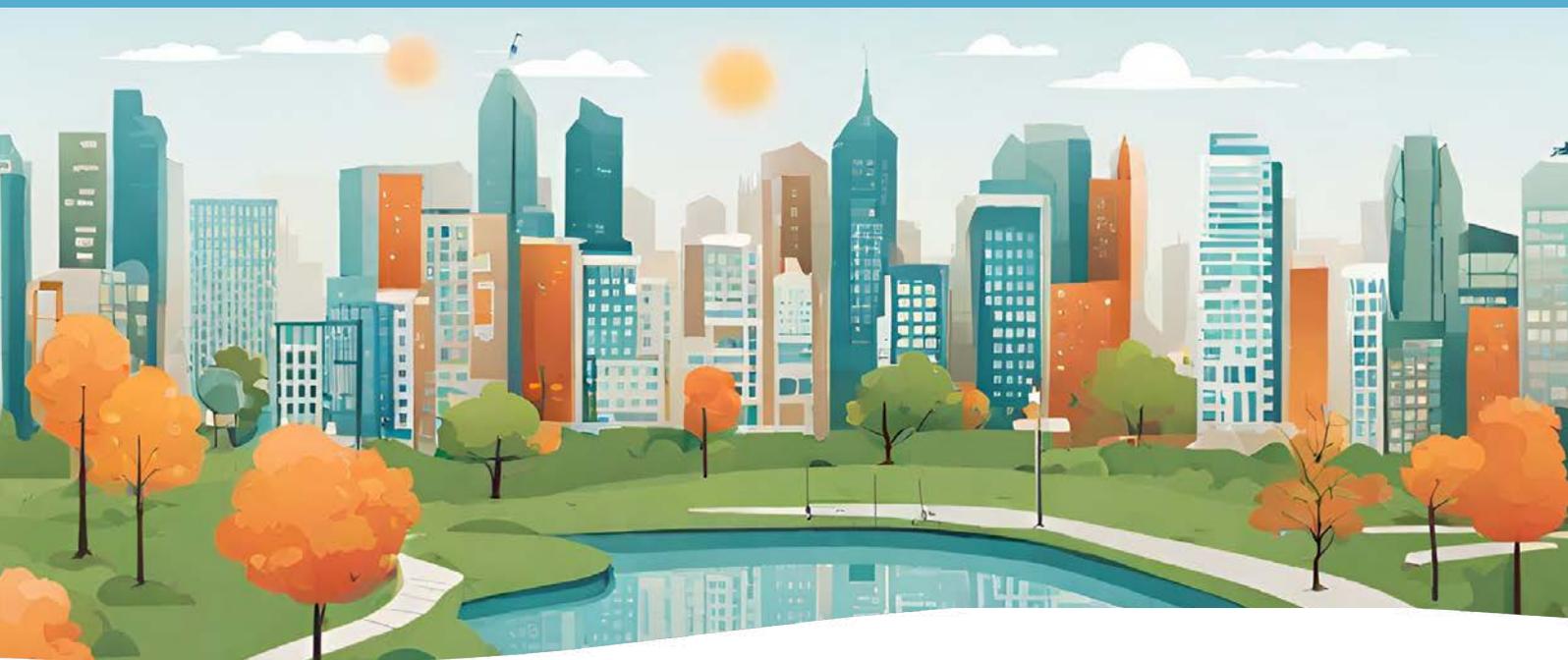


CAHIER DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES DES OUVRAGES D'ASSAINISSEMENT & DE GESTION DES EAUX PLUVIALES

**VOLET N°3
EAUX PLUVIALES**



www.orleans-metropole.fr

 #OrleansMetropole

l'eau
D'ORLÉANS MÉTROPOLE

SOMMAIRE

CHAPITRE I : CONTEXTE **03**

CHAPITRE II : LE ZONAGE PLUVIAL D'ORLÉANS MÉTROPOLE **04**

- 04 **Article II.1 : Champs d'application du zonage pluvial**
- 05 **Article II.2 : Une ambition : d'un objectif de résultat vers un objectif de moyen**
- 06 **Article II.3 : Règles de dimensionnement**
- 07 **Article II.4 : Articulation entre gestion des pluies courantes et gestion des pluies moyennes à fortes**
- 08 **Article II.5 : Prise en compte des pluies exceptionnelles**
- 09 **Article II.6 : Cas d'un rejet à débit régulé**

CHAPITRE III : LA GESTION INTÉGRÉE DES EAUX PLUVIALES (GIEP) **11**

- 11 **Article III.1 : Les principes de base**
- 12 **Article III.2 : Les principaux points de vigilance**
- 13 **Article III.3 : Les bons réflexes**
 - 13 **III.3.1 : La co-construction en équipe projet**
 - 13 **III.3.2 : La nécessité d'un diagnostic de site**
 - 15 **III.3.3 : La loi sur l'eau**
- 15 **Article III.4 : L'importance du temps de vidange**
 - 15 **III.3.1 : La co-construction en équipe projet**
 - 16 **III.3.2 : La nécessité d'un diagnostic de site**

SOMMAIRE

CHAPITRE IV : LES CLÉS D'UN PROJET RÉUSSI 17

- 17 **Article IV.1 : Gérer l'eau au plus près du lieu ou elle tombe**
- 19 **Article IV.2 : Créer des ouvrages multifonctionnels**
- 20 **Article IV.3 : Stocker l'eau en surface**
- 23 **Article IV.4 : Optimiser le temps de vidange**
- 24 **Article IV.5 : Réaliser des ouvrages simples et pérennes**

CHAPITRE V : LES SOLUTIONS TECHNIQUES 25

- 25 **Article V.1 : Les espaces vert**
- 26 V.1.1 : Le nivellement
- 27 V.1.2 : Jardin creux
- 27 V.1.3 : Les noues
- 29 V.1.4 : Le merlon
- 30 **Article V.2 : Les toitures stockantes**
- 30 V.2.1 : Gestion des eaux pluviales de toitures
- 31 V.2.2 : Les toitures végétales
- 32 V.2.3 : Les techniques de végétalisation des toitures
- 33 **Article V.3 : Les structures réservoirs**
- 34 V.3.1 : Principe technique
- 35 V.3.2 : Solutions d'injection dans la grave drainante
- 40 **Article V.4 : Les accessoires**
- 40 V.4.1 : Les bordures
- 41 V.4.2 : Dans les secteurs en pente : les redents

CHAPITRE VI : PHASE CHANTIER : PRÉCAUTIONS SPÉCIFIQUES 42

- 42 **Article VI.1 : L'information et la sensibilisation des équipes en charge de la mise en œuvre**
- 44 **Article VI.2 : La protection des ouvrages en phase chantier**
- 45 **Article VI.3 : Une attention particulière aux travaux sur le domaine privé**

CHAPITRE I : CONTEXTE

La gestion intégrée des eaux pluviales constitue un élément essentiel dans la conception de la «Ville durable». Elle participe à la prévention et la gestion des inondations, à la préservation et la protection de la ressource en eau et des milieux aquatiques, à la performance des systèmes de traitement des eaux usées et à l'adaptation des villes au changement climatique.

En effet, l'imperméabilisation des sols est l'une des conséquences les plus lourdes de l'urbanisation croissante de ces dernières décennies car le cycle naturel de l'eau dans les villes y est largement modifié. L'infiltration des eaux de pluie dans les sols est limitée, voire inexistante, générant l'aggravation des ruissellements. Par ricochet, les ruissellements toujours plus importants augmentent le risque d'inondation et la dégradation des milieux naturels.

Orléans Métropole a engagé une réflexion globale sur la gestion des eaux pluviales au travers notamment de son Schéma Directeur d'Assainissement (SDA) et de son Plan Local d'Urbanisme Métropolitain (PLUm). La collectivité s'engage ainsi vers un territoire plus résilient et durable, tenant compte du cycle naturel de l'eau, afin de renforcer et valoriser la présence de l'eau et de la nature en ville.

Le zonage pluvial, approuvé par délibération le 22/06/2023 s'inscrit pleinement dans cette démarche. Il précise et réglemente la stratégie retenue par la collectivité.

Orléans Métropole a choisi d'orienter l'ensemble des projets d'urbanisation, d'aménagement et de construction vers une gestion des eaux pluviales à la source au plus près de leur point de chute, sans rejet au réseau public.

Pour tendre vers cet objectif, la Gestion Intégrée des Eaux Pluviales (GIEP) s'impose à l'ensemble des maîtres d'ouvrage.

CHAPITRE II : LE ZONAGE PLUVIAL D'ORLÉANS MÉTROPOLE

Article II.1 Champs d'application du zonage pluvial

Le zonage pluvial s'applique à toute construction ou aménagement réalisé sur le territoire des 22 communes d'Orléans Métropole :

Quel que soit le type d'aménagement : opérations d'aménagement d'ensemble (ZAC, lotissement, permis de construire groupé), constructions, voiries, parkings, cheminements, places, activités...

Qu'il s'agisse d'un nouvel aménagement sur un terrain non encore aménagé, d'une extension d'un aménagement existant, d'une démolition/reconstruction, d'un réaménagement ou requalification d'espace public ou privé (voiries, parking, ...),

Qu'il soit public ou privé,

Quelle que soit sa taille,

Quel que soit l'exutoire des eaux pluviales à l'aval du projet (vers des ouvrages existants, vers un cours d'eau ou par infiltration),

Qu'il soit soumis à autorisation d'urbanisme ou non.

Tout projet d'aménagement ou de construction ayant une conséquence sur le ruissellement et les conditions d'infiltration du terrain (mise en place d'enrobés sur voirie, changement des matériaux etc.) doit faire l'objet d'un avis préalable de la Direction du Cycle de l'Eau.

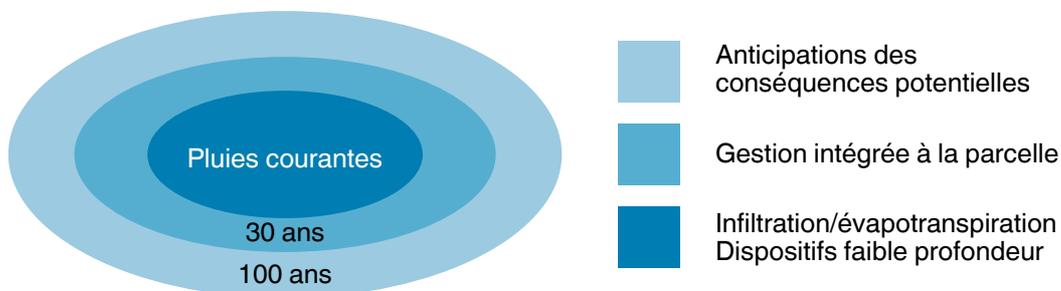
Article II.2 Une ambition : d'un objectif de résultat vers un objectif de moyen

Le zonage pluvial décrit un cadre réglementaire qui permet de connaître les objectifs pluviaux à atteindre : «Comment gérer mes eaux de pluie ? Quelle pluie dois-je gérer ? En fonction de mon projet, quel volume ai-je à stocker ? » etc...

Dans la démarche initiée par Orléans Métropole, il ne s'agit plus de répondre exclusivement aux questions ci-dessus, qui permettent d'atteindre un résultat, mais plutôt de guider la réflexion permettant d'aboutir à ce résultat afin que le projet pluvial envisagé soit le plus fonctionnel et le plus facile à entretenir, qu'il soit pérenne, peu coûteux mais surtout qu'il rende des services autres que purement hydrauliques (paysagers, écosystémique, sociétaux, etc...).

En outre, tout projet doit garantir la maîtrise quantitative et qualitative des ruissellements :

- En proposant une gestion intégrée, à l'échelle de l'opération, des eaux pluviales pour toutes les pluies inférieures ou égales à la pluie de référence : période de retour 30 ans – cumul de 48,3 mm en 2h,
- En gérant dans des dispositifs de faible profondeur en infiltration et/ou évapotranspiration, a minima les pluies courantes (pluies inférieures ou égales à 20 mm), afin d'assurer le traitement des pollutions,
- En prenant en considération les impacts potentiels de la pluie centennale sur le projet et ses conséquences sur son environnement.



