Nantes Métropole

Intégrer la gestion des eaux pluviales dans son projet

Guide pratique à l'usage des professionnels de l'aménagement

Volet 3

agence de l'eau Loire-Bretagne

PLUm PLAN LOCAL D'URBANISME MÉTROPOLITAIN

metropole.nantes.fr

Un guide pratique d'accompagnement à la mise en œuvre du zonage pluvial

A qui s'adresse ce guide ?

Ce guide pratique s'inscrit dans une démarche d'information et d'accompagnement.

Il s'adresse aux **professionnels de l'aménagement** :

- les aménageurs, les constructeurs et les entrepreneurs,
- les concepteurs et maîtres d'œuvre tels que les urbanistes, les architectes, les paysagistes, les bureaux d'études VRD et hydrauliques...

Pensé comme un outil technique et pédagogique, il a pour ambition d'apporter une aide pour la conception, la réalisation et l'exploitation des aménagements de gestion des eaux pluviales.

Les règles décrites dans ce guide concernent les projets autres que les Permis de Construire de Maisons Individuelles (qui font l'objet d'autres règles).

Comment prendre en main ce guide ?

Conçu comme un outil d'accompagnement pédagogique à la mise en œuvre des principes de la gestion intégrée des eaux pluviales, ce guide offre une approche progressive, allant de la connaissance du cadre réglementaire à la mise en pratique opérationnelle.

De façon à faciliter son appropriation et son usage, il est composé de 4 volets :

POUR COMPRENDRE : enjeux et objectifs de la gestion intégrée des eaux pluviales, éléments de cadrage technique et réglementaire à connaître avant de concevoir son projet, cadre et prescriptions du zonage pluvial.

POUR S'ORGANISER : démarche de projet et acteurs à y associer, bonnes pratiques et conditions de réussite d'un projet.

POUR METTRE EN ŒUVRE : études de cas illustrées, explicitant les principes de mise en œuvre d'une gestion intégrée des eaux pluviales.

POUR ALLER PLUS LOIN : ensemble de fiches illustrées permettant d'approfondir les éléments présentés dans les volets sur les différents types d'aménagements de gestion des eaux pluviales, les points de vigilance ou les modalités pratiques de mise en œuvre (Fiches dispositifs et Fiches thématiques).

Afin de hiérarchiser les informations apportées, les points importants « **à retenir** » ainsi que les informations complémentaires « **à noter** » ont été mis en relief dans l'ensemble du guide.

Ces 4 volets sont répartis en trois documents distincts :

- **un document dédié aux volets 1 et 2,**
- **un document dédié au volet 3,**
- **un document dédié au volet 4.**

À NOTER

LES AUTRES OUTILS MIS À VOTRE DISPOSITION POUR VOUS AIDER

La démarche d'accompagnement mise en place par Nantes Métropole a conduit à proposer différents outils couvrant le cycle de mise en œuvre des dispositifs de gestion des eaux pluviales.

Pour en savoir plus et consulter les outils mis en ligne :
https://metropole.nantes.fr/eaux-pluviales

Sommaire

FICHE ÉTUDE DE CAS N°1

Parcelle d'activité 5

FICHE ÉTUDE DE CAS N°2

Habitat collectif 14

FICHE ÉTUDE DE CAS N°3

Lotissement 23

FICHE ÉTUDE DE CAS N°4

Zone d'aménagement concerté et cas particulier des projets de renouvellement urbain 33

Études de cas illustrées

Quel que soit le contexte de l'aménagement, une gestion intégrée doit être envisagée pour répondre aux prescriptions du zonage pluvial.

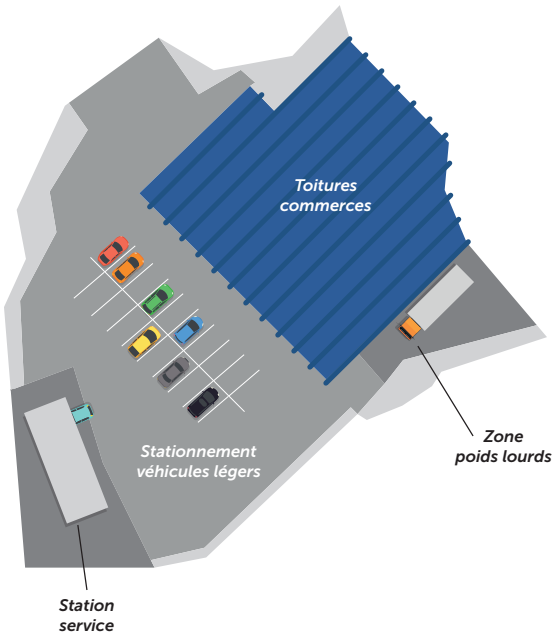
Le volet 3 est constitué de 4 études de cas. Elles illustrent les principes d'aménagement qui peuvent être envisagés pour la gestion des eaux pluviales, pour 4 types de projet :

- **Étude de cas n°1 :** habitat collectif en centre-ville,
- **Étude de cas n°2 :** parcelle d'activité, entreprise ou industriel, plateforme logistique ou centre commercial,
- **Étude de cas n°3 :** lotissement pavillonnaire,
- **Étude de cas n°4 :** ZAC de renouvellement urbain.

Ces études de cas sont destinées à donner une illustration de ce qui est possible dans un contexte donné. Elles ne constituent en aucun cas un schéma type à respecter et chaque aménageur concevra le projet le plus adapté à ses besoins et les caractéristiques du site.

FICHE ÉTUDE DE CAS 1

PARCELLE D'ACTIVITÉ



Description du projet

Aménagement d'une parcelle d'activité type centre commercial de 21 000 m² comprenant :

- 8 000 m² de toitures
- 6 000 m² de voirie et stationnement Véhicules Légers
- 1 500 m² de voirie et stationnement Poids Lourds
- 3 500 m² de station-service
- 2 000 m² d'espaces verts

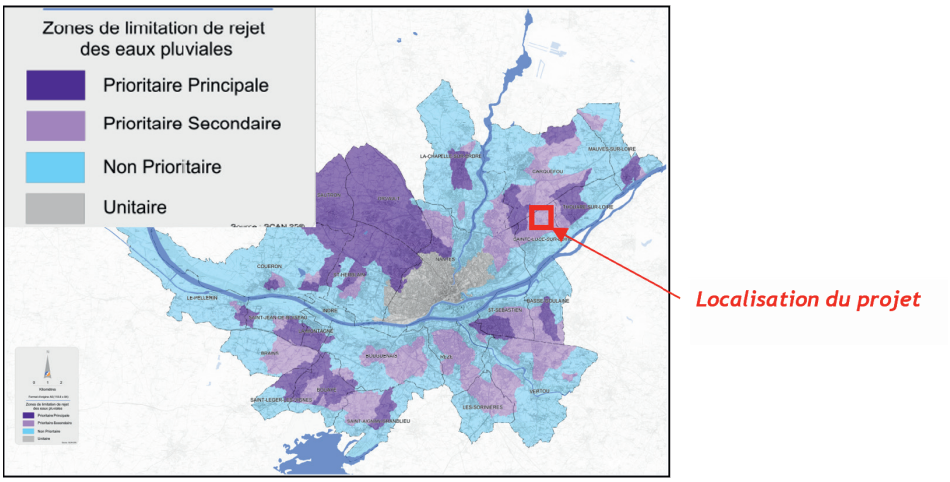
ÉTAPE C1

État des lieux sommaire du site et cadre réglementaire

Le porteur du projet identifie **les éventuelles contraintes et opportunités du site** : pente du terrain, zones inondables, désordres géotechniques, espaces de pleine terre, vulnérabilité en aval...

Le porteur du projet positionne sa parcelle sur **le plan du zonage pluvial** pour identifier les règles auxquelles son projet est soumis.

1. Le projet est situé dans la **zone prioritaire secondaire**
2. Le volume minimal à infiltrer/déconnecter au sein du projet sans rejet autorisé est de **16 l/m² imperméabilisé**
3. L'occurrence de la pluie de dimensionnement des ouvrages est de **30 ans**
4. Le débit de rejet maximal autorisé (si l'infiltration des pluies moyennes à fortes est impossible) est de **3 L/s/ha**



Plan du zonage pluvial

Le porteur de projet vérifie si son projet est soumis à la loi sur l'eau : le projet a une superficie supérieure à 1 ha et prévoit des installations classées (ICPE). Il est donc soumis à autorisation environnementale (IOTA et ICPE).

Pour les rejets d'eaux pluviales soumis à la loi sur l'eau et en lien avec les installations classées pour la protection de l'environnement, une étude d'incidence doit être réalisée et présentée avec la demande d'autorisation environnementale auprès des services de État chargés de la police de l'eau.

Ce type d'activités est en effet susceptible de générer un risque de pollution particulier au niveau des espaces techniques mais aussi des voiries et parkings avec une forte fréquentation (de poids lourds notamment). L'analyse du risque de pollution selon la vulnérabilité du milieu est conduite avec l'autorité environnementale. L'étude d'incidence peut évaluer la capacité du sol à retenir les contaminants, prévoir un suivi des ouvrages d'infiltration et pour certaines surfaces à risque déterminer le niveau de traitement des eaux pluviales.

ÉTAPE C2

Cadrage des prestations et des compétences spécifiques attendues

Le porteur du projet rédige un dossier de consultation des équipes en charge de la conception et de la mise en œuvre du projet d'aménagement qui :

- Formule précisément **ses attentes et ses besoins pour assurer une gestion intégrée des eaux pluviales** selon les règles du zonage pluvial et des principes de gestion privilégiés ainsi que ses souhaits d'aménagement urbains : **orientation vers des revêtements favorisant la réduction des ruissellements à la source et la végétalisation des espaces urbains ; infiltration totale des pluies moyennes à fortes à étudier en scénario de base ; infiltration partielle à justifier si nécessaire ; mise en œuvre d'aménagements de rétention peu profonds et intégrés dans l'opération.**
- **Liste les prestations qui seront confiées à l'équipe :** diagnostic approfondi du site, définition d'études de sols à réaliser, conception et dimensionnement des aménagements de rétention/ infiltration notamment avec l'étude d'un scénario intégrant des espaces verts en creux à proximité des zones imperméabilisées.
- **Spécifie les compétences de l'équipe :** hydrologie, hydrogéologie, hydraulique, pédologie, paysage, VRD, architecte...

ÉTAPE C3

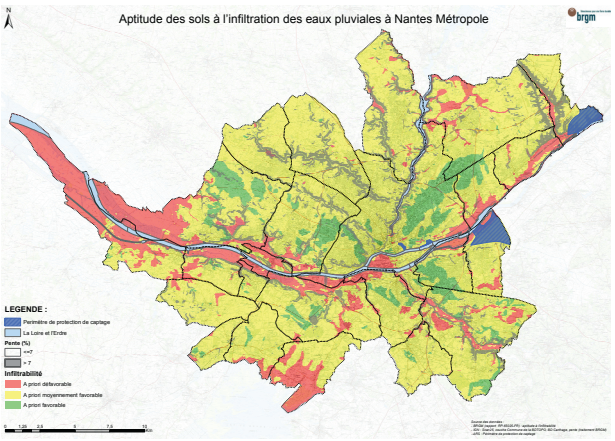
Diagnostic du site

L'analyse du fonctionnement hydraulique du bassin versant montre que le site n'intercepte pas de bassin versant amont. Un réseau séparatif est présent sous la voirie publique qui longe la parcelle au nord-ouest. **Tout raccordement sur ce réseau fera l'objet d'une demande d'autorisation auprès des services compétents de Nantes Métropole**

L'analyse topographique se traduit par la réalisation d'un plan de nivellement sur la parcelle et l'identification des points hauts et bas existants pour assurer un écoulement gravitaire.

Les équipes de conception consultent **la cartographie d'aptitude à l'infiltration et la carte de profondeur des eaux souterraines : le projet est situé dans une zone où l'infiltrabilité est a priori moyennement favorable. Le toit de la nappe est à une profondeur de 0 à 2,5 m sous le terrain naturel.**

Une étude de sols doit être réalisée dans tous les cas pour évaluer la capacité réelle d'infiltration au droit des futurs ouvrages. L'équipe de conception rédige les prescriptions spécifiques au système pluvial envisagé dans les pièces de consultation des bureaux d'études de sols.



