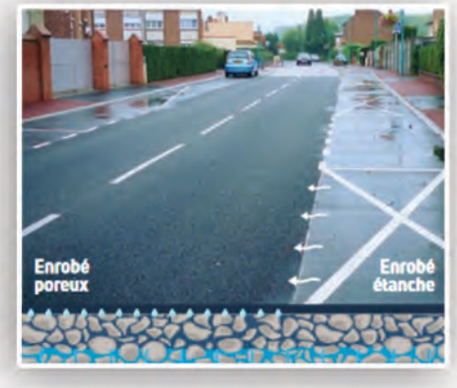
Le principe de la gestion intégrée des eaux pluviales (GIEP) prône l'absence d'infrastructure spécifiquement dédiée à l'eau de pluie et impose **la plurifonctionnalité des ouvrages et des aménagements**. Ainsi, la gestion devient intégrée dès lors que le système hydraulique utilise un lieu ou un ouvrage ayant déjà une première fonction, et qui est entretenu pour cette fonction.

*La GIEP : « une combinaison d'ouvrages visibles, intégrés et multifonctionnels »*

### Le saviez-vous ?

***Le plan national d'action de gestion durable des eaux pluviales (Nov. 2021)*** *se donne comme ambition, à travers 24 actions, d'accompagner les acteurs de l'eau et de l'aménagement dans le développement d'une gestion plus durable des eaux pluviales.*

- **Une chaussée, un parking, un trottoir, une piste cyclable**, nécessaires à la réalisation d'un projet, deviennent, par l'utilisation de grave drainante, une chaussée réservoir, un parking stockant, un trottoir stockant, une piste cyclable stockante, etc. entretenus pour leur fonction première : la circulation piétonne ou motorisée.




*Chaussée à structure réservoir*

- **Un espace vert** nécessaire dans le cadre de la conception d'un projet, devient un espace vert inondable, mais il reste un espace vert entretenu pour sa fonction espace vert.

*Noue*

- **Une toiture** devient une toiture stockante, etc.

*Parking en dalles-gazon et dalles-pavés*
*Source ADOPTA*

Ainsi, l'application de la GIEP aboutit à ne plus créer d'ouvrages exclusivement hydrauliques, à diminuer les coûts d'investissement et de maintenance. Ce concept est peu répandu et surtout peu développé car il nécessite une approche conceptuelle différente.

## B) Enjeux de la gestion des eaux pluviales

L'intensité des phénomènes météorologiques bouleverse les conceptions classiques de l'aménagement du territoire. Nos villes surchauffent, débordent et polluent, ce qui rend difficilement acceptable leur densification nécessaire notamment à l'heure du « zéro artificialisation nette ».

Il y a urgence à organiser **la résilience des zones urbaines**, et la gestion des eaux pluviales fait partie des nécessaires changements pour l'adaptation aux changements climatiques. La ville perméable répond en effet à de nombreux enjeux interconnectés : inondation, pollution, confort thermique, nature en ville et préservation des milieux aquatiques. Elle apporte également des solutions pour mieux gérer l'alternance des épisodes de sécheresse et de pluie exceptionnelle.

**Une nouvelle approche de la gestion des eaux pluviales doit ainsi promouvoir des solutions plus durables, plus environnementales mais également plus économes.**

En savoir plus

*Ministère de la Transition écologique et de la Cohérence des Territoires*

# 1. Gestion intégrée des eaux pluviales

*Gestion des eaux de voirie par des noues – Lotissement des Terres Blanches (Plérin)*

## *1. Enjeux environnementaux*

- **Limiter le risque inondation**
  La ville de demain doit être résiliente à l'inondation par des aménagements urbains intégrant la gestion à la source et qui, par leur rôle de stockage tampon, contribuent à protéger des inondations en aval.

- **Améliorer la qualité de l'eau et des milieux aquatiques**
  Une ville plus perméable permet de réduire les volumes d'eau collectés dans les réseaux d'assainissement unitaires, diminuant ainsi les risques de débordement des eaux usées vers les rivières et la baie de Saint-Brieuc.
  L'infiltration permet également de maintenir l'alimentation naturelle des nappes souterraines et des cours d'eau. De plus, les eaux pluviales interceptées au plus près du lieu où elles tombent sont moins chargées en polluants ; la pollution des milieux naturels récepteurs est ainsi limitée.

- **Favoriser la biodiversité et la nature en ville**
  La gestion des eaux pluviales, basée sur des **solutions fondées sur la nature**, apporte aussi de nombreux **services écosystémiques** à la population : développement de la biodiversité, amélioration du cadre de vie, activités récréatives, bien-être, amélioration des relations sociales…

  **La désimperméabilisation et la végétalisation des espaces urbains, avec la mise à disposition de l'eau de pluie au service du végétal, deviennent une priorité.**

## Le saviez-vous ?

***Comment les eaux de pluie se chargent-elles en polluants ?***
*Lorsque les eaux de pluie atteignent une surface imperméable, elles commencent à ruisseler. En fonction de leur parcours, ces eaux de ruissellement vont se charger en polluants. Plus la distance parcourue sera grande et plus ces eaux de ruissellement se chargeront en polluants divers du fait du lessivage des sols érodés et pollués pendant les périodes sèches.*

*Végétalisation en centre-ville de Saint-Brieuc*

- **Créer la ville bioclimatique de demain**
  Les villes, étant donné leur caractère totalement artificiel, sont le lieu de phénomènes de surchauffe notable qui peuvent s'avérer problématiques lorsque surviennent des épisodes caniculaires. L'eau constitue l'un des principaux facteurs de rafraîchissement du climat en ville. Par le biais de l'évapotranspiration, la végétation urbaine participe à la régulation thermique des îlots de chaleur urbains ; cette évapotranspiration ne peut se faire que si ces îlots bénéficient d'un apport suffisant d'eau.

  Le développement de sols perméables a aussi un rôle positif dans le rafraîchissement des villes, non seulement à travers le développement de la végétation sur des surfaces en pleine terre, mais également, lorsque les aménagements intègrent des surfaces minérales infiltrantes comme les pavés ou les enrobés poreux. Certains matériaux n'emmagasinent pas la chaleur : ils permettent l'infiltration et/ou le stockage de l'eau dans le sol et y conservent ainsi humidité et fraîcheur.

## Le saviez-vous ?

***Des solutions d'adaptation fondées sur la nature (SaFN) pour une gestion intégrée des eaux pluviales***
*On entend par « solutions d'adaptation fondées sur la nature » celles qui mettent à contribution les écosystèmes à la fois dans l'adaptation au changement climatique (protection contre les inondations, tempêtes et glissements de terrain) et dans son atténuation (captage et stockage du carbone). Ces solutions naturelles sont efficaces et peuvent compléter les infrastructures grises utilisées dans l'aménagement du territoire. Elles sont multifonctionnelles, apportant des bénéfices à la fois en termes de biodiversité, de climat, de santé et de cadre de vie, à moindre coût pour les collectivités.*

*Centre-ville de Saint-Brieuc*

## Le saviez-vous ?

***L'arbre : le climatiseur et brumisateur urbain***
*Un arbre pompe environ 500 litres d'eau par jour et en évapore 70 % par ses feuilles en consommant 1 500 kW d'énergie pour le faire.*

**L'évapotranspiration** *correspond à une perte d'eau due à deux phénomènes : l'évaporation de l'eau du sol, et la transpiration par les plantes. En Côtes-d'Armor, l'évapotranspiration potentielle sur une année est d'environ 650 mm (données observatoire régional sur l'agriculture et le changement climatique).*
*Sur le territoire de Saint-Brieuc Armor Agglomération, la moyenne des précipitations annuelles est d'environ 750 mm (Source : Météo France).*

## 2. Enjeux économiques

- **Économie de projet en investissement et en fonctionnement**
  Les retours d'expérience montrent que les systèmes d'infiltration ne sont pas plus onéreux que les systèmes classiques. La gestion intégrée des eaux de pluie se traduit même le plus souvent par une baisse des coûts. L'aménagement est sobre et pensé dans un esprit *low tech*[1]. On supprime plutôt qu'on ajoute. Réseau souterrain, ouvrage de stockage, grille, caniveau, bordure séparative… deviennent inutiles.

L'approche en coût global permet aussi d'identifier de nombreux « coûts évités » et services rendus aux politiques publiques dans lesquelles les collectivités locales investissent déjà : arrosage des espaces plantés, réduction de la charge polluante dans les milieux, lutte contre les îlots de chaleur urbains, etc.

Dans son étude comparative des coûts entre plusieurs scénarios de gestion des eaux pluviales, le Graie[2] démontre qu'en terme de coût annuel global (investissement + entretien), le scénario avec une gestion des eaux pluviales « à la source » par des noues d'infiltration est plus avantageux que celui avec une gestion des eaux pluviales « centralisée », par un réseau enterré aboutissant à un bassin. Cet avantage est principalement lié à la différence de coût d'investissement (coût de la solution par tuyau 3 fois plus élevé que celui des noues).

De même, PERIFEM, représentant des enseignes de la grande distribution, du commerce spécialisé et des centres commerciaux, a réalisé un guide « Eaux et biodiversité dans les espaces commerciaux »[3]. Il illustre les économies consécutives aux nouveaux principes d'aménagement de la GIEP avec **un objectif entre 15 et 20 % d'économie pouvant être pris comme cible moyenne tant au stade de l'investissement que celui de la maintenance.**

Enfin, les projets de désimperméabilisation peuvent bénéficier de financements de l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne à hauteur de 50 % maximum (11ème programme 2019-2024).

- **Vers un assainissement unitaire plus économique**

La gestion à la source des eaux pluviales, en améliorant le fonctionnement du réseau unitaire, permet la réduction du coût de l'assainissement : le volume d'eau envoyé à la station d'épuration est moins important, et les coûts de fonctionnement sont donc réduits. Mais ce sont également d'importants coûts d'investissements qui pourront être évités.

Les techniques de gestion à la source permettent d'améliorer véritablement le fonctionnement de l'assainissement et d'éviter d'investir dans des ouvrages (bassin unitaire stockant les eaux usées et pluviales avant leurs débordements dans le milieu naturel). Ces ouvrages extrêmement coûteux (jusqu'à 1 000 euros du m³ de stockage) sont par ailleurs rapidement dépassés par le développement urbain et les nouvelles surfaces imperméabilisées.

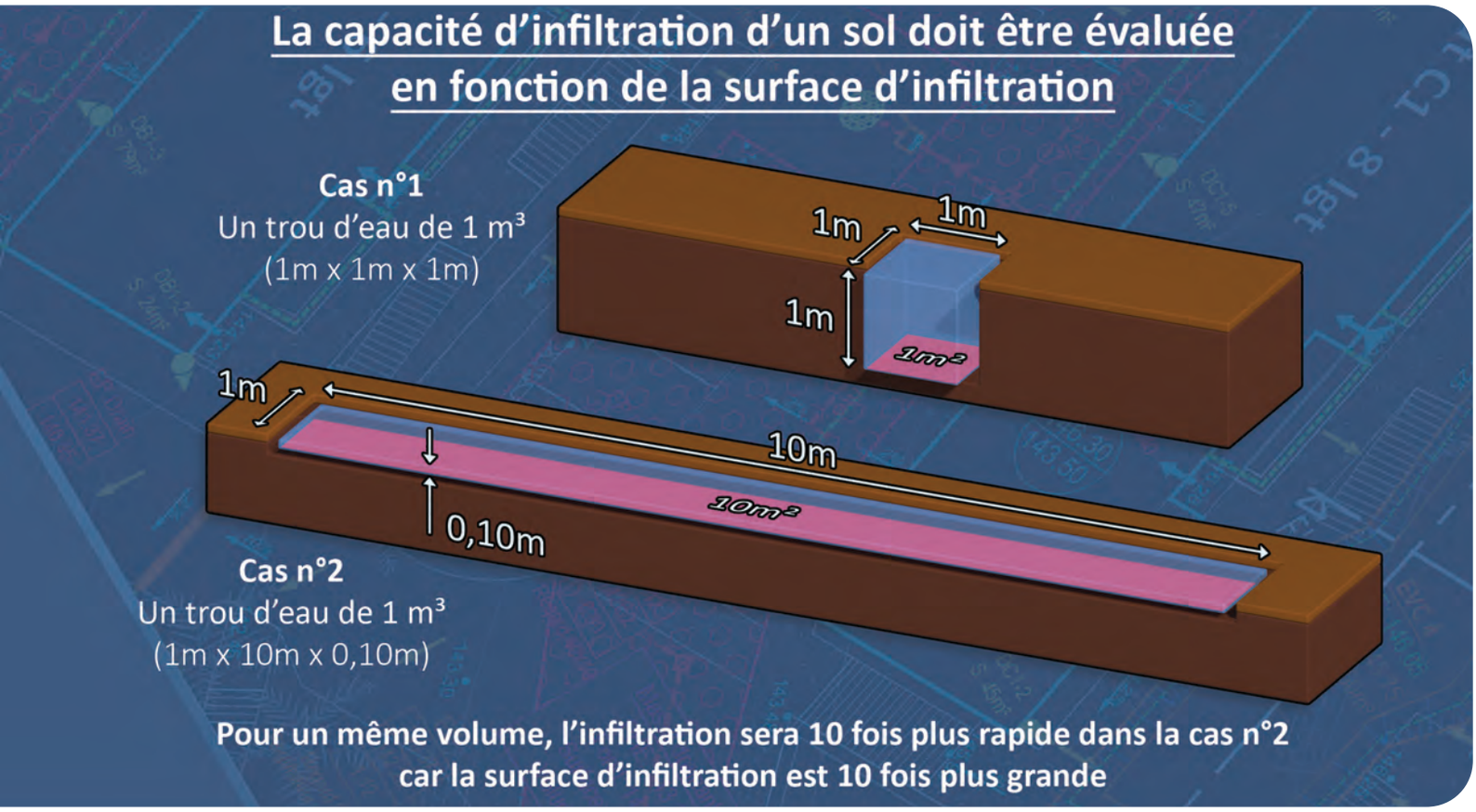
C'est majoritairement au niveau de l'aménagement urbain et par la perméabilité des surfaces que doit être résolu le problème. Toute surface déconnectée à l'amont permettra de diminuer plus tard les investissements publics nécessaires à l'aval.

*Création d'un bassin unitaire*

1 - Qualifiées ainsi par opposition au concept de « high-techs », les low-tech désignent des solutions techniques durables relativement simples répondant à des besoins élémentaires.

2 - Graie : Groupe de Recherche, Animation Technique et Information sur l'eau.
« Comparaison des coûts de différents scénarios de gestion des eaux pluviales- Étude de cas », Septembre 2018 – 9p.

3 - PERIFEM – Agence de l'eau Seine Normandie : Guide « Eaux et biodiversité dans les espaces commerciaux », Juin 2020 – 80p.




## C) Gestion à la parcelle par infiltration

**Il n'existe quasiment pas de terrain qui n'infiltre pas. L'infiltration est avant tout une question de surface mobilisée. La perméabilité doit être appréciée au regard de la surface disponible pour l'infiltration et non pas comme une valeur arbitraire binaire (sol perméable ou imperméable).**

### *1. Perméabilité d'un sol*

La perméabilité est la facilité de l'eau à s'écouler dans les espaces poreux du sol. Elle est notée k et s'exprime en m/s, s'apparentant ainsi à une vitesse.

| Perméabilité k en m/s | $10^{-11}$ | $10^{-10}$ | $10^{-9}$ | $10^{-8}$ | $10^{-7}$ | $10^{-6}$ | $10^{-5}$ | $10^{-4}$ | $10^{-3}$ | $10^{-2}$ | $10^{-1}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Perméabilité k en mm/h | 0 | | | | 1 | 10 | 100 | 1000 | | | |
| Type de sol | Argile homogène à Argile limoneuse | | | Limon argileux, Limon grossier, Sable très fin | | | Sable fin à grossier, Sable avec gravier | | Gravier sans sable ni éléments fins | | |
| Possibilités d'infiltration | − → + | | | | | | | | | | |

*Ordre de grandeur de la conductivité hydraulique dans différents sols (d'aprés Musy et Soutter, 1991)*

Sur le territoire de l'agglomération, on retrouve en grande majorité des sols de type limon argileux avec une perméabilité qui oscille entre $10^{-7}$ et $10^{-5}$ m/s, soit environ 1 à 50 mm/h.

## 2. Aptitude des sols à l'infiltration

- **Des mesures de perméabilité** peuvent être nécessaires pour le dimensionnement des dispositifs d'infiltration. Ces essais doivent être réalisés sur les emplacements et aux profondeurs prévus pour les dispositifs d'infiltration.
  Il existe principalement 4 types d'essais pour mesurer la perméabilité. Il est recommandé de choisir le type d'essai en fonction des solutions de gestion des eaux pluviales. Ainsi, lorsqu'on souhaite privilégier la GIEP avec des ouvrages de surface (faible profondeur), les essais « à la fosse » de type MATSUO sont les plus appropriés.

  Pour les projets correspondant à des surfaces inférieures à 1 000 m², des essais "à la bêche" seront suffisants. Il s'agit d'une version très simple de l'essai Matsuo qui consiste à faire soi-même un trou de petite taille à la bêche
  sur son terrain et à mesurer le temps nécessaire pour infiltrer une hauteur d'eau d'une dizaine de cm (Chocat, B., Brelot, E., et al, 2020)[1].