La gestion intégrée des eaux pluviales (GIEP) contribue à la résilience du territoire faces aux risques naturels et aux changements climatiques. Tous les moyens devront être déployés dans la conception des projets afin de répondre favorablement à cette démarche engagée.

Article II.3 Règles de dimensionnement

Les dispositifs doivent être dimensionnés à partir :

- **De la pluie de référence d'Orléans Métropole** : la pluie de période de retour 30 ans soit un cumul de 48,3 mm en 2 heures (coefficients de Montana $a=7,4321$; $b=0,609$). La collectivité se réserve le droit d'avoir une exigence particulière vis-à-vis de la pluie de référence pour le dimensionnement des dispositifs de projets envisagés dans des sous-bassins versants situés à l'amont de sites existants, potentiellement exposés à des inondations et particulièrement sensibles (établissement accueillant des personnes vulnérables, sites stratégiques pour la gestion de crise, voies de circulation structurantes...),
- **Du débit d'infiltration** : défini à partir de tests adaptés. Le temps de vidange devra être de l'ordre de 24h pour les pluies courantes (pluies inférieures ou égales à 20 mm) et 72h pour la pluie de période de retour 30 ans,
- **De la méthode des pluies** : elle permet de définir le volume de rétention nécessaire compte tenu du débit de vidange du dispositif, à partir de la pluie de référence retenue.
- **De surfaces du projet** : comprenant des surfaces imperméabilisées (bâtiment, parking, voie étanche), des surfaces partiellement perméabilisées (surfaces en revêtement poreux...) et des surfaces perméables (jardins, espaces verts...). Les calculs devront prendre en compte l'ensemble des surfaces de l'unité foncière ainsi que des surfaces du bassin versant amont dans le cas où il est intercepté.
 - Sont considérées comme surfaces aménagées perméables et/ou végétalisées les toitures végétalisées, le gravier, le béton drainant, les enrobés drainants, les pavés béton/gazon, les dalles alvéolées, les pavés à joints engazonnés, etc...
 - Les surfaces de pleine terre conçues de manière à infiltrer toutes leurs propres eaux sur place et à éviter ainsi tout ruissellement vers l'aval (par exemple, espaces verts en pleine terre et « en creux ») sont dites déconnectées et ces surfaces ne sont pas prises en compte dans le calcul de dimensionnement du dispositif.
- **Les coefficients de ruissellement** selon les types de surfaces sont :
 - Surfaces imperméables : 1
 - Surface aménagées perméables et/ou végétalisées : 0,5
 - Espaces verts en pleine terre : 0,3
 - Surfaces déconnectées : 0
 - Surfaces mobilisées en tant que dispositif de gestion des eaux pluviales : 1

Un outil d'aide au dimensionnement est mis à disposition sur le site internet d'Orléans Métropole.

Article II.4 Articulation entre gestion des pluies courantes et gestion des pluies moyennes à fortes

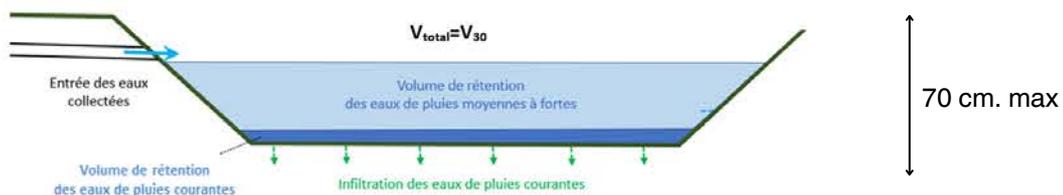
Conformément à la règle générale, le projet doit assurer l'infiltration des pluies moyennes à fortes (jusqu'à la pluie de période de retour 30 ans), et gérer les pluies courantes dans des dispositifs de faible profondeur qui n'excèdent pas 70 cm de profondeur par rapport au niveau fini après projet. Au-delà des 70 cm par rapport au terrain fini, les dispositifs sont considérés comme profonds.

On distingue deux cas de figure :

- Si l'infiltration des pluies moyennes à fortes est prévue dans un dispositif de faible profondeur (type noue ou tranchée d'infiltration) : les pluies courantes peuvent également être infiltrées au fond de ce dispositif qui assure le traitement du volet pollution. **Aucun dispositif spécifique n'est donc nécessaire pour l'infiltration des pluies courantes,**

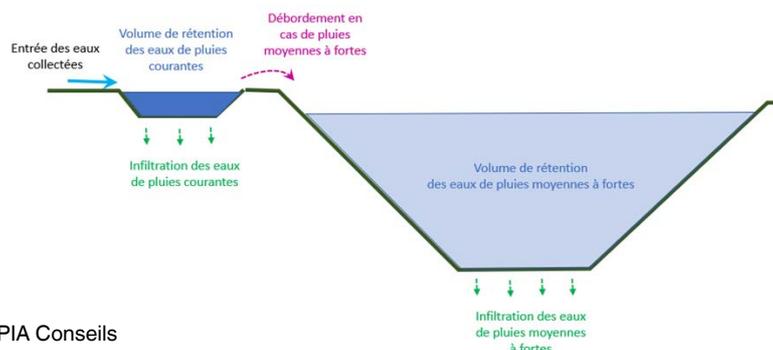
V_1 : Volume nécessaire pour infiltrer les pluies courantes

V_{30} : Volume nécessaire pour infiltrer la pluie trentennale



Source : SEPIA Conseils

- Si l'infiltration des pluies moyennes à fortes est prévue dans un dispositif d'une certaine profondeur (type puits d'infiltration, bassin profond ou autre), les pluies courantes ne doivent pas être infiltrées au fond de ce dispositif, afin que la pollution puisse être efficacement éliminée. **Elles doivent être infiltrées à faible profondeur, dans un dispositif spécifique, situé à l'amont** de celui prévu pour l'infiltration des pluies moyennes à fortes. En revanche, en termes de dimensionnement, **le volume de ce dispositif peut être soustrait de celui du dispositif nécessaire pour l'infiltration des pluies moyennes à fortes** (autrement dit, la somme des volumes des deux dispositifs = le volume calculé pour l'infiltration des pluies moyennes à fortes).



Source : SEPIA Conseils

Article II.5 Prise en compte des pluies exceptionnelles

Une cartographie des principaux écoulements superficiels attendus en cas de pluies exceptionnelles a été réalisée sur l'ensemble du territoire métropolitain, à partir d'une modélisation 2D, en simulant la pluie de mai-juin 2016. Elle est annexée au zonage et disponible sur le site internet d'Orléans Métropole. Cette cartographie est destinée à évoluer dans le temps afin de prendre en compte l'impact du réaménagement de certains secteurs. Ces cartes sont données à titre informatif, elles ne sont ni contractuelles, ni opposables.

Précisons que cette cartographie ne présente pas toutes les zones inondables par ruissellement pluvial. Il s'agit des principales zones identifiées. Une identification exhaustive à partir d'une approche globale de ce type n'est pas possible, dans la mesure où le risque lié au ruissellement pluvial est par nature très dispersé, évolutif et souvent très localisé. En effet, toutes les zones urbanisées ou à urbaniser, y compris à l'extérieur des axes d'écoulements pré-identifiés, peuvent se retrouver exposées au risque inondation par les ruissellements diffus superficiels, qui peuvent se concentrer à la faveur d'un modèle de terrain en creux ou d'un détournement par une voirie.

Pour tout projet, il reste donc indispensable de commencer par identifier s'il existe en amont un bassin versant susceptible de produire des écoulements en direction du projet.

Dès la conception du projet, le propriétaire est tenu de prévoir les conséquences d'un débordement des ouvrages sur l'unité foncière ainsi que sur les fonds situés en aval.

Tout projet d'aménagement doit :

Prévoir les conséquences potentielles des pluies exceptionnelles (type centennale), qui provoqueront le débordement des dispositifs de gestion dimensionnés pour gérer les pluies moyennes à fortes,

Faire en sorte que ces débordements se fassent selon le « parcours à moindre dommage », pour le projet lui-même et pour les enjeux (personnes et biens) existants à l'aval.

Pour cela, tout projet d'aménagement doit ainsi :

Évaluer les volumes de débordement,

Prévoir une localisation et une orientation judicieuses des dispositifs de surverse,

Identifier la trajectoire des débordements et les enjeux (personnes et biens) potentiellement exposés sur le projet et à son aval,

Limiter la vulnérabilité du projet vis-à-vis des débordements, grâce à des précautions constructives au droit du projet.

Tout ouvrage de stockage des eaux pluviales doit être équipé d'une surverse (trop plein, déversoir de crue...) aménagée de façon à pouvoir déborder sans causer de dégât sur l'ouvrage et les avoisinants. Les surverses doivent fonctionner uniquement **après le remplissage complet** des ouvrages de rétention par les pluies supérieures à la trentennale.



Le raccordement des surverses des dispositifs de gestion des pluies moyennes à fortes sur le réseau public est interdit. L'écoulement des eaux en provenance des surverses doit impérativement être gravitaire et se faire en surface par ruissellement (au niveau du terrain naturel).

Article II.6 Cas d'un rejet à débit régulé

A titre exceptionnel, une dérogation pourra être accordée, après examen et sous certaines conditions. Cela se traduit par l'octroi d'une autorisation de rejet à débit régulé, avec toutefois une obligation de gestion des pluies courantes par infiltration.

L'autorisation pourra être accordée à condition :

- **Qu'un raccordement soit possible** vers les ouvrages de collecte publics (souterrains ou superficiels) existants à proximité ou vers le réseau hydrographique existant. En cas d'absence d'un exutoire viable pour un rejet (absence en périphérie du projet d'un cours d'eau ou d'un ouvrage de collecte sur lequel un raccordement est possible), les eaux pluviales devront être infiltrées in situ, même si les capacités d'infiltration sont peu favorables,
- **Que le pétitionnaire ait démontré par une étude appropriée qu'il est trop complexe ou impossible de respecter la règle générale :**

Lorsque les capacités d'infiltration des sols sont trop limitées par rapport à l'espace disponible. Si ce sont les capacités d'infiltration des sols qui sont trop limitées, le pétitionnaire devra fournir l'étude de la faisabilité de l'infiltration des eaux pluviales comprenant un dimensionnement des ouvrages associés à ce niveau d'infiltration avec les caractéristiques de ses temps de vidanges,

Pour les surfaces présentant des risques particuliers de pollution chronique ou accidentelle. Les eaux de ruissellement de ces surfaces doivent également être gérées à la source mais à l'aide de dispositifs adaptés,

Pour les projets dont le contexte impose des restrictions ou des interdictions vis-à-vis de l'infiltration comme les périmètres de captage des eaux potables. Dans ce cas, le porteur de projet aura consulté au préalable l'arrêté préfectoral associé au périmètre et y aura identifié précisément la réglementation en matière d'infiltration, etc.

La demande de dérogation fera l'objet d'une instruction par la Direction du Cycle de l'Eau au cas par cas. Le porteur de projet devra fournir l'ensemble des données et documents attestant/justifiant de l'existence de critères ou paramètres empêchant l'infiltration de eaux pluviales à la parcelle. La Direction du cycle de l'eau se réserve le droit de demander tous les compléments qu'elle juge utile pour analyser la demande de dérogation. Dans l'analyse de la demande de dérogation, le service instructeur s'appuiera sur l'analyse du contexte local.

L'autorisation de rejet à débit régulé est de 1L/s/ha d'emprise projet, ceci incluant la surface du bassin versant amont potentiel s'il est intercepté. Si des contraintes particulières sont identifiées, que le projet se situe par exemple à l'amont d'un déversoir d'orage ou d'un secteur ayant déjà connu des inondations ou d'ouvrages publics de faible capacité ou saturés, ce projet pourra faire l'objet d'une exigence particulière vis-à-vis de la limitation des débits de rejet, avec une régulation inférieure au ratio de 1 L/s/ha après étude.