Cartographie d'aptitude à l'infiltration

ÉTAPE C4

Principes de gestion et pré-dimensionnement

Les équipes de conception évaluent si le contexte local de l'opération nécessite de **fixer des objectifs de gestion des eaux pluviales plus ambitieux que ceux du zonage pluvial : pas d'enjeux d'inondation en aval immédiat (période de dimensionnement minimale : 30 ans) et débit de rejet maximal au réseau : 3 l/s/ha.**

La surverse des ouvrages lors de pluies très fortes voire exceptionnelles s'effectuera en surface et s'écoulera vers le point bas situé au niveau de la voirie au Nord-Est.

Une attention particulière est portée à **la séparation des eaux pluviales susceptibles d'être polluées par l'activité, et celles qui ne le sont pas.**

Une analyse est menée du risque de pollution en fonction de la nature des surfaces et des activités.

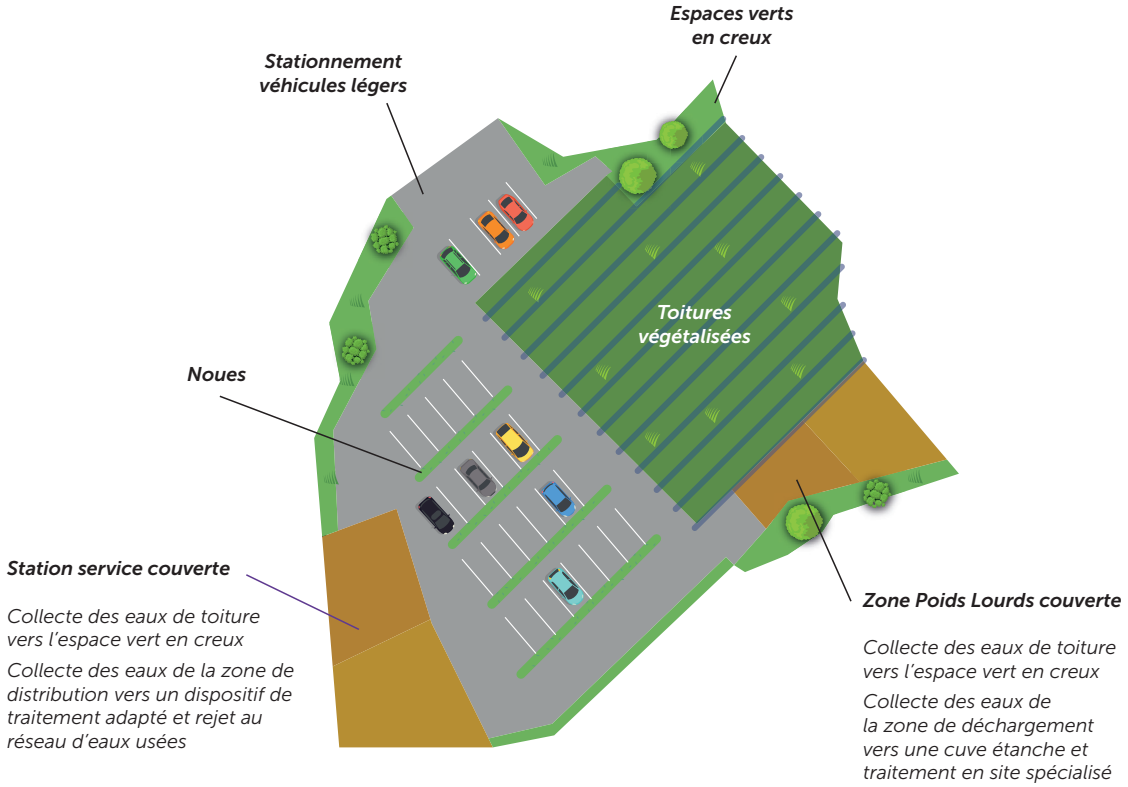
La station-service et la zone Poids Lourds avec stockage de produits dangereux au niveau de la zone de déchargement représentent un potentiel polluant très fort. Elles doivent donc être **couvertes, étanches et isolées afin de ne pas recueillir des eaux de ruissellement d'autres surfaces :**

- Pour la **station service**, les eaux pluviales « polluées » font l'objet d'un traitement adapté aux effluents et le rejet d'eau traitée est raccordé au réseau d'assainissement des eaux usées auprès autorisation préalable de Nantes Métropole.
- Pour la **zone poids-lourds avec du stockage de déchets dangereux**, le raccordement au réseau n'est pas autorisé, les effluents sont stockés pour être traités en site spécialisé.

Les eaux pluviales issues des voiries, des toitures et des parkings font l'objet d'une gestion à la source (infiltration, etc.) conformément aux principes et objectifs fixés par le zonage pluvial.

Les équipes de conception envisagent la mise en place :

- d'une toiture stockante végétalisée au niveau du bâtiment,
- d'espaces végétalisés en creux pour assurer le stockage avant infiltration. Ils sont positionnés au sein des stationnements pour recueillir les ruissellements à la source, ainsi qu'en bordure du site.



ÉTUDE DE SOLS

Le prestataire désigné par le porteur du projet met en oeuvre une campagne de reconnaissance des sols et d'évaluation de la capacité d'infiltration au sein de la parcelle et en particulier au droit des secteurs où l'infiltration est envisagée : espaces verts en creux et noues.

Des essais d'infiltration de type Matsuo sont réalisés dans des fosses pédologiques creusées à une profondeur de 30 cm et de 50 m (profondeur potentielle des dispositifs d'infiltration) :

- En 4 points des espaces verts en creux, au nord et au sud du site,
- En 4 points des emplacements prévus pour les noues.

Les valeurs de perméabilité mesurées sont homogènes et la perméabilité retenue est de **18 mm/h (5.10^{-6} m/s)**.

La nappe est potentiellement située à faible profondeur (entre 0 et 2,5 m) et les surfaces constituent un potentiel polluant (circulation, parking, zone commerciale) : le niveau de la nappe est déterminé par des suivis piézométriques réalisés sur une période suffisante. En période de nappe haute, le niveau de la nappe est situé à environ 2 mètres de profondeur.

Essai de type Matsuo

L'outil d'aide au dimensionnement mis à disposition par Nantes Métropole permet à l'équipe de conception d'estimer le volume à stocker à l'échelle de l'opération (onglet Etape 1—Pré-dim_Projet-global) :

Surface totale du projet	21 000 m^2		
Surface imperméabilisée	10 500 m^2	Cr = 0,9	Toitures station service (2 000 m^2) et zone poids lourds (1 500 m^2)
Surface partiellement imperméabilisée	8 000 m^2	Cr = 0,5	Toiture stockante végétalisée (8 000 m^2)
Surface perméable	2 500 m^2		Espaces verts en creux et noues

L'outil d'aide au dimensionnement indique une surface active (Sa) de 13 100 m^2.

Une surface d'infiltration minimale (Si) de 1310 m^2 (Fc < 10) est recommandée par l'outil au sein de l'opération pour favoriser l'infiltration totale des pluies moyennes à fortes (niveau de gestion ***).

Les surfaces d'infiltration correspondent aux espaces verts en creux et aux noues d'infiltration, soit 2500 m^2.

Outil d'aide au dimensionnement :

➜ pluie de période de retour 30 ans

➜ débit d'infiltration : 12,5 l/s (2500 m^2 à 18 mm/h)

➜ volume de rétention : 623,7 m^3 pour un temps de vidange de 14 h.

Le temps de vidange est conforme à la valeur maximale de 48 h préconisée par le zonage pluvial.

Donnée	Calcul		Valeur	
ÉTAPE 1A : CARACTÉRISTIQUES DU PROJET				
Surfaces du projet (S)	Surface totale du projet (St)	St=	21 000	m^2
	Surface imperméabilisée (S_{imp})	S_{imp}=	10 500	m^2
	Surface partiellement imperméabilisée (S_{P_imp})	S_{P_imp}	8 000	m^2
	Surface perméable (S_{vert})	S_{vert}=	2 500	m^2
Coefficient de ruissellement (Cr)	Coefficient de ruissellement (Cr) variable suivant la période de retour (T)	T=	1m à 50a	100a
	Coefficient imperméabilisée (Cr_{imp})	Cr_{imp}=	0,9	1,0
	Coefficient partiellement imperméabilisée (Cr_{P_imp})	Cr_{P_imp}=	0,5	0,7
	Coefficient perméable (Cr_{vert})	Cr_{vert}=	0,2	0,3
Synthèse des surfaces de ruissellement	Coefficient d'apport (Ca)	Ca=	0,66	
	Surface active (Sa)	Sa=	13 950	m^2
		Sa=	1,395	ha
ETAPE 1B : CARACTERISTIQUES DU SITE				
Objectifs de performance Niveaux de services	Zone de production au plan de zonage pluvial (Z)	Z=	Secondaire	
	Règle d'abattement minimum déconnexion (R_a)	R_a=	16	l/m^2 imp.
	Période de retour minimum – pluviométrie de référence (R_T)	R_T=	30	ans
	Débit de rejet maximal autorisé ($Q_{règle}$)	$Q_{règle}$=	3	l/s/ha
Etude de sol	Vitesse d'infiltration mesurée (Vi)	K=	18	mm/h
	Vitesse d'infiltration mesurée (Vi)	K=	5,0E-06	m/s
	Profondeur de la nappe phréatique par rapport au sol (Pn)	pf=	2,00	m
ETAPE 1C : PRÉ-DIMENSIONNEMENT DU VOLUME A STOCKER				
Pluviométrie de référence	Période de retour retenue ($T_{choisie}$)	$T_{choisie}$	30	ans
GEP niveau * INFILTRATION TOTALE DES EAUX PLUVIALES**				
Stockage / infiltration des pluies faibles à fortes (niveau de service n°1 et 2) (1/10ème de la surface active)	Surface d'infiltration minimale indicative à prévoir	Si=	2 500	m^2
	Surface d'infiltration mise en oeuvre (Si)	Si=	2 500	m^2
	Débit de vidange par infiltration (Qi)	Qi=	0,0125	m^3/s
		Qi=	12,5	l/s
	Débit de vidange par unité de surface active (Qs)	Qs=	0,054	mm/min
	Hauteur maximale à stocker (Δhmax) par application de la méthode des pluies	Δhmax=	44,7	mm

Donnée	Calcul	Valeur		
Stockage / infiltration des pluies faibles à fortes (niveau de service n°1 et 2) (1/10e de la surface active)	Volume utile de stockage nécessaire pour l'infiltration des pluies moyennes à fortes (Vs)	Vs=	623,7	m^3
	Durée de vidange pour les pluies moyennes à fortes (Tv)	Tv=	13,9	h

ÉTAPE C5

Conception et dimensionnement

Analyse de la qualité des eaux

Les surfaces à risque sont gérées séparément de manière à éviter toute pollution.

Toutes les pluies moyennes à fortes tombées sur les autres surfaces sont infiltrées sur le site sans rejet vers l'aval. Les dispositifs de gestion des eaux pluviales du projet répondent aux objectifs de déconnexion garantissant ainsi la maîtrise de la pollution des eaux pluviales. Les dispositifs d'infiltration ont une profondeur maximum de l'ordre de 30 cm, permettant une protection optimale de la nappe (épaisseur de filtre de 1,8 m entre le toit de la nappe et le fond de l'ouvrage).

Dispositifs d'infiltration

L'équipe de conception et le porteur du projet souhaitent créer des noues et des espaces verts en creux pour collecter l'eau au plus près des surfaces imperméabilisées (le long des cheminements et des stationnements), la stocker temporairement et l'infiltrer dans le sol. Ces dispositifs possèdent des capacités épuratoires importantes. Ils permettent de valoriser l'opération en termes de paysage, d'atteindre les objectifs environnementaux et ils contribuent à organiser le stationnement.

Pour les pluies fortes à exceptionnelles

Le pétitionnaire prévoit les impacts et les modalités d'évacuation des eaux excédentaires pour des évènements pluvieux supérieurs à la pluie de période de retour 30 ans, en cas de débordement des ouvrages. La topographie des espaces de stationnement est conçue de façon à ce que tous les espaces verts soient recouverts et qu'une partie du stationnement soit temporairement inondable en cas de pluie très forte ou exceptionnelle.