**Le saviez-vous ?**

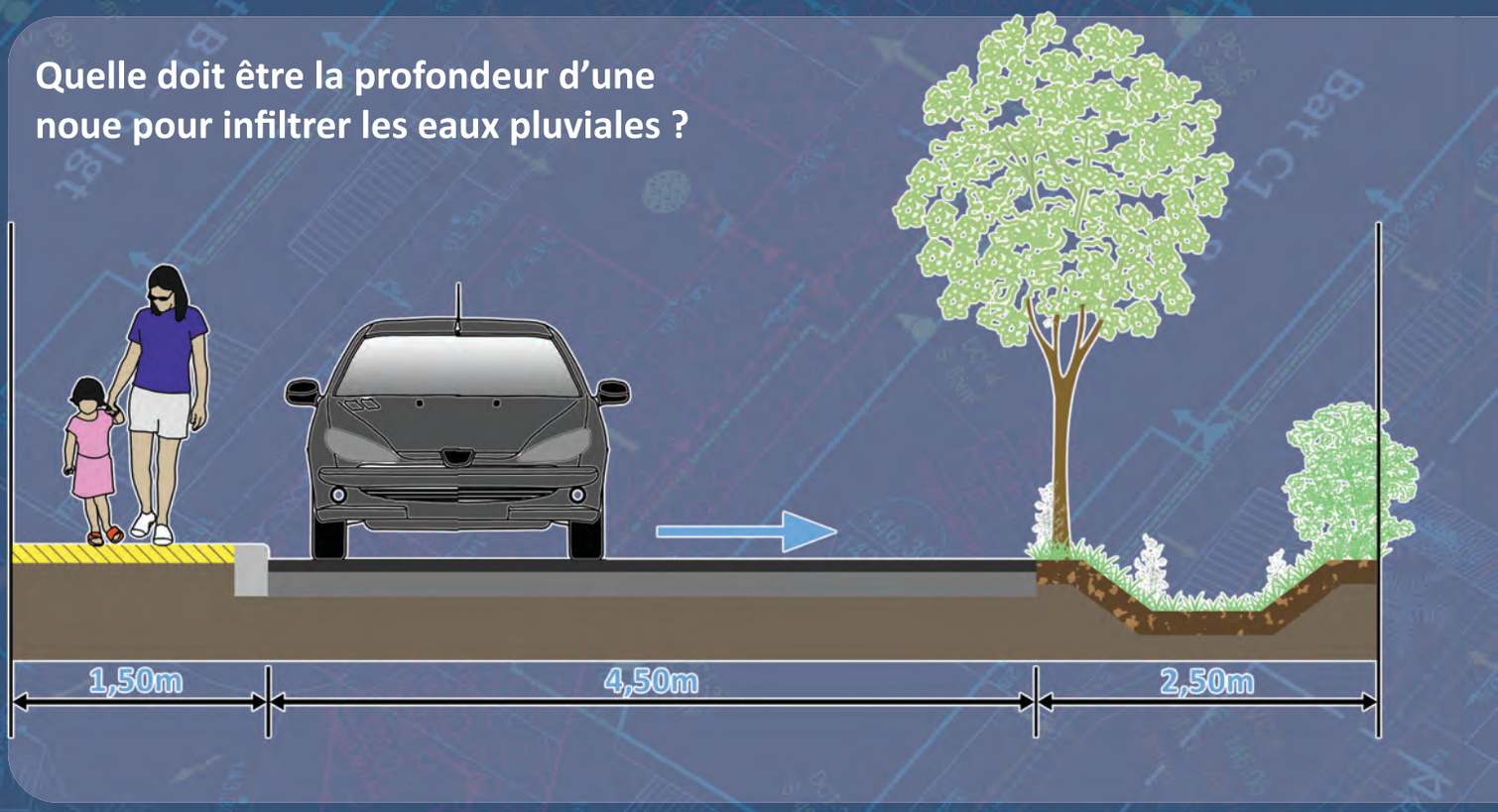
***La végétalisation des surfaces permet de favoriser l'infiltration. Le développement des racines permet de maintenir et d'améliorer la perméabilité. En assurant l'infiltration des petites pluies, les sols se retrouvent souvent humides, permettant alors le développement de la faune du sol (pédofaune) ainsi que des racines des végétaux, qui vont augmenter la perméabilité des premières couches de sol de l'ordre de $10^{-5}$ m/s.***

- **Capacités d'infiltration en milieu urbain**
  La ville s'est souvent construite sur des sols en remblais accumulés au fur et à mesure de ses transformations. Ces sols sont souvent hétérogènes et leur capacité d'infiltration peut varier dans des rapports importants (de 1 à 10 d'après le Graie pour une même parcelle et à quelques mètres de distance). Cela n'est pas nécessairement un obstacle pour drainer un ouvrage d'infiltration (un jardin de pluie, un fossé…). Il suffit en général d'avoir une bonne perméabilité sur seulement une partie de la surface de l'ouvrage, même avec des capacités d'infiltration de l'ordre de $10^{-6}$ à $10^{-8}$ m/s à condition de disposer d'une capacité de stockage suffisante.

  Les pluies habituelles sont souvent inférieures ou très inférieures aux capacités d'infiltration des sols. Les précipitations de plus de 4 mm ne représentent en France métropolitaine que quelques dizaines d'heures par an.

  Même dans les cas exceptionnels où les sols ne pourraient plus infiltrer une très forte pluie, les volumes problématiques restent faibles dans la mesure où les eaux pluviales sont gérées au plus près de leur point de chute : **avec un aménagement bien conçu le risque le plus grave auquel s'exposent les riverains lors de pluies exceptionnelles est la présence de quelques centimètres d'eau sur la chaussée ou leur pelouse pendant quelques heures**. Des pluies aussi fortes sont rares. Il s'agit toutefois de s'assurer que ces eaux ne s'écouleront pas vers des espaces sensibles (caves, locaux techniques…).

1 - Chocat, B., Brelot, E., et GT du Graie : « Les techniques alternatives pour la gestion des eaux pluviales : risques réels et avantages ». Septembre 2020 - 7 p.




**Cas des remontées de nappes**
La présence d'une nappe d'eau à faible profondeur en période hivernale ne signifie pas que l'infiltration des eaux pluviales est impossible, mais c'est un élément technique à prendre en compte dans la conception et le dimensionnement des ouvrages de gestion.

**Attention !**
La présence d'une remontée de nappe dans les 50 premiers centimètres du sol peut être synonyme de présence d'une zone humide. Ces milieux sensibles sont protégés par le SAGE[1] Baie de Saint-Brieuc, et tout projet d'aménagement y est strictement interdit.

## *3. Risques à l'infiltration*

**Quelles précautions pour l'infiltration à proximité du bâti ?**
L'infiltration d'eau de pluie à proximité des bâtiments fait généralement craindre des désordres dans le sol qui risquent de fragiliser les fondations (humidité, infiltration, remontées capillaires). La remontée de la nappe phréatique et sa pression sur le bâti font aussi l'objet de craintes.

Ces risques, bien que réels, doivent cependant être relativisés :

- Les risques de nuisances existent lorsqu'une couche perméable retient les eaux infiltrées à faible profondeur ou que la nappe est très proche de la surface, ce qu'une étude de sol permet de définir.

- Les risques liés à des désordres dans le sol concernent des sols fortement perméables déjà instables.

Pour un entretien simplifié et une meilleure insertion paysagère, on favorise des noues peu profondes, lorsque l'emprise est limitée et des pentes faibles. Considérons par exemple le cas suivant :

- 100 m de voirie mono-pentée de 4,50 m de large, plus un trottoir de 1,50 m, et une noue de 2,50 m. Soit une emprise minéralisée de 6 m ;
- Pluie centennale de 60 mm ;
- Cela donne un volume à stocker de 100 x 6 x 0,060 m = 36 $m^3$ .

**La profondeur de la noue est donc : V = S x H/2 d'où H = 36 x 2 / 250 = 0,29 m soit 29 cm de profondeur.**

**Dans la plupart des cas, l'infiltration de l'eau, même le long des bâtiments, n'aggrave pas la situation.**

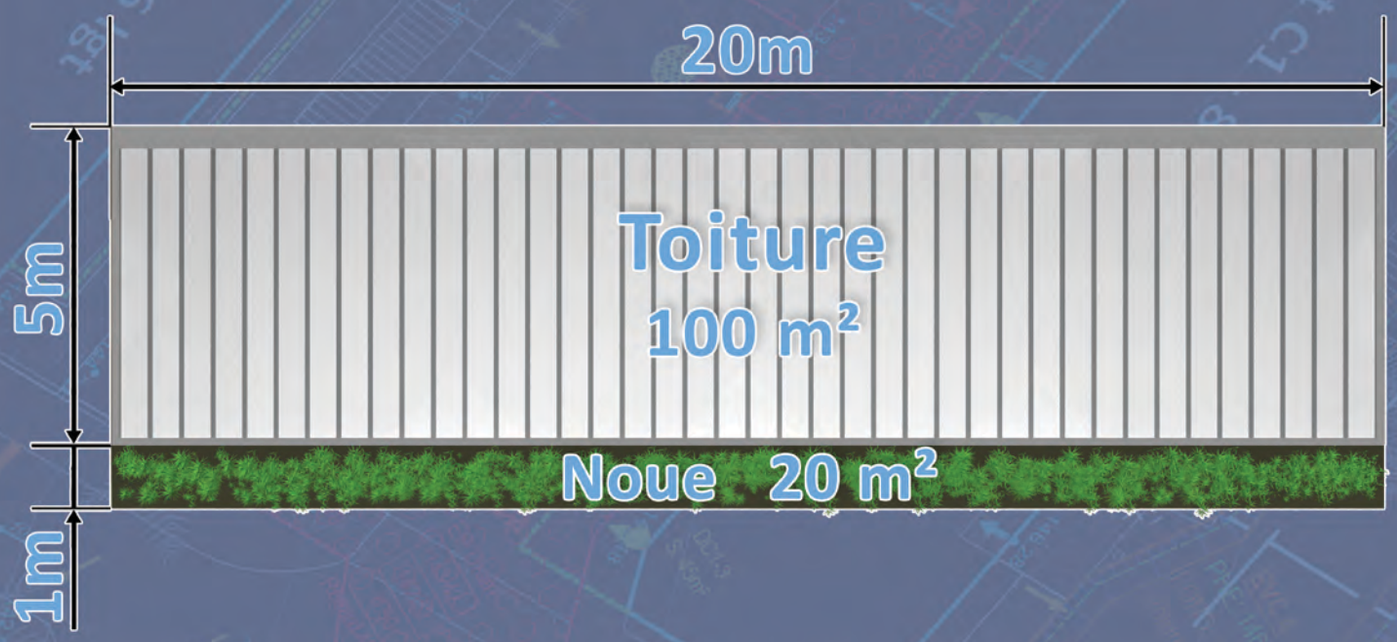
Par ailleurs, même si ces conditions de risque sont remplies, le Graie considère qu'il reste possible d'infiltrer les eaux de pluie en respectant certaines précautions. L'ASTEE[2] ajoute qu'il est préférable d'éviter l'infiltration non diffuse, c'est-à-dire d'un facteur de concentration supérieur à 5, à proximité immédiate des bâtiments.

Une attention particulière devra cependant être portée au niveau des branchements concessionnaires (eau potable, électricité, gaz...) qui peuvent créer pour les eaux d'infiltration des passages préférentiels (la pose d'une géomembrane est alors nécessaire).

Contrairement à ce que l'on pourrait penser, en ville, dans les zones qui ont été peu à peu imperméabilisées, le retour de sols perméables et donc d'échanges entre l'air et les sols (évaporation) est une bonne chose pour le bâti. Le cheminement de l'eau dans une ville étanche cause de nombreux désordres et la recherche systématique d'une bonne étanchéité des sols et des murs a conduit à des dégradations.

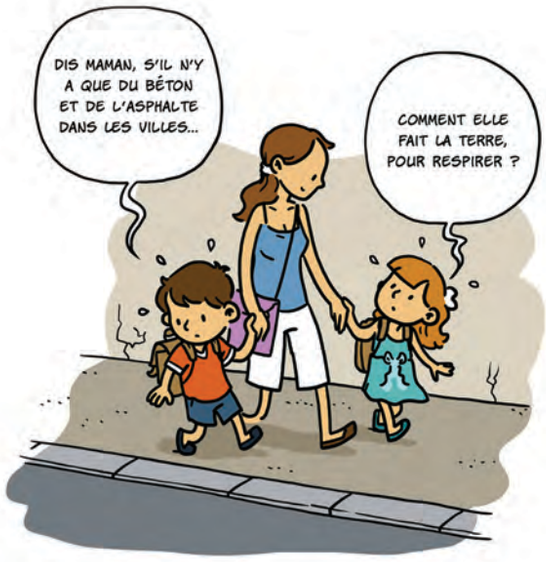
1 - *SAGE* :
Schéma d'Aménagement et de Gestion de l'Eau
2 - *ASTEE* :
Association Scientifique et Technique pour l'Eau et l'Environnement

**Proximité immédiate d'une noue avec un bâtiment**




**L'eau par essence a besoin de circuler et quels que soient les obstacles elle finit toujours par cheminer.** Les sols imperméables ont toujours des défauts qui s'amplifient avec le temps. Ces défauts constituent des chemins préférentiels qui impliquent que l'eau qui s'infiltre, au lieu d'être bien gérée et répartie dans le sol, s'accumule en certains points précis où elle risque de créer des dégradations.

**Permettre à l'eau de s'infiltrer, c'est ainsi lui permettre de s'évacuer rapidement ou de s'évaporer.** Qui plus est, le risque d'excès d'eau dans le sol est généralement plus faible que le risque de manque d'eau. En effet ce sont les tassements dus au dessèchement des sols qui sont en cause dans presque tous les cas de dégâts aux immeubles.



Le facteur de concentration correspond au rapport entre la surface collectée (impluvium) et la surface d'infiltration.

Pour un bâtiment de 100 m², afin de respecter le facteur de concentration de 5, la surface de la noue d'infiltration ne doit pas être inférieure à 20 m².

Tranchée d'infiltration située au ras des murs de l'immeuble, Ecocampus Lyontech La Doua.
Cette tranchée recueille uniquement les eaux de la toiture.

*Credit photo : INSA Lyon – OTHU*

Faut-il infiltrer les eaux pluviales en ville ?

En savoir plus

*Graie - 2015*

# 2 Ambitions GIEP de Saint-Brieuc Armor Agglomération

**Saint-Brieuc Armor Agglomération** affiche les deux ambitions principales suivantes :

## A) Nouvelle urbanisation : le zéro rejet

Qu'il s'agisse d'une extension urbaine ou d'une opération de renouvellement urbain, l'objectif est la mise en œuvre d'une gestion intégrée des eaux pluviales **zéro rejet pour un événement pluvieux majeur , soit une pluie référence de 60 mm.**

Une pluie de 60 mm correspond approximativement à une pluie centennale d'une durée de 9 à 10 heures. Le choix de cette occurrence exceptionnelle est totalement justifié dans le contexte du dérèglement climatique qui devrait avoir pour conséquence l'augmentation des phénomènes extrêmes (tempêtes, sécheresses).

Pour mémoire :
- Le 3 juin 2022, près de 50 mm de pluie sont tombés sur Saint-Brieuc lors de l'ouverture du festival Art Rock,
- Lors du passage de la tempête Alex du 1er au 3 octobre 2020, la station Météo France de Trémuson a enregistré une hauteur maximale journalière de 55,5 mm.

**Interdiction des surverses vers le réseau**
Les surverses de sécurité ou trop-pleins vers le réseau public ne sont pas souhaitées. En effet, en cas de débordement des dispositifs de rétention locaux pour des évènements pluvieux exceptionnels, le réseau public sera également en surcharge et ne sera pas en mesure d'accepter des apports supplémentaires. Il sera néanmoins nécessaire d'étudier les modalités de fonctionnement et le cheminement préférentiel des écoulements en cas de saturation des ouvrages, et ce afin **d'organiser des zones de débordement internes** à l'opération où les enjeux sont les plus limités. De plus, les dispositifs de surverse empêchent de constater la mise en charge des ouvrages en cas de dysfonctionnement.

## B) Urbanisation existante : la déconnexion des eaux pluviales

Au fur et à mesure de la reconstruction de la ville, de la réalisation de projets publics ou privés, pas à pas, quartier par quartier, rue par rue, maison par maison, les études de déconnexion vont permettre d'identifier, sur un bassin versant problématique, le potentiel de dé-raccordement des eaux pluviales, d'orienter la conception des projets de requalification ou d'aménagement en cours, de promouvoir la gestion à la parcelle et, d'une façon générale, d'accompagner tous les acteurs de l'acte de construire sur un nouveau modèle de conception.

**La déconnexion des parcelles : une priorité sur le secteur unitaire**

Il est de moins en moins envisageable aujourd'hui de chercher à résoudre les problèmes de débordement du réseau unitaire par temps de pluie par des ouvrages de rétention (bassin unitaire) : les difficultés des stations d'épuration à fonctionner avec des débits variables, les problèmes que posent ces ouvrages en termes d'exploitation, l'investissement financier qu'ils représentent, la rapidité avec laquelle ils sont dépassés par le développement urbain et les travaux longs et complexes que nécessitent leur construction en font des solutions le plus souvent inadaptées.