En cas d'absence de solution viable de gestion des eaux pluviales sur la parcelle (absence d'exutoire et impossibilité d'infiltrer), un avis défavorable au projet pourra être émis.

CHAPITRE III : LA GESTION INTÉGRÉE DES EAUX PLUVIALES (GIEP)

Au travers de son zonage, Orléans Métropole a choisi d'orienter l'ensemble des projets vers une gestion des eaux pluviales à la source par la mise en œuvre d'une Gestion Intégrée des Eaux Pluviales en priorisant les solutions fondées sur la nature.

Article III.1 Les principes de base

La gestion des eaux pluviales devient intégrée dès lors que le système hydraulique utilise un lieu ou un ouvrage ayant déjà une première fonction et est entretenu pour cette fonction.

Ainsi, l'application de ce concept aboutit à :

- Entretien le cycle naturel de l'eau en infiltrant les eaux pluviales,
- Ne plus créer d'ouvrage exclusivement hydraulique mais plurifonctionnel,
- Diminuer les coûts d'investissement,
- Rationaliser les coûts de maintenance.

Le concept, ancien et plein de bon sens nécessite une approche conceptuelle différente de celle appliquée ces dernières décennies.



Parking des Montées – 100% GIEP - Zénith & CO 'Met - Orléans

Article III.2 Les principaux points de vigilance

La façon dont est initié un projet dicte, la plupart du temps, sa qualité de sortie.

Pour éviter de « fermer la porte » aux bonnes pratiques, quelques points de vigilance sont essentiels :

- 1** Avoir toujours à l'esprit qu'il n'existe pas (ou très peu) de terrain qui n'infiltré pas,
- 2** Les tests de perméabilités sont indispensables pour calculer un temps de vidange,
- 3** La gestion intégrée des eaux pluviales est une opportunité économe et vertueuse qui ne relève plus exclusivement du domaine de l'assainissement mais également de celui du bâtiment, de la voirie et des espaces verts,
- 4** La terre végétale est une denrée rare et onéreuse. Elle joue un rôle d'éponge" dans laquelle l'infiltration se fait de manière privilégiée. Il faut donc la préserver,
- 5** La sauvegarde des terres fertiles présentes sur le site, pour éviter toute pollution, compactage, ou mélange avec la terre de fond, est une priorité qui doit guider le nivellement des différents équipements projetés,
- 6** L'appréciation du contexte hydraulique initial (lors d'une visite détaillée du site) est déterminante car on rappelle que l'urbanisation ne crée pas la pluie,
- 7** L'élaboration d'un diagnostic le plus exhaustif possible sur la topographie, les exutoires, la végétation, les infrastructures, les ambiances de proximité, le mode de gestion des eaux pluviales actuel, est indispensable. On recherchera les signes permettant d'identifier la nature des sols et leur réaction face à la pluie.

Article III.3 Les bons réflexes

Un certain nombre d'étapes du processus projet sont importantes à respecter.

III.3.1 La co-construction en équipe projet

La gestion des eaux pluviales n'est plus qu'un problème d'assainissement mais elle devient un sujet bien plus transversal. Elle requestionne la vie de quartier et la ville en général avec ses habitudes et ses usages :

- Quel retour de la nature en ville ?
- Comment pallier le tout imperméable ?
- Comment respecter le cycle naturel de l'eau ?
- Comment mêler eau et paysage ?

La gestion intégrée des eaux pluviales implique une transversalité renforcée des différents acteurs de l'aménagement (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, paysagiste, urbaniste, architecte, bureau d'études de sols et VRD etc.) le plus en amont possible. Cette démarche projet vise la prise en compte du volet pluvial dès le montage de l'opération et son suivi jusqu'à l'exécution des travaux puis lors de l'exploitation. Il est primordial de pouvoir fédérer toutes ces compétences.



Dans le cas d'un projet immobilier par exemple, les liens entre le bâtiment et l'aménagement extérieur se resserrent fortement. Il est indispensable qu'un échange s'installe rapidement entre le concepteur des voiries et des réseaux divers (bureau d'étude VRD) et l'architecte puisque la GIEP aura un impact sur le réseau de gouttières des bâtiments et donc sur les toitures. Ces points sont abordés plus loin dans le document.

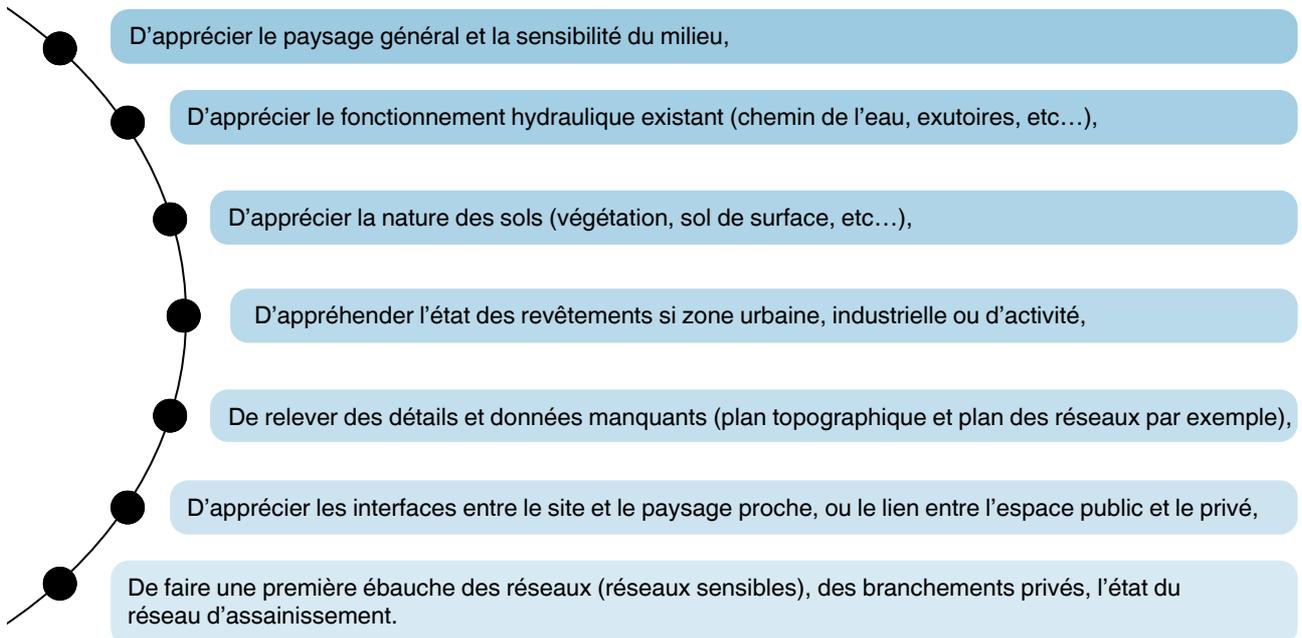
III.3.2 La nécessité d'un diagnostic de site

La conception d'un aménagement doit s'appuyer sur un diagnostic précis et complet du site. Ainsi, l'environnement et les caractéristiques du terrain sont à prendre en compte pour intégrer la gestion des eaux pluviales dès la phase études du projet. La définition des aménagements à ce stade permettra ainsi de déterminer un plan masse adapté où l'eau pluviale n'est plus une contrainte mais un atout valorisable pour le projet.

Il est également nécessaire de rappeler que l'échelle du diagnostic ne doit pas se limiter au périmètre du secteur aménageable.

En effet, le statut juridique des eaux pluviales défini par le Code Civil rend obligatoire la compréhension des phénomènes d'écoulement en amont et en aval du site. Il est ainsi nécessaire d'avoir une approche globale au niveau de bassin versant pour pouvoir prendre en compte les apports pluviaux provenant de l'amont et ceux issus de l'aménagement projeté.

Une visite terrain est ainsi indispensable car elle permet :



Des études préliminaires et la collecte de données bibliographiques

Certains paramètres peuvent avoir plus ou moins d'impact sur la conception pluviale d'un projet. Sans des garanties sur les éléments listés ci-après (liste non exhaustive) le concepteur ne pourra pas assurer un projet de qualité :

- Réaliser un **relevé topographique** de qualité qui doit permettre de travailler le projet altimétriquement et identifier les exutoires naturels,
- Prendre en compte les **axes de ruissellement** pour agir sur la conception de projet au besoin,
- Savoir si le projet est impacté par un **périmètre de captage « eau potable »**. Dans l'affirmative, il est indispensable de consulter l'arrêté de prescription dudit périmètre afin de vérifier la compatibilité avec l'excavation des terres et l'infiltration des eaux pluviales,
- Réaliser une campagne d'infiltrométrie afin de connaître la perméabilité des sols. Même si elle ne définit pas à elle seule la possibilité d'infiltrer, il est fondamental de connaître le potentiel infiltrant des sols en place,
- Faire un diagnostic pollution si besoin. En effet, certaines pollutions naturelles ou anthropiques peuvent être lixiviables, c'est-à-dire qu'elles peuvent être transportées par l'eau d'infiltration dans le sol. Il est nécessaire de connaître un tel impact si le risque est avéré,
- Connaître le risque retrait/gonflement des argiles. Le porteur de projet devra consulter la carte des aléas. Une étude géotechnique complémentaire pourra être diligentée en cas d'aléa fort. Si le projet est impacté par un Plan de Prévention des risques contre les mouvements de terrain, le porteur de projet devra se soumettre à son règlement,
- Vérifier la présence de cavités souterraines. Le porteur de projet devra consulter la carte des aléas. Une étude géotechnique complémentaire pourra être diligentée en cas d'aléa fort. Si le projet est impacté par un Plan de Prévention des risques contre les mouvements de terrain, le porteur de projet devra se soumettre à son règlement,
- Savoir si le projet est situé dans une **zone d'expansion de crue**. Si le projet est impacté par un Plan de Prévention des risques contre les inondations (PPRi), le porteur de projet devra se soumettre à son règlement,

- Pour des travaux de requalification, réaliser une **étude de traitabilité des plateformes** routières. Si les sols permettent de traiter les voiries à la chaux/ciment. Cela peut avoir un impact sur le choix des solutions à envisager,
- Pour des travaux de requalification, réaliser des **essais de déflexion** sur les chaussées existantes afin de savoir si les structures sont en bon état ou si elles nécessitent d'être purgées. Cela peut avoir un impact sur le choix des solutions à envisager.

III.3.3 La loi sur l'eau

Il appartient au porteur de projet de vérifier que son projet relève d'une procédure notamment lorsque la surface de ruissellement à gérer excède 1 ha (surface du projet + surface du bassin versant dont les écoulements sont interceptés).

Pour la constitution du dossier, il convient de se rapprocher de la Direction Départementale des Territoires du Loiret (DDT 45) qui en assurera l'instruction.

Article III.4 L'importance du temps de vidange

Les sols qui n'infiltrent pas sont quasi inexistant. La frise de classification des perméabilités en fonction des types de sol donne un mauvais regard sur la faisabilité d'infiltrer car résumer l'infiltration à une seule valeur numérique est une erreur, puisqu'elle est avant tout une question de surface mobilisée.



Le propriétaire d'une parcelle souhaite infiltrer 1m³ d'eau.

Un premier concepteur décide de creuser une fosse de 1m x 1m de côté et 1 mètre de profondeur. Le second décide quant à lui de réaliser une fosse de 10 m de long sur 1 mètre de large pourvu d'une profondeur de 10 cm.

A volume égal stocké et même type de sol, le deuxième concepteur infiltrera les 1m³ d'eau 10 fois plus rapidement que le premier (surface d'infiltration de l'ouvrage de 10m² contre 1m² pour le premier concepteur).