Exemple d'aménagement en site industriel

Source : guide AESN—PERIFEM

Exemple d'espaces verts en creux au niveau de parkings

Source : SEPIA Conseils

Le dimensionnement des aménagements de rétention est réalisé par l'équipe de conception avec les onglets « Etape 2 - Toitures_Stock » et « Etape 2 - Espaces verts creux » de l'outil d'aide au dimensionnement.

DIMENSIONNEMENT DE LA TOITURE STOCKANTE VÉGÉTALISÉE

La toiture végétalisée est prévue avec un volume libre de stockage de 16 mm et permet de répondre au niveau de service 1 du zonage pluvial.

Les eaux pluviales non gérées par la toiture stockante végétalisée sont dirigées vers les espaces verts en creux.

DIMENSIONNEMENT DES ESPACES VERTS EN CREUX ET DES NOUES

- pluie de période de retour 30 ans
- surface d'infiltration : 2 500 m²
- débit d'infiltration : 12,5 l/s (2 500 m² à 18 mm/h)

Secteur n°1 : toiture de la zone poids Lourds

Surface raccordée au dispositif : 1 500 m²

- Surface 260 m², profondeur 40 cm
- Volume de rétention : 70 m³
- Temps de vidange : 13 h

Secteur n°2 : toiture de la station service + une partie de la voirie au nord-ouest

Surface raccordée au dispositif : 2 500 m² (2 000 m² de toiture et 500 m² de voirie)

- Surface 385 m², profondeur 40 cm
- Volume de rétention : 110 m³
- Temps de vidange : 15 h

Secteur n°3 : s tationnements

Surface raccordée au dispositif : 6 000 m²

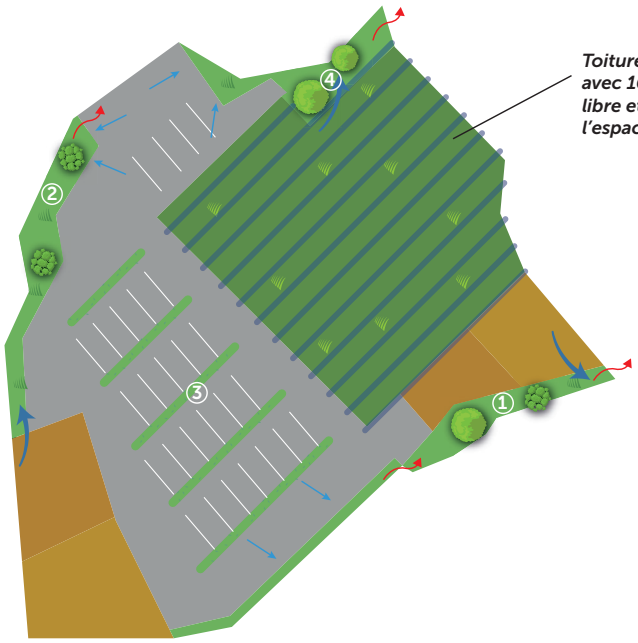
- Surface 1 225 m², profondeur 35 cm
- Volume de rétention : 228 m³
- Temps de vidange : 10 h

Secteur n°4 : toiture stockante végétalisée + une partie de la voirie au nord-est

Surface raccordée au dispositif : 8 500 m² (8 000 m² de toiture stockante végétalisée et 500 m² de voirie)

- Surface 630 m², profondeur 45 cm
- Volume de rétention : 230 m³
- Temps de vidange : 19 h

La somme des volumes de rétention est supérieure au volume obtenu à l'étape 1 - Pré-dimensionnement.



① *Espaces verts en creux : 70 m³*

② *Espaces verts en creux : 110 m³*

③ *Noues : 228 m³*

④ *Espaces verts en creux : 230 m³*

Analyse du site pour des pluies très fortes à exceptionnelles

Les eaux excédentaires sont évacuées par ruissellement en surface vers le domaine public en aval. Le nivellement sera étudié de manière à positionner les surfaces imperméabilisées en léger surplomb pour favoriser le ruissellement naturel vers les espaces verts en creux puis vers l'exutoire naturel de surface lorsqu'ils seront entièrement remplis.

À RETENIR

À l'issue de cette étape, le porteur de projet dépose auprès des services compétents de Nantes Métropole sa demande de validation du système de gestion des eaux pluviales (au plus tard avec sa demande d'Autorisation d'urbanisme).

ÉTAPE C6

Ajustements éventuels et finalisation du projet

L'équipe de conception élabore les plans détaillés du projet, spécifie les équipements et le choix des matériaux et des végétaux, et définit la conception des différents dispositifs de gestion des eaux pluviales (capacité de stockage, calage altimétrique de la toiture végétalisée, des noues et des espaces verts en creux...).

ÉTAPE C7

Cadrage des points de vigilance et des spécificités du projet

L'équipe en charge du suivi de la mise en oeuvre :

- Rédige les prescriptions spécifiques (techniques, compétences, références...) à intégrer dans les pièces de la consultation des entreprises pour le volet pluvial,
- Informe les entreprises sur les spécificités et le rôle du système pluvial mis en place et les sensibilise aux précautions à prendre lors de la mise en oeuvre des ouvrages (géotextile, nature des matériaux, protection des ouvrages d'infiltration contre les tassements du sol et apports de fines ou de polluants...).

ÉTAPE M01

Vérification de la conformité des plans réalisés

Durant la phase de préparation du chantier, l'équipe en charge du suivi de la mise en oeuvre s'assure que les plans établis par les entreprises sont conformes aux plans du projet. En cas de modification, une reprise des étapes précédentes est nécessaire et une nouvelle demande de validation doit être déposée auprès de Nantes Métropole.

ÉTAPE M02

Suivi de la conformité des travaux

A ce stade, l'équipe en charge du suivi de la mise en oeuvre assure le suivi et la conformité des travaux notamment sur les points techniques spécifiques en lien avec la gestion intégrée des eaux pluviales ainsi que les mesures de protection en phase chantier (piquets ou blocs empêchant de circuler dans les zones d'infiltration pour éviter leur compactage). Elle s'assure notamment qu'aucun écoulement de particules fines ne vienne colmater les dispositifs de gestion des eaux pluviales, du respect des profils, des cotes altimétriques des fils d'eau et des surverses, de la mise en oeuvre des plantations...

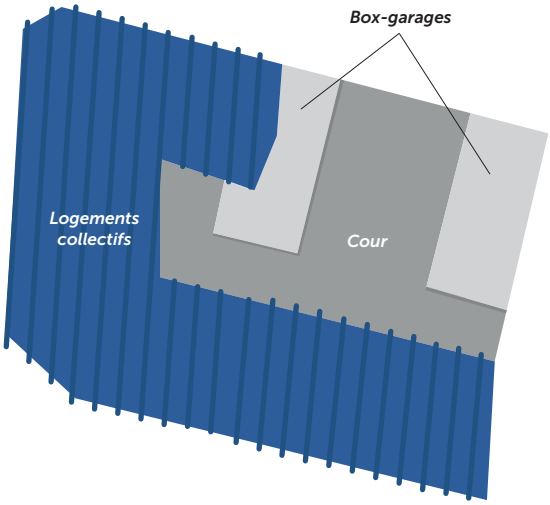
ÉTAPE E1

Surveillance et entretien des aménagements

Après chaque forte pluie (20 mm en 24 h) et au minimum 2 fois par an, le propriétaire assure la surveillance et l'entretien des ouvrages (contrat de vidange des équipements de traitement) et des espaces verts (plan de gestion).

FICHE ÉTUDE DE CAS 2

HABITAT COLLECTIF



Description du projet

Aménagement d'une opération d'habitat collectif sur une parcelle de 1 500 m² en bordure de l'espace public en centre-ville, comprenant :

- 1 000 m² de surface bâtie pour les logements
- 300 m² de cour en pied d'immeuble
- 200 m²de box de garages

ÉTAPE C1

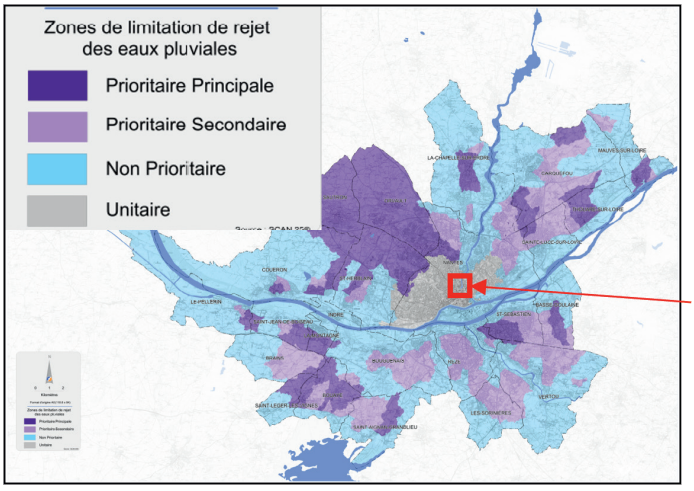
État des lieux sommaire du site et cadre réglementaire

Le porteur du projet identifie **les éventuelles contraintes et opportunités du site** : pente du terrain, zones inondables, désordres géotechniques, espaces de pleine terre, vulnérabilité en aval...

Le porteur du projet positionne sa parcelle sur **le plan du zonage pluvial** pour identifier les règles auxquelles son projet est soumis.

1. Le projet est situé dans la **zone unitaire**
2. Le volume minimal à infiltrer/déconnecter au sein du projet sans rejet autorisé est de **6 l/m² imperméabilisé**
3. L'occurrence de la pluie de dimensionnement des ouvrages est de **10 ans**
4. Le débit de rejet maximal autorisé (si l'infiltration des pluies moyennes à fortes est impossible) est de **10 L/s/ha**

Le pétitionnaire vérifie si son projet est soumis à la loi sur l'eau : le projet a une superficie inférieure à 1 ha et n'intercepte pas d'écoulements venant de l'amont, il n'est donc pas soumis à la loi sur l'eau.



Localisation du projet

Plan du zonage pluvial

ÉTAPE C2

Cadrage des prestations et des compétences spécifiques attendues

Le porteur du projet rédige un dossier de consultation des équipes en charge de la conception et de la mise en œuvre du projet d'aménagement qui :

- Formule précisément **ses attentes et ses besoins pour assurer une gestion intégrée des eaux pluviales** selon les règles du zonage pluvial et des principes de gestion privilégiés ainsi que ses souhaits d'aménagement urbains : **orientation vers des revêtements favorisant la réduction des ruissellements à la source et la végétalisation des espaces urbains ; infiltration totale des pluies moyennes à fortes à étudier en scénario de base ; infiltration partielle à justifier si nécessaire ; mise en œuvre d'aménagements de rétention peu profonds et intégrés dans l'opération.**
- **Liste les prestations qui seront confiées à l'équipe :** diagnostic approfondi du site, définition d'études de sols à réaliser, conception et dimensionnement des aménagements de rétention/ infiltration notamment avec l'étude d'un scénario intégrant des espaces verts en creux à proximité des zones imperméabilisées.
- **Spécifie les compétences de l'équipe :** hydrologie, hydrogéologie, hydraulique, pédologie, paysage, VRD, architecte...

ÉTAPE C3

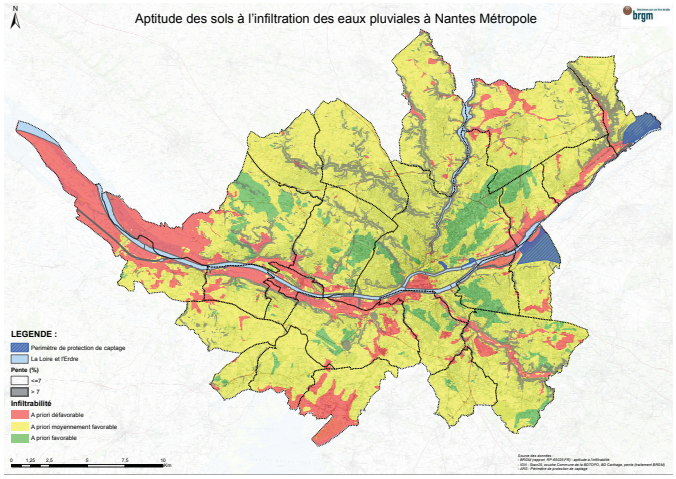
Diagnostic du site

Du fait du contexte urbain de l'opération, **l'analyse du fonctionnement hydraulique** du bassin versant se limite à la localisation du réseau exutoire de la parcelle et des points de raccordement potentiels : **réseau unitaire présent sous la voirie publique qui longe la parcelle au nord. Tout raccordement sur ce réseau fera l'objet d'une demande d'autorisation auprès des services compétents de Nantes Métropole.**

L'analyse topographique se traduit par la réalisation d'un plan de nivellement sur la parcelle et l'identification des points hauts et bas existants pour assurer un écoulement gravitaire.