Concevoir un système d'assainissement en mesure de faire face à toutes les situations pluvieuses futures est illusoire. La déconnexion des surfaces imperméables du réseau d'assainissement et la gestion locale des eaux de pluie que ces surfaces récupèrent, via l'infiltration, l'évaporation ou l'utilisation, constituent désormais les voies à privilégier pour gérer l'ensemble des eaux du territoire.

*Exemple de déconnexion (Châteaubriant) : sources Infraservices*

L'évaluation des potentiels de déconnexion de surfaces actives et la limitation de l'imperméabilisation du territoire sont donc à inclure dans la définition du système d'assainissement.

Le principe de la déconnexion « à la source » consiste à ne plus envoyer d'eau de pluie au réseau d'assainissement. Cela signifie que lors des épisodes de pluies il faut être en mesure de conserver et de gérer la totalité du volume des eaux pluviales le plus en amont possible, là où l'eau tombe.

Par conséquent, et même si tout doit être fait pour que le tissu urbain puisse absorber des pluies plus exceptionnelles, l'action la plus légère permettant d'infiltrer, d'évaporer ou d'utiliser les « petites » pluies, permet d'améliorer le fonctionnement du réseau et d'éviter la pollution du milieu.

# 3 Mise en œuvre de la GIEP sur le territoire de Saint-Brieuc Armor Agglomération

## A) Stratégie de conception

Les eaux de pluies peuvent être gérées à la source grâce à de nombreuses solutions. Il n'existe pas de situation « privilégiée» pour leur prise en charge mais des stratégies à adapter à la diversité des tissus urbains et à leurs spécificités (importance des espaces bâtis et non bâtis, structure parcellaire, catégories de propriétaires et/ou de gestionnaires publics ou privés, usages etc.).

### *1. Nivellement – Remblai/Déblai*

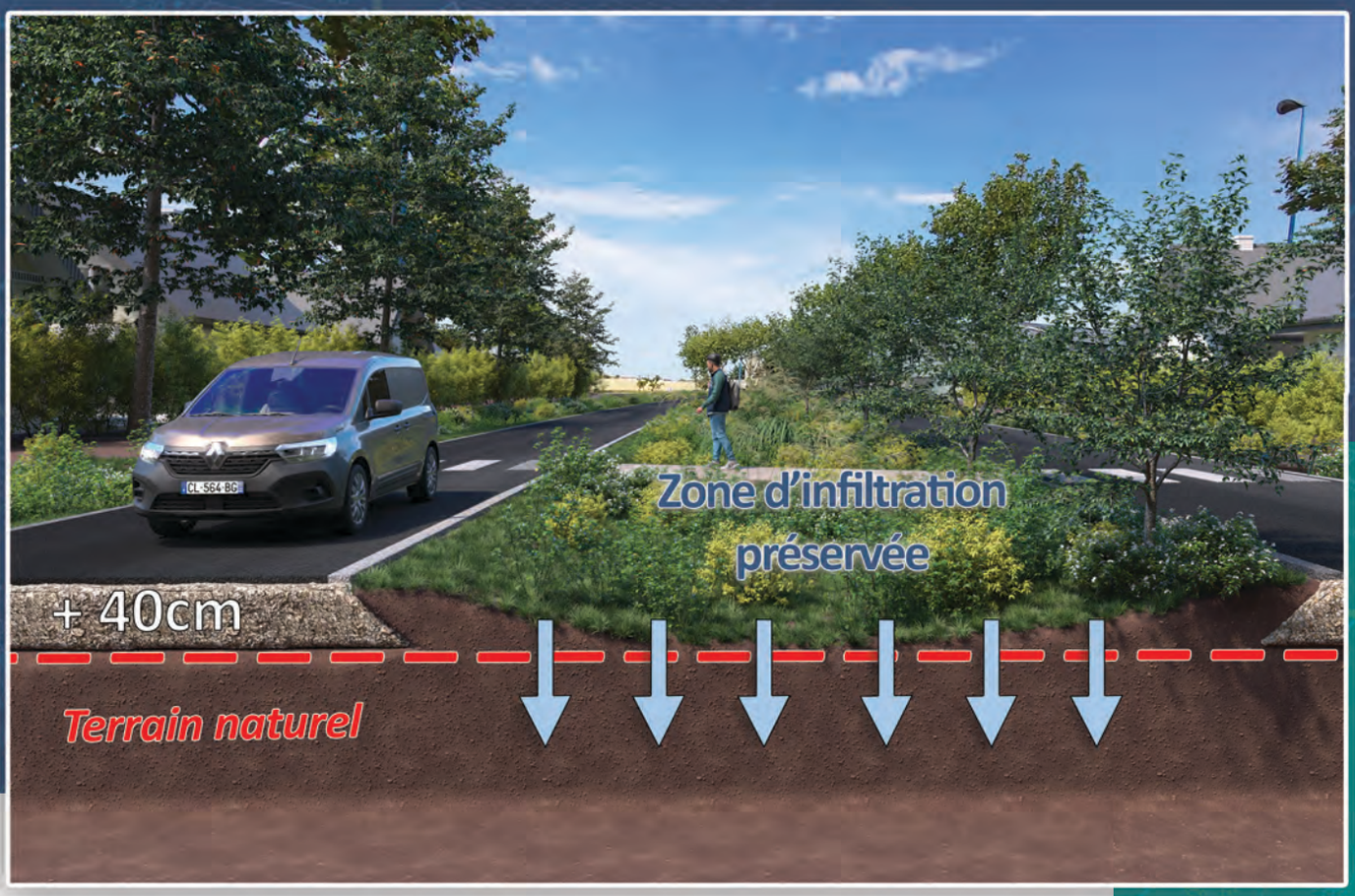
**Le nivellement est la clé de voûte de la conception des projets.**

- Contrairement à la pratique usuelle, le projet de nivellement ne cherche pas à « coller » le niveau fini des voiries ou de la dalle du bâtiment au niveau TN (Terrain Naturel) mais plutôt à les positionner légèrement plus haut (+0,30 à +0,50).

- Il est recommandé de travailler le nivellement en commençant par les points bas infiltrants calés au niveau du TN (Terrain Naturel) et de positionner les zones imperméabilisées en léger contre-haut pour favoriser le ruissellement naturel. Il suffit de décaper la terre végétale sur les emprises et de déposer, sur la terre de fond (arase de terrassement), les matériaux de fondation pour les chaussées ou les bâtiments. Grace à cette pratique, le tracé général orientera les pentes des bâtiments et de voiries vers les différents espaces creux.

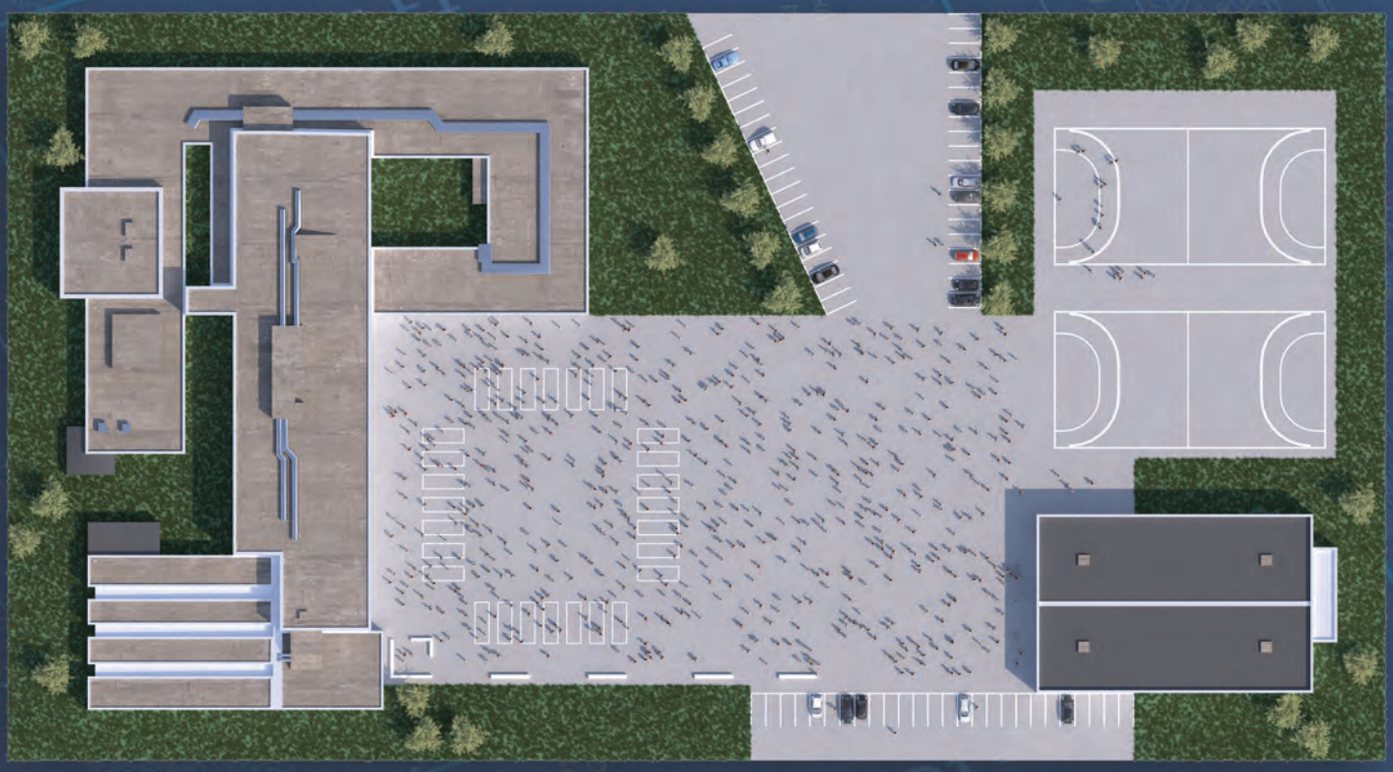
- Il est recommandé de ne pas réaliser de grandes plates-formes en déblais/remblais au-delà des emprises de bâtiments pour éviter de compacter les sols et d'altérer gravement et durablement les perméabilités naturelles.

- Afin de préserver la qualité des sols, il faut réduire au maximum les terrassements et la dépose de déblais sur les zones de terrain naturel qui doivent être sanctuarisées lors des travaux d'aménagement afin de conserver leurs capacités d'infiltration.


Zone d'infiltration
préservée
+ 40cm
Terrain naturel

+ 30cm
Terrain naturel
Zone d'infiltration
préservée

**Schéma : Pré-cacul de rétention pour l'aménagement d'un lycée**



## *2. Pré-calcul des volumes de rétention*

Il est possible lors de la conception de vérifier que le rapport entre surface imperméable et surface perméable offre la possibilité de stocker facilement 100 % d'une pluie centennale par les espaces verts creux (≤ 0,30 m).

Il s'agit d'une **formule empirique** où :
- 0,06 représente la pluie centennale de 60 mm soit 60 litres d'eau par m²
- 0,30 m correspond à la profondeur moyenne des espaces verts creux permettant un stockage temporaire de l'eau sans danger ni clôture et avec une garantie dans l'intégration paysagère.

Au-delà de ce ratio de 0,30, il est nécessaire d'envisager l'utilisation d'outils complémentaires aux espaces verts en utilisant par ordre de préférence :

- les toitures stockantes,
- les structures réservoirs limitées aux espaces piétons et aux stationnements,
- les chaussées à structure réservoir.

$$\frac{S1 + S2 + S3 \times 0{,}06}{S} \leq 0{,}30$$

$$\frac{\text{SURFACE TOTALE DES ZONES MINERALES} \times 0{,}06}{\text{SURFACE DES ESPACES VERTS}} \leq 0{,}30$$

*Zone commerciale Cap Émeraude (Pleurtuit) source : INFRA Services*
*Espace vert creux avec redans*

## Le saviez-vous ?

**La terre végétale, une richesse à préserver**

*Lorsque la terre végétale doit être stockée, une procédure précise doit être suivie afin qu'elle conserve sa capacité d'infiltration :*

*- La terre végétale est stockée pour une durée maximale de 6 mois.*

*Le stockage en tas est limité à 2,5 mètres de hauteur maximum pour éviter son compactage et la perte de ses qualités et ses micro-organismes par asphyxie.*

## B) Fondamentaux de la GIEP

### Les **10 points** intangibles de la gestion intégrée

source : ELLENY LA NOUVELLE INGÉNIERIE

**Utiliser un lieu ou un ouvrage ayant déjà une première fonction pour lui conférer une seconde fonction hydraulique**

Les ouvrages sont plurifonctionnels et entretenus pour leur fonction première :

- Un espace vert creux reste un espace vert,
- Une chaussée à structure réservoir reste une chaussée,
- Une toiture stockante est avant tout une toiture.

**Ne pas mettre l'eau en mouvement**

Plus l'eau va ruisseler sur une surface imperméable, et plus elle va lessiver le sol et se charger en polluants. De même, plus le chemin de l'eau est long, et plus les volumes de stockage nécessaires seront importants.

En cas d'implantation d'un projet sur un site en pente, il convient d'annihiler la vitesse de l'eau par des cloisonnements afin d'optimiser les volumes de stockage et d'infiltration, par exemple avec des noues à redans.

**Gérer l'eau au plus près du lieu où elle précipite**

Il est nécessaire de multiplier les zones d'infiltration à proximité de chaque surface imperméabilisée. Lorsque des espaces verts creux sont prévus dans un projet d'aménagement, il faut donc commencer par les positionner à proximité et en aval des zones minérales.

**Ne pas « enterrer » l'eau et rechercher une infiltration la plus superficielle possible**

Il est primordial de garder l'eau en surface afin de pouvoir utiliser les premiers horizons du sols pour l'infiltration. Rappelons que la terre végétale est une véritable éponge qui est toujours la solution la plus performante pour infiltrer mais également évaporer l'eau de pluie.

**Rechercher l'infiltration la plus superficielle possible et la plus proche d'un cycle d'arrosage**

Il n'existe quasiment pas de terrain où l'infiltration n'est pas possible. L'infiltration est avant tout une question de **surface** et de **profondeur** d'infiltration.

Il est nécessaire d'adapter la surface d'infiltration avec la surface de l'impluvium (surface perméable qui sera collectée). Si la surface d'infiltration est trop sollicitée et trop longuement saturée, sa capacité d'infiltration va alors se dégrader notamment au niveau des espaces verts.

Il est donc recommandé de respecter (sauf cas particulier[1]) le ratio suivant :

$$\frac{\text{SURFACE DE L'IMPLUVIUM}}{\text{SURFACE DE L'INFILTRATION}} < 10$$

**Ne pas faire transiter l'eau d'ouvrage en ouvrage**

Garder l'eau au plus près du lieu où elle précipite, ne pas faire transiter l'eau d'ouvrage en ouvrage car on allonge le chemin de l'eau, on utilise des ouvrages de transit puis des ouvrages de stockage qui augmentent les coûts d'investissement, et complexifient le fonctionnement et l'entretien.

1 - Proximité immédiate avec un batiment : le facteur de concentration ne devra pas être supérieur à 5

**Définir les temps de vidange de chaque ouvrage au regard de l'épisode pluvieux, de la destination de l'ouvrage et de sa conception.**
La perméabilité permet d'obtenir un débit de fuite lorsqu'elle est multipliée par la surface d'infiltration. Le volume de stockage divisé par le débit de fuite permet de quantifier un temps de vidange.

SURFACE D'INFILTATION ($m^2$) x PERMEABILITE (m/s)

= DEBIT DE FUITE ($m^3/s$)

VOLUME DE STOCKAGE ($m^3$) / DEBIT DE FUITE ($m^3/s$)

= TEMPS DE VIDANGE

Ces 2 formules de calcul conditionnent la conception des projets, mais il est proposé, contrairement aux solutions traditionnelles, d'inverser les priorités en commençant par définir les temps de vidange au regard de l'usage du lieu, puis d'en déduire la surface d'infiltration nécessaire au regard de ces temps de vidange et de la perméabilité.

Traditionnellement, les temps de vidange sont souvent proches de 24 heures pour des opérations de protection décennale, avec l'argument qui consiste à dire qu'ainsi l'opération n'est pas vulnérable à la répétition d'un épisode pluvieux (jour 1 : une pluie décennale, jour 2 : nouvelle pluie décennale). Cependant, l'opération reste vulnérable face à un épisode pluvieux supérieur à la décennale (situation de plus en plus fréquente).

La gestion intégrée des eaux pluviales nécessite une approche différente avec la prise en compte d'un épisode pluvieux majeur. Lorsque l'épisode pluvieux pris en compte dans le projet est la centennale, la probabilité de répétition de cet épisode pluvieux est beaucoup plus faible.

S'il semble cohérent lors d'une pluie décennale d'avoir un temps de vidange de 24 heures pour un bassin de rétention, il sera beaucoup moins cohérent d'appliquer ce même temps de vidange pour un stockage centennal dans une chaussée réservoir ou dans une noue en fond de jardin.

**L'allongement des temps de vidange est donc une nécessité.**

Il conviendra donc, sur chaque projet, de se poser la question de l'usage du lieu, et en fonction de son revêtement, de ses plantations ou de sa nature, de déterminer sa compatibilité avec un temps de vidange court (1 jour) ou long (4 à 5 jours).

