Etude de zonage du risque inondation lié aux ruissellements & Diagnostic des ouvrages existants

Elaboration du zonage pluvial – Phase 4

Octobre 2019

90 379/ Version D

Commune de Lédenon
Marie de Lédenon
Place de l'Hôtel de Ville
30 210 Lédenon

Nîmes Métropole
3 rue du Colisée
30 947 Nîmes cedex 9



Présenté par

Région Sud
Pôle EAU
400 av. du Passe-Temps
13676 Aubagne
Tél. : 04.42.08.70.70

Sommaire

Pages

CONTEXTE **4**

1. OBJECTIFS **5**

2. CADRE REGLEMENTAIRE **5**

2.1. CODE GENERAL DES COLLECTIVITES TERRITORIALES 5
2.2. CODE CIVIL 5
2.3. CODE DE L'URBANISME 6
2.4. CODE DE L'ENVIRONNEMENT 6
2.5. NORME NF EN 752 7
2.6. SDAGE RHONE-MEDITERRANEE 7
2.7. COMPETENCE PLUVIAL NIMES METROPOLE / COMMUNE DE LEDENON 9

3. PRESENTATION DU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT PLUVIAL DE LA COMMUNE **10**

4. ZONAGE PLUVIAL SIMPLE **12**

4.1. CARTOGRAPHIE DU ZONAGE PLUVIAL SIMPLE 12
4.2. PRESCRIPTIONS 14
4.2.1. *Règle concernant les zones à urbaniser* *14*
4.2.2. *Règle de gestion des zones agricoles* *18*

5. ZONAGE PLUVIAL ETENDU **19**

5.1. PRESENTATION 19
5.2. CARTOGRAPHIE DU ZONAGE PLUVIAL ETENDU 20
5.3. PRESCRIPTIONS DU ZONAGE PLUVIAL ETENDU 20
5.3.1. *Habitat individuel ou collectif sans voirie* *20*
5.3.2. *Futurs projets dont la surface est supérieure à 500 m²- Hors habitat individuel ou collectif sans voirie* *21*
5.3.3. *Futurs projets dont la surface est inférieure à 500 m²* *21*

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation de la zone d'étude 4
Figure 2 : Objectifs d'état écologique et chimique du Vistre Costière 8
Figure 3 : Mesures pour atteindre les objectifs de bon état du Vistre Costière – PDM 2016 – 2021 9
Figure 4 : Système d'assainissement pluvial retenu pour l'établissement des zonages 11
Figure 5 : Carte définissant les zones U, AU, N et A 13

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Surface considérée comme imperméabilisée (DDTM30) 15
Tableau 2 : Surface considérée comme imperméabilisée (DDTM30) 16
Tableau 3 : Masses de polluants rejetés par an dans les eaux de ruissellement en kg/ha de surface imperméabilisée 19
Tableau 4 : Part de la pollution fixée sur les particules en % de la pollution totale particulaire et solide d'après [Bahoc A. ,Mouchel J.M. et al., 1992] 20

ANNEXES

Annexe 1 : Fiches techniques des techniques alternatives pour la gestion quantitative des eaux pluviales issues du guide pratique « aménagement et eaux pluviales » du Grand Lyon réalisé en 2008
Annexe 2 : Dispositifs de traitement des eaux pluviales

Contexte

Le PLU de la commune de Lédenon est actuellement en cours de réalisation. Dans ce cadre, il est nécessaire d'y intégrer un zonage du risque ruissellement et un zonage pour une gestion cohérente des eaux pluviales. La commune dispose déjà d'un PPRI approuvé en 2014 mais qui cartographie le risque inondation uniquement sur la partie aval du bourg.

Le présent rapport constitue l'étape du zonage pluvial. Il fournit à la commune les éléments nécessaires à l'élaboration réglementaire de son PLU en établissant un zonage pluvial et les prescriptions associées. Un second rapport sur le zonage du risque est également disponible. Les prescriptions de ces deux zonages sont complémentaires et seront intégrées au PLU.