Les équipes de conception consultent **la cartographie d'aptitude à l'infiltration et la carte de profondeur des eaux souterraines : le projet est situé dans une zone où l'infiltrabilité est a priori favorable. Le toit de la nappe est à une profondeur de 5 à 7,5 m sous le terrain naturel.**

Une étude de sols doit être réalisée dans tous les cas pour évaluer la capacité réelle d'infiltration et la profondeur de la nappe au droit des futurs ouvrages. L'équipe de conception rédige les prescriptions spécifiques au système pluvial envisagé dans les pièces de consultation des bureaux d'études de sols.



Cartographie d'aptitude à l'infiltration

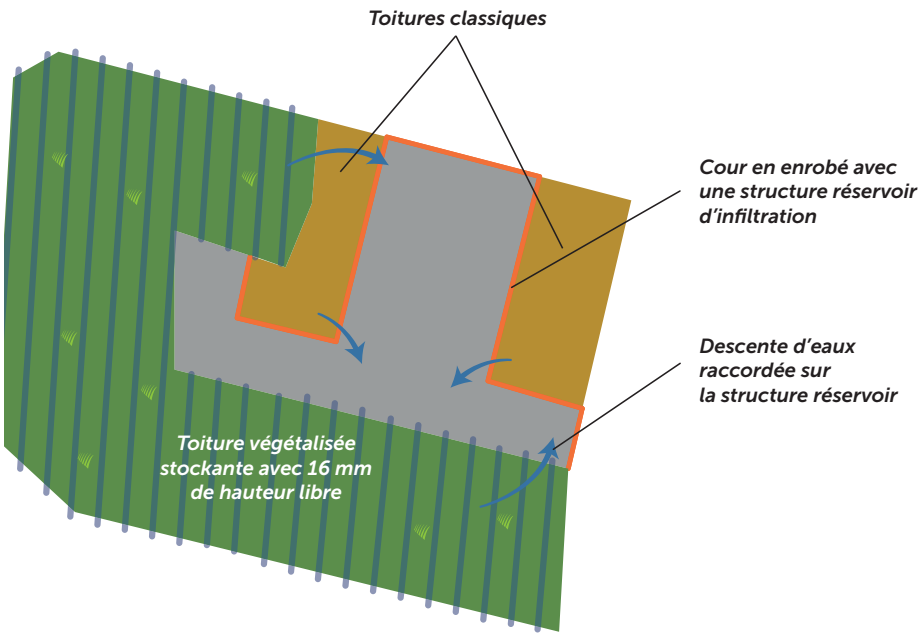
ÉTAPE C4

Principes de gestion et pré-dimensionnement

Les équipes de conception évaluent si le contexte local de l'opération nécessite de **fixer des objectifs de gestion des eaux pluviales plus ambitieux que ceux du zonage pluvial : pas de vulnérabilité particulière en aval immédiat (période de dimensionnement minimale : 10 ans) et débit de rejet maximal pour le réseau unitaire : 10 l/s/ha.**

La surverse des ouvrages lors des pluies très fortes voire exceptionnelles s'effectuera en surface et s'écoulera vers la rue au nord.

La parcelle étant densément urbanisée (1300 m² de bâti pour 1500 m² de surface de projet), **les surfaces de toitures pourront être végétalisées** avec un volume libre minimal de stockage de 16 mm pour répondre au niveau de service 1 du zonage pluvial (pluies faibles). La surface de la cour pourra être exploitée pour **infiltrer les eaux pluviales non gérées par les toitures végétalisées.** Compte tenu de sa surface limitée, il n'est pas envisageable de gérer les eaux pluviales en surface. Un dispositif enterré à faible profondeur sera étudié.



ÉTUDE DE SOLS

Le prestataire désigné par le porteur du projet met en oeuvre une campagne de reconnaissance des sols et d'évaluation de la capacité d'infiltration au sein de la parcelle et en particulier au droit de la cour sous laquelle sera aménagée la structure d'infiltration.

Des essais d'infiltration de type Matsuo sont réalisés dans des fosses pédologiques creusées à une profondeur de 60 cm et de 1 m (profondeur potentielle de la structure d'infiltration) en 2 points de l'emplacement de la future cour.

Les valeurs de perméabilité mesurées sont homogènes et la perméabilité retenue est de 6 mm/h ($1{,}7.10^{-6}$ m/s). La nappe phréatique se trouve à une profondeur supérieure à 4 mètres (aucun signe de stagnation de la nappe n'a été observé lors des fouilles de reconnaissance réalisées en profondeur).

Essai de type Matsuo

L'outil d'aide au dimensionnement mis à disposition par Nantes Métropole permet à l'équipe de conception d'estimer le volume à stocker à l'échelle du projet global (onglet Etape 1—Pré-dim_ Projetglobal) :

Surface totale du projet	1 500 m²		
Surface imperméabilisée	500 m²	Cr = 0,9	Box et cour
Surface partiellement imperméabilisée	1 000 m²	Cr = 0,5	Toitures des logements végétalisées avec un volume libre de 16 mm
Surface perméable	–		

L'outil d'aide au dimensionnement indique une surface active (Sa) de 950 m².

Une surface d'infiltration minimale (Si) de 95 m² (Fc < 10) est recommandée par l'outil au sein de l'opération pour favoriser l'infiltration totale des pluies moyennes à fortes (niveau de gestion ***).

Compte tenu de la surface de la cour, l'équipe de conception peut envisager de créer une structure d'infiltration de 95 m² sous la cour.

Outil d'aide au dimensionnement :

➜ pluie de période de retour 10 ans

➜ débit d'infiltration : 0,2 l/s (95 m² à 6 mm/h)

➜ volume de rétention : 46,8 m³ pour un temps de vidange de 82 h.

Le temps de vidange est élevé et n'est pas conforme à la valeur maximale de 48 h préconisée par le zonage pluvial. Du fait de la perméabilité moyenne, la surface d'infiltration préconisée s'avère insuffisante.

Donnée	Calcul		Valeur	
ÉTAPE 1A : CARACTÉRISTIQUES DU PROJET				
Surfaces du projet (S)	Surface totale du projet (St)	St=	1 500	m²
	Surface imperméabilisée (S_{imp})	S_{imp}=	500	m²
	Surface partiellement imperméabilisée (S_{P_imp})	S_{P_imp}	1 000	m²
	Surface perméable (S_{vert})	S_{vert}=	0	m²
Coefficient de ruissellement (Cr)	Coefficient de ruissellement (Cr) variable suivant la période de retour (T)	T=	1m à 50a	100a
	Coefficient imperméabilisée (Cr_{imp})	Cr_{imp}=	0,9	1,0
	Coefficient partiellement imperméabilisée (Cr_{P_imp})	Cr_{P_imp}=	0,5	0,7
	Coefficient perméable (Cr_{vert})	Cr_{vert}=	0,2	0,3
Synthèse des surfaces de ruissellement	Coefficient d'apport (Ca)	Ca=	0,63	
	Surface active (Sa)	Sa=	950	m²
		Sa=	0,095	ha

Donnée	Calcul		Valeur	
ETAPE 1B : CARACTERISTIQUES DU SITE				
Objectifs de performance **Niveaux de services**	Zone de production au plan de zonage pluvial (Z)	Z=	Unitaire	
	Règle d'abattement minimum déconnexion (R_a)	R_a=	6	l/m² imp.
	Période de retour minimum – pluviométrie de référence (R_T)	R_T=	10	ans
	Débit de rejet maximal autorisé ($Q_{règle}$)	$Q_{règle}$=	10	l/s/ha
Etude de sol	Vitesse d'infiltration mesurée (Vi)	K=	6,0E+00	mm/h
	Vitesse d'infiltration mesurée (Vi)	K=	1,7E-06	m/s
	Profondeur de la nappe phréatique par rapport au sol (Pn)	pf=	7,50	m
ETAPE 1C : PRÉ-DIMENSIONNEMENT DU VOLUME A STOCKER				
Pluviométrie de référence	Période de retour retenue ($T_{choisie}$)	$T_{choisie}$	10	ans
GEP niveau * INFILTRATION TOTALE DES EAUX PLUVIALES**				
Stockage / infiltration des pluies faibles à fortes (niveau de service n°1 et 2)" (1/10ème de la surface active)	Surface d'infiltration minimale indicative à prévoir	Si=	95	m²
	Surface d'infiltration mise en oeuvre (Si)	Si=	95	m²
	Débit de vidange par infiltration (Qi)	Qi=	0,0002	m³/s
		Qi=	0,2	l/s
	Débit de vidange par unité de surface active (Qs)	Qs=	0,010	mm/min
	Hauteur maximale à stocker (Δhmax) par application de la méthode des pluies	Δhmax=	49,3	mm
	Volume utile de stockage nécessaire pour l'infiltration des pluies moyennes à fortes (Vs)	Vs=	**46,8**	m³
	Durée de vidange pour les pluies moyennes à fortes (Tv)	Tv=	**82,1**	h

➜ L'équipe de conception revoit les esquisses du projet afin de prévoir une surface d'infiltration plus importante. Une surface de 200 m² est ainsi réservée sous la cour.

Outil d'aide au dimensionnement :

➜ pluie de période de retour 10 ans

➜ débit d'infiltration : 0,3 l/s (200 m² à 6 mm/h)

➜ volume de rétention : 35,8 m³ pour un temps de vidange de 30 h.

Ce temps de vidange est conforme à la valeur maximale de 48 h préconisée par le zonage pluvial.

ÉTAPE C5

Conception et dimensionnement

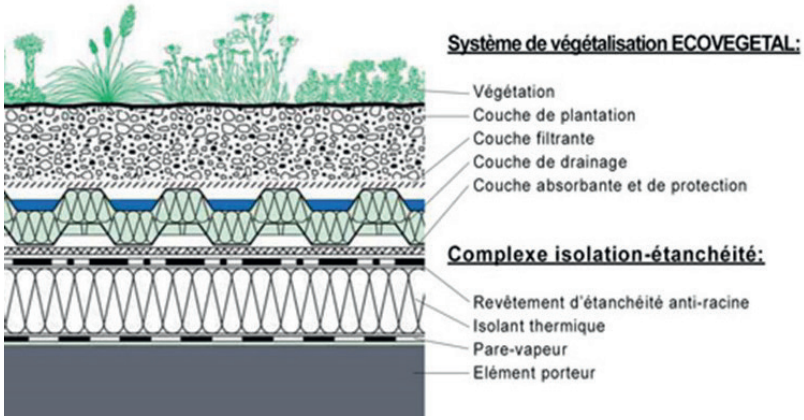
L'équipe de conception et le porteur du projet souhaitent créer sous la cour une structure réservoir d'infiltration remplie de Grave Non Traitée Poreuse (GNTP). Le revêtement de la cour sera en enrobé classique (non poreux). La cour sera donc équipée de grilles avaloirs raccordées sur la structure d'infiltration. Ces grilles collecteront également les descentes d'eaux des toitures végétalisées des logements et des toitures classiques des box.

L'équipe de conception affine le dimensionnement de la structure de rétention-infiltration avec l'onglet « Etape 2 - Tranchée-S.Réservoir » de l'outil d'aide au dimensionnement.

→ **Scénario 1 : Les dimensions de la structure d'infiltration proposée par l'équipe de conception sont de 20 m x 10 m x 0,45 m et l'indice de vide de la GNTP de 35 % afin d'assurer une bonne résistance mécanique de la structure. Le volume utile de la structure envisagée est de 31,5 m³.**

La structure envisagée ne permet donc pas de retenir la totalité du volume pour une pluie décennale.