**Le triptyque « prise en compte d'un épisode pluvieux majeur, allongement des temps de vidange et prise en compte du lieu » donne une souplesse de dimensionnement déterminante.**

**Sur-dimensionner les ouvrages sans surcoût**

La gestion intégrée des eaux pluviales fait appel à des techniques de nivellement et à une multiplicité d'ouvrages qui sont difficiles à contrôler en terme de volume.
Ainsi, quelques centimètres d'erreur dans le calage altimétrique, la variation des indices de vide des matériaux des chaussées réservoirs lors des livraisons, l'hétérogénéité des capacités d'infiltration des sols au sein d'un projet, le contrôle des volumes réels dans les espaces verts… l'ensemble de ces variables peut modifier, dans des proportions parfois importantes, les volumes stockés.

Il est donc nécessaire de prendre en compte un **épisode pluvieux majeur**, c'est-à-dire la centennale, de façon à être moins vulnérable aux aléas de réalisation.

Il est recommandé également d'augmenter de 10 à 15 % les volumes indiqués sur les plans de façon à tenir compte des aléas de réalisation.

**Réaliser des ouvrages simples et durables**

La gestion intégrée des eaux pluviales doit s'accompagner d'une simplification des ouvrages conçus pour leur fonction première et une diminution des coûts de maintenance.

Les points précédents permettent de concevoir des ouvrages simples et durables a contrario d'une approche purement hydraulique qui conduit à des ouvrages coûteux et complexes à gérer ou à entretenir (structures alvéolaires ultra légères (SAUL), bassin à régulateur de débit…).

**Prioriser la gestion des eaux pluviales par des espaces verts**

La gestion intégrée des eaux pluviales est incontestablement un concept qui favorise les espaces verts et l'intégration paysagère.
Les espaces verts sont les ouvrages à prioriser tant les avantages qu'on y trouve sont nombreux : l'économie de projet, l'esthétique, la biodiversité, le contrôle visuel, l'entretien...

## Le saviez-vous ?

***Coût d'un aménagement pour la gestion d'1 m³ d'eau de pluie :***
*- espaces verts : 20 à 50 €*
*- tranchées drainantes ou chaussées à structure réservoir : 120 à 160 €*
*- structure alvéolaire ultra-légère (SAUL) : 300 à 400 €*
*- bassin enterré : 1 000 à 2 000 €*

## C) Méthode empirique des calculs de dimensionnement

Cette méthode de calcul a l'avantage d'être rapide et simple dans son utilisation. En comparaison de la méthode traditionnelle de calcul hydraulique, l'approche empirique a pour conséquence une surévaluation des volumes de stockage nécessaires. Ce surdimensionnement hydraulique des ouvrages permettra d'avoir des marges de manœuvre et de sécurité dans la conception du projet.

Quels sont les éléments de surdimensionnement ?
- La prise en compte d'un évènement majeur pour dimensionner tous les projets,
- La vidange de l'ouvrage ou de l'aménagement pendant la période de remplissage n'est pas prise en compte,
- L'évapotranspiration des espaces végétalisés n'est pas considérée, ni la capacité de stockage de la terre végétale (dont la perméabilité est de l'ordre de $10^{-5}$ m/s).

La méthode empirique préconisée se base sur les éléments suivants :

- Dimensionner les ouvrages pour une pluie référence de 60 mm/m²
- Volume à stocker (m³) = Surface imperméable (m²) x 0,06 m (pluie centennale) ,
- La surface d'infiltration ne sera pas inférieure à 1/10 de la surface perméable ,
- Limiter la profondeur de la zone de stockage et d'infiltration à 30 cm en moyenne ,
- Coefficient de ruissellement :
  - On applique un coefficient de 1 à toutes les surfaces imperméables (toitures, voiries, parkings) ,
  - On applique un coefficient de 0 à toutes les surfaces perméables ou semi-perméables (espaces verts, gravillonnés, pavés…).

## D) Boite à outils

Les outils de techniques alternatives sont nombreux et décrits dans de nombreux guides, fiches techniques, et vidéos proposés par deux associations incontournables l'ADOPTA[1] et le Graie, mais également par des collectivités comme par exemple La Région de Bruxelles-Capitale ou la Communauté d'Agglomération Henin-Carvin.

**Nous avons ainsi choisi de présenter uniquement de manière synthétique les outils essentiels, simples et économiques permettant la mise en œuvre d'une gestion intégrée des eaux pluviales.**

*Afin d'avoir une vision plus exhaustive, nous vous invitons à consulter les ressources référencées ci-après.*

1 - ADOPTA : Association pour le Développement Opérationnel et la Promotion des Techniques Alternatives en matière d'eaux pluviales

En savoir plus

Depuis 25 ans, l'ADOPTA fait la promotion d'une gestion durable et intégrée des eaux pluviales.

**De nombreuses ressources disponibles :**
***www.adopta.fr***

- Fiches techniques
- Études de cas
- Documents de sensibilisation
- Vidéos

En savoir plus

Crée en 1985, le Graie est le Groupe de Recherche, Animation technique et Information sur l'Eau.

En savoir plus

La thématique des eaux pluviales est développée sur le site Méli Mélo avec :

- Documents de synthèse et de sensibilisation
- Vidéos Web-Serie

En savoir plus

L'institut Bruxelles environnement a réalisé un guide sous la forme d'un site dont une partie est consacrée à la thématique de l'eau.

En savoir plus

Le Guide Bâtiment Durable est destiné aux professionnels de la construction.

En savoir plus

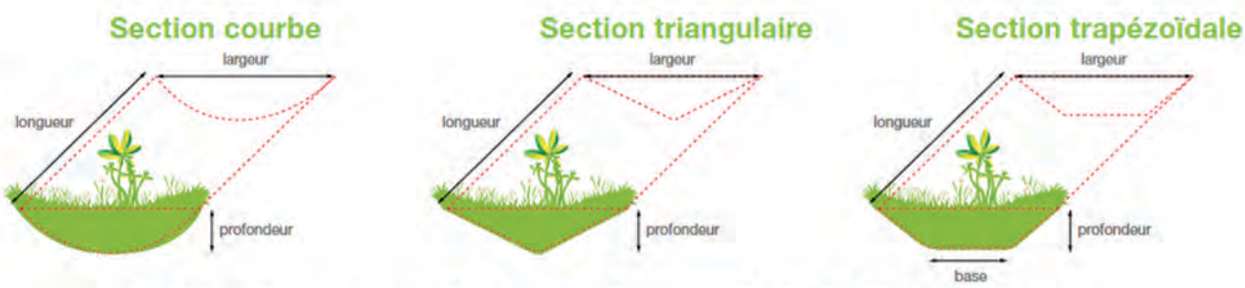
En 2010, l'Agglomération de Hénin-Carvin est l'une des premières collectivités à publier un guide sur la gestion intégrée.

## *1. Espaces verts d'infiltration*

- **La noue d'infiltration**

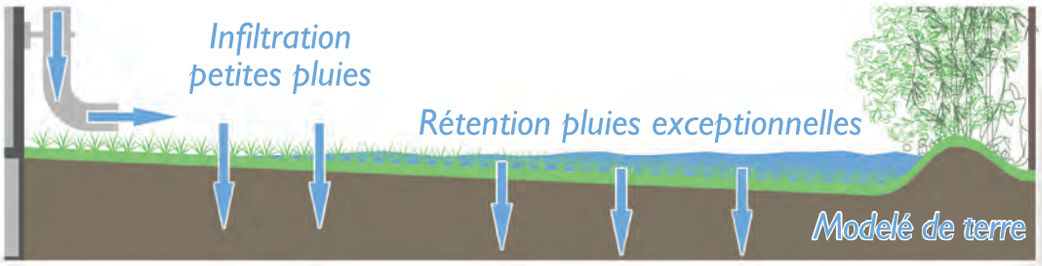
  La noue est un espace vert creux ( 30 cm de profondeur) longitudinal avec des pentes douces. Idéal sur les terrains plats, cet espace permet de stocker et d'infiltrer les eaux de ruissellement issues des surfaces imperméables adjacentes.

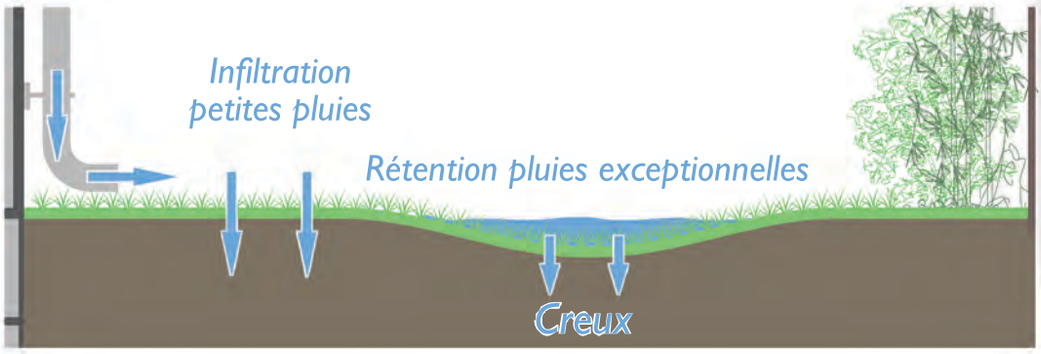
  La noue peut être simplement engazonnée ou plantée de diverses espèces végétales adaptées. Plus la noue est couverte de végétaux de type arbustif différents, plus son efficacité est grande en terme d'infiltration (rôle des racines), et plus les coûts d'entretien sont maîtrisés (taille 1 à 2 fois/an).

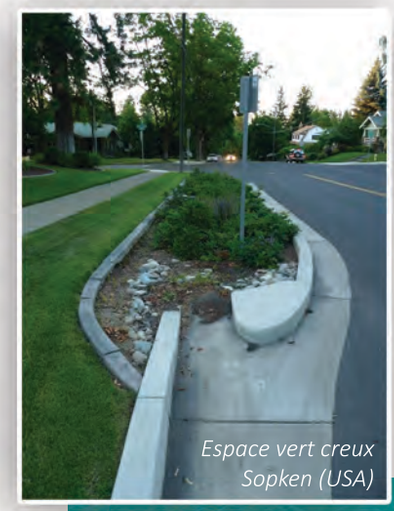



Pour les sections courbes : **V = longueur * Largeur * h * (3,14 / 4)**
Pour les sections triangulaires : **V = longueur * (largeur / 2) * profondeur**
Pour les sections trapézoïdales : **V = longueur * profondeur * ((largeur + base) / 2)**

*Calcul du volume en fonction des formes de noues (Source : Grand Lyon)*





Espace vert creux
Sopken (USA)

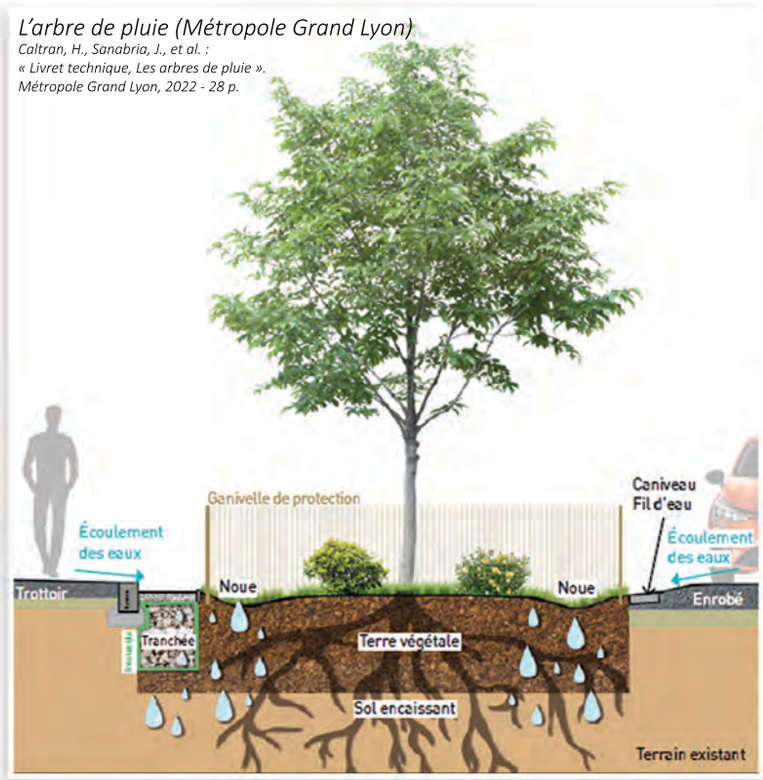
- **Le modelé de terre (talus/merlon)**
  Cette solution est particulièrement adaptée aux terrains en pente. Plutôt que de créer une zone légèrement creusée, il est alors préférable et beaucoup moins coûteux de profiter de la pente et de réaliser un modelé de terre (ou merlon) au point bas du terrain afin de rendre ce dernier temporairement inondable.
  Idéalement, le modelé de terre, généralement de 30 à 40 cm de haut, peut être planté.

- **Les espaces verts creux**
  La fonction principale d'un espace vert creux (ou jardin de pluie) est d'assurer la fonction d'un jardin. Mais la mise en place d'un jardin de pluie permet également d'assurer une gestion quantitative des eaux pluviales puisqu'il permet le stockage, l'évapotranspiration, et l'infiltration des eaux de ruissellement.
  Les jardins de pluie constituent prioritairement des espaces dédiés aux fonctions paysagères, mais ces espaces peuvent également avoir plusieurs fonctions : espaces ludiques, lieux de promenade, espaces verts.

*Les arbres de pluie*

En savoir plus

*Livret technique*
*Métropole Grand Lyon, 2022.*




*L'arbre de pluie (Métropole Grand Lyon)*
*Caltran, H., Sanabria, J., et al. :*
*« Livret technique, Les arbres de pluie ».*
*Métropole Grand Lyon, 2022 - 28 p.*

Jardin de pluie © Bruxelles Environnement

Rond point creux
Cayeux sur Mer (80)

*Rénovation des toitures d'une résidence médicalisée ( SNA – Siretec)*

*Maison de la petite enfance Simone Veil de Mérignac (Biotopes Création - GIET architecture)*

## 2. Toitures stockantes

Les toits dits « stockants » collectent l'eau directement sur leur surface. Ils ne nécessitent donc pas d'ouvrage de collecte. Le stockage est permis grâce à un revêtement d'étanchéité (similaire à celui mis en place en toiture non stockante). Le parapet, en pourtour de toiture, permet de stocker quelques centimètres d'eau. Les eaux sont ensuite, suivant le type de toiture envisagé, évacuées par évaporation, évapotranspiration ou relâchées à faible débit vers une zone d'infiltration dans le sol.

Les différents types se distinguent par la couche de finition éventuelle :

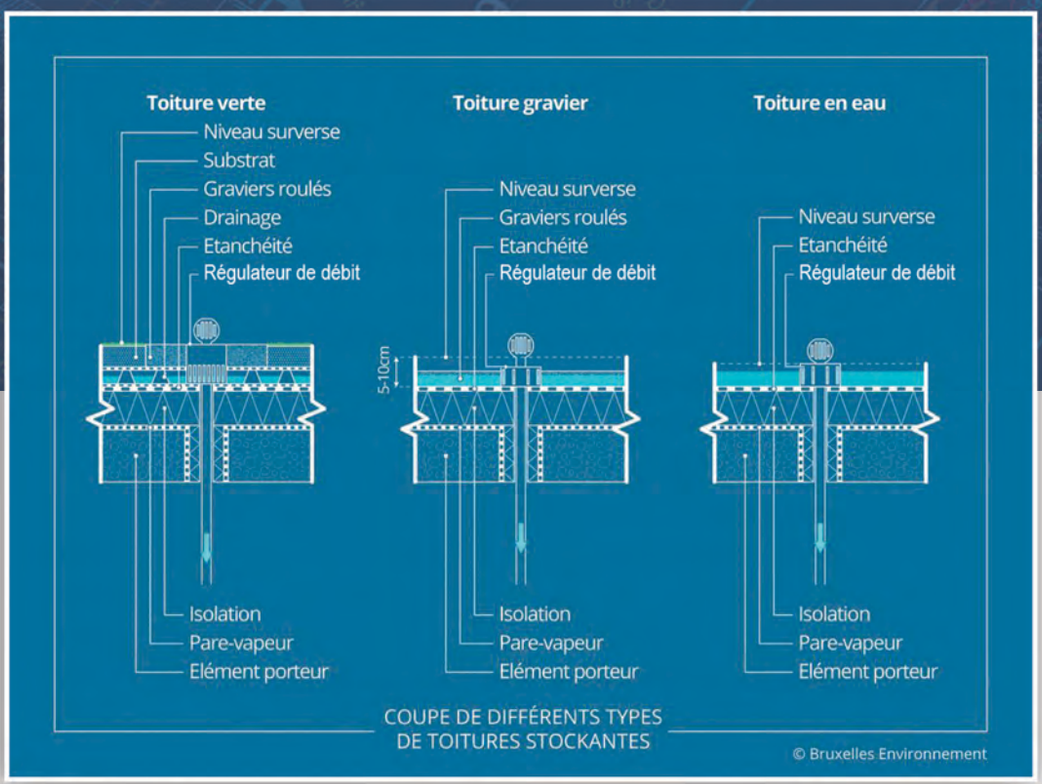
- les toitures végétalisées qui stockent les eaux :
  - dans le substrat végétal, substrat qui peut être plus ou moins épais ;
  - sous le substrat végétal dans des structures alvéolaires ultra légères.
- les toitures gravier qui stockent les eaux au niveau de la couche de gravier ;
- les toitures en eau, sans aucun matériau de finition par-dessus l'étanchéité.