III.4.1 La perméabilité

La **perméabilité** du sol est une donnée nécessaire non pas pour dimensionner les ouvrages mais pour déterminer le temps de vidange de ceux-ci. La réalisation de tests sera exigée pour tous projets d'aménagement (minimum 1 test / 5 000m² de terrain à adapter en fonction de l'hétérogénéité du sol et du site).

La perméabilité est un paramètre difficile à mesurer et à interpréter au niveau des résultats. Elle représente une donnée indicative de la vitesse d'infiltration dans le sol à un instant « t » et dépend des conditions météorologiques, atmosphériques et anthropiques.

En milieu urbain, les valeurs de perméabilité peuvent être très hétérogènes puisque la ville s'est construite sur elle-même offrant des sols remblayés les uns sur les autres avec d'innombrables tranchées réseaux.

III.4.2 Comment mesurer la perméabilité ?

Les essais seront réalisés sur les emplacements et aux profondeurs prévus des dispositifs d'infiltration. Comme la GIEP repose sur la réalisation d'ouvrages de surface, la profondeur des essais devra être adaptée en évitant de généraliser les essais profonds.

Des essais à la fosse et à charge variable, communément appelés « essais MATSUO » seront à privilégier car ils sont les plus représentatifs d'un cycle remplissage/vidange en condition de sol non saturé.



Source : Photographie de chantier - INFRA Services



Nous mettons en garde contre les essais réalisés à la tarière, type PORCHET car l'utilisation de la tarière hélicoïdale altère la structure des sols notamment les sols à dominante argileuse. Les sols étant lissés en périphérie du trou, les mesures d'infiltrométrie peuvent être biaisées et les valeurs de perméabilité sous-évaluées.

NOTA : Les valeurs de perméabilité, mais aussi le risque de remontée de nappe, la présence de périmètres de protection de captages, le risque de retrait-gonflement des argiles, un site pollué, le risque de cavité et de mouvement de terrain, etc... ne doivent pas être perçus comme des contraintes techniques conduisant à déroger systématiquement à l'infiltration.

CHAPITRE IV : LES CLÉS D'UN PROJET RÉUSSI

Les 5 points illustrés ci-dessous exposent les fondamentaux de la gestion intégrée des eaux pluviales. Ils mettent en avant la priorité donnée à un stockage momentané de 100 % des eaux pluviales dans des espaces verts faiblement creux.

Ils donnent une vision simple et pragmatique de la gestion intégrée et décrivent les réflexes à avoir pour réussir. Leur classement ci-après ne donne pas un ordre de priorité, chacun étant important pour les raisons qui leur sont propres.



Gérer l'eau au plus près du lieu où elle tombe



Créer des ouvrages multifonctionnels



Stocker l'eau en surface



Optimiser les temps de vidange



Réaliser des ouvrages simples et pérennes

Article IV.1 Gérer l'eau au plus près du lieu où elle tombe

Stoker et infiltrer l'eau de pluie à la source permet de :

- Limiter le ruissellement et donc préserver la qualité de l'eau,
- S'affranchir d'un collecteur pluvial et d'ouvrages de transit,
- Rationnaliser les coûts.

Dans ce cas, il est préférable de positionner les jardins creux ou les noues à proximité des zones minérales.



Source : Parking IKEA, Orléans– Source : Photo Pôle DREAM

En cas d'implantation d'un projet sur un site en pente, il convient d'annihiler la vitesse de l'eau pour permettre le stockage momentané et l'infiltration. Des dispositifs de redans (cloison) sont ainsi particulièrement opérants et permettent d'optimiser les volumes de stockage. Cette technique permet à la noue de fonctionner comme autant de biefs indépendants.

Les busages en traversée de noue et les grilles de collecte au fil d'eau de la noue sont proscrits.



Busage ←

*Busage = transit
Cette noue ne stocke pas, c'est un fossé*



*Grille + réseau vers bassin = transit
Cette noue ne stocke pas, c'est un fossé*



Source : Quartier NEO, Saran – INFRA Services



Pas de busage sous l'entrée : Mise en charge de la noue

Article IV.2 Créer des ouvrages multifonctionnels

Il s'agit d'utiliser un lieu ou un ouvrage ayant déjà une première fonction pour lui conférer en sus la fonction hydraulique.

Les aménagements multifonctionnels permettent :

- D'optimiser le foncier,
- De libérer les espaces réservés aux seuls ouvrages hydrauliques traditionnels (type bassin),
- De rationaliser les coûts de réalisation et d'entretien puisque ces aménagements sont réalisés pour leur fonction première et sans création d'ouvrages hydrauliques enterrés spécifiques.



Aire de jeu inondable quartier Saint-Marceau, Orléans –
Source : Photo Pôle DREAM



Jardin de pluie faisant office de théâtre de verdure, Parc du
Larry Orléans – Source : Photo Pôle DREAM

Ainsi :

Un espace vert aménagé devient inondable, mais il reste avant tout un espace vert,

Une chaussée réservoir est un corps de chaussée entretenue comme telle pour des questions de tenue et de structure mais avec en sus une fonction hydraulique,

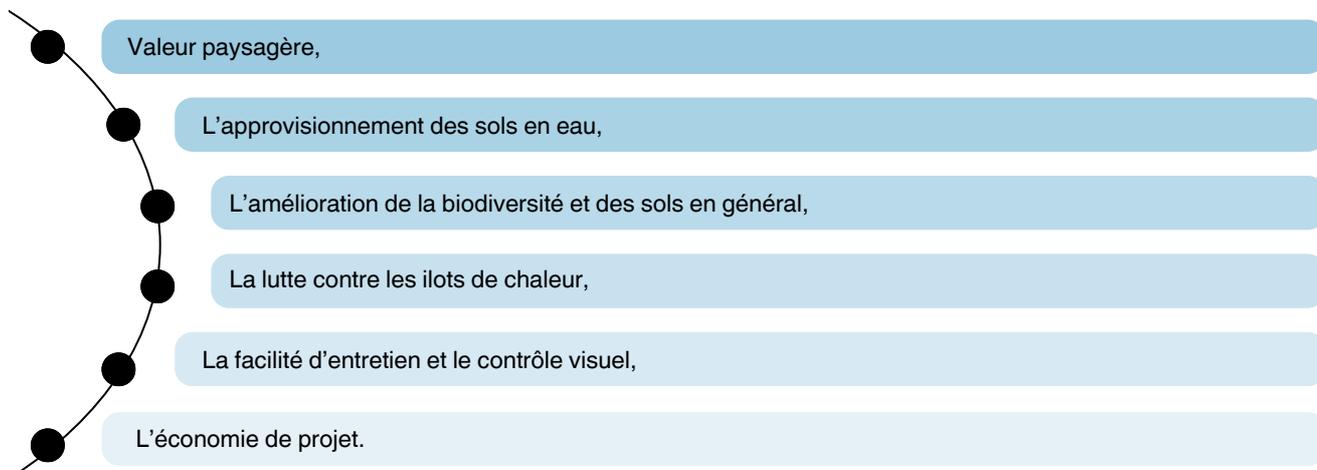
Une toiture stockante est avant tout une toiture,

Un parking, grâce à son nivellement, peut être recouvert partiellement de quelques centimètres d'eau et servir de stockage momentané pour une pluie centennale. Idem pour une aire de jeu par exemple.

La gestion intégrée des eaux pluviales est incontestablement un concept qui favorise les espaces verts et l'intégration paysagère.

Les canicules récentes ont montré ô combien il est important aujourd'hui de s'interroger sur la conception même de nos espaces et leur minéralisation, car au-delà du seul sujet de l'eau, d'autres programmes ambitieux voient le jour tel que le retour de la nature en ville, la réduction des îlots de chaleur, en reconnaissant la nature comme "multi-servicielle".

Les espaces verts, bien sûr, répondent à cette préoccupation. Ils sont la solution à prioriser tant les services qu'ils rendent sont nombreux :



Le concepteur pourra retenir ces quelques chiffres pour la réalisation d'1m³ d'eau de pluie stocké (source INFRA Services) :

- Dans les espaces verts = 20 à 50 €/m³
- En tranchée drainante ou chaussée réservoir = 120 à 200 €/m³
- En canalisation surdimensionnée, structure alvéolaire ultra légère (SAUL) = 300 à 400 €/m³
- En bassin structurel enterré = 1 000 à 2 000 €/m³.



Le saviez-vous ?

Un ouvrage pluvial de surface bien végétalisé dope l'infiltration. Le développement racinaire ainsi que la présence des vers de terre et des micro-organismes associés améliorent fortement la perméabilité du sol.

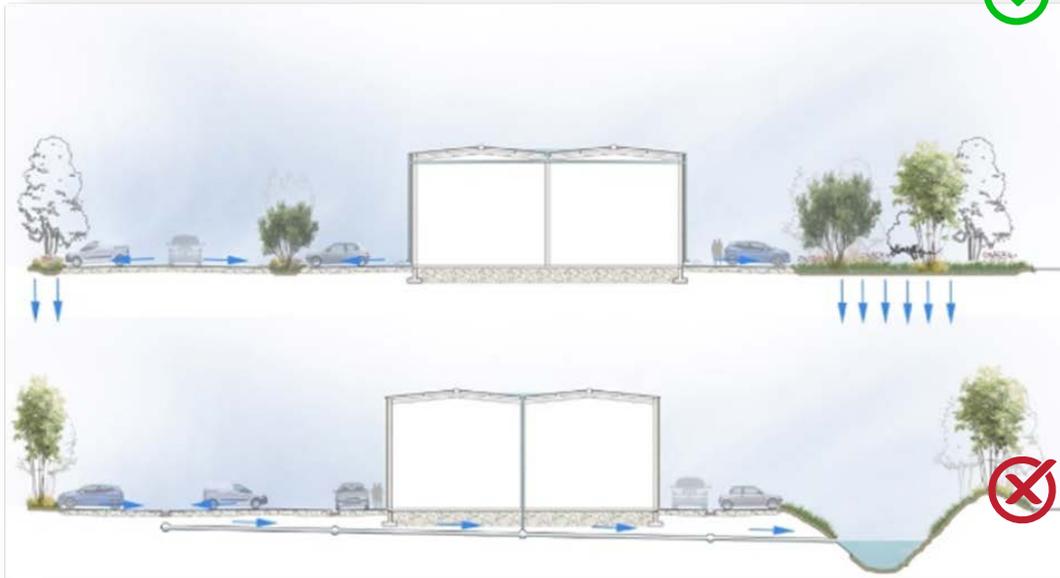
Article IV.3 Stocker l'eau en surface

La collecte des eaux pluviales dans des ouvrages, c'est-à-dire dans des grilles avaloirs, des regards, des boîtes en pied de gouttières, nécessite l'installation de canalisations qui doivent répondre à des règles techniques précises comme les couvertures minimums pour éviter leur écrasement ou une pente minimum pour permettre un écoulement gravitaire. Il convient également de croiser les autres ouvrages superficiels que sont les réseaux d'électricité, de gaz, d'eau potable, d'éclairage, etc.

C'est ce mode de gestion des eaux pluviales qui est caractérisé comme enterré et qu'il convient d'éviter.



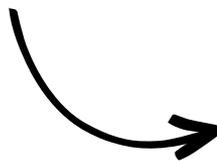
Sur les parcelles, la volonté de garder l'eau en surface impacte très fortement le réseau de gouttières des bâtiments car cela suggère qu'il faut bannir toutes descentes pluviales en plein cœur de bâtiment pénétrant sous dalle et revenir à des descentes périphériques.