→ **Scénario 2 : L'équipe de conception propose alors d'équiper les toitures des logements, déjà végétalisées, de régulateurs de débit afin de répondre au niveau de service 2 du zonage pluvial sur les toitures et de limiter les quantités d'eau à stocker dans la structure d'infiltration.**



Toiture stockante

Source : Ecovegetal

Structure réservoir

Source : COLAS

Le dimensionnement des 2 aménagements de rétention est donc réalisé par l'équipe de conception avec les onglets « Etape 2 - Tranchée-S.Réservoir » et « Etape 2 - Toitures_Stock » de l'outil d'aide au dimensionnement.

DIMENSIONNEMENT DE LA TOITURE VÉGÉTALISÉE

Outil d'aide au dimensionnement :

- pluie de période de retour 10 ans
- débit de rejet limité à 10 l/s/ha pour 1 000 m² soit 1 l/s
- volume de rétention : 24 m³ (ou une hauteur de rétention de 26 mm) et un temps de vidange de 7 h.
  - **La hauteur de rétention est optimisée (26 mm).**

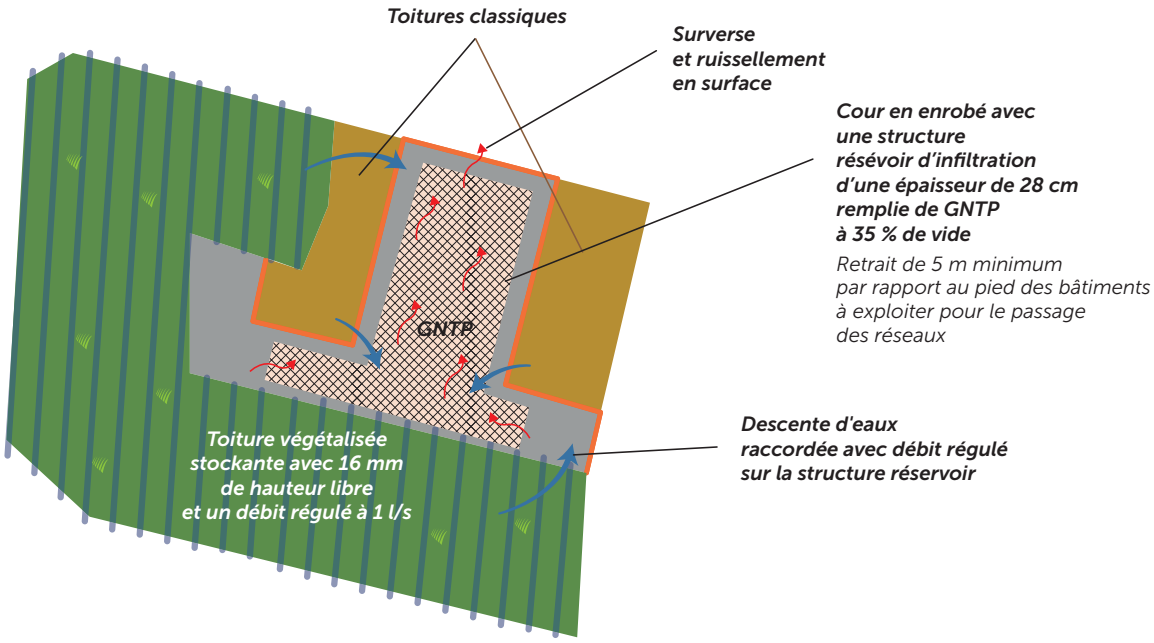
La végétalisation pourra contribuer à la nature en ville et au confort des habitants des futurs logements.

DIMENSIONNEMENT DE LA STRUCTURE D'INFILTRATION SOUS LA COUR

Dans cette configuration, il est possible de déduire 70% du volume stocké en toiture du volume à stocker dans la structure réservoir.

Outil d'aide au dimensionnement :

- pluie de période de retour 10 ans
- débit d'infiltration : 0,5 l/s (300 m² à 6 mm/h)
- volume de rétention : 36 m³— (0,7 x 24) = 19 m³ (soit une hauteur de GNTP dans la structure d'infiltration de 28 cm) et un temps de vidange de 16 h.
  - **Cette épaisseur de GNTP doit être confirmée par les calculs validant la résistance mécanique de la voirie.**



Analyse de la qualité des eaux

Il n'y a pas d'activité à risque sur le projet, l'installation d'un dispositif de traitement n'est pas nécessaire. Toutes les eaux pluviales sont infiltrées dans le sol sur la parcelle de l'opération (sans rejet vers l'aval pour les pluies moyennes à fortes) répondant ainsi aux objectifs de qualité fixés par le zonage pluvial.

Analyse du fonctionnement du site pour des pluies très fortes à exceptionnelles

Au delà de la hauteur d'eau maximale acceptable en toiture, les eaux sont évacuées par trop plein au niveau des descentes d'eau. Les eaux excédentaires de la structure réservoir sont évacuées par ruissellement sur la surface de la cour vers le domaine public en aval. Les seuils des constructions sont légèrement surélevés pour garantir l'écoulement des eaux de ruissellement sans risque d'inondation en cas de pluie exceptionnelle.

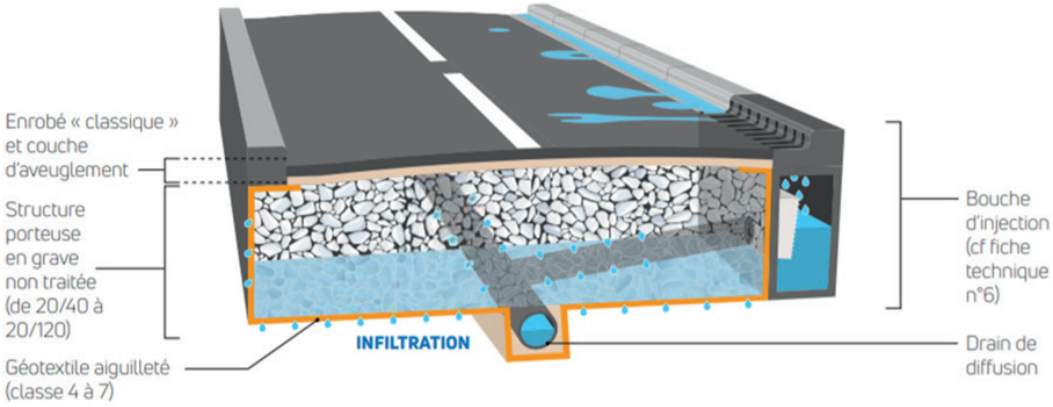
À RETENIR

A l'issue de cette étape, le porteur de projet dépose auprès des services compétents de Nantes Métropole sa demande de validation du système de gestion des eaux pluviales (au plus tard avec sa demande d'Autorisation d'urbanisme).

ÉTAPE C6

Ajustements éventuels et finalisation du projet

L'équipe de conception élabore les plans détaillés du projet, spécifie les équipements **(regards à décantation en amont de la structure d'infiltration, géotextile autour de la GNTP, drains, ...)** et les matériaux (GNTP **à 35% d'indice de vide**) nécessaires.



Structure réservoir d'infiltration avec bouches d'injection

(source : Adopta)

ÉTAPE C7

Cadrage des points de vigilance et des spécificités du projet

L'équipe en charge du suivi de la mise en oeuvre :

- Rédige les prescriptions spécifiques (techniques, compétences, références...) à intégrer dans les pièces de la consultation des entreprises pour le volet pluvial
- Informe les entreprises sur les spécificités et le rôle du système pluvial mis en place et les sensibilise aux précautions à prendre lors de la mise en oeuvre des ouvrages (géotextile, nature des matériaux, protection des ouvrages d'infiltration contre les tassements du sol et apports de fines ou de polluants,...).

ÉTAPE M01

Vérification de la conformité des plans réalisés

Durant la phase de préparation du chantier, l'équipe en charge du suivi de la mise en oeuvre s'assure que les plans établis par les entreprises sont conformes aux plans du projet. En cas de modification, une reprise des étapes précédentes est nécessaire et une nouvelle demande de validation doit être déposée auprès de Nantes Métropole.

ÉTAPE M02

Suivi de la conformité des travaux

A ce stade, l'équipe en charge du suivi de la mise en oeuvre assure le suivi et la conformité des travaux notamment sur les points techniques spécifiques en lien avec la gestion intégrée des eaux pluviales ainsi que les mesures de protection en phase chantier (piquets ou blocs empêchant de circuler dans les zones d'infiltration pour éviter leur compactage). Elle s'assure notamment qu'aucun écoulement de particules fines ne vienne colmater les dispositifs de gestion des eaux pluviales, du respect des profils, des cotes altimétriques des fils d'eau et des surverses, de la mise en oeuvre des plantations...

ÉTAPE E1

Surveillance et entretien des aménagements

Après chaque forte pluie (20 mm en 24 h) et au minimum 2 fois par an, le propriétaire assure la surveillance et l'entretien des ouvrages (contrat de vidange des équipements de traitement) et des espaces verts (plan de gestion).

FICHE ÉTUDE DE CAS 3

LOTISSEMENT

Description du projet

Aménagement d'un lotissement de 20 000 m² (19 lots) comprenant :

- 3 500 m² de toitures
- 1 000 m² d'espaces verts communs
- 3 000 m² de voiries et chemin piéton
- 2 000 m² d'accès, stationnement chez les particulier
- 10 500 m² d'espaces verts chez les particuliers

ÉTAPE C1

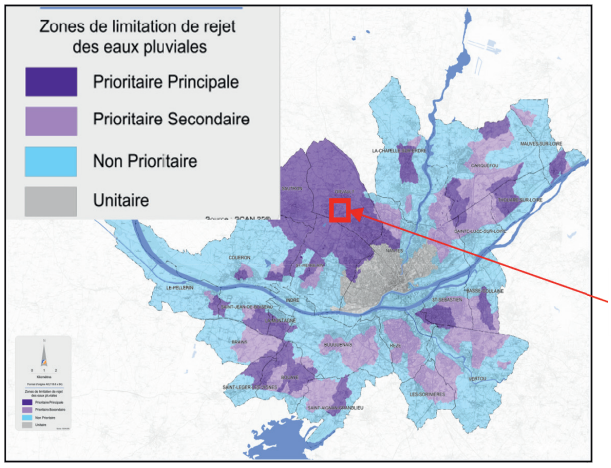
État des lieux sommaire du site et cadre réglementaire

Le porteur du projet identifie **les éventuelles contraintes et opportunités du site** : pente du terrain, zones inondables, désordres géotechniques, espaces de pleine terre, vulnérabilité en aval...

Le porteur du projet positionne sa parcelle sur **le plan du zonage pluvial** pour identifier les règles auxquelles son projet est soumis.

1. Le projet est situé dans la **zone prioritaire principale**
2. Le volume minimal à infiltrer/déconnecter au sein du projet sans rejet autorisé est de **16 l/m² imperméabilisé**
3. L'occurrence de la pluie de dimensionnement des ouvrages est de **50 ans**
4. Le débit de rejet maximal autorisé (si l'infiltration des pluies moyennes à fortes est impossible) est de **3 L/s/ha**

Le pétitionnaire vérifie si son projet est soumis à la **loi sur l'eau** : le projet a une superficie supérieure à 1 ha : un Dossier Loi sur l'Eau doit être réalisé. Le lotisseur prend contact avec les services instructeurs de la police de l'eau (DDTM).



Plan du zonage pluvial

ÉTAPE C2

Cadrage des prestations et des compétences spécifiques attendues

Le porteur du projet rédige un dossier de consultation des équipes en charge de la conception et de la mise en œuvre du projet d'aménagement qui :

- Formule précisément **ses attentes et ses besoins pour assurer une gestion intégrée des eaux pluviales** selon les règles du zonage pluvial et des principes de gestion privilégiés ainsi que ses souhaits d'aménagement urbains : **orientation vers une gestion à la source afin de limiter les ouvrages de stockage sur les espaces communs ; infiltration totale des pluies moyennes à fortes à étudier en scénario de base ; infiltration partielle à justifier si nécessaire ; mise en oeuvre d'aménagements de rétention peu profonds et intégrés dans l'opération (espaces verts multi-usages).**
- **Liste les prestations qui seront confiées à l'équipe :** diagnostic approfondi du site, définition d'études de sols à réaliser, conception et dimensionnement des aménagements de rétention/ infiltration notamment avec l'étude d'un scénario intégrant des espaces verts en creux.
- **Spécifie les compétences de l'équipe :** hydrologie, hydrogéologie, hydraulique, pédologie, paysage, VRD.