Les avantages des toitures végétalisées et en gravier sont nombreux : augmentation de l'inertie thermique permettant de lutter contre la surchauffe estivale, développement de la biodiversité, protection des membranes d'étanchéité contre les UV, réduction du ruissellement de l'eau, filtration partielle de l'eau…

## Le saviez-vous ?

**Pour les toitures en eau ou gravier, le stockage d'eau ne représente aucune surcharge supplémentaire.**

En effet, il est déjà nécessaire de prendre en compte une surcharge sur toutes les toitures terrasses, même si elles ne sont pas stockantes, pour tenir compte de la présence éventuelle de neige (ou d'eau jusqu'au niveau du trop-plein en cas de bouchage des évacuations). Cette surcharge (hors région montagneuse) est de 50 kg par m² (cette valeur correspond à un stockage de 50 l/m²). Il faut de plus prendre en compte une surcharge d'exploitation et d'entretien (même pour les toitures inaccessibles) de 100 kg par m², ce qui correspond à 10 cm d'eau supplémentaire. Aucun surcoût n'est donc en général à prévoir si on limite le volume stocké aux valeurs acceptables par la structure.



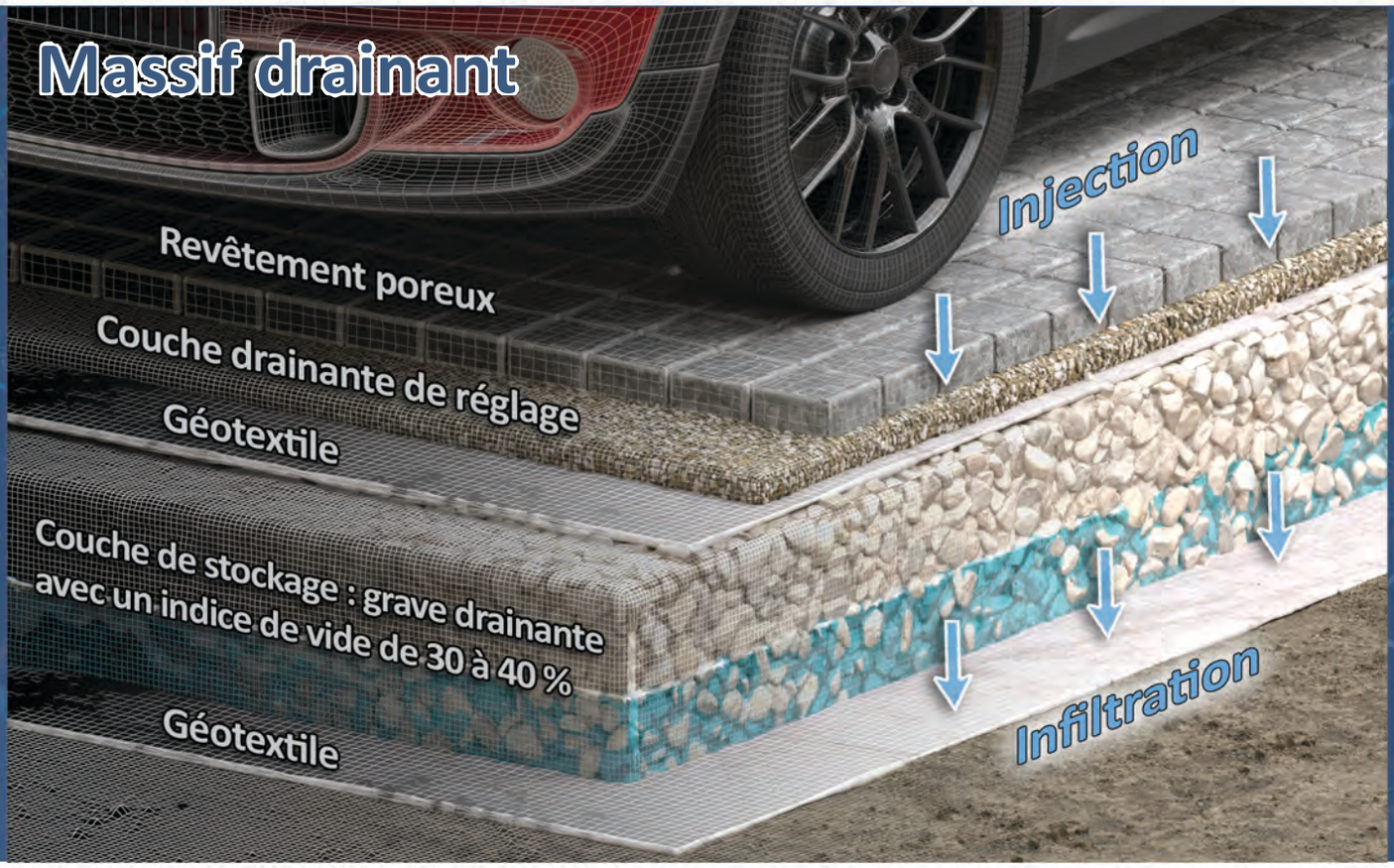

*ADIVET*

En savoir plus

*Association des toitures végétales*

## Le saviez-vous ?

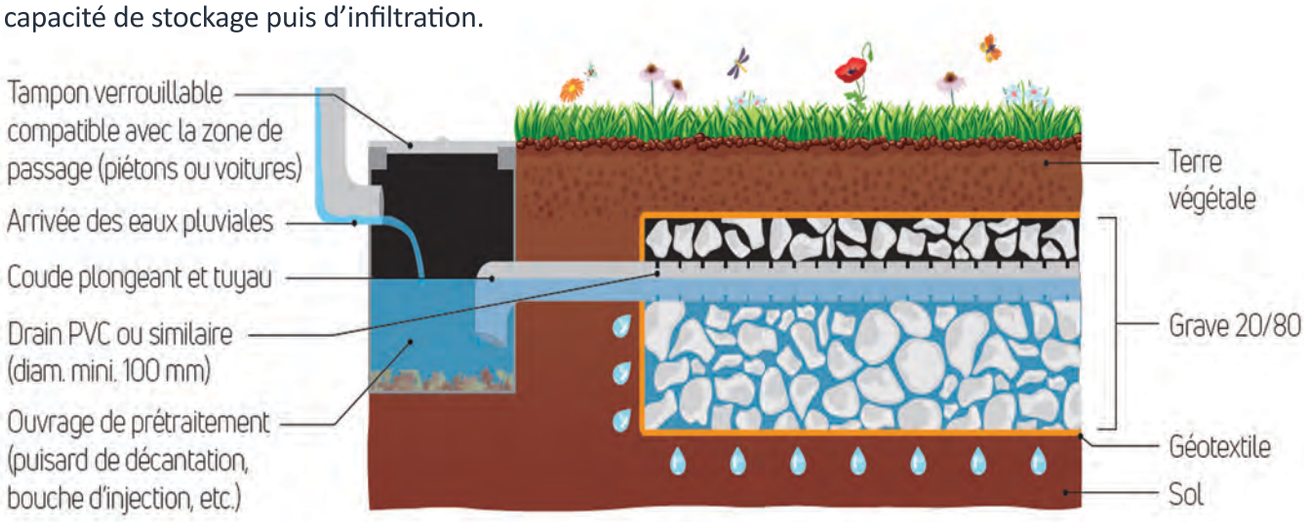
**Depuis la Loi « Energie et climat » de 2019, il est désormais possible de combiner toitures végétalisées et panneaux photovoltaïques.**




### *3. Massifs d'infiltration*

Le massif d'infiltration est un ouvrage constitué de matériaux drainants (grave drainante à 30 % d'indice de vide minimum). Le massif recueille l'eau soit par l'intermédiaire de drains diffusant l'eau dans le corps du massif ou directement par ruissellement sur la surface. Elle est ensuite stockée temporairement dans la structure. Après stockage, elle se vidange par infiltration directe dans le sol.

Les massifs d'infiltration, également appelés tranchées drainantes lorsque l'aménagement est linéaire, peuvent être situés sous une noue mais également constituer la couche de fondation d'une allée piétonne, d'une piste cyclable, ou d'un stationnement.
Ces aménagements nécessitent en effet la mise en œuvre d'une structure pour garantir une portance. Remplacer cette structure porteuse en grave traditionnelle par de la grave drainante permet d'obtenir une capacité de stockage puis d'infiltration.




*La tranchée d'infiltration - Source: ADOPTA*

## *4. Chaussées à structure réservoir*

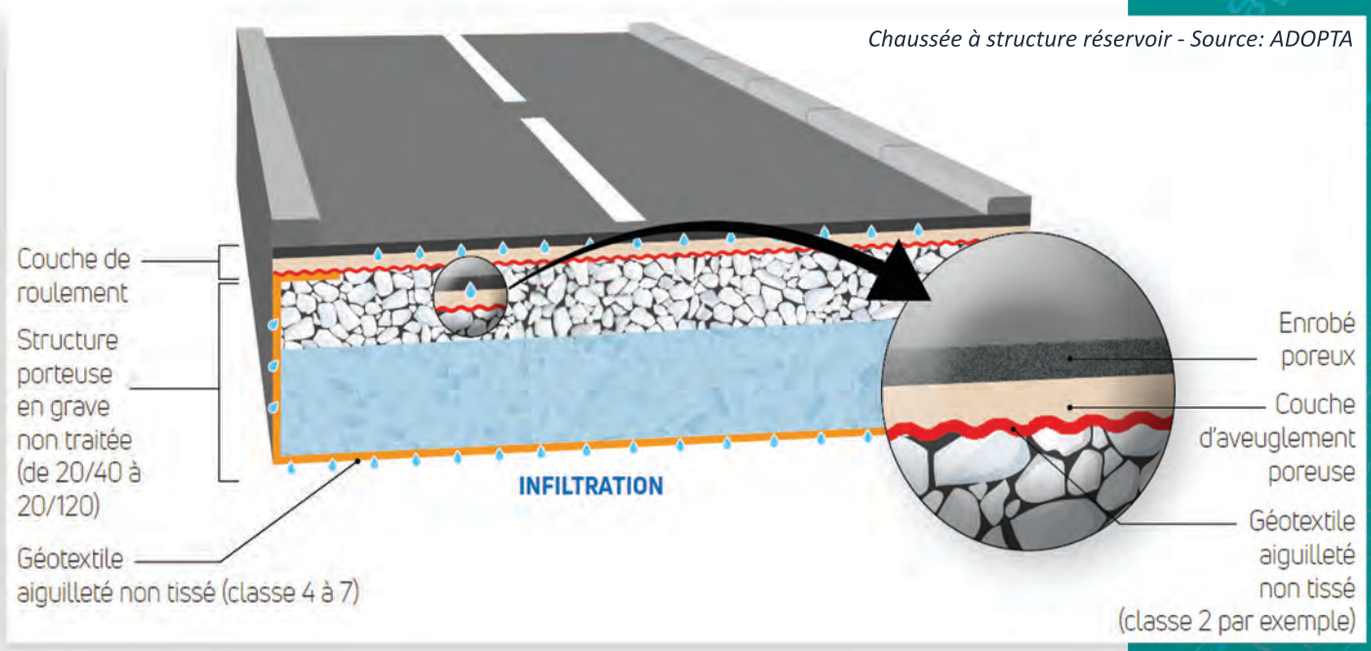
Les chaussées à structure réservoir sont réalisées sur le même principe que les massifs drainants en stockant l'eau dans les matériaux qui les composent. Ainsi, la structure porteuse dimensionnée pour la résistance mécanique est constituée de matériaux drainants entourés d'un géotextile anti-contaminant (qui empêche les fines de pénétrer dans la structure et assure la pérennité de l'ouvrage).

On différencie deux modes d'alimentation :

– **Alimentation directe** lorsque le revêtement de surface est perméable (enrobé poreux). Les précipitations qui tombent sur la surface de l'ouvrage sont directement infiltrées par un revêtement perméable et percolent vers la structure granulaire sous-jacente.

– **Alimentation indirecte** par bouche d'injection lorsque le revêtement de surface est imperméable. Les eaux sont alors collectées par un avaloir et subissent un traitement par décantation avant d'être injectées dans la structure par l'intermédiaire de drains. Ce mode d'alimentation nécessite l'installation dans le regard de décantation d'un système de filtration afin d'éviter tout colmatage de la structure réservoir.

Les structures réservoirs suivent souvent la pente du profil en long de la voirie, et un cloisonnement de la structure est alors nécessaire.



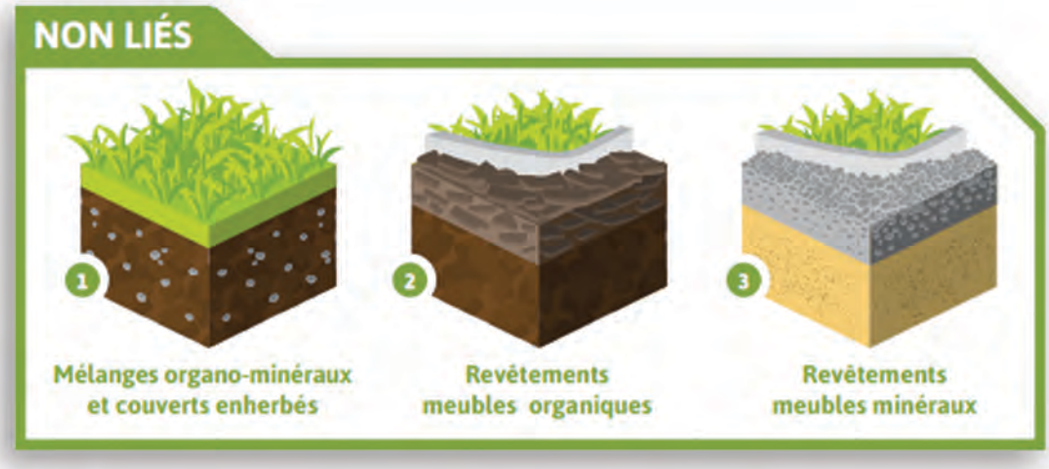

*Chaussée à structure réservoir - Source: ADOPTA*

### *5. Revêtements perméables*

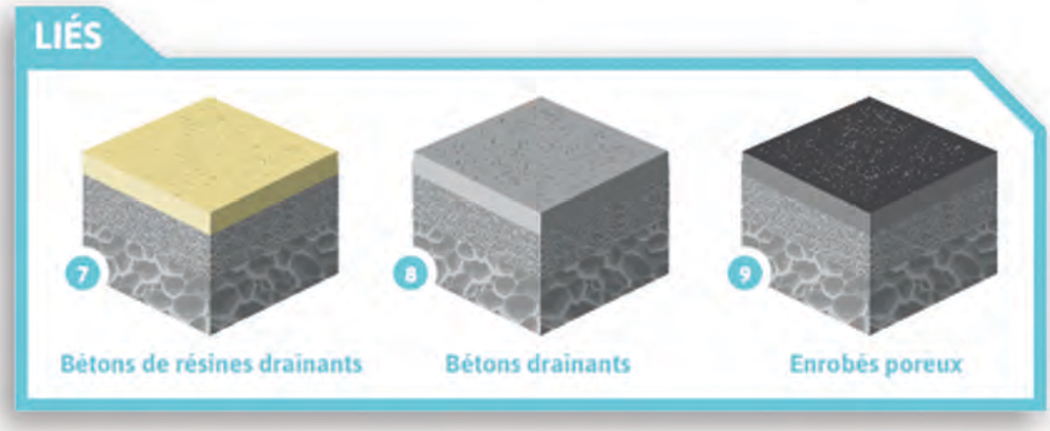
L'association Plante & Cité a établi, dans son guide « Revêtements perméables des aménagements urbains »[1], une typologie pour distinguer les types de revêtements perméables selon leur composition, leur rôle et leur mise en œuvre.

Les revêtements perméables sont nombreux, et une large gamme de produits est disponible dans le commerce. Cependant, ces matériaux doivent répondre à une double fonction de stockage et d'infiltration. Or le stockage est rarement intégré dans ces produits ; il est alors essentiel de les associer à une structure porteuse (couche de fondation) en grave drainante.

*Aménagement de stationnement perméable et de noue en bordure de voirie*




**Les revêtements « non liés »** intègrent les solutions où l'intégralité du matériau est meuble. Ceux-ci intègrent des solutions constituées d'un mélange de fractions organiques (adaptées pour des plantations) et/ou minérales.




**Les revêtements « liés »** sont constitués d'un matériau meuble, généralement minéral, qui a été figé au moyen de liants divers. Les procédés de liaison permettent l'apparition de pores et d'une perméabilité dans la matrice.

**Les revêtements « modulaires »** sont caractérisés par la présence d'éléments structurels d'un seul tenant assemblés les uns aux autres pour créer un maillage présentant des joints ou des ouvertures pour laisser infiltrer l'eau pluviale. Ces ouvertures peuvent être alors remplies d'un matériau meuble ou laissées vides.

1 - Dagois, R., Cheval H. : « Revêtements perméables des aménagements urbains : Typologie et caractéristiques techniques ». Plante & Cité, 2022 – 68 p.