Source : PERIFEM



La collecte par grille avaloir, le réseau de gouttière canalisé et le cheminement de l'eau par tuyau enterré donne un point d'entrée dans le bassin qui crée une sur-profondeur préjudiciable.
Source photo : ELLENY



Gestion superficielle des eaux pluviales de toiture.
Pas de tuyau entre la descente et la noue.
Gymnase Moussa TRAORE, Blois (41)
Source : Photo Agglopolys

Ainsi, lorsque cette eau se retrouve dans les canalisations, elle est déjà concentrée entre 0.60 et 1.50 m de profondeur et nécessitera pour l'infiltration de solliciter des ouvrages profonds, le plus souvent ancrés dans des terrains moins perméables (sauf particularité régionale), conduisant à des difficultés de contrôle et la quasi-impossibilité d'étendre ces surfaces d'infiltration comme cela est possible de le faire en surface. Dans ces conditions, et au regard des perméabilités courantes de nos régions, l'équation du zéro rejet est difficile à atteindre et la régulation de débit apparaît comme la seule alternative.

Outre l'aspect inesthétique et dangereux d'ouvrages profonds, il est à noter que la concentration des eaux plutôt que leur répartition diffuse en surface nuit gravement à leur qualité et nécessite quelquefois la création de dispositif de pré-traitement avant la rétention (type décanteur, débourbeur, etc...) coûteux en investissement et en entretien. Lorsqu'il s'agit de bassin à ciel ouvert, leur dangerosité conduit à les clôturer, à la différence de jardins de pluie de surface.



Source : INFRA Services

Article IV.4 Optimiser les temps de vidange

L'appréciation de la perméabilité n'est qu'une question de surface et d'horizon d'infiltration.

La perméabilité calculée en mètres/secondes permet d'obtenir un débit de fuite lorsqu'elle est multipliée par une surface. Le volume de stockage divisé par le débit de fuite permet de quantifier un temps de vidange.

$$\text{Débit de fuite} = \text{Surface} \times \text{Perméabilité mesurée} \qquad \text{Temps de vidange} = \frac{\text{Volume à stocker}}{\text{Débit de fuite}}$$

Nous avons là les deux équations qui conditionnent la conception d'un projet, mais il est mieux, contrairement aux solutions traditionnelles, d'inverser les priorités en commençant par définir le temps de vidange par ouvrage au regard des prescriptions du zonage pluvial :

- La pluie courante doit être vidangée en environ 24 heures maximum,
- La pluie trentennale doit être vidangée en environ 72 heures maximum.

Le fait d'intégrer le temps de vidange à l'amont du processus de conception permet de connaître la surface d'infiltration minimale à réaliser pour atteindre les objectifs énoncés ci-dessus. La surface d'infiltration minimale à réaliser se calcule ainsi :

$$\text{Surface} = \frac{\text{Volume à stocker}}{(\text{temps de vidange} \times \text{Perméabilité mesurée})}$$

Exemple

Entrée de ville du Havre (76) – Source INFRA Services

La noue en rive de chaussée a la capacité de stocker 100% de la pluie de référence mais la nature du sol ne permet pas de respecter un bon temps de vidange => La conception a été adaptée en réalisant la promenade piéton/cycle en structure réservoir qui est en relation directe avec la noue par l'intermédiaire des gabions, ce qui a permis d'augmenter significativement la surface d'infiltration et donc de rentrer dans le temps de vidange réglementaire.



Promenade en structure réservoir

Noue plantée

Source photo : INFRA Services - Entrée de ville du Havre (76)

En outre, Il faudra veiller à adapter la surface d'infiltration par rapport à la surface d'impluvium collectée (surfaces imperméables). En effet, si la surface d'infiltration est trop petite, donc trop sollicitée et trop longuement saturée en eau, sa capacité d'infiltration va se dégrader dans le temps.

Il est donc recommandé de respecter (sauf cas particulier) le ratio suivant :
$$\frac{\text{Surface de l'impluvium}}{\text{Surface d'infiltration}} < 10$$

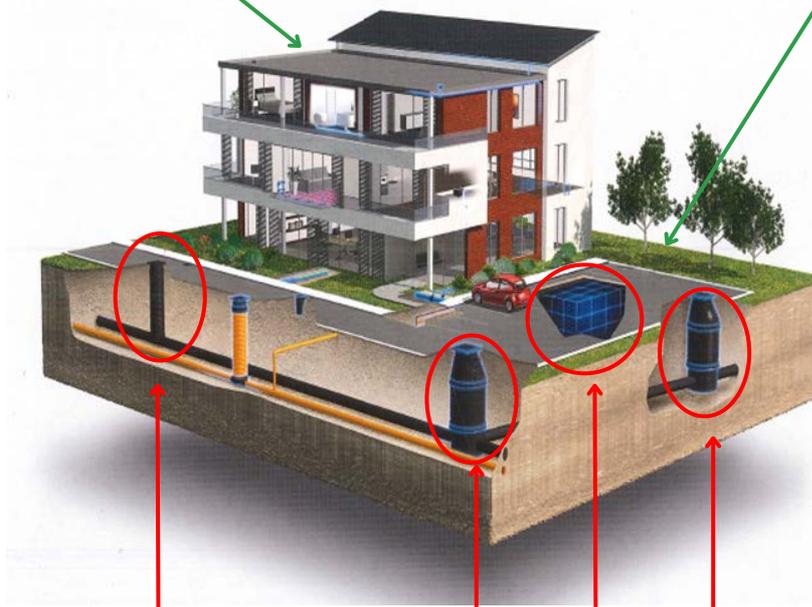
Article IV.5 Réaliser des ouvrages simples et pérennes

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. C'est à ce prix que la démarche pourra être adoptée par tous les acteurs de l'aménagement et de la construction et la métropole d'Orléans.

Les concepts que nous évoquons précédemment permettent de concevoir des ouvrages simples, a contrario d'une approche plus hydraulique de dimensionnement qui peut conduire à des ouvrages complexes comme des structures alvéolaires ultra légères (SAUL) ou des bassins enterrés nécessitant des terrassements importants, des réseaux pour acheminer l'eau vers ces ouvrages, des filtres et, le plus souvent, des régulateurs de débit.

Gestion en toiture prioritaire

Gestion en espace vert prioritaire



Ouvrages enterrés et profonds, complexes et coûteux avec infiltration limitée

Source : Guide PERIFEM

Ces 5 points clés portent la réflexion sur une conception simple, lisible, où l'eau est gérée en surface, avec un minimum d'ouvrages exclusivement hydrauliques, dans le but de produire des aménagements pérennes et fonctionnels. Cette approche a évidemment un impact positif sur les coûts d'investissement et de maintenance.

CHAPITRE V : LES SOLUTIONS TECHNIQUES

Les solutions fondées sur la nature (SFN) sont à prioriser car elles favorisent la gestion intégrée des eaux pluviales. Néanmoins, à défaut de ne pouvoir réaliser tout ou partie d'un projet en GIEP, le concepteur pourra proposer des ouvrages de gestion pluviale issus de l'ingénierie traditionnelle (bassins de rétention à ciel ouverts ou enterrés). Leur principe, leur caractéristique ainsi que les préconisations de réalisation sont décrites à l'annexe « Collecteurs pluviaux et ouvrages de rétention ».

Toutefois, la Direction du Cycle de l'Eau se réserve le droit de refuser de tels dispositifs si le travail de conception n'est pas abouti. Dans ce cas, le concepteur devra justifier pourquoi il ne peut pas mettre en œuvre la démarche GIEP.

Article V.1 Les espaces verts

Utiliser les solutions fondées sur la nature (SFN) pour leurs multiples bienfaits est une démarche qui témoigne que miser sur la nature est un choix performant :

- 1** L'eau, associée dans une stratégie commune avec celle du paysage donne un sens concret à la notion d'infrastructure verte et en apporte le financement par les économies qu'elle fait faire sur les VRD classiques (Entre 10 et 15% d'économies : Source INFRA Services),
- 2** Par la mise en action progressive des principaux Services Fondés sur la Nature qui deviennent constitutifs du nouveau système urbain. Ces SFN permettent de lutter contre les îlots de chaleur pour un plus grand bien-être des usagers. Ils limitent la pollution des eaux de pluies grâce à une infiltration sans concentration préalable,
- 3** Par la dépollution de l'air (20 Kg de microparticules/arbres), par les m³ infiltrés et redonnés à la nappe, par le stockage du CO₂.



Le saviez-vous ?

Les espaces verts permettent l'absorption et l'évaporation de 70 % à 80 % des eaux pluviales s'abattant sur eux. Ils sont à l'origine de multiples bienfaits :

- Plus il y a d'espaces verts, plus la ville est perméable et moins il sera nécessaire de trouver des espaces de stockage d'eaux pluviales, ainsi le volume d'eaux pluviales à stocker sera plus faible,
- Respecter le cycle naturel de l'eau permet le remplissage des nappes et la diminution du risque inondation,
- Les plantations dans les espaces verts permettent le traitement des faibles concentrations en hydrocarbures en agissant comme un filtre,
- Lutte contre le réchauffement climatique avec le phénomène « d'îlots de fraîcheur »,
- Source de biodiversité.

La création d'espaces paysagers doit être confiée (ou étudiée) par des paysagistes concepteurs. La conception de ces espaces plantés doit se faire avec l'objectif de minimiser et faciliter l'entretien ultérieur. Nous conseillons d'intégrer au marché de plantation, au moins 2 ans d'entretien/garantie.

Une notice ou un guide d'entretien doit être réalisé et remis au gestionnaire.

Pour les aménagements paysagers situés sur l'espace public (ou futur espace public si rétrocession), le projet devra être validé par les services techniques de la Métropole.

V.1.1 Le nivellement

Trois objectifs :

- Positionner les zones imperméabilisées en léger contre haut pour favoriser le ruissellement naturel,
- Préserver la structure des sols naturels en place, leur écosystème, pour conserver leurs qualités filtrantes en prévoyant dans les CCTP, dans le mode d'exécution des chantiers, de sanctuariser les principales zones d'infiltration,
- Limiter les déblais en terrassant le moins possible de terre de fonds.

Contrairement à la pratique usuelle, le projet de nivellement ne cherchera pas à « coller » le niveau fini des voiries ou de la dalle du bâtiment au niveau du TN mais plutôt à les positionner légèrement plus haut (+0,30 à +0.50). Pour y arriver, il suffit de détrousser la terre végétale sur les emprises et de poser, sur la terre de fond, les matériaux de fondation (chaussée et bâtiment).

Grâce à cette pratique, le tracé général orientera les pentes des bâtiments et des voiries vers les différents espaces verts extérieurs, qui légèrement creusés pourront accueillir le ruissellement.

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

Enfin, pour préserver la biodiversité et les écosystèmes, il faut réduire au maximum les terrassements et la mise en stock de déblais sur les zones de terrain naturel qui seront conservées.

Conseils : Implantation du bâtiment



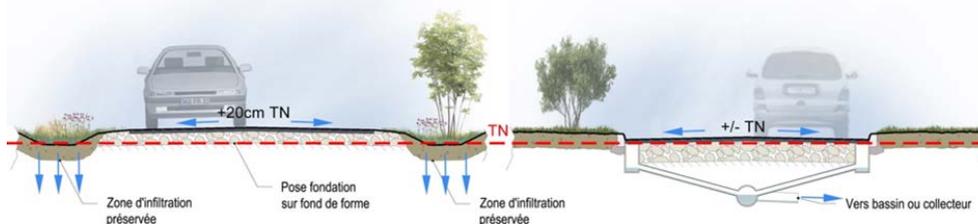
1. Implantation du Bâtiment à + 30 cm du TN.
2. Décapage de la terre végétale et réemploi sur le site.
3. Pose de la fondation du bâti sur la terre de fond.
4. Ruissellement naturel vers les zones d'infiltration naturel.



Conseils: Implantation des voiries/parkings



1. Un positionnement des fondations (chaussées, parkings, terrasses et cheminements) en remblais plutôt qu'en déblais sera privilégié.
2. La terre végétale sera décapée au droit des emprises et réemployée dans les espaces verts.
3. Les matériaux de fondation seront « posés » sur ces zones décapées.