ÉTAPE C3

Diagnostic du site

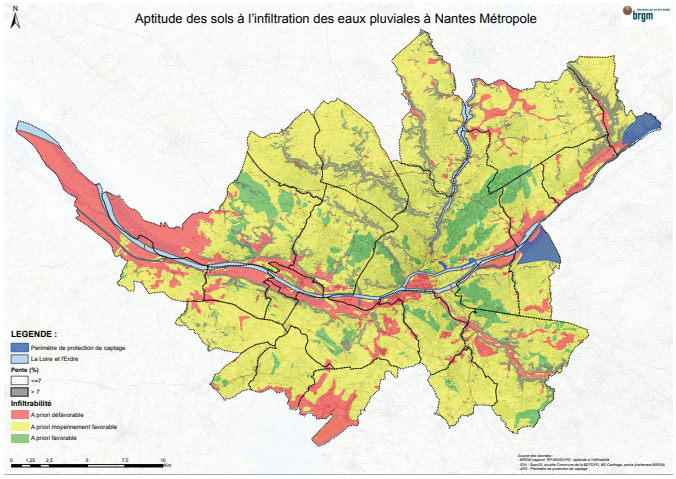
Une analyse du fonctionnement hydraulique est réalisée : le site n'intercepte pas d'apport d'eau venant de l'amont compte tenu de la présence de fossés agricoles de collecte des ruissellements à l'ouest du site. Ce fossé constitue l'exutoire naturel. Tout raccordement sur ce fossé fera l'objet d'une demande d'autorisation auprès du propriétaire.

L'analyse topographique se traduit par la réalisation d'un plan de nivellement sur la parcelle et l'identification des points hauts et bas existants pour assurer un écoulement gravitaire.

Les équipes de conception consultent **la cartographie d'aptitude à l'infiltration et la carte de profondeur des eaux souterraines : le projet est situé dans une zone où l'infiltrabilité est a priori moyennement favorable. Le toit de la nappe est à une profondeur de 0 à 2,5 m sous le terrain naturel.**

Une étude de sols doit être réalisée dans tous les cas pour évaluer la capacité réelle d'infiltration et la profondeur de la nappe au droit des futurs ouvrages. L'équipe de conception rédige les prescriptions spécifiques au système pluvial envisagé dans les pièces de consultation des bureaux d'études de sols.

Point bas du lotissement



Cartographie d'aptitude à l'infiltration

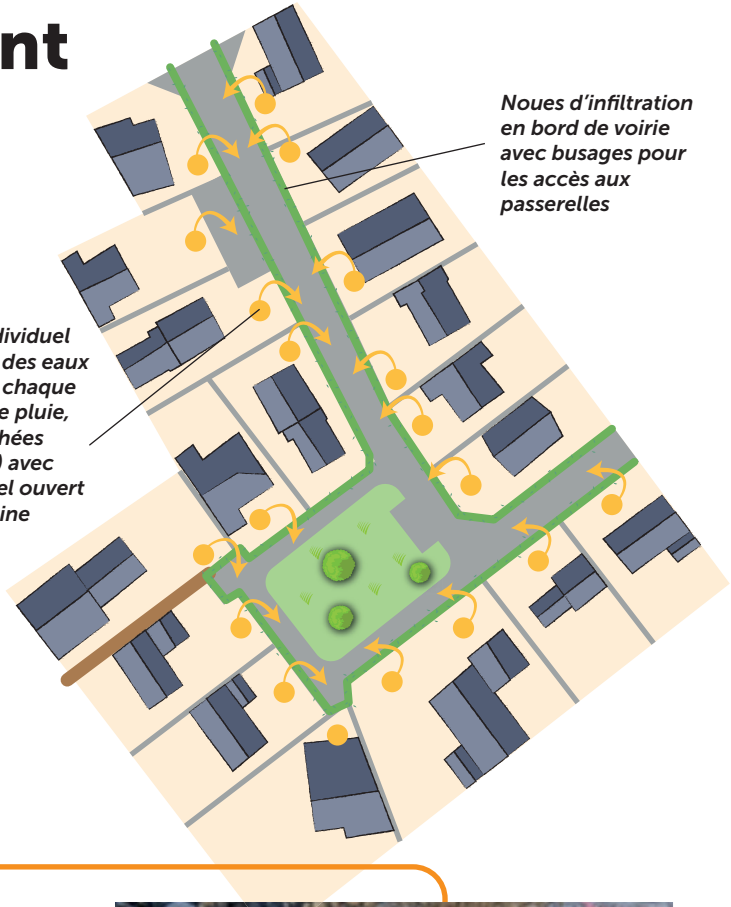
ÉTAPE C4

Principes de gestion et pré-dimensionnement

Les équipes de conception évaluent si le contexte local de l'opération nécessite de **fixer des objectifs de gestion des eaux pluviales plus ambitieux que ceux du zonage pluvial :** pas d'enjeux vulnérables en aval immédiat (période de dimensionnement minimale : 50 ans) et débit de rejet maximal pour le réseau séparatif : 3 l/s/ha.

La surverse exceptionnelle des ouvrages s'effectuera en surface, et pourra inonder la voirie de manière contrôlée puis s'écoulera vers l'aval à l'ouest.

Au stade des esquisses, les équipes de conception envisagent la mise en oeuvre de **jardins de pluie réalisés au point bas de chaque lot, de noues le long des voiries et d'un espace vert en creux pour infiltrer la pluie de dimensionnement**



ÉTUDE DE SOLS

Le prestataire désigné par le porteur du projet met en oeuvre une campagne de reconnaissance des sols et d'évaluation de la capacité d'infiltration au sein du projet.

Des essais d'infiltration de type Matsuo sont réalisés dans des fosses pédologiques creusées à une profondeur de 30cm et de 1 m : un essai au point bas de chaque lot, ainsi que plusieurs essais le long de la voirie à l'emplacement prévu pour les noues et au niveau de la placette.

Les valeurs de perméabilité mesurées sont homogènes et la perméabilité retenue est de 8 mm/h (2,2 x 10^{-6} m/s).

La nappe phréatique se trouve à une profondeur supérieure à 2 m (aucun signe de stagnation de la nappe n'a été observé lors des fouilles de reconnaissance réalisées en profondeur).

Essai de type Matsuo

L'outil d'aide au dimensionnement mis à disposition par Nantes Métropole permet à l'équipe de conception d'estimer le volume à stocker à l'échelle du projet global (onglet Etape 1—Pré-dim_ Projetglobal) :

Surface totale du projet	20 000 m²		
Surface imperméabilisée	8 500 m²	Cr = 0,9	Toitures, accès et stationnement des lots à bâtir Coefficient d'imperméabilisation max.: 34 % soit 5 500 m²
Surface perméable	11 500 m²	Cr = 0,2	Espaces verts privés et collectifs, et noues en bord de voirie

L'outil d'aide au dimensionnement indique une surface active (Sa) de 9 950 m^2 (Ca = 0,5).

Une surface d'infiltration minimale (Si) de 995 m^2 (Fc < 10) est recommandée par l'outil au sein de l'opération pour favoriser l'infiltration totale des pluies moyennes à fortes (niveau de gestion ***).

L'équipe de conception envisage une surface totale d'infiltration de 1 320 m^2 (environ 40 m^2 par lot soit 760 m^2 et 560 m^2 de noue en bord de voirie et d'espace vert en creux).

Outil d'aide au dimensionnement niveau *** :

➜ pluie de période de retour 50 ans

➜ débit d'infiltration : 2,9 l/s (1 320 m^2 à 8 mm/h)

➜ volume de rétention : 694 m^3 pour un temps de vidange de 66 h

Le temps de vidange est élevé et n'est pas conforme à la valeur maximale de 48 h préconisée par le zonage pluvial. Du fait de la perméabilité moyenne, la surface d'infiltration s'avère insuffisante.

Donnée	Calcul		Valeur	
ÉTAPE 1A : CARACTÉRISTIQUES DU PROJET				
Surfaces du projet (S)	Surface totale du projet (St)	St=	20 000	m^2
	Surface imperméabilisée (S_{imp})	S_{imp}=	8 500,0	m^2
	Surface partiellement imperméabilisée (S_{P_imp})	S_{P_imp}	0,0	m^2
	Surface perméable (S_{vert})	S_{vert}=	11 500,0	m^2
Coefficient de ruissellement (Cr)	Coefficient de ruissellement (Cr) variable suivant la période de retour (T)	T=	1m à 50a	100a
	Coefficient imperméabilisée (Cr_{imp})	Cr_{imp}=	0,9	1,0
	Coefficient partiellement imperméabilisée (Cr_{P_imp})	Cr_{P_imp}=	0,5	0,7
	Coefficient perméable (Cr_{vert})	Cr_{vert}=	0,2	0,3
Synthèse des surfaces de ruissellement	Coefficient d'apport (Ca)	Ca=	0,50	
	Surface active (Sa)	Sa=	9 950	m^2
		Sa=	0,9950	ha
ETAPE 1B : CARACTERISTIQUES DU SITE				
Objectifs de performance Niveaux de services	Zone de production au plan de zonage pluvial (Z)	Z=	Principale	
	Règle d'abattement minimum déconnexion (R_a)	R_a=	16	l/m^2 imp.
	Période de retour minimum – pluviométrie de référence (R_T)	R_T=	50	ans
	Débit de rejet maximal autorisé ($Qrejet_{règle}$)	$Qrejet_{règle}$=	3	l/s/ha
Etude de sol	Vitesse d'infiltration mesurée (ou perméabilité des sols K)	K=	8,00000000	mm/h
	Vitesse d'infiltration mesurée (ou perméabilité des sols K)	K=	2,2E-06	m/s
	Profondeur de la nappe phréatique par rapport au sol (Pn)	pn=	2,00	m

Donnée	Calcul		Valeur	
ETAPE 1C : PRÉ-DIMENSIONNEMENT DU VOLUME A STOCKER				
Pluviométrie de référence	Période de retour retenue ($T_{choisie}$)	$T_{choisie}$	50	ans
GEP niveau * INFILTRATION TOTALE DES EAUX PLUVIALES**				
Stockage / infiltration des pluies faibles à fortes (niveau de service n°1 et 2)" (1/10ème de la surface active)	Surface d'infiltration minimale indicative à prévoir ($Sinf_{règle}$) (1/10e de la surface active)	$Sinf_{règle}$=	995,0	m^2
	Surface d'infiltration mise en œuvre (Sinf)	Sinf=	1 320	m^2
	Débit de vidange par infiltration (Qinf)	Qinf=	0,0029	m^3/s
		Qinf=	2,9	l/s
	Débit de vidange par unité de surface active ($Qinf_s$)	$Qinf_s$=	0,018	mm/min
	Hauteur maximale à stocker (Δhmax) par application de la méthode des pluies	Δhmax=	69,8	mm
	Volume utile de stockage nécessaire pour l'infiltration des pluies moyennes à fortes ($Vinf_{forte}$)	**$Vinf_{forte}$**=	694	m^3
	Durée de vidange pour les pluies moyennes à fortes (Tv)	Tv=	66	h

➜ L'équipe de conception revoit les hypothèses de dimensionnement pour respecter un temps de vidange inférieur à 48 h.

Plusieurs essais par itération mettent alors en évidence qu'une telle surface d'infiltration permettra de **gérer intégralement par infiltration (sans rejet vers l'aval) la pluie de période de retour 10 ans.**

Outil d'aide au dimensionnement niveau *** :

➜ pluie de période de retour 10 ans

➜ débit d'infiltration : 2,9 l/s (1 320 m^2 à 8 mm/h)

➜ **volume de rétention : 400 m^3 pour un temps de vidange de 38 h**

Ce temps de vidange est conforme à la valeur maximale de 48 h préconisée par le zonage pluvial.

Ce volume de stockage permet d'assurer une infiltration à source.

Au-delà de la pluie décennale, un rejet régulé devra permettre de vidanger l'espace vert central jusqu'à la pluie 50 ans prescrite par le zonage pluvial.