*Plante & Cité, 2022*

En savoir plus

*Guide : Revêtements perméables des aménagements urbains : "Typologie et Caractéristiques techniques"*

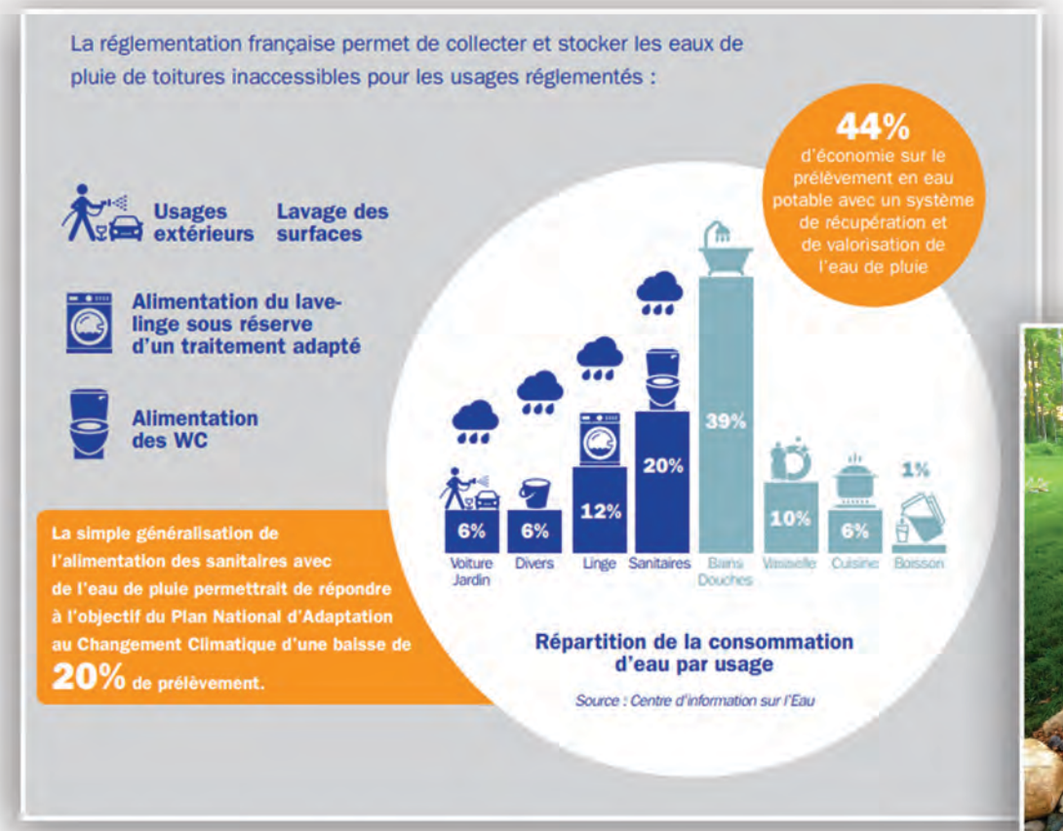
### *6. Récupérateurs d'eau de pluie*

Afin de permettre une **gestion durable et intégrée des eaux pluviales**, il est nécessaire de valoriser l'eau de pluie. Le principe de la récupération et de la réutilisation des eaux pluviales permet de réduire la consommation d'eau potable, et ainsi de préserver la ressource en eau.

Les seuls dispositifs de récupération ne permettent pas une gestion des eaux pluviales. Il est donc impératif de les associer avec les outils précédents. Ainsi :

- Le trop-plein d'un récupérateur d'extérieur sera dirigé vers un espace vert creux du jardin

- Le trop-plein d'une cuve enterrée (ou d'une citerne souple dans le vide sanitaire) sera dirigé vers une tranchée drainante.



## Le saviez-vous ?

**La résidence ABC (Autonomous Building for Citizens) à Grenoble, qui compte 62 logements intermédiaires et sociaux, est le premier bâtiment autonome de France.**

Créé en 2020, et co-développé par Bouygues Construction, le cabinet d'architecture Valode & Pistre, en partenariat avec Suez, ce premier bâtiment du genre vise une autonomie annuelle en énergie de 70 %, une réduction de 2/3 de la consommation d'eau issue du réseau de ville, et une réduction de 40 % des ordures ménagères.
Pour ce faire, le bâtiment produit et stocke l'eau et l'énergie nécessaires à ses habitants.
La résidence ABC apporte une solution intéressante pour les eaux pluviales qui y sont en effet collectées et utilisées pour alimenter les douches, lavabos, lave-vaiselle et lave-linge des logements. Les eaux grises (c'est-à-dire les eaux usées domestiques faiblement polluées) sont également récupérées, traitées et réutilisées pour les toilettes ou l'arrosage des jardins partagés. Enfin, la production d'eau chaude sanitaire est également optimisée en récupérant la chaleur des eaux grises.

*ABC Grenoble*

En savoir plus

*premier concept de bâtiment autonome*

# 4 Retours d'expérience sur l'agglomération briochine

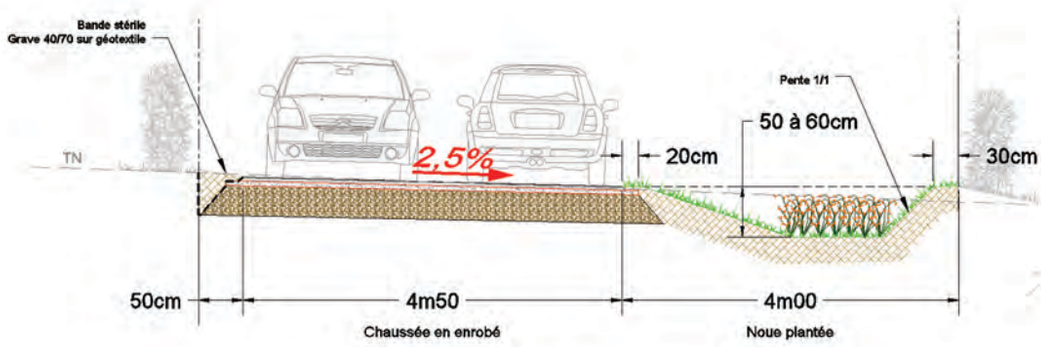
*Environnement paysager qualitatif du lotissement des Terres Blanches*

## A) Lotissement des Terres Blanches à Plérin

Un choix fort dès la conception de ce projet : **une gestion intégrée des eaux pluviales – zéro rejet.** Finalisé en 2021, le lotissement des Terres Blanches à Plérin, réalisé par Nexity et INFRA Services, s'étend sur un site de 3,4 ha relativement accidenté avec une pente de 3 à 6 %. Il permet d'accueillir 52 lots individuels et un lot comprenant 2 collectifs.

**Le domaine public :** Une voirie mixte ouverte à la circulation des véhicules et des piétons sur une seule et même voie sans aménagement spécifique (trottoirs…). Les eaux du domaine public sont stockées et infiltrées par des noues en bordure de chaussée.

**Le domaine privé :** Principe de gestion à la parcelle.
- Principe du zéro rejet des eaux pluviales (sauf pour les pluies supérieures à la cinquantennale).
- Libre choix des techniques d'infiltration (noue, massif drainant, échelle d'eau…).
- Merlon de 30 cm de retenue en bas de parcelles.
- 60 % minimum du stationnement en revêtement perméable.
- Obligation d'une note de calcul de dimensionnement hydraulique lors du dépôt de permis de construire.
- Délivrance d'un visa hydraulique conforme pour l'obtention du permis de construire.
- Les ouvrages hydrauliques mis en œuvre à la parcelle (noue, massif drainant...) sont annexés aux actes de vente.




*Coupe sur voirie principale avec noue - Source : INFRA Services*

## B) Rue de Bourgogne à Langueux

La réfection ou le réaménagement d'une voirie (installation d'une piste cyclable, d'une voie de bus en site propre…) peut être l'occasion de modifier son fonctionnement en faveur d'une meilleure gestion des eaux de pluie. Il s'agit souvent d'adapter le profil de la voirie pour que les écoulements soient dirigés vers les emprises perméables existantes (fosses d'arbres, bandes plantées). La suppression de tout ou partie des bordures qui entourent les espaces plantés en pleine terre permet de rediriger l'eau de pluie sans engager de travaux importants.

La commune de Langueux, accompagnée par les services de Saint-Brieuc Armor Agglomération mais également le CAUE[1], a réaménagé en 2019 la rue de Bourgogne. Ce projet de réaménagement de l'espace public a été l'occasion d'une réflexion sur **la déconnexion des eaux pluviales du réseau.**

La rue de Bourgogne est constituée d'une large voirie séparée initialement par un terre-plein central arboré. Le réseau d'assainissement situé sous le terre plein était endommagé par les racines des arbres. Ainsi, le projet de réfection de voirie et de réseau d'assainissement a conduit au remplacement du terre-plein central par une large noue qui récupère les ruissellements de surface.

Un massif drainant a également été aménagé sous la noue afin de stocker et infiltrer les eaux de toitures des maisons mais également de certaines impasses où des noues ont également été réalisées.

***Faire évoluer les manières de concevoir les voiries et les aires de stationnement doit être un objectif prioritaire.***

*Réaménagement de la rue de Bourgogne par une large noue centrale*

1 - CAUE : Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement

5

## Fiches techniques

Les fiches techniques suivantes illustrent différentes situations, soit une nouvelle urbanisation (maison individuelle, bâtiment commercial ou artisanal) permettant d'illustrer la gestion intégrée à la parcelle, soit une urbanisation existante (réaménagement d'une voirie) permettant d'aborder le principe de déconnexion.

Chaque fiche technique présente un exemple de solution possible, mais il en existe bien d'autres. Les différents outils présentés dans le chapitre 3 peuvent ainsi être combinés et donner lieu à une multitude de solutions.

Bien que comportant des éléments techniques de dimensionnement, ces fiches constituent un outil d'aide à la conception des projets, mais elles ne remplacent pas les missions de maîtrise d'œuvre et d'ingénieries, paysagères, hydrauliques ou écologiques, indispensables à l'élaboration de tous les projets.

# Fiche 1 : Gestion à la parcelle pour une maison individuelle

# **Fiche 2 :** Gestion à la parcelle pour une entreprise

FICHE TECHNIQUE 2

Gestion à la parcelle - Entreprise commerciale / artisanale

2

Parcelle d'une surface totale de **1 600 m²**

- Bâtiment principal : **375 m²**
- Voirie enrobé : **519 m²**
- Stationnement perméable : **225 m²**
- Espaces verts : **481 m²**

1) Pré-dimensionnement par les espaces verts d'une pluie centennale

**Pluie de référence** : 60 mm
**Perméabilité** : en l'absence de données, on retiendra une perméabilité moyenne de $5.10^{-6}$ m/s .

$$\frac{\text{SURFACE TOTALE DES ZONES MINERALES} \times 0{,}06}{\text{SURFACE DES ESPACES VERTS}} \leq 0{,}30$$

$$\frac{(375 + 519 + 225) \times 0{,}06}{481} = 0{,}14$$

**Conclusion :**
Avec une profondeur moyenne de 0,14 m, soit 14 cm, les espaces verts sont suffisants pour gérer la pluie centennale.

2) Dimensionnement

Surface A

Constat

Surface imperméable collectée (emplacement) :
S (m²) = 35 x 7,5 = **262,5 m²**

Volume à infiltrer :
S (m²) x hauteur de la pluie centennale = 262,5 x 0,06 = **15,75 m³**

Solution : Noue
Aménagement d'une noue en bordure de voirie d'une profondeur de 32 cm.
La faible profondeur et les pentes douces permettent une gestion classique par une tonte mécanique, ou une plantaion ornementale (arbres, arbustes ...)

Calcul

Surface de la noue (m²) :
Longueur x Largeur = 40 x 2,5 = 100 m²

Volume de stockage (m³) :
Surface x hauteur / 2 = 100 x 0,32 / 2 = 16 m³

Débit d'infiltration (m³/s) :
Surface d'infiltration (m²) x perméabilité (m/s)
= 100 x $5.10^{-6}$ = $5.10^{-4}$ m³/s

Temps de vidange :
Volume à infiltrer (m³) / Débit d'infiltration (m³/s)
= 15,75 / $5.10^{-4}$ = 31 500 s
Soit 8,7 heures pour infiltrer la pluie centennale

GIEP / Fiche technique 2
SBAA - 2023

Surface C

Calcul

Surface de la noue (m²) :
Longueur x Largeur = 50 x 2,5 = 125 m²
Hauteur : 0,25 m

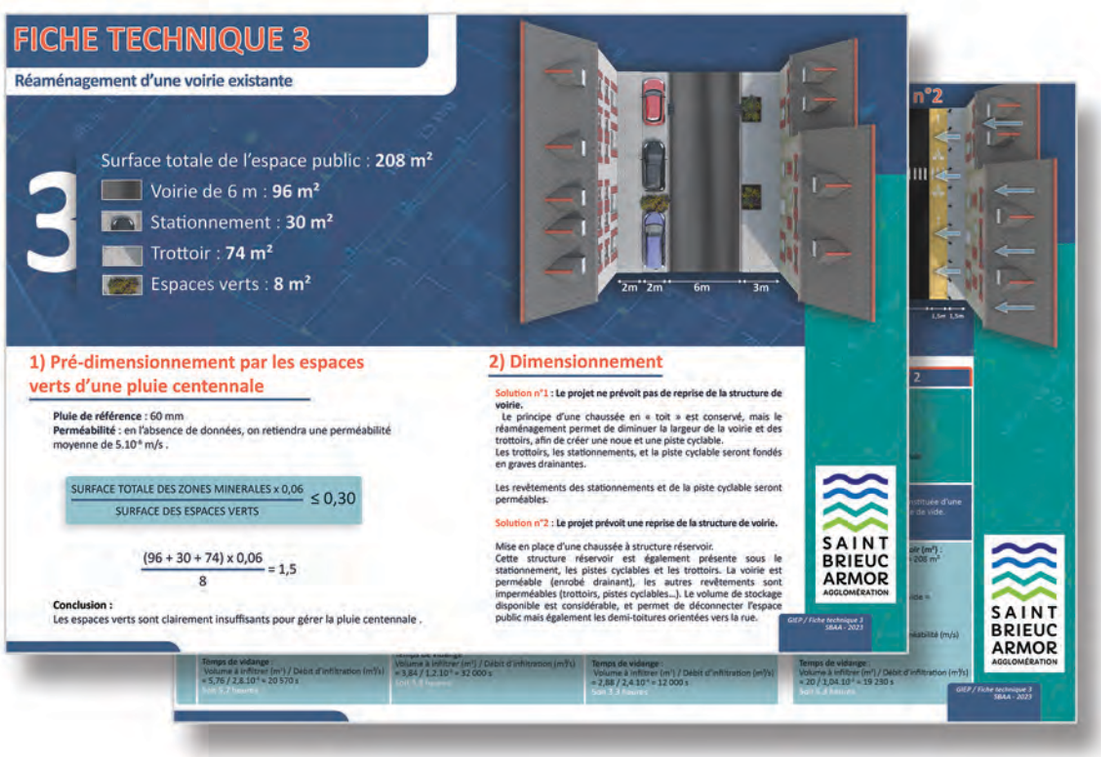
Volume de stockage (m³) :
Surface x hauteur / 2 = 125 x 0,25 / 2 = 15,6 m³

Débit d'infiltration (m³/s) :
Surface d'infiltration (m²) x perméabilité (m/s)
= 125 x $5.10^{-6}$ = $6.25.10^{-4}$ m³/s

Temps de vidange :
Volume à infiltrer (m³) / Débit d'infiltration (m³/s)
= 15 / $6.25.10^{-4}$ = 24 000 s
Soit 6,6 heures pour infiltrer la pluie centennale

GIEP / Fiche technique 2
SBAA - 2023

# **Fiche 3 :** Réaménagement d'une voirie



FICHE TECHNIQUE 3

Réaménagement d'une voirie existante

3

Surface totale de l'espace public : **208 m²**

- Voirie de 6 m : **96 m²**
- Stationnement : **30 m²**
- Trottoir : **74 m²**
- Espaces verts : **8 m²**

1) Pré-dimensionnement par les espaces verts d'une pluie centennale

**Pluie de référence** : 60 mm
**Perméabilité** : en l'absence de données, on retiendra une perméabilité moyenne de $5.10^{-6}$ m/s .

$$\frac{\text{SURFACE TOTALE DES ZONES MINERALES} \times 0{,}06}{\text{SURFACE DES ESPACES VERTS}} \leq 0{,}30$$

$$\frac{(96 + 30 + 74) \times 0{,}06}{8} = 1{,}5$$

**Conclusion :**
Les espaces verts sont clairement insuffisants pour gérer la pluie centennale .

2) Dimensionnement

Solution n°1 : **Le projet ne prévoit pas de reprise de la structure de voirie.**
Le principe d'une chaussée en « toit » est conservé, mais le réaménagement permet de diminuer la largeur de la voirie et des trottoirs, afin de créer une noue et une piste cyclable.
Les trottoirs, les stationnements, et la piste cyclable seront fondés en graves drainantes.

Les revêtements des stationnements et de la piste cyclable seront perméables.

Solution n°2 : **Le projet prévoit une reprise de la structure de voirie.**

Mise en place d'une chaussée à structure réservoir.
Cette structure réservoir est également présente sous le stationnement, les pistes cyclables et les trottoirs. La voirie est perméable (enrobé drainant), les autres revêtements sont imperméables (trottoirs, pistes cyclables...). Le volume de stockage disponible est considérable, et permet de déconnecter l'espace public mais également les demi-toitures orientées vers la rue.