Source : Guide PERIFEM - ELLENY

V.1.2 Jardin creux

Un jardin creux n'est pas forcément végétal mais peut avoir plusieurs fonctions :

- Un espace ludique,
- Un lieu de promenade,
- Un espace vert.

Dans ce cas, c'est l'ensemble qui est inondable, y compris les zones minérales, en organisant la conception pour que la submersion des zones minérales soit réservée aux pluies importantes.

Un jardin creux peut également intégrer une mare en eau permanente qui répond à un besoin paysager tout en animant l'espace.

V.1.3 Les noues

La noue est un espace vert creux longitudinal à une voirie. Elle est soit simplement engazonnée, soit plantée.

Elle possède, grâce à l'association du sol, des plantes et des micro-organismes, des capacités auto-épuratoires importantes, à condition de ne pas concentrer l'eau.



Elle permet de valoriser considérablement les opérations en termes de paysage et peut même contribuer à organiser le stationnement.



Source : Parking du Zénith de Rouen - INFRA Services

En fonction de la densité et de la place disponible, la géométrie d'une noue peut facilement être adaptée : profil cunette en « V », profil trapézoïdal, profil urbain à bords droit, bords en gabions, etc...



Source : Quartier NEO, Saran - INFRA Services



Source : Parc d'activités PROLOGIS, Moissy-Cramayel (77) - INFRA Services

V.1.4 Le merlon

C'est une réponse économique aux habitudes de « creuser » qui permet de stocker l'eau en stoppant le ruissellement naturel d'une pente en créant une zone de barrage et de stockage. Le merlon peut être réalisé en terre et dans ce cas il peut avoir une fonction paysagère de modelage de terrain.



Source : Quartier Favreau – Cholet (49) - INFRA Services



Source : Espace inondable en remblais – Forêt urbaine de la ZAC ECLO – Saint-Jean-de-Braye - INFRA Services



Source : Photo-montage – Quartier Favreau, Cholet (49) - INFRA Services

Le concepteur peut également profiter des aménagements urbains, comme par exemple des murets maçonnés, favorisant l'infiltration dans des sols en place non remaniés. Ils servent également à stocker les eaux de ruissellement sur terrain penté, tel un barrage.

Article V.2 Les toitures stockantes

Deux objectifs :

- Intégrer la capacité de stockage des toitures dans les calculs hydrauliques,
- Utiliser la végétalisation des toitures dans les cas contraints au bénéfice de la biodiversité.

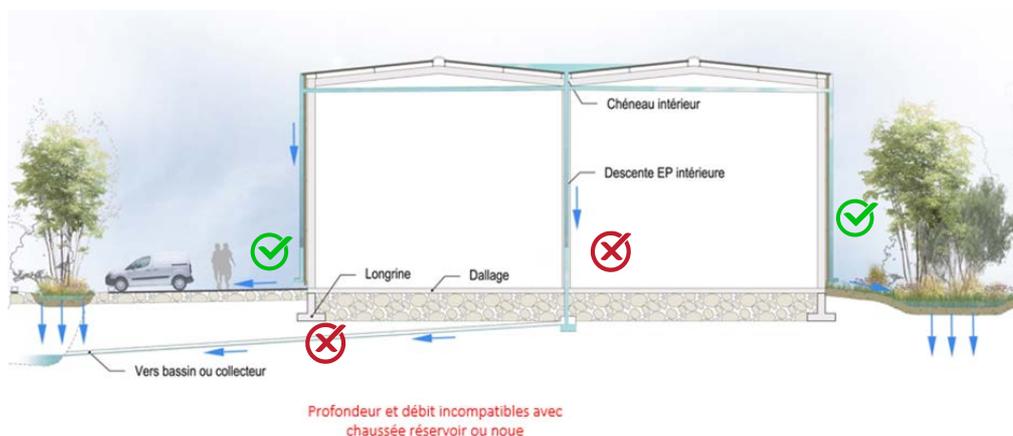
Les toitures peuvent être un outil de conception efficace au service du projet, en faveur d'un meilleur fonctionnement (eaux pluviales) et en faveur de l'environnement (toitures végétales).

La loi biodiversité (9 août 2016) autorise la construction de nouveaux bâtiments pour les projets soumis à CDAC (Commission Départementale d'Aménagement Commercial) s'ils intègrent sur tout ou partie de leur toiture et de façon non exclusive, soit des procédés de production d'énergie renouvelable, soit un système de végétalisation basée sur mode cultural garantissant un haut degré d'efficacité thermique et d'isolation et favorisant la préservation et la reconquête de la biodiversité, soit d'autres dispositifs aboutissant au même résultat.

V.2.1 Gestion des eaux pluviales de toitures

Dans le cas où cette option est envisagée et quelle que soit la taille des bâtiments, il est impératif de prévoir que les eaux pluviales de toitures soient évacuées en périphérie du bâtiment, au-dessus du niveau de sol.

Il convient de proscrire les réseaux sous dallage, incompatibles avec une gestion surfacique par les outils désignés ci-dessus.



Dans l'idéal, le stockage en toiture est à privilégier. En pratique, les typologies de toits aptes au stockage sont très peu utilisées en bâtiments commerciaux sauf quelques bâtiments annexes ou « appendices » à toiture plate. En revanche, le retour en descentes de type siphonides doit être privilégié car il permet, même en cas de chéneau intérieur, de faire cheminer les eaux pluviales sous pression en canalisation de plus petit diamètre dans les charpentes avec sortie en façade. Attention à bien respecter les préconisations des fournisseurs et les règles professionnelles pour les ouvrages de décompression entre mode pression et mode gravitaire.

Il est également possible, si cela est pris en compte dans la conception, de cheminer en sous face de toiture, même en gravitaire, pour respecter ce fondamental de la gestion intégrée.

V.2.2 Les toitures végétales

La loi climat et résilience impose désormais la végétalisation d'une toiture pour les constructions neuves à usage de bureaux dont l'emprise au sol est supérieure à 1 000m².

Selon l'ADEME (AMÉNAGER AVEC LA NATURE EN VILLE - octobre 2018) les raisons de végétaliser une toiture peuvent être multiples :

Les toitures et les façades végétalisées peuvent agir comme corridors écologiques discontinus pour les espèces animales capables de voler sur de longues distances et pour les espèces végétales à forte capacité de dispersion,

La végétalisation des toits entraînerait une baisse des températures en centre-ville de 1 à 2°C, réduisant de fait le phénomène d'Ilot de Chaleur Urbain (ICU),

La température dans des rues canyon, pendant le mois le plus chaud peut diminuer de 3,6°C à 11,3°C à l'heure la plus chaude,

Les toitures et façades végétalisées, les arbres, voire les pelouses, peuvent contribuer à rafraîchir des bâtiments en été, grâce à l'ombrage procuré par les façades végétalisées et par les arbres, à la présence d'eau dans le substrat des toitures voire de certaines façades végétalisées, et à l'évapotranspiration à proximité des bâtiments (arbres, pelouses, plantes grimpantes),

Pour une journée ensoleillée, un toit de couleur foncée peut atteindre une température de 80°C, un toit blanc 45°C et un toit végétalisé 29°C (température proche de celle de l'air), etc.



Source : Toiture terrasse végétalisée stockante – Ecole Bénédicte Maréchal, Orléans

V.2.3 Les techniques de végétalisation des toitures

Il existe trois types de toitures végétales : les toitures extensives, semi-intensives et intensives.

Deux organismes ont produit des règles professionnelles :

L'UNEP (Union Nationale des Entreprises du Paysage) a édité une recommandation professionnelle B.C.4-R0 « conception, réalisation et entretien de toitures végétalisées »,

L'association ADIVET (Association Française des Toitures et Façades Végétales) qui regroupe les acteurs de la filière végétalisation de toitures : fabricants de composants et de systèmes, entrepreneurs du bâtiment et du paysage, groupements professionnels, maîtres d'œuvre et maîtres d'ouvrage, organismes de formation et recherche, bureau d'études a corédigé les règles professionnelles françaises pour la conception et la réalisation des terrasses et toitures végétalisées. (Edit. N°3 mai 2018).

Mail : contact@adivet.net Web : www.adivet.net



Le saviez-vous ?

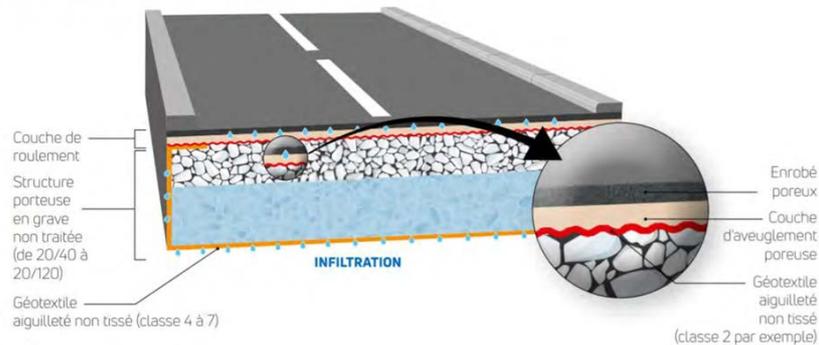
Le poids autorisé au m² constitue la contrainte la plus importante. Pour les projets de réfection de toitures sur des immeubles anciens, cette donnée manque souvent. Dans ce cas, la végétalisation par couche mince de sedums est la plus appropriée, malgré le peu d'intérêt qu'elle représente pour la biodiversité.

En revanche, si des graviers ont servi de revêtement, il est possible de les peser au moment de l'enlèvement et de les remplacer par un mélange terreux équivalent en poids. En effet, souvent les mélanges sont très légers, même lorsqu'ils sont chargés en eau après une pluie. Il est donc possible d'épandre un substrat plus épais que l'ancienne couche de graviers et de planter des espèces plus intéressantes.

Pour mémoire, la terre végétale pèse entre 2 tonnes et 2,3 tonnes au m³, alors que les mélanges employés varient de 900 à 1500 kg par m³ à capacité maximale en eau.

Article V.3 Les structures réservoirs

La structure réservoir peut être déclinée en structure de voirie, de trottoirs et de pistes cyclables voire en tranchée sous espace vert. Elle offre, par son indice de vide, d'importantes capacités de stockage à faibles profondeurs.



Source : Chaussée à structure réservoir - ADOPTA

Il existe de nombreux a priori sur les structures réservoirs, tels que leur colmatage dans le temps. En réalité, cet aléa n'est pas un problème si toutes les précautions sont prises, tant dans la conception que dans la réalisation :

- Présence de décantation,
- Présence de cloisons siphonides,
- Vigilance en phase chantier en protégeant la structure de toutes pénétrations d'eaux souillées ou turbides,
- Utiliser une grave drainante lavée, débarrassée de toutes ses fines.

De la même manière, des a priori existent sur les risques liés aux réseaux ou à la présence d'ouvrages en souterrain. Notons que ces risques sont également présents en structure traditionnelle et les réseaux ou autres ouvrages enterrés ne sont pas remis en cause dans ce cas.

Ces solutions sont aujourd'hui décrites dans les fascicules (fascicule 70 - Titre 2) et les retours d'expériences sont nombreux. Le cas échéant, quelques « restrictions » peuvent être définies sans remettre en cause en totalité l'outil connu, par exemple :

- L'éloignement d'1 à 2 m des façades des logements,
- Mise en œuvre d'un drain de contrôle en partie inférieure.

Quoiqu'il en soit, l'eau ne suit pas un chemin d'infiltration linéaire de haut en bas, mais suit plutôt le chemin d'infiltration interstitielle qu'elle juge le plus simple à engager.

V.3.1 Principe technique

Les structures réservoirs peuvent être mises en œuvre au droit des zones ne possédant pas suffisamment d'espaces verts, ou pas assez de surface d'infiltration pour optimiser le temps de vidange. En effet, elles permettent d'apporter un important complément de stockage ou de surface d'infiltration et d'assurer une continuité hydraulique.