Outil d'aide au dimensionnement niveau ** :

➜ pluie de période de retour 50 ans

➜ volume de stockage maximisé mis en oeuvre pour l'infiltration à la source : 400 m^3

➜ débit de rejet maximal autorisé en sortie du projet : 6 l/s (3 l/s/ha x 2 ha de projet)

➜ volume à stocker minimal pour la régulation des pluies moyennes à fortes (en complément des 400 m^3 stockés à la source et infiltrés) : **315 m^3**

Le temps de vidange du volume régulé est de l'ordre de 15 h et le dispositif global se vidangera pour les pluies moyennes à fortes en moins de 48 h conformément au zonage pluvial.

ÉTAPE C5

Conception et dimensionnement

L'espace vert central est conçu en creux avec des pentes douces, permettant à la fois son intégration paysagère, un usage d'agrément (aire de jeux, square, ..), une mise en eau progressive en cas de fortes pluies et la sécurité des personnes éventuellement présentes (aucune difficulté de retrait).

Les ruissellements collectés en surface pour la pluie décennale sont stockés sur une faible hauteur d'eau et infiltrés dans le fond de l'espace vert. Pour une pluie décennale, le rejet régulé n'est pas sollicité.

Les jardins de pluie sur les lots et les noues le long des voiries (avec des passages busés surélevés au niveau des accès des parcelles) stockent et infiltrent également les eaux pluviales collectées jusqu'à la pluie décennale **(sans rejet vers l'aval)**.

Au-delà de la pluie 10ans, les noues acheminent les écoulements vers l'espace vert inondable. Le volume de stockage et le rejet régulé vers l'exutoire sont sollicités.

Exemples d'espaces verts en creux inondables

La vérification de la faisabilité des aménagements à la parcelle (sur les lots privés) est réalisée par l'équipe de conception.

La conception et le dimensionnement des aménagements dans les espaces communs sont réalisés par l'équipe de conception avec l'onglet « Etape 2 - Espaces verts creux ».

FAISABILITÉ DES « JARDINS DE PLUIE » AU SEIN DES LOTS PRIVÉS

- Surface totale des lots : 16 000 m^2
- Surface imperméabilisée : 5 500 m^2 (34 % max. de la surface des lots)
- Surfaces perméables : 10 500 m^2

Par itération avec l'onglet « Etape 1—Pré-dim_Projetglobal) », afin de gérer la pluie de période de retour 10 ans par infiltration avec un temps de vidange de 48 h (niveau ***) :

→ Surface d'infiltration nécessaire : 785 m^2 soit en moyenne 42 m^2 par lot

→ Débit de vidange par infiltration : 1,7 l/s

→ Volume stocké/infiltré (Vinf) : **301 m^3 (soit environ 16 m^3 par lot) et temps de vidange de 48 h**.

Dimensionnement type d'un jardin de pluie avec l'onglet «Etape 2 - Espaces verts creux», pour un lot :

→ Dimensions : 9 m x 5 m (Section courbe)

→ Profondeur : 50 cm

Le lotisseur définit les règles de gestion des eaux pluviales à respecter par les futurs porteurs de projet des constructions individuelles : infiltration de la pluie 10 ans et surverse à ciel ouvert vers les noues pour les pluies supérieures (coefficient d'imperméabilisation maximum de 34 %, volume de stockage/infiltration de 16 m^3 minimum par lot).

DIMENSIONNEMENT DES NOUES ET DE L'ESPACE VERT EN CREUX SUR LES ESPACES COMMUNS

« ETAPE 2—ESPACES VERTS CREUX »

Noues le long des voiries :

- Surface totale raccordée : 2 500 m^2
- Surface imperméabilisée : 2 000 m^2
- Surfaces perméables : 500 m^2

→ Pluie de période de retour 10 ans
→ Surface d'infiltration : 300 m^2 (2 m x 150 m)
→ Section trapézoïdale, pente des berges 50%
→ Débit de vidange par infiltration : 0,7 l/s
→ Profondeur : 40 cm
→ Volume stocké/infiltré : 72 m^3 vidangés en 30 h

Espace vert en creux « infiltrant » :

- Surface raccordée sur le dispositif : 1 500 m^2
- Surface imperméabilisée : 1 000 m^2
- Surfaces perméables : 500 m^2

→ Pluie de période de retour 10 ans
→ Surface d'infiltration minimale : 260 m^2 (35m x 7,5m)
→ Débit de vidange par infiltration : 0,6 l/s
→ Profondeur : **15 cm** (ouvrage de régulation surélevé de 15 cm du fond de l'ouvrage)
→ Volume minimal de stockage/infiltration (Vinf) : **32 m^3pour un temps de vidange de 15 h**

Espace vert en creux « rétention-régulation » :

- Surface raccordée : 20 000 m^2
- Surface imperméabilisée : 8 500 m^2
- Surfaces perméables : 11 500 m^2

→ Pluie de période de retour : **50 ans**

On obtient par essais successifs :

→ Dimensions : **40 m x 12,5 m x 0,9 m dont 0,15 m au fond pour l'infiltration**
→ Volume de stockage mis en oeuvre pour l'infiltration à la source (Vinf) : **405 m^3** (301 m^3 + 72 m^3 + 32 m^3)
→ Débit de rejet régulé : **6 l/s**
→ Volume final restant à stocker pour la régulation des pluies moyennes à fortes (Vr) en complément du volume de stockage/Infiltration (Vinf) : **297 m^3**
→ Temps de vidange de l'espace vert infiltrant et rétention-régulation : **25 h (< 48 h)**

On vérifie que le volume de rétention du système complet de gestion des eaux pluviales (V=717 m^3) est supérieur au volume obtenu à l'étape C4 de pré-dimensionnement (715 m^3).

Une hauteur utile de rétention de 75 cm entre la cote de sortie à débit régulé (placé à 15 cm au dessus du fond de l'ouvrage) et la cote de surverse permettra de stocker et réguler la pluie cinquantennale.

Analyse de la qualité des eaux

Il n'y a pas d'activité à risque sur le projet, l'installation d'un dispositif de traitement spécifique n'est pas nécessaire. Toutes les eaux pluviales sont infiltrées dans le sol sur l'opération (sans rejet régulé jusqu'à la pluie décennale) répondant ainsi aux objectifs de qualité fixés par le zonage pluvial.

Analyse du fonctionnement du site pour des pluies très fortes à exceptionnelles

Au-delà de la pluie décennale, les jardins de pluie des lots privés débordent en surface vers les noues situées le long de la voirie. Les seuils des constructions sont légèrement surélevés (au dessus de la cote de surverse) pour garantir l'écoulement des eaux de ruissellement sans risque d'inondation en cas de pluie exceptionnelle.

Les noues d'infiltration sont constituées de plusieurs tronçons successifs (séparés par des entrées de parcelles) qui au-delà de la pluie 10 ans débordent les uns dans les autres par des surverses aménagées. Les écoulements en débordement sont acheminés vers l'espace vert en creux inondable à l'aide d'équipement de surface pour traverser la voirie (caniveau).

Pour la pluie 50 ans l'espace vert est rempli d'eau jusqu'à la surverse. Au delà, les eaux excédentaires de l'espace vert débordent en surface sur la voirie de façon contrôlée par une surverse aménagée au point bas. Elles sont ensuite évacuées par ruissellement dans le chemin piéton aménagé en creux pour rejoindre la zone d'écoulement des eaux de ruissellement (fossé à l'ouest). Les seuils et les accès aux construction des lots à l'ouest du lotissement sont surélevés de 20 cm pour assurer l'évacuation des eaux sans risque d'inondation.

À RETENIR

A l'issue de cette étape, le porteur de projet dépose auprès des services compétents de Nantes Métropole sa demande de validation du système de gestion des eaux pluviales (au plus tard avec sa demande d'Autorisation d'urbanisme), accompagnée de l'autorisation obtenue des services instructeurs de la police de l'eau et du propriétaire du fossé exutoire.

ÉTAPE C6

Ajustements éventuels et finalisation du projet

L'équipe de conception élabore les plans détaillés du projet, spécifie les équipements et les matériaux nécessaires.

ÉTAPE C7

Cadrage des points de vigilance et des spécificités du projet

L'équipe en charge du suivi de la mise en oeuvre :

- Rédige les prescriptions spécifiques (techniques, compétences, références...) à intégrer dans les pièces de la consultation des entreprises pour le volet pluvial
- Informe les entreprises sur les spécificités et le rôle du système pluvial mis en place et les sensibilise aux précautions à prendre lors de la mise en oeuvre des ouvrages (géotextile, nature des matériaux, protection des ouvrages d'infiltration contre les tassements du sol et apports de fines ou de polluants,...)
- Informe les aménageurs des lots privés sur les prescriptions applicables et les précautions à prendre lors de la conception et de la mise en oeuvre des dispositifs de gestion des eaux pluviales. Elle valide la conception des aménagements en domaine privés et s'assure que leur mise en oeuvre est réalisée dans les règles de l'art et sans dégradation des aménagements sur le domaine collectif (tassement des zones d'infiltration, déversements de produits de chantier, ...).

ÉTAPE M01

Vérification de la conformité des plans réalisés

Durant la phase de préparation du chantier, l'équipe en charge du suivi de la mise en oeuvre s'assure que les plans établis par les entreprises sont conformes aux plans du projet. En cas de modification, une reprise des étapes précédentes est nécessaire et une nouvelle demande de validation doit être déposée auprès de Nantes Métropole.

ÉTAPE M02

Suivi de la conformité des travaux

A ce stade, l'équipe en charge du suivi de la mise en oeuvre assure le suivi et valide à chaque étape la conformité des travaux notamment sur les points techniques spécifiques en lien avec :

- la gestion intégrée des eaux pluviales : respect des profils, des matériaux, des cotes altimétriques des fils d'eau et des surverses, des dimensionnements des ouvrages de stockage et de régulation, de la mise en oeuvre de la végétation ...
- les mesures de protection en phase chantier : pose de piquets ou de blocs empêchant de circuler dans les zones de stockage et d'infiltration pour éviter leur compactage, la dégradation des berges et des plantations.

À RETENIR

Un cahier des charges de cession des lots sera établi et précisera la limitation de l'imperméabilisation à 34 %, les objectifs de résultats en termes de gestion des eaux pluviales sur chaque lot, et orientera vers les types d'ouvrages à favoriser (jardin de pluie).

La conformité des dispositifs à la parcelle sera vérifiée au moment des permis de construire des lots privés par le lotisseur (VISA hydraulique par l'équipe de conception à joindre au formulaire de demande de validation de projet de gestion des eaux pluviales)

ÉTAPE E1

Surveillance et entretien des aménagements

Lors de la vente des parcelles, le lotisseur précise dans les actes de vente du notaire une clause relative à la gestion des eaux pluviales avec notamment les responsabilités liées au contrôle, à la pérennité et à l'entretien des dispositifs.

Il informe le futur acquéreur sur les précautions à prendre en matière de conception (capacité de stockage) et les mesures de protection en phase chantier (gestion des ruissellements, interdictions de rejets polluants, évitement du compactage des terres de la zone d'infiltration par les engins...)

Chaque propriétaire de lot entretient plusieurs fois par an l'ouvrage mis en place sur son lot et vérifie son bon fonctionnement.

Le gestionnaire des dispositifs de gestion des eaux pluviales aménagés sur les espaces collectifs, identifié par le lotisseur dès les premières réflexions (association syndicale du lotissement par exemple), réalise l'entretien régulier paysager et hydraulique des noues et de l'espace vert inondable.

FICHE ÉTUDE DE CAS 4

ZONE D'AMÉNAGEMENT CONCERTÉ
ET CAS PARTICULIER DES PROJETS DE RENOUVELLEMENT URBAIN

Une opération d'aménagement d'ensemble d'initiative publique, pilotées via une zone d'aménagement concerté (ZAC) ou tout autre outil opérationnel, constitue un cas particulier dans l'application du zonage pluvial et représente un enjeu important pour la gestion des eaux pluviales sur notre territoire. Les projets de renouvellement urbain peuvent concerner par exemple l'aménagement d'une zone déjà fortement urbanisée.

À RETENIR

Une ZAC est une opération d'ensemble dans laquelle peuvent être menés des projets pilotés par des maitres d'ouvrages différents avec par exemple :

- la création, réhabilitation ou démolition/reconstruction de projets privés ou publics, soumis à une autorisation d'urbanisme,
- la création ou requalification de voiries et espaces publics, non soumis à une autorisation d'urbanisme.