GIEP / Fiche technique 3
SBAA - 2023

Temps de vidange :
Volume à infiltrer (m³) / Débit d'infiltration (m³/s)
= 5,76 / 2,8.$10^{-4}$ = 20 570 s
Soit 5,7 heures

Volume à infiltrer (m³) / Débit d'infiltration (m³/s)
= 3,84 / 1,2.$10^{-3}$ = 32 000 s
Soit 9,8 heures

Temps de vidange :
Volume à infiltrer (m³) / Débit d'infiltration (m³/s)
= 2,88 / 2,4.$10^{-4}$ = 12 000 s
Soit 3,3 heures

Temps de vidange :
Volume à infiltrer (m³) / Débit d'infiltration (m³/s)
= 20 / 1,04.$10^{-3}$ = 19 230 s
Soit 5,3 heures

GIEP / Fiche technique 3
SBAA - 2023

# FICHE TECHNIQUE 1

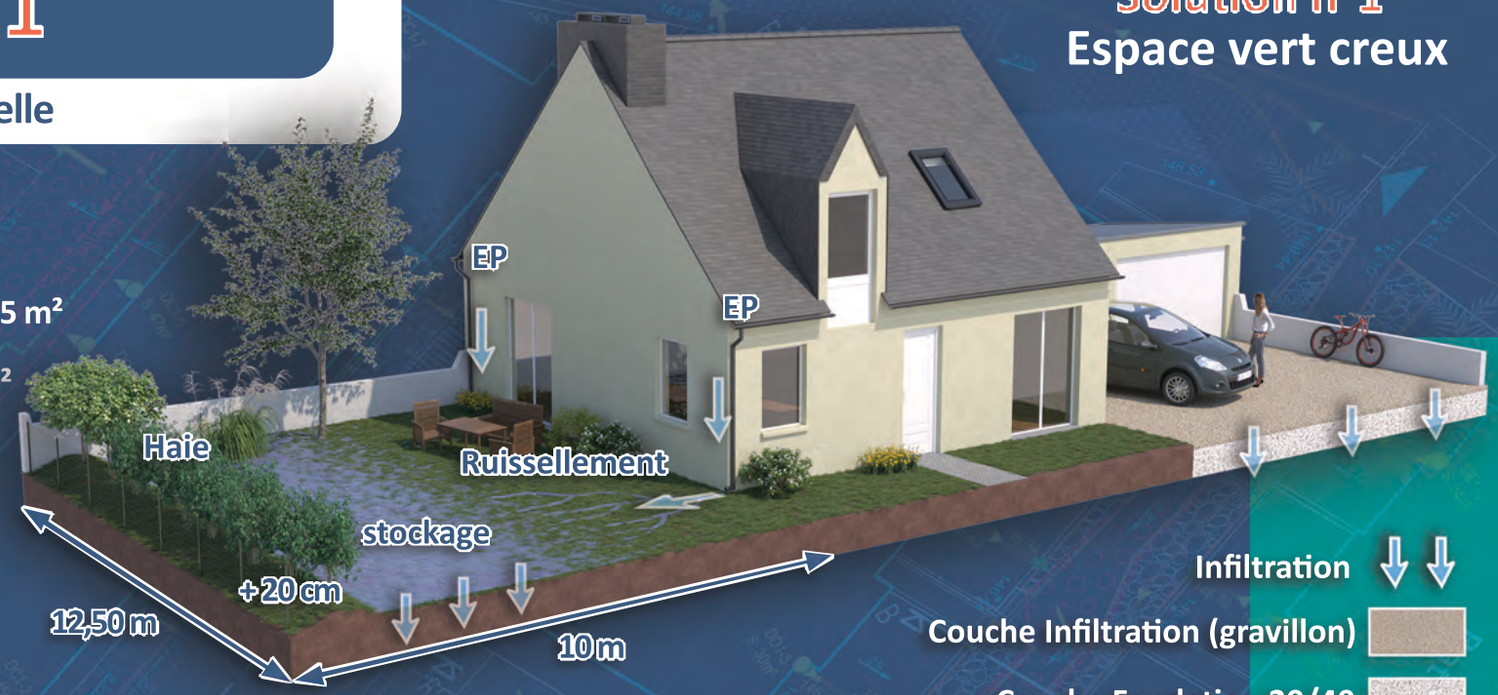
## Gestion à la parcelle – Maison Individuelle

## Solution n°1
## Espace vert creux

1

Parcelle d'une surface totale de **375 m²**

- Bâtiment principal : **100 m²**
- Bâtiment annexe : **50 m²**
- Accès véhicule : **75 m²**
- Espaces verts : **150 m²**




Infiltration

Couche Infiltration (gravillon)

Couche Fondation 20/40

## 1) Pré-dimensionnement par les espaces verts d'une pluie centennale

**Pluie de référence** : 60 mm
**Perméabilité** : en l'absence de données, on retiendra une perméabilité moyenne de $5.10^{-6}$ m/s .

$$\frac{\text{SURFACE TOTALE DES ZONES MINERALES} \times 0{,}06}{\text{SURFACE DES ESPACES VERTS}} \leq 0{,}30$$

$$\frac{(100 + 50 + 75) \times 0{,}06}{150} = 0{,}09$$

**Conclusion :**
Avec une profondeur moyenne de 0,09 m, soit 9 cm, les espaces verts sont suffisants pour gérer la pluie centennale.

## 2) Dimensionnement

**Constat**

**Surface imperméable collectée** (impluvium) :
S (m²) = 100+ 50 = **150 m²**
Le revêtement de l'accès véhicule est perméable, et ne génère pas d'écoulement.
**Volume à infiltrer** :
S (m²) x hauteur de la pluie centennale = 150 x 0,06 = **9 m³**

**Solution**

**Solution : Espace vert creux**
L'espace vert est rendu creux par le talutage d'un merlon de 20 cm en bordure de parcelle et le positionnement de la dalle du bâtiment 20 cm au-dessus du terrain naturel.

**Calculs**

**Surface de l'espace vert creux (m²)** :
Longueur x Largeur = 12,5 x 10 = **125 m²**
Hauteur : 0,2 m, soit **20 cm**

**Volume de stockage (m³)** :
Surface x hauteur / 2 = 125 x 0,2 / 2 = **12,5 m³**

**Débit d'infiltration (m³/s)** :
Surface d'infiltration (m²) x perméabilité (m/s)
= 93,75 x $5.10^{-6}$ = **$4{,}7.10^{-4}$ m³/s**

**Temps de vidange** :
Volume à infiltrer (m³) / Débit d'infiltration (m³/s)
= 9 / $4{,}7.10^{-4}$ = 19 200 s
**Soit 5,3 heures pour infiltrer la pluie centennale**

SAINT BRIEUC ARMOR AGGLOMÉRATION

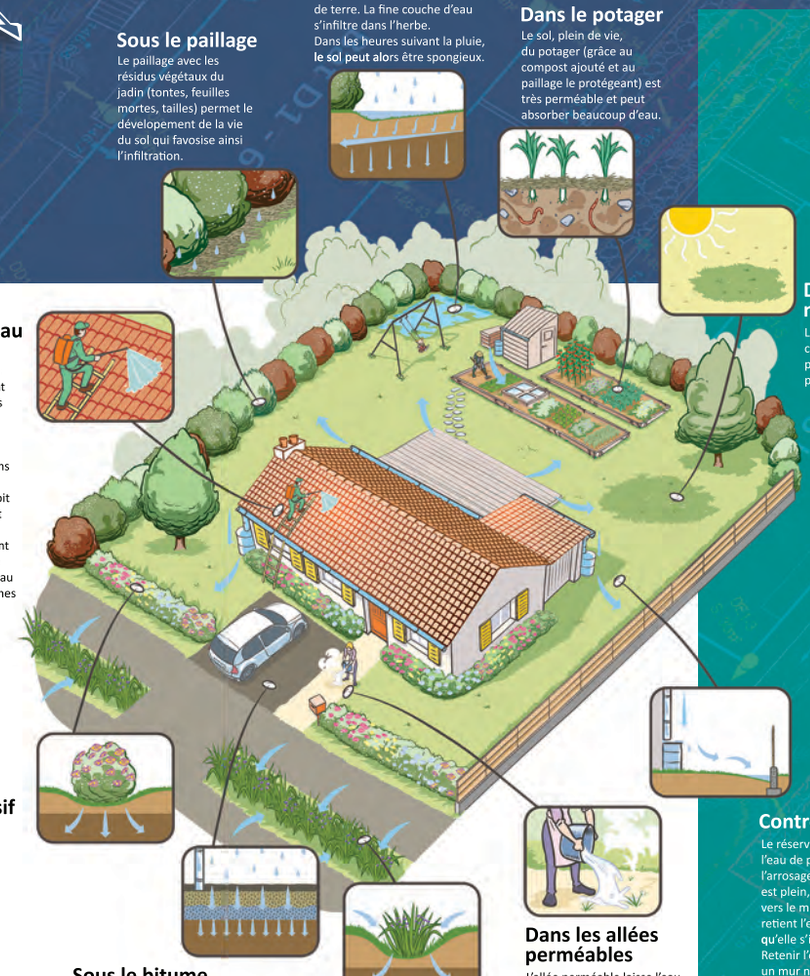
# Solution n°2
# Noue et massif drainant

**Malgré une surface d'espace vert suffisante pour gérer la pluie centennale, la nature du projet peut nécessiter la combinaison de plusieurs aménagements en fonction des surfaces imperméables collectées.**

| | Surface A | Surface B |
|---|---|---|
| **Constat** | **Surface imperméable collectée** (impluvium) :<br>S ($m^2$) = **100 $m^2$**<br><br>**Volume à infiltrer** :<br>S ($m^2$) x hauteur de la pluie centennale<br>= 100 x 0,06 = **6 $m^3$** | **Surface imperméable collectée** (impluvium) :<br>S ($m^2$) = **50 $m^2$**<br><br>**Volume à infiltrer** :<br>S ($m^2$) x hauteur de la pluie centennale<br>= 50 x 0,06 = **3 $m^3$** |
| **Solution** | **Solution : Noue**<br>Aménagement d'une noue en bordure de parcelle d'une profondeur de 25 cm.<br>La faible profondeur permet une végétalisation ornementale de la noue. | **Solution : Massif drainant sous l'accès véhicule**<br>Le revêtement de l'accès véhicule est perméable, et la couche de fondation est constituée d'une grave drainante à 30 % d'indice de vide. |
| **Calculs** | **Surface de la noue ($m^2$)** :<br>Longueur x Largeur = 20 x 2,5 = 50 $m^2$<br>Hauteur : **0,25 m, soit 25 cm**<br><br>**Volume de stockage ($m^3$)** :<br>Surface x hauteur / 2<br>= 50 x 0,25 / 2 = **6,25 $m^3$**<br><br>**Débit d'infiltration ($m^3/s$)** :<br>Surface d'infiltration ($m^2$) x perméabilité (m/s)<br>= 50 x $5.10^{-6}$ = **$2,5.10^{-4}$ $m^3/s$**<br><br>**Temps de vidange** :<br>Volume à infiltrer ($m^2$) / Débit d'infiltration ($m^3/s$)<br>= 6 / $2,5.10^{-4}$ = 24 000 s<br>**Soit 6,6 heures** | **Surface du massif drainant ($m^2$)** :<br>Longueur x Largeur = 10 x 7,5 = 75 $m^2$<br>Hauteur : **0,30 m, soit 30 cm**<br><br>**Volume de stockage ($m^3$)** :<br>Surface x hauteur / indice de vide<br>= 75 x 0,30 x 0,30 = **6,75 $m^3$**<br><br>**Débit d'infiltration ($m^3/s$)** :<br>Surface d'infiltration ($m^2$) x perméabilité (m/s)<br>= 75 x $5.10^{-6}$ = **$3,75.10^{-4}$ $m^3/s$**<br><br>**Temps de vidange** :<br>Volume à infiltrer ($m^2$) / Débit d'infiltration ($m^3/s$)<br>= 3 / $3,75.10^{-4}$ = 8 000 s<br>**Soit 2,2 heures** |

***D'autres solutions sont possibles :***

*SOURCE : UNCPIE LOIRE - ANJOU 2018*



**Au fond du jardin**
En cas de pluies fortes, l'eau est retenue dans les parties basses du jardin contre un petit modelé de terre. La fine couche d'eau s'infiltre dans l'herbe.
Dans les heures suivant la pluie, le sol peut alors être spongieux.

**Sous le paillage**
Le paillage avec les résidus végétaux du jardin (tontes, feuilles mortes, tailles) permet le dévelopement de la vie du sol qui favosise ainsi l'infiltration.

**Dans le potager**
Le sol, plein de vie, du potager (grâce au compost ajouté et au paillage le protégeant) est très perméable et peut absorber beaucoup d'eau.

**Dans les creux naturels**
Le terrain légèrement creux à cet endroit capte plus d'eau, rendant la pelouse plus verte.

**Eviter de polluer l'eau**
Les produits de démoussage des toits et murs sont toxiques pour les plantes, les animaux aquatiques et s'accumulent dans mon jardin :
- Je traite mon toit le moins souvent possible.
- Après traitement je déconnecte le récupératuer d'eau pour les prochaines pluies.

**Dans un massif de fleurs**
La forme creuse du massif permet de retenir l'eau qui s'infiltre dans les prochaines 24h.

**Sous le bitume**
La grave drainante :
Sous le sol poreux, ou avec une gouttière s'écoulant dedans, l'eau est retene dans un massif drainant.
Cet espace de rétention en gravier, entouré d'un géotextile laisse l'eau s'infiltrer dans le sol.

**Sur l'espace public**
La noue publique capte les eaux de la route et du trottoir et remplace les caniveaux grâce à une végétation adaptée.

**Dans les allées perméables**
L'allée perméable laisse l'eau s'infiltrer dans le sol. Attention ce sol infiltre également les produits désherbants.
- Je privilégie alors les méthodes alternatives comme l'eau chaude.

**Contre le mur**
Le réservoir récupère l'eau de pluie pour l'arrosage. Quand il est plein, il se déverse vers le mur clôture qui retient l'eau le temps qu'elle s'infiltre.
Retenir l'eau contre un mur ne le détériore pas et le poids de l'eau d'une pluie ne peut pas le faire céder.

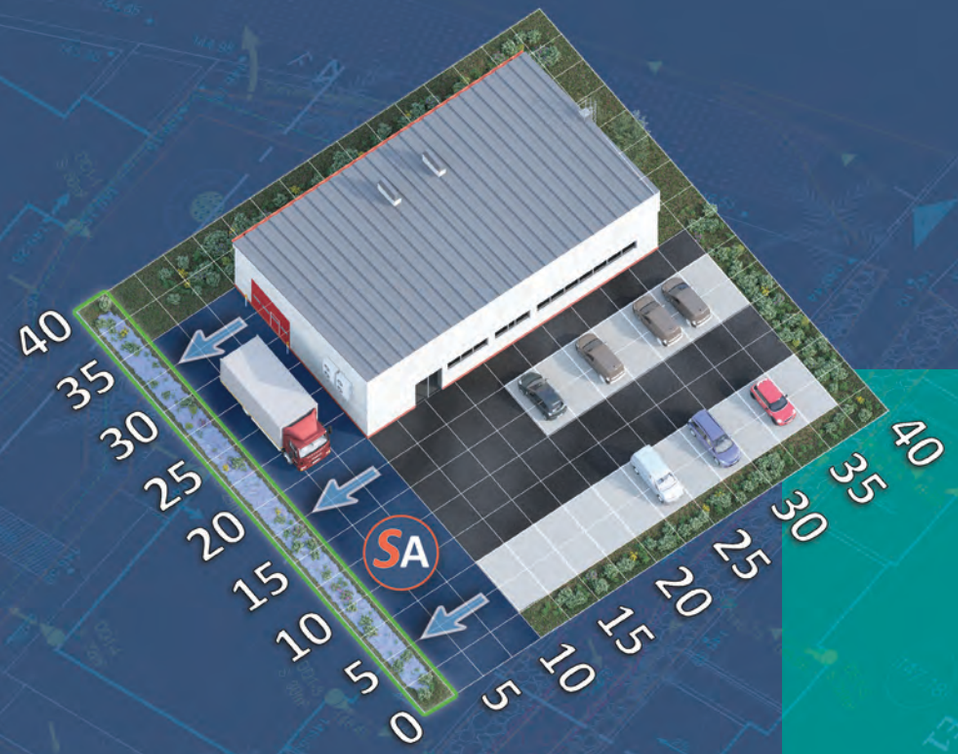
# FICHE TECHNIQUE 2

## Gestion à la parcelle - Entreprise commerciale / artisanale

2

Parcelle d'une surface totale de **1 600 m²**

- Bâtiment principal : **375 m²**
- Voirie enrobé : **519 m²**
- Stationnement perméable : **225 m²**
- Espaces verts : **481 m²**




## 1) Pré-dimensionnement par les espaces verts d'une pluie centennale

**Pluie de référence** : 60 mm
**Perméabilité** : en l'absence de données, on retiendra une perméabilité moyenne de $5.10^{-6}$ m/s .

$$\frac{\text{SURFACE TOTALE DES ZONES MINERALES x 0,06}}{\text{SURFACE DES ESPACES VERTS}} \leq 0{,}30$$

$$\frac{(375 + 519 + 225) \times 0{,}06}{481} = 0{,}14$$

**Conclusion :**
Avec une profondeur moyenne de 0,14 m, soit 14 cm, les espaces verts sont suffisants pour gérer la pluie centennale.