Les structures réservoirs sont constituées de matériaux drainants $D/d > 3$ sur une épaisseur calculée pour obtenir la résistance mécanique souhaitée. Elles sont enveloppées dans un géotextile anti-contaminant et sont constituées d'une grave drainante possédant un indice de vide de 30 % minimum. Sur ce point, des graves drainantes dont l'indice de vide dépasse 30% peuvent être proposées mais les calculs de dimensionnement doivent être réalisés sur la base d'un indice de vide maximal de 30 %, considérant que le surplus éventuel représente l'aléa de réalisation.

Les structures réservoirs sont réalisées sur un fond horizontal ou suivant le profil en long de la voirie lorsqu'il y a de la pente. Dans ce cas, elles doivent être équipées de cloisonnements.



Source : Photo montage d'une structure réservoir sous stationnement – INFRA Services



Photos de voirie et stationnements réalisés en structure réservoir

Source : Louvres (95) : Quartier de la Gare - INFRA Services

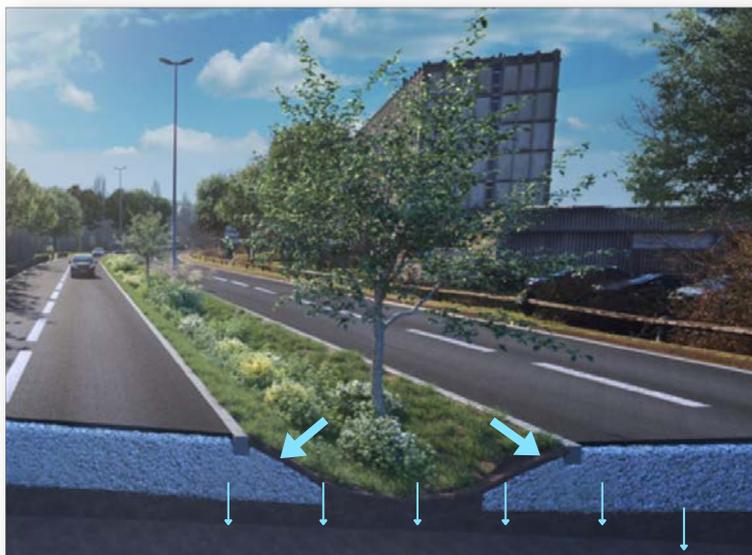


Source : YUTZ (57) : ZAC de la tuilerie - INFRA Services

V.3.2 Solutions d'injection dans la grave drainante

Les espaces verts

Le plus souvent, il est possible de travailler sur la trame de stationnements ou sur les gabarits des différentes zones minérales pour chercher de l'espace vert ou augmenter le stockage au sein d'un espace vert de même emprise avant même de recourir aux graves drainantes. Dans le cas contraire, l'espace vert insuffisant au stockage peut également servir de dispositif d'injection dans la grave drainante sans forcément recourir aux matériaux poreux de surface. Il ne s'agit pas là de proscrire les matériaux poreux de surface, il s'agit, dans une démarche de projet, de définir le cycle de priorisation des choix conceptuels et des choix de matériaux.



Source : Photo montage - INFRA Services



Attention, l'injection de l'eau dans la structure réservoir par un espace vert n'est possible que si la surface de contact entre l'espace vert (noüe) et la structure est importante.

Si la vitesse de percolation s'avère trop juste, l'injection par l'intermédiaire d'une grille et d'un drain s'impose. Dans ce cas, la grille sera exclusivement une grille de surverse. Aucune grille ne collectera les eaux au fil d'eau de la noüe avant injection dans la structure réservoir.

Les revêtements perméables

S'ils ne sont pas assis sur une structure réservoir, les revêtements perméables ne présentent pas d'intérêt pour la gestion intégrée des eaux pluviales.

Réalisés sur structure classique, ils ne doivent pas être considérés comme des dispositifs hydrauliques permettant de capter la pluie. Dans ce cas, il s'agit de les utiliser pour leur fonction paysagère notamment si les règlements constructifs incitent à des parkings végétalisés ou bien à limiter l'imperméabilisation en évitant la création de revêtements étanches type enrobé ou béton.



Source : INFRA Services

Ici, les places engazonnées sont inutilisées car il n'y a pas de structure réservoir en dessous pour capter et stocker l'eau. L'absorption étant insuffisante pour collecter la pluie instantanément, les places sont gorgées d'eau.

Lorsque les revêtements poreux sont fondés sur une structure réservoir, le concepteur devra s'assurer que leur surface, associée à leur capacité d'absorption permet le transfert instantané de la pluie vers la grave drainante. Cette capacité à laisser passer l'eau est directement liée à la nature du revêtement et aux préconisations du fournisseur, au choix de pose du revêtement (joint large ou étroit, enherbé, sablé ou sec pour du pavé, remplissage gravillonné ou enherbé pour de la dalle préfabriquée, etc...)

En phase de réalisation, il est important de demander des échantillons et des planches d'essai afin de contrôler le bon passage de l'eau à travers le revêtement jusqu'à la structure réservoir, et ce de manière instantanée.



Le saviez-vous ?

Contrairement aux idées reçues, les revêtements perméables nécessitent peu d'entretien, seulement lorsqu'ils sont fortement colmatés. Le colmatage dans le temps dépend de plusieurs facteurs, notamment de l'usage de la voirie, de la densité et du type de circulation, mais aussi de la zone où ils sont installés (sous fort couvert végétal par exemple), etc...

Les enrobés et bétons poreux

Ils sont tout à fait appropriés à l'usage en parking pour les structures réservoirs. Leur très grand coefficient de perméabilité (10^{-2} m/s) permet de restreindre l'utilisation par exemple aux seules places de stationnement évitant tout problème de résistance de ce produit à la giration sur les voies d'accès.

Ils sont toutefois réservés aux zones circulées pour véhicules légers et supportent mal les zones de forte giration et/ou de freinage répété.



Source : Photo montage - INFRA Services

Les dalles alvéolées

Il en existe plusieurs modèles.

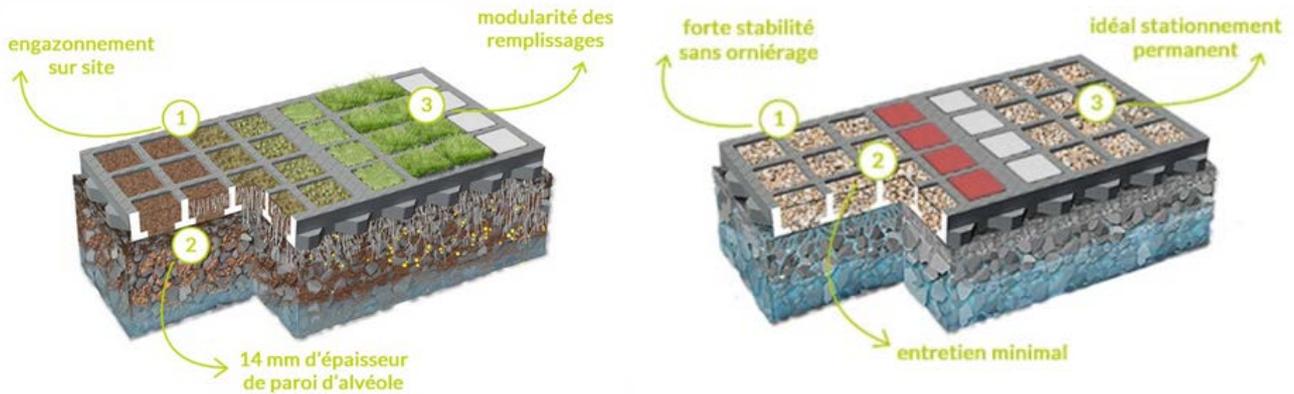
Elles sont faciles à mettre en œuvre et peuvent être remplies de plusieurs matériaux de différentes granulométries et coloris différents. Elles peuvent également être engazonnées. Elles servent surtout à stabiliser les revêtements de surface et sont à utiliser pour les voiries à faible trafic VL comme pour les stationnements. Attention toutefois car elles supportent très mal les zones de giration.



Source : INFRA Services

Les dalles préfabriquées enherbées, gravillonnées ou à pavés

Il en existe plusieurs modèles.



Source : O2D Environnement : Dalles TTE

Elles peuvent être remplies de plusieurs matériaux (gazon, grave, pavés) ceux-ci pouvant également être mixés. Elles sont à utiliser pour les voiries à faible trafic ainsi que pour les stationnements. Elles apportent une bonne qualité visuelle lorsqu'elles sont mixées grâce à la variété des coloris et des remplissages. Elles supportent bien les zones de girations et possèdent une bonne pérennité. Elles possèdent une bonne force de percolation.



Source : Parking de l'université de Valenciennes (59) - INFRA Services

Les pavés à joints poreux



Source : Heinrich & Bock

Les surfaces pavées sont très esthétiques. Les pavés sont imperméables car en béton classique ou en pierre naturelle. Ce sont les joints qui sont poreux et qui permettent de laisser passer l'eau. Ces surfaces peuvent être utilisées pour des voiries à faible trafic VL et PL, pour les stationnements ainsi que pour les places de ville ou centre-ville. Les pavés apportent une grande qualité visuelle et possèdent une grande pérennité.



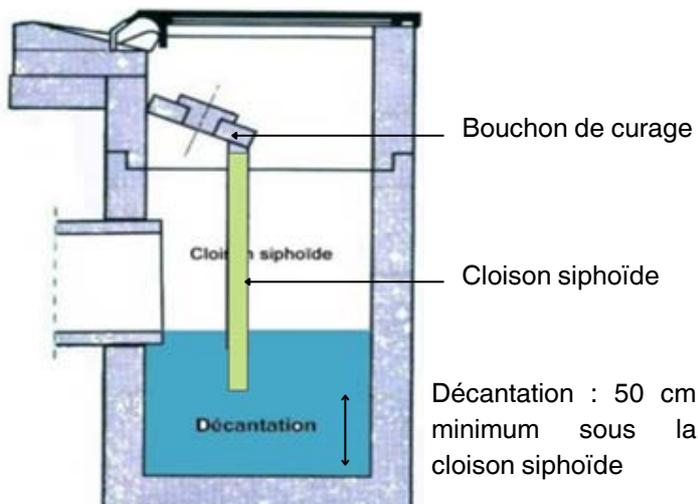
Attention toutefois au rapport « surface de ruissellement collectée/surface de pavés ». Si elle est trop faible et en cas de forte pluie, les pavés peuvent ne pas être en mesure de transférer l'eau dans la grave drainante instantanément.

Les pavés poreux



Ils ont l'avantage des surfaces pavées et sont très esthétiques. Les pavés sont complètement poreux car réalisés en béton poreux qui laisse passer l'eau : Les pavés peuvent être posés jointifs. Ces surfaces peuvent être utilisées pour des voiries à fort trafic VL et PL, pour les stationnements ainsi que pour les places. Les pavés apportent une grande qualité visuelle et possèdent une bonne pérennité. Leur gros point fort par rapport aux pavés traditionnels est une capacité de percolation bien supérieure et donc un rapport « surface de ruissellement collectée/surface de pavés » optimisé.

La bouche d'engouffrement



Coupe en travers d'un regard d'injection à cloison siphon, situé à l'amont d'une structure réservoir

Lorsque le concepteur souhaite réaliser des revêtements imperméables (enrobé, béton, etc...), l'injection se fait par l'intermédiaire d'un regard puis un drain. Dans ce cas, la grave drainante constitutive de la structure réservoir doit être protégée de toute matière entrante (végétaux, déchets, etc...) afin de pérenniser la porosité de la grave.

La bouche d'engouffrement doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Cloisons siphoniques avec bouchon de curage,
- Décantation de 50 cm minimum sous la cloison siphon.

Les bouches d'injection avec filtres sont proscrites par Orléans Métropole.