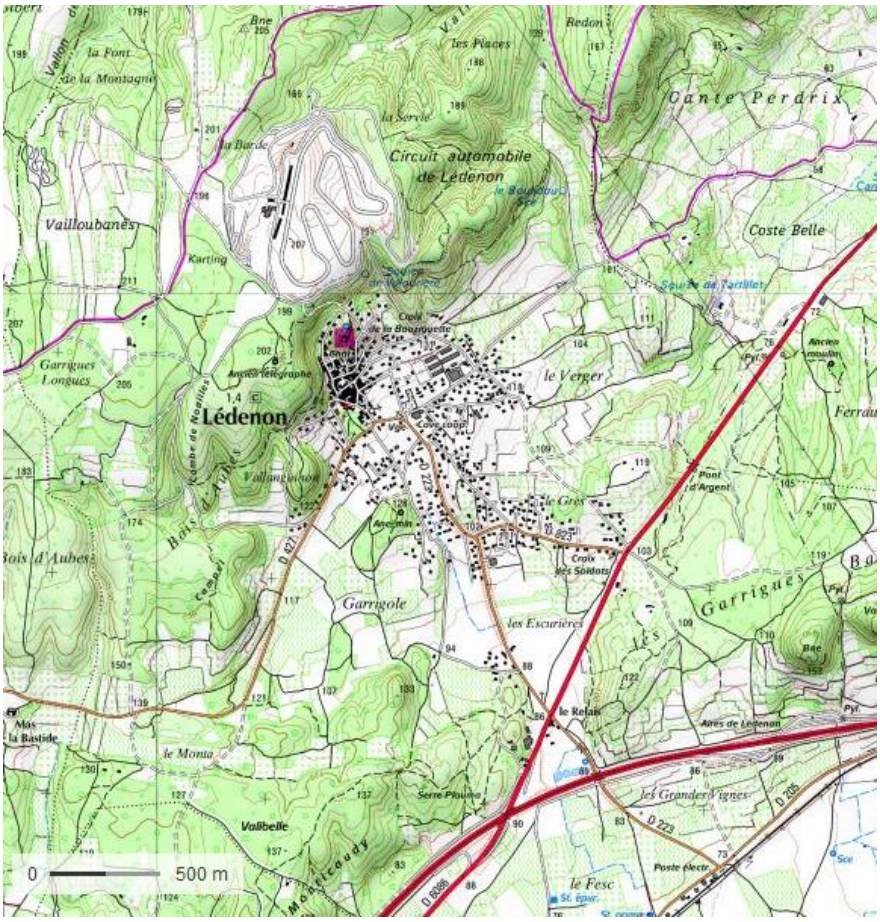


Figure 1 : Situation de la zone d'étude

1. Objectifs

Le zonage pluvial est un outil réglementaire qui s'inscrit dans une démarche prospective, voire de programmation de l'assainissement. Le volet pluvial du zonage permet d'assurer la maîtrise des ruissellements et la prévention de la dégradation des milieux aquatiques par temps de pluie, sur un territoire communal ou intercommunal.
Il permet de fixer des prescriptions cohérentes à l'échelle du territoire d'étude.

2. Cadre règlementaire

2.1. Code général des collectivités territoriales

Le volet pluvial du zonage est défini dans les articles 3 et 4 L2224-10 du code général des collectivités territoriales.
"*Les communes ou leurs établissements publics de coopération délimitent, après enquête publique : […]*
3° Les zones où des mesures doivent être prises pour limiter l'imperméabilisation des sols et pour assurer la maîtrise du débit et de l'écoulement des eaux pluviales et de ruissellement ;
4° Les zones où il est nécessaire de prévoir des installations pour assurer la collecte, le stockage éventuel et, en tant que de besoin, le traitement des eaux pluviales et de ruissellement lorsque la pollution qu'elles apportent au milieu aquatique risque de nuire gravement à l'efficacité des dispositifs d'assainissement."