Cadre réglementaire des opérations d'ensemble

Une ZAC constitue un outil opérationnel (procédure au titre du code de l'urbanisme) qui n'est pas soumis à une autorisation d'urbanisme à l'échelle de l'opération d'ensemble. Il s'agit pour autant d'une opération d'ensemble et **le zonage s'applique par conséquent à l'échelle du projet d'aménagement (de façon globale et non projet par projet)** et concerne l'ensemble des terrains situés à l'intérieur du périmètre formant le secteur à aménager (publics et privés).

Pour évaluer si le projet rentre dans le champ d'application du zonage pluvial, il n'est pas tenu compte de l'imperméabilisation initiale sur le projet. Cela signifie que c'est la surface imperméabilisée projetée qui est prise en compte, **quel que soit l'état initial sur le projet**.

Par exemple :

Etat initial : 500 m² de surface imperméabilisée

Destruction de 400 m² de surface imperméabilisée

Reconstruction de 300 m² de surface imperméabilisée

→ *La surface à prendre en compte pour évaluer l'application du zonage pluvial est de 300 m² (> 40 m²).*

Il est important de souligner que même si le zonage pluvial ne s'applique pas sur un projet, il est recommandé que celui-ci applique dans la mesure du possible les principes et prescriptions du zonage pluvial.

Par ailleurs, le projet d'ensemble doit faire l'objet d'une procédure au titre de la nomenclature loi sur l'eau dès lors que la surface totale du projet et du bassin versant intercepté est supérieure à 1 ha (autorisation environnementale, déclaration, porter-à-connaissance...). Une étude d'incidence doit être réalisée et présentée auprès des services de l'État en charge de la police de l'eau (DDTM) pour justifier que le projet apporte toutes les garanties environnementales exigées par la réglementation. En matière de gestion des eaux pluviales, le projet doit notamment être compatible avec les dispositions du SDAGE, du SAGE et du zonage pluvial de Nantes Métropole.

À NOTER

L'aménageur est responsable de la réalisation de l'ensemble des installations, ouvrages et aménagement de gestion des eaux pluviales situés dans le périmètre de l'opération, suivant les règles de l'art, des défauts de conception et du respect des caractéristiques techniques et réglementaires. Il contrôle que chaque projet (soumis ou non à autorisation d'urbanisme) respecte les prescriptions fixées par le programme global de gestion des eaux pluviales de l'opération d'ensemble (coefficient d'imperméabilisation, volume de stockage, dispositions constructives, fonctionnement, débit de fuite, côtes de rejet, etc.).

Objectifs des projets de renouvellement urbain

Dans certains cas, les opérations de renouvellement urbain peuvent être caractérisées par des contextes très contraints (milieu urbain dense, surfaces imperméabilisées existantes importantes, contraintes à l'infiltration...), les opportunités de gestion des eaux pluviales peuvent ainsi ne pas être suffisantes pour atteindre les objectifs fixés par le zonage pluvial (article 7).

Pour ces projets d'ensemble, il est nécessaire de **réaliser une étude hydraulique globale** et des adaptations ou écarts aux règles du zonage pluvial peuvent alors être autorisées si les enjeux du site le justifient. L'étude hydraulique doit identifier les opportunités et les contraintes permettant de fixer des objectifs de performance et des modalités de gestion des eaux pluviales adaptées à chaque secteur hydraulique de l'opération, à son contexte et son environnement.

Le projet doit impérativement démontrer que le maximum a été fait pour se rapprocher des objectifs fixés par le zonage pluvial en compatibilité avec le contexte hydraulique du site et son environnement (suivi d'une démarche rigoureuse de recherche d'opportunités d'amélioration dans la conception du projet).

Toute dérogation aux règles du zonage pluvial doit être acceptée par Nantes Métropole. Dans tous les cas, la procédure de demande de validation du projet de gestion des eaux pluviales est obligatoire pour l'opération d'ensemble.

À RETENIR

En synthèse, dans un projet d'ensemble de renouvellement urbain (ZAC...) :

- **Les parties nouvelles, ou démolies et reconstruites :** sont à considérer comme un nouveau projet sur un terrain naturel, la totalité des surfaces doit être compensée sans tenir compte de l'imperméabilisation initiale des sols (sans déduire les surfaces initialement imperméabilisées), conformément aux objectifs de performance fixés par l'article 7 du zonage pluvial de Nantes Métropole
- **Les parties existantes réaménagées :** doivent être compensées dans la mesure du possible pour répondre aux exigences de l'article 7 du zonage pluvial. Toute impossibilité technique d'atteindre ces objectifs doit être justifiée par l'étude hydraulique du fait des contraintes du projet et du site. La situation hydraulique doit être améliorée au maximum pour l'ensemble des niveaux de service.
- **Les parties existantes qui ne sont pas réaménagées :** les objectifs de l'article 7 ne sont pas appliqués, mais les opportunités d'amélioration doivent être recherchées, avec notamment des interventions simples permettant de déconnecter les premiers millimètres de pluies en valorisant au maximum les emprises disponibles (suppression de bordures, utilisation des espaces verts et fosses d'arbres etc.).

Quelques principes pour profiter des opportunités de gestion des eaux pluviales

Les principes à favoriser pour développer une **gestion intégrée des eaux pluviales dans le cas de projets de réhabilitation ou de renouvellement urbain sont les suivants :**

- **Désimperméabiliser :** en utilisant des revêtements perméables, par exemple de l'enrobé poreux sur la voirie et les trottoirs, des dalles ou pavés non jointés sur les trottoirs ou encore des surfaces végétalisées ou constituées de grave drainante sur les stationnements et les cheminements,
- **Valoriser les éléments du paysage participant** à la gestion des eaux de ruissellement (vallon, talweg, fossé, haie, mare...) **et tous les espaces verts** en les aménageant en creux par rapport aux surfaces imperméabilisées, pour qu'ils recueillent les ruissellements issus des surfaces attenantes (trottoirs, voiries) : fosses d'arbres, terre-pleins...
- **Exploiter les structures** des espaces circulés ou non circulés **pour y stocker et infiltrer** les eaux de ruissellement issues de ces espaces ou des espaces attenants, grâce à la mise en oeuvre de structure réservoir, notamment dans le cas de réaménagement de voiries, d'espaces publics, de stationnement...
- Aménager des **toitures stockantes végétalisées** sur les bâtiments,
- **Mutualiser** la gestion des eaux pluviales de certains espaces pour valoriser au maximum les surfaces disponibles (par exemple dans le cas de la création d'un parc ou d'une place).

Exemples de mise en oeuvre

Même pour des espaces pour lesquels le réaménagement n'est pas prévu, les opportunités de valorisation de l'ensemble des espaces verts existants doivent être étudiées. Des reprises et adaptations limitées des espaces peuvent permettre de déconnecter a minima les pluies faibles : décaissement des espaces, retrait des bordures...

Source: APUR

Source: Ville de Crépy-en-Valois

Source: Est Ensemble

Source: SEPIA Conseils

Exemple : Restructuration d'une place publique piétonne

Dans le cadre de la restructuration d'une place publique piétonne aménagée de bancs et plantée d'arbres, on peut envisager :

- La mise en place de pavés ou dalles à joints perméables, végétalisés ou non selon les secteurs de la place,
- L'aménagement en creux des fosses d'arbres,
- La création d'une structure réservoir sous une partie de la place.

Exemple d'une place publique piétonne type : principes de gestion des eaux pluviales

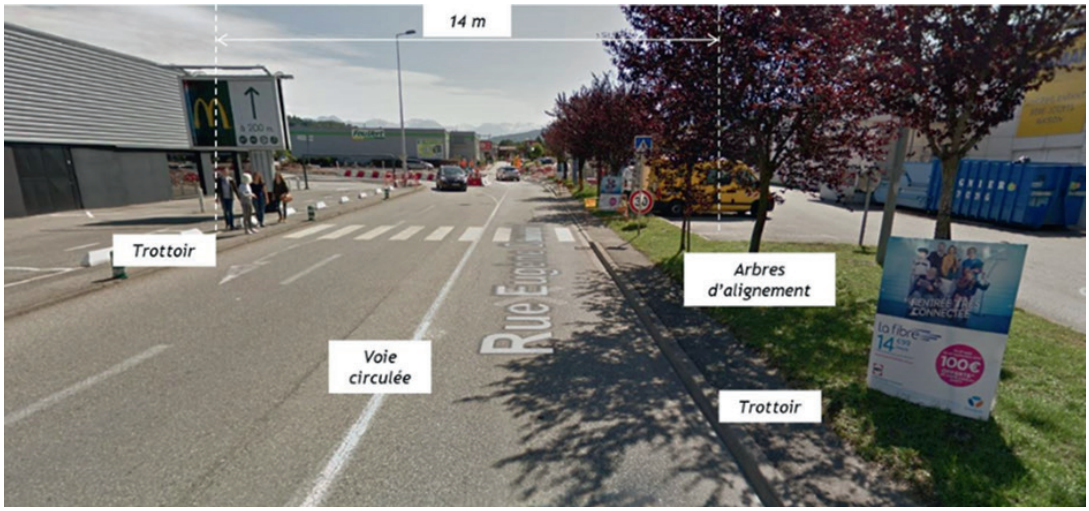
Fosses d'arbres décaissées

Source: Est Ensemble

Exemple : Réhabilitation d'une voirie

Les surfaces de voiries et trottoirs des zones d'activités sont aujourd'hui majoritairement revêtues d'enrobé bitumineux. De même, les espaces non circulés tels que les terre-pleins centraux ou les fosses d'arbres sont aménagés en élévation par rapport aux surfaces circulées, génératrices de ruissellement.

Dans le cas de la réhabilitation d'une voirie de ce type, l'objectif est de désimperméabiliser, valoriser les espaces verts existants et exploiter les structures des espaces pour stocker et infiltrer les eaux de ruissellement.

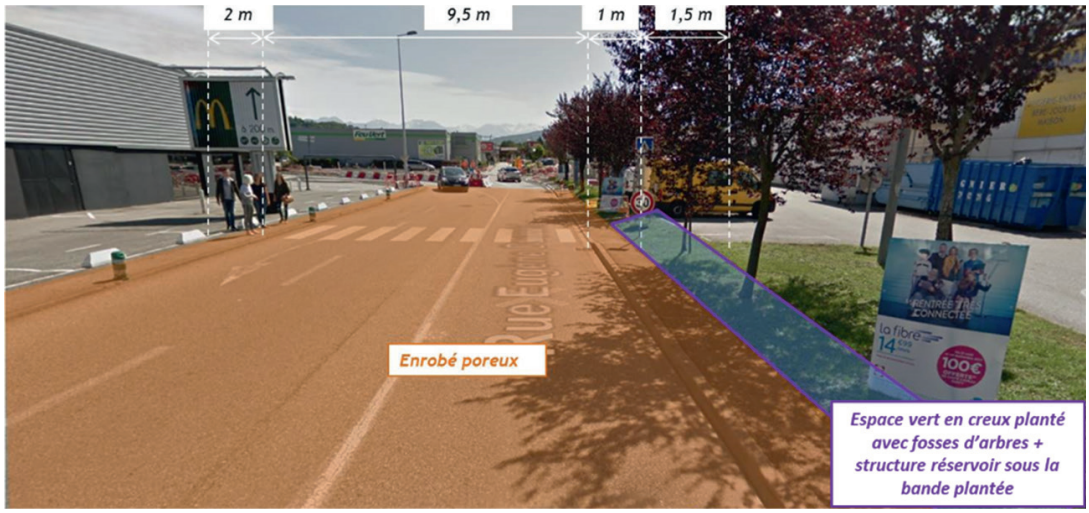


Profil type d'une voirie

Il peut donc être envisagé :

- La mise en place d'un enrobé poreux à la place de l'enrobé traditionnel étanche selon les conditions du trafic,
- L'aménagement en creux de la bande plantée en bordure de la voirie avec une structure réservoir en dessous.

Au niveau de terre-pleins, des bordures transparentes aux écoulements peuvent être maintenues pour assurer la sécurité des véhicules et piétons tout en assurant l'écoulement superficiel des eaux vers ces espaces en creux.



Principes de gestion des eaux pluviales dans le cadre de la réhabilitation d'une voirie

Exemple de la requalification d'une avenue à Lyon : l'ensemble des terre-pleins et des bandes végétalisées qui séparent les voies sont en creux et collectent les eaux pluviales

Source : Gauthier Conquet