Article V.4 Les accessoires

V.4.1 Les bordures

Deux objectifs :

- Éviter pour les parkings comme pour les voiries, tous les dispositifs bloquant le cheminement naturel de l'eau vers les espaces verts d'infiltration et qui sont susceptibles de créer à terme des ravinements,
- Éviter de concentrer les rejets préjudiciables au traitement naturel des pollutions.

Pour les parkings, il faut privilégier l'absence de bordures et renforcer le végétal. Dans ce cas, il est nécessaire de mettre en œuvre des bloc-roues. Si pour des raisons spécifiques, des bordures doivent être réalisées, elles seront arasées ou posées en discontinu (ou « en créneau ») comme sur la photo ci-dessous.



Source : Parc de stationnement en enrobé classique et noue – Cap Saran, Saran

Pour les autres voies, y compris les voies d'accès, les bordures arasées avec plantations doivent être privilégiées par rapport à des solutions bordures hautes, souvent vulnérables pour les camions de livraison et qui empêchent l'écoulement d'eau vers les noues.

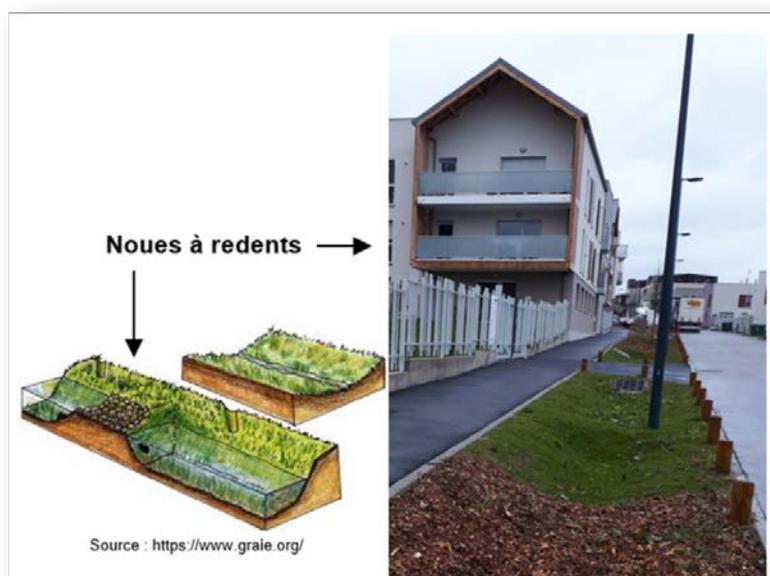


Source : Vignes Blanches - Quartier des Mureaux (78) – INFRA Services

V.4.2 Dans les secteurs en pente : les redents

Dans les secteurs en pente, des redents devront être mis en place pour maximiser les volumes de stockage et favoriser la décantation et l'infiltration.

Les redents permettent de bloquer l'eau tel un barrage dans les secteurs avec pente. Différents matériaux peuvent être utilisés pour les redents : terre, béton, pierre, bois, etc. Suivant les matériaux, il existe des avantages complémentaires. Par exemple, les redents en pierre permettent une valorisation faunistique avec sa fonction de « pont » pour le lézard des murailles, qui est un reptile protégé.



CHAPITRE VI : PHASE CHANTIER - PRÉCAUTIONS SPÉCIFIQUES

La gestion intégrée des eaux pluviales est encore nouvelle pour de nombreuses entreprises et équipes de chantier. Elle nécessite une mise en œuvre précise d'équipements (outils) qui seront, pour la plupart, vulnérables aux endommagements des autres corps d'état pendant la phase chantier.

De même, plusieurs erreurs sont régulièrement rencontrées lors de la réalisation des techniques alternatives. Les connaître permet de les éviter plus facilement.

Il est important de bien rappeler ce contexte particulier de la gestion des eaux pluviales en préambule des CCTP et de choisir les entreprises les mieux à même de mener à bien le projet.

Article VI.1 L'information et la sensibilisation des équipes en charge de la mise en œuvre

La bonne mise en œuvre des techniques intégrées tient pour beaucoup au suivi et à l'encadrement des différentes phases du chantier. Les différents intervenants - pelleteurs, jardiniers... - portent ensemble une responsabilité importante dans la réussite du projet.

L'expérience montre que la réussite de tels travaux tient en grande partie à la compréhension de leur finalité. L'information des équipes travaux est donc essentielle. Il est nécessaire d'expliquer les principes de gestion des eaux pluviales retenus, et les spécificités induites sur le chantier.

- **Le rôle des noues doit être précisé.** Par exemple, dès lors qu'une noue a une fonction de stockage, le calage altimétrique des grilles et des surverses au niveau des plus hautes eaux est primordial et non au fil d'eau de la noue. Souvent les entreprises croyant déceler une erreur dans les plans, la corrigent spontanément et suppriment ainsi la capacité de stockage.
- **Lors des travaux de terrassement,** les pelleteurs s'interrogent souvent sur la façon de réaliser les profils proposés sur les plans. Il est donc recommandé de préciser le type de pelles à employer (grosse pelle pour le dégrossissage, mini pelle pour la finition) et le choix du godet. Des explications sur la réalisation du piquetage ou du raccordement des paliers entre eux sont généralement utiles.

- **Des techniques nécessitant une mise oeuvre précise.** Les techniques alternatives sont vulnérables aux risques de « malfaçon ». La première précaution à prendre est de s'assurer de la qualité des plans d'exécution. Une mission EXE partiel pour les ouvrages pluviaux peut être confiée à l'équipe de maîtrise d'œuvre. Si c'est l'entreprise qui réalise ces plans, leur vérification devra être réalisée avec attention.

Il est recommandé de prévoir un suivi adapté de la bonne mise en œuvre des **équipements sensibles**. Le suivi de chantier doit être balisé, en identifiant dès le départ les « points d'arrêt » où la présence d'une compétence particulière de l'équipe de maîtrise d'œuvre doit être présente.

- **Vigilance quant au respect des profils :** Le non-respect d'un profil peut diminuer significativement les capacités de rétention des ouvrages. La protection contre les inondations n'est alors plus correctement assurée.

Une noue de profil doux peut, sur le terrain, être transformée en fossé par l'entreprise qui terrasse les ouvrages. Cela peut partir d'une bonne intention mais risque de dénaturer l'ouvrage et de compliquer le chemin de l'eau.

Lors de la pose des avaloirs, des débits de fuite et des tuyaux, les côtes doivent être scrupuleusement respectées pour que les niveaux d'eau soient gérés convenablement.

Ces équipements doivent être correctement intégrés et protégés par des enrochements pour des raisons d'esthétique et de sécurité.

Une surverse mise en œuvre en fond de la noue récupèrera des particules entrainées par les ruissellements. Si elle alimente un drain, celui-ci pourra se colmater rapidement.

- **Vigilance quant à la mise en œuvres des plantations :** Lors de la mise en place du substrat de culture, il convient de veiller au respect des proportions entre ses différents composants, à son homogénéité et à son bon étalement.

Lors des plantations, le choix et l'emplacement des végétaux doivent être respectés afin de garantir les effets recherchés et l'optimisation de l'entretien.

En cas de sécheresse prolongée, elles doivent être arrosées jusqu'à 2 ans après les travaux de finalisation.

- **Autre point de vigilance :** La différence entre drain à cunette et drain agricole doit être explicitée. On ne peut assurer une vidange des noues par drainage dans un drain agricole. Il est important de rappeler que le système de drainage doit être conforme aux prescriptions du fascicule 70 titre II.



Article VI.2 La protection des ouvrages en phase chantier

D'une manière générale, il est nécessaire de mettre en place une protection des noues pendant les travaux d'aménagement.

Les plantations peuvent être effectuées au titre du préverdissement et jouer ainsi un rôle de protection visuelle des noues.

Il y a peu de risque de détérioration des ouvrages hydrauliques lors de la finition des travaux de voirie.

En revanche lorsqu'une voirie provisoire est réalisée avec un dispositif provisoire de gestion des eaux pluviales, les travaux de finition des bordures et trottoirs obligeront à un reprofilage complet des profils de noue.

Les apports de terres végétales doivent être différés pour que le substrat de culture ne soit ni souillé, ni compacté par les engins de chantier.

- **Protection des structures réservoirs** : Les structures réservoirs en chaussée sont installées avant la réalisation de la voirie puisque le matériau drainant est aussi le matériau constitutif de la structure de chaussée. Il doit donc être protégé pendant la phase chantier.

Si les enrobés sont étanches alors la structure réservoir est, de fait, protégée par le revêtement provisoire, émulsion gravillonnée ou grave bitume.

Il faudra, pendant le chantier, penser à protéger les bouches d'engouffrement vers la structure réservoir.

Pour éviter ce risque, une alternative consiste à mettre en place, en rive de chaussée, un fossé provisoire qui pourra être comblé lors de la réalisation des travaux de finition.

Si la structure réservoir est associée à un enrobé drainant, la protection des ouvrages pendant la phase chantier est plus complexe car il est impossible de protéger de façon pérenne un enrobé drainant du trafic de chantier.

Dès lors, il est conseillé de mettre en place un revêtement provisoire étanche pendant les travaux.

Cette solution peut sembler coûteuse mais elle permet d'éviter des dysfonctionnements graves par la suite.



Source : Aménagement du parking du stade Océane du Havre – INFRA Services

- **Protection des ouvrages particuliers** : Il est nécessaire de protéger pendant la phase chantier tous les ouvrages hydrauliques qu'il s'agisse des grilles assurant les liaisons entre les noues, des ouvrages de régulation de débit, des sorties de canalisation, etc.

Ces ouvrages sont particulièrement vulnérables aux dégradations liées à des circulations intempestives en dehors des zones prévues à cet effet et aux déversements de produits issus des constructions de bâtiments.

Les grilles avaloirs peuvent être protégées par des géotextiles qui, sans altérer leur capacité d'évacuation, permettent de piéger les fines en surface. Ces protections nécessitent un entretien régulier.

A défaut, les entrepreneurs présents sur site risquent de les ôter pour rétablir temporairement l'évacuation des eaux pluviales.

Article VI.3 Une attention particulière aux travaux sur le domaine privé

Vigilance quant aux risques d'engorgement des ouvrages.

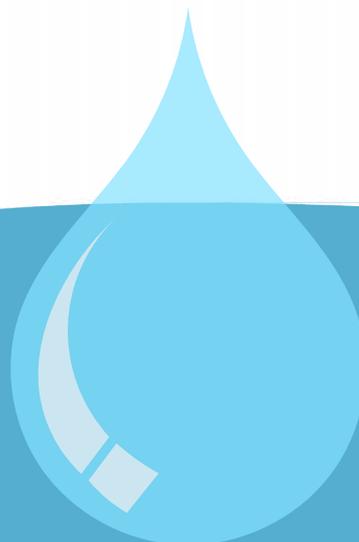
Pendant la phase chantier les dispositifs de stockage des eaux pluviales sur les parcelles n'étant pas construits, il y a risque de ruissellement vers le domaine public lors des différentes phases de construction :

L'accès chantier provisoire sur la parcelle est très rarement assaini,

La construction du dallage et de la toiture des bâtiments génère des eaux de ruissellement,

Le compactage des terres par les engins de chantier en périphérie des constructions peut limiter temporairement les capacités d'infiltration des sols sur les parcelles.

Une vigilance s'impose sur le domaine privé afin de limiter les impacts sur le domaine public.



ORLÉANS MÉTROPOLE

Espace Saint-Marc
5 Place 6 Juin 1944
45000 Orléans
02 38 78 75 75

DIRECTION DU CYCLE DE L'EAU

1 rue Jacques Dufrasne
45380 La Chapelle-Saint-Mesmin
02 38 78 49 49
infos.assainissement@orléans-métropole.fr

www.orleans-metropole.fr
 [#OrleansMetropole](https://twitter.com/OrleansMetropole)

L'EAU
D'ORLÉANS MÉTROPOLE