## 2) Dimensionnement

**Surface A**

**Constat**

**Surface imperméable collectée** (impluvium) :
S (m²) = 35 x 7,5 = **262,5 m²**

**Volume à infiltrer** :
S (m²) x hauteur de la pluie centennale = 262,5 x 0,06 = **15,75 m³**

**Solution**

**Solution :** Noue
Aménagement d'une noue en bordure de voirie d'une profondeur de 32 cm.
La faible profondeur et les pentes douces permettent une gestion classique par une tonte mécanique, ou une plantaion ornementale (arbres, arbustes ... )

**Calculs**

**Surface de la noue (m²)** :
Longueur x Largeur = 40 x 2,5 = **100 m²**

**Volume de stockage (m³)** :
Surface x hauteur / 2 = 100 x 0,32 / 2 = **16 m³**

**Débit d'infiltration (m³/s)** :
Surface d'infiltration (m²) x perméabilité (m/s)
= 100 x $5.10^{-6}$ = **$5.10^{-4}$ m³/s**

**Temps de vidange** :
Volume à infiltrer (m²) / Débit d'infiltration (m³/s)
= 15,75 / $5.10^{-4}$ = 31 500 s
**Soit 8,75 heures pour infiltrer la pluie centennale**

SAINT BRIEUC ARMOR AGGLOMÉRATION

## Surface B

**Constat**

**Surface imperméable collectée** (impluvium) :
S (m²) = **375 m²**

**Volume à infiltrer** :
S (m²) x hauteur de la pluie centennale = 375 x 0,06 = **22,5 m³**

**Solution**

**Solution :** Noue enherbée
Aménagement d'une noue en bordure de parcelle d'une profondeur de 30 cm.
La faible profondeur et les pentes douces permettent une gestion classique par une tonte mécanique.

**Calculs**

**Surface de la noue (m²)** :
Longueur x Largeur = 30 x 5 = 150 m²
Hauteur : **0,30 m, soit 30 cm**

**Volume de stockage (m³)** :
Surface x hauteur / 2 = 150 x 0,30 / 2 = **22,5 m³**

**Débit d'infiltration (m³/s)** :
Surface d'infiltration (m²) x perméabilité (m/s)
= 150 x $5.10^{-6}$ = **$7,5.10^{-4}$ m³/s**

**Temps de vidange** :
Volume à infiltrer (m³) / Débit d'infiltration (m³/s)
= 22.5 / $7,5.10^{-4}$ = 30 000 s
**Soit 8,4 heures pour infiltrer la pluie centennale**

## Surface C

**Constat**

**Surface imperméable collectée** (impluvium) :
S (m²) = **250 m²**
**Le stationnement VL n'est pas pris en compte car il est perméable.**
**Sa couche de fondation est constituée en grave drainante à 30% d'indice de vide, permettant au stationnement de ne générer aucun ruissellement.**

**Volume à infiltrer** :
S (m²) x hauteur de la pluie centennale = 250 x 0,06 = **15 m³**

**Solution**

**Solution :** Noue
Aménagement d'une noue en bordure de parcelle d'une profondeur de 25 cm.
La faible profondeur et les pentes douces permettent une gestion classique par une tonte mécanique, ou une plantation ornementale (arbres, arbustes ...)

**Calculs**

**Surface de la noue (m²)** :
Longueur x Largeur = 50 x 2,5 = 125 m²
Hauteur : **0,25 m, soit 25 cm**

**Volume de stockage (m³)** :
Surface x hauteur / 2 = 125 x 0,25 / 2 = **15,6 m³**

**Débit d'infiltration (m³/s)** :
Surface d'infiltration (m²) x perméabilité (m/s)
= 125 x $5.10^{-6}$ = **$6,25.10^{-4}$ m³/s**

**Temps de vidange** :
Volume à infiltrer (m³) / Débit d'infiltration (m³/s)
= 15 / $6,25.10^{-4}$ = 24 000 s
**Soit 6,6 heures pour infiltrer la pluie centennale**

SAINT BRIEUC ARMOR AGGLOMÉRATION

# FICHE TECHNIQUE 3

## Réaménagement d'une voirie existante

3

Surface totale de l'espace public : **208 m²**

- Voirie de 6 m : **96 m²**
- Stationnement : **30 m²**
- Trottoir : **74 m²**
- Espaces verts : **8 m²**

## 1) Pré-dimensionnement par les espaces verts d'une pluie centennale

**Pluie de référence** : 60 mm
**Perméabilité** : en l'absence de données, on retiendra une perméabilité moyenne de $5.10^{-6}$ m/s .

$$\frac{\text{SURFACE TOTALE DES ZONES MINERALES} \times 0{,}06}{\text{SURFACE DES ESPACES VERTS}} \leq 0{,}30$$

$$\frac{(96 + 30 + 74) \times 0{,}06}{8} = 1{,}5$$

**Conclusion :**
Les espaces verts sont clairement insuffisants pour gérer la pluie centennale .

## 2) Dimensionnement

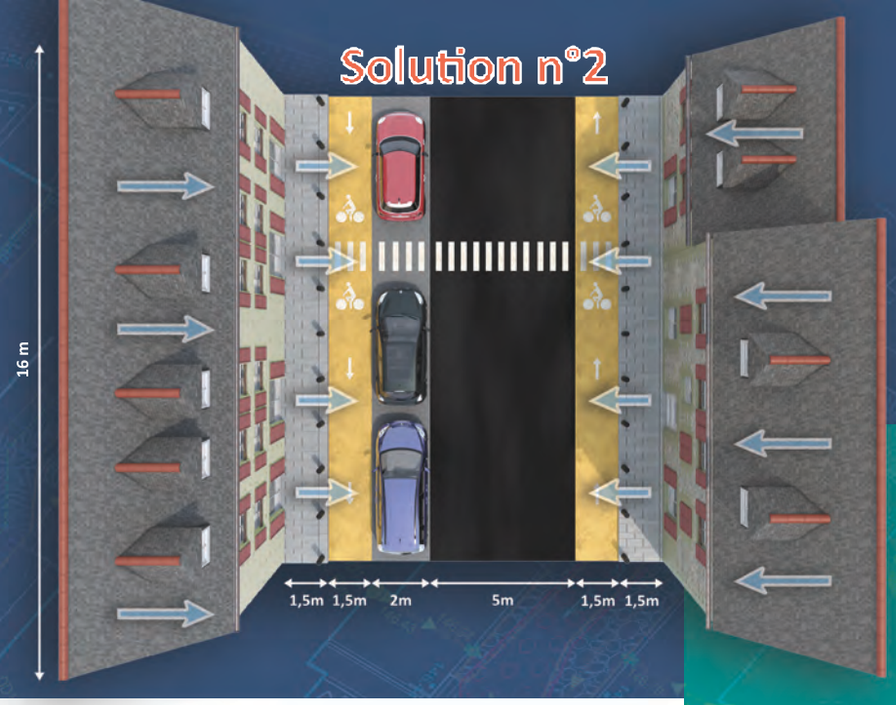
**Solution n°1 : Le projet ne prévoit pas de reprise de la structure de voirie.**
Le principe d'une chaussée en « toit » est conservé, mais le réaménagement permet de diminuer la largeur de la voirie et des trottoirs, afin de créer une noue et une piste cyclable.
Les trottoirs, les stationnements, et la piste cyclable seront fondés en graves drainantes.

Les revêtements des stationnements et de la piste cyclable seront perméables.

**Solution n°2 : Le projet prévoit une reprise de la structure de voirie.**

Mise en place d'une chaussée à structure réservoir.
Cette structure réservoir est également présente sous le stationnement, les pistes cyclables et les trottoirs. La voirie est perméable (enrobé drainant), les autres revêtements sont imperméables (trottoirs, pistes cyclables…). Le volume de stockage disponible est considérable, et permet de déconnecter l'espace public mais également les demi-toitures orientées vers la rue.

SAINT BRIEUC ARMOR AGGLOMÉRATION




| | Surface A | Surface B | Surface C | Solution n° 2 |
|---|---|---|---|---|
| **Constat** | Voirie (1/2) : 16 x 2,5 = 40 m²<br>Stationnement : 16 x 2 = 32 m²<br>Trottoir : 16 x 1,5 = 24 m²<br><br>**Surface collectée** (impluvium) : S (m²) = **96 m²**<br><br>**Volume à infiltrer** :<br>S (m²) x hauteur de la pluie centennale<br>= 96 x 0,06 = **5,76 m³** | Voirie (1/2) : 16 x 2,5 = 40 m²<br>Noue : 16 x 1,5 = 24 m²<br><br>**Surface collectée** (impluvium) : S (m²) = **64 m²**<br><br>**Volume à infiltrer** :<br>S (m²) x hauteur de la pluie centennale<br>= 64 x 0,06 = **3,84 m³** | Piste cyclable : 16 x 1,5 = 24 m²<br>Trottoir : 16 x 1,5 = 24 m²<br><br>**Surface imperméable collectée** (impluvium) :<br>S (m²) = **48 m²**<br><br>**Volume à infiltrer** :<br>S (m²) x hauteur de la pluie centennale<br>= 48 x 0,06 = **2,88 m³** | Espace public + demi-toitures<br><br>**Surface collectée** (impluvium) :<br>S (m²) = **336 m²**<br><br>**Volume à infiltrer** :<br>S (m²) x hauteur de la pluie centennale<br>= 336 x 0,06 = **20 m³** |
| **Solution** | **Solution :** Massif drainant sous les stationnements et le trottoir. | **Solution :** Noue enherbée et plantée<br>Aménagement d'une noue d'une profondeur de 35 cm.<br>Possibilité de planter des essences arborées adaptées. | **Solution :** Massif drainant sous la piste cyclable et le trottoir<br>La couche de fondation est constituée d'une grave drainante à 30 % d'indice de vide. | **Solution :** Structure réservoir<br>La couche de fondation est constituée d'une grave drainante à 30 % d'indice de vide. |
| **Calculs** | **Surface du massif (m²)** :<br>Longueur x Largeur = 16 x (2+1,5) = 56 m²<br>Hauteur : **0,35 m, soit 35 cm**<br><br>**Volume de stockage (m³)** :<br>Surface x hauteur x indice de vide<br>= 56 x 0,35 x 0,30 = **5,88 m³**<br><br>**Débit d'infiltration (m³/s)** :<br>Surface d'infiltration (m²) x perméabilité (m/s)<br>= 56 x $5.10^{-6}$ = **$2,8.10^{-4}$ m³/s**<br><br>**Temps de vidange** :<br>Volume à infiltrer (m³) / Débit d'infiltration (m³/s)<br>= 5,76 / $2,8.10^{-4}$ = 20 570 s<br>**Soit 5,7 heures** | **Surface de la noue (m²)** :<br>Longeur x largeur = 16 x 1,5 = **24 m²**<br><br>**Volume de stockage (m³) :**<br>Surface x hauteur / 2<br>= 24 x 0,35 / 2 = 4,2 m³<br><br>**Débit d'infiltration (m³/s)** :<br>Surface d'infiltration (m²) x perméabilité (m/s)<br>= 24 x $5.10^{-6}$ = **$1,2.10^{-4}$ m³/s**<br><br>**Temps de vidange** :<br>Volume à infiltrer (m³) / Débit d'infiltration (m³/s)<br>= 3,84 / $1,2.10^{-4}$ = 32 000 s<br>**Soit 8,8 heures** | **Surface du massif drainant (m²)** :<br>Longueur x Largeur = 16 x (1,5+1,5) = 48 m²<br>Hauteur : **0,35 m, soit 35 cm**<br><br>**Volume de stockage (m³)** :<br>Surface x hauteur x indice de vide<br>= 48 x 0,35 x 0,30 = **5,4 m³**<br><br>**Débit d'infiltration (m³/s)** :<br>Surface d'infiltration (m²) x perméabilité (m/s)<br>= 48 x $5.10^{-6}$ = **$2,4.10^{-4}$ m³/s**<br><br>**Temps de vidange** :<br>Volume à infiltrer (m³) / Débit d'infiltration (m³/s)<br>= 2,88 / $2,4.10^{-4}$ = 12 000 s<br>**Soit 3,3 heures** | **Surface de la structure réservoir (m²)** :<br>Longueur x Largeur = 16 x 13 = 208 m²<br>Hauteur : **0,35 m, soit 35 cm**<br><br>**Volume de stockage (m³)** :<br>Surface x hauteur x indice de vide =<br>208 x 0,35 x 0,30 = **21,8 m³**<br><br>**Débit d'infiltration (m³/s)** :<br>Surface d'infiltration (m²) x perméabilité (m/s)<br>= 208 x $5.10^{-6}$ = **$1,04.10^{-3}$ m³/s**<br><br>**Temps de vidange** :<br>Volume à infiltrer (m³) / Débit d'infiltration (m³/s)<br>= 20 / $1,04.10^{-3}$ = 19 230 s<br>**Soit 5,3 heures** |

SAINT BRIEUC ARMOR AGGLOMÉRATION

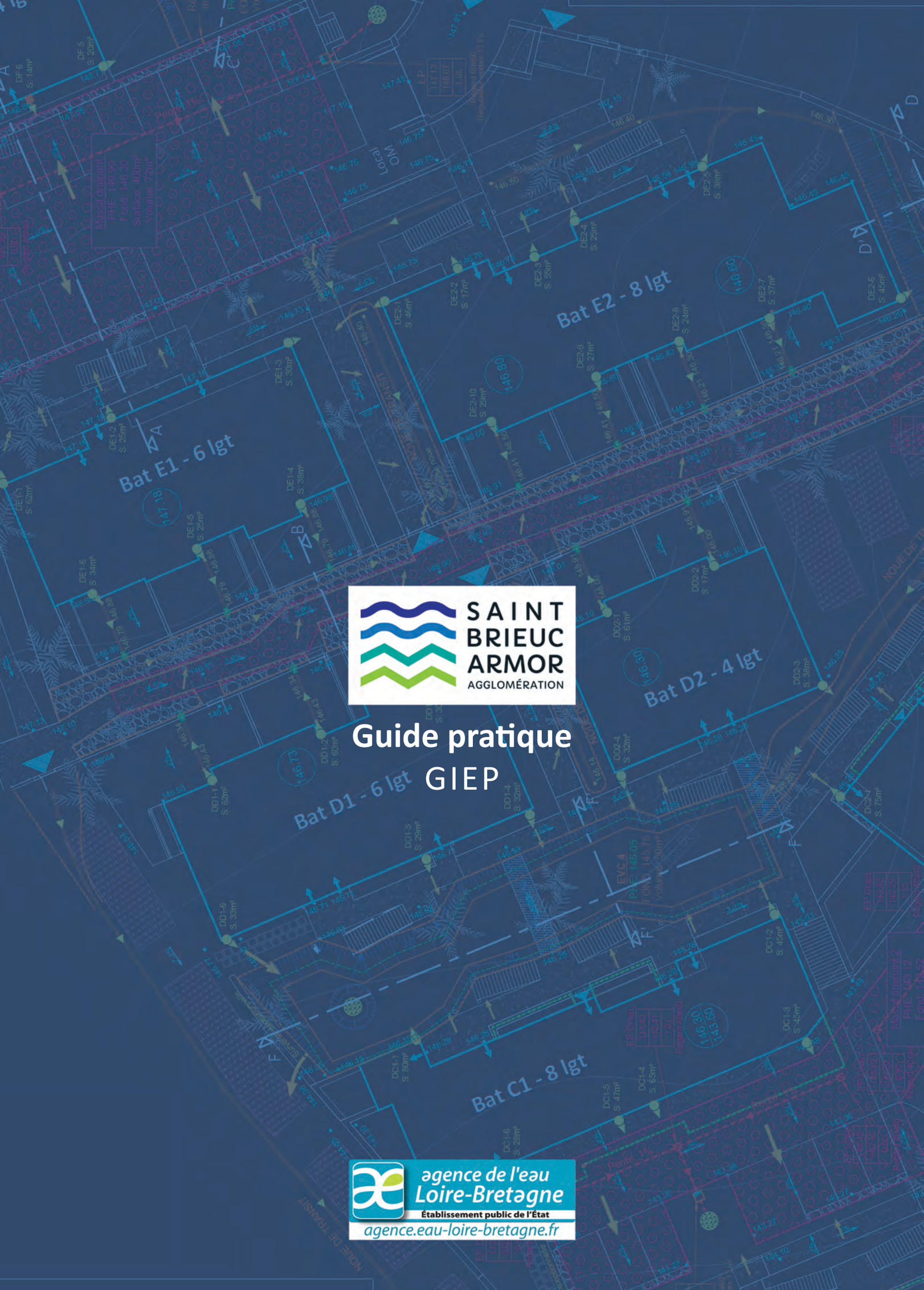
## *CONTACT :*

**Saint-Brieuc Armor Agglomération**

*Tel:* 02.96.77.20.00

**Autorité Organisatrice de l'Eau et de l'Assainissement**

**Frédéric LEVE**
Chargé d'animation de la politique gestion intégrée des eaux pluviales
*Tel:* 02.96.58.51.36
*Email:* frederic.leve@sbaa.fr




SAINT BRIEUC ARMOR AGGLOMÉRATION

# Guide pratique

## GIEP

agence de l'eau Loire-Bretagne
Établissement public de l'État
agence.eau-loire-bretagne.fr