2.2. Code civil

Les règles en matière d'écoulement des eaux sont encadrées par le Code Civil. La loi précise les obligations respectives de chacun des voisins :
Article 640 :
« *Les fonds inférieurs sont assujettis envers ceux qui sont plus élevés, à recevoir les eaux qui en découlent naturellement sans que la main de l'homme y ait contribué. Le propriétaire inférieur ne peut point élever de digue qui empêche cet écoulement. Le propriétaire supérieur ne peut rien faire qui aggrave la servitude du fonds inférieur.* »
Article 641 :
« *Tout propriétaire a le droit d'user et de disposer des eaux pluviales qui tombent sur son fonds. Si l'usage de ces eaux ou la direction qui leur est donnée aggrave la servitude naturelle d'écoulement établie par l'article 640, une indemnité est due au propriétaire du fonds inférieur.* »
Article 681 :
« *Tout propriétaire doit établir des toits de manière que les eaux pluviales s'écoulent sur son terrain ou sur la voie publique ; il ne peut les faire verser sur les fonds de son voisin.* »

Les collectivités n'ont aucune obligation générale de collecte, gestion et traitement des eaux pluviales provenant des terrains privés. Elles sont tout de même habilitées par l'article L211-7 du Code de l'Environnement à entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, ouvrages ou installations présentant un caractère d'intérêt général ou d'urgence, visant la maîtrise des eaux pluviales et de ruissellement.

2.3. **Code de l'urbanisme**

L'article L123-1-5 du code de l'urbanisme reprend le Code général des collectivités territoriales :
"*Le règlement fixe, …, les règles générales et les servitudes d'utilisation des sols permettant d'atteindre les objectifs mentionnés à l'article L. 121-1, qui peuvent notamment comporter l'interdiction de construire, délimitent les zones urbaines ou à urbaniser et les zones naturelles ou agricoles et forestières à protéger et définissent, en fonction des circonstances locales, les règles concernant l'implantation des constructions. A ce titre, le règlement peut : …*
11° … délimiter les zones visées à l'article L. 2224-10 du code général des collectivités territoriales concernant l'assainissement et les eaux pluviales ;"

2.4. **Code de l'Environnement**

Les procédures de déclaration et d'autorisation pour les Installations, Ouvrages, Travaux et Activités (IOTA) auprès des services de la police de l'eau et des milieux aquatiques ont été introduites par la Loi sur l'Eau du 3 janvier 1992. Ce dispositif juridique est destiné à garantir une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau et des milieux aquatiques. La liste des IOTA soumis à déclaration ou à demande d'autorisation auprès des services de l'État est définie dans une nomenclature au sein du Code de l'Environnement (Art. R214-1).

La rubrique 2.1.5.0 de la nomenclature IOTA est relative aux rejets d'eaux pluviales :

2.1.5.0 *Rejet d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous-sol, la surface totale du projet, augmentée de la surface correspondant à la partie du bassin versant naturel dont les écoulements sont interceptés par le projet, étant :*

1. *supérieure ou égale à 20 ha => IOTA soumis à autorisation (A)*

2. *supérieure à 1 ha, mais inférieure à 20 ha => IOTA soumis à déclaration (D)*

Est concerné par l'élaboration d'un dossier Loi sur l'Eau à destination des services de l'Etat tout maître d'ouvrage, public ou privé, dont le projet d'aménagement dépasse les seuils ci-dessus.

La rubrique 2.1.5.0 ne couvre pas les rejets dans les réseaux d'assainissement, c'est-à-dire dans ce cas qu'un maître d'ouvrage n'a pas à déposer de dossier Loi sur l'Eau auprès des services de l'État (il devra cependant bénéficier d'une autorisation de raccordement de la part du gestionnaire du réseau).

Lorsque le rejet s'effectue dans un réseau d'assainissement séparatif d'eaux pluviales, le propriétaire du réseau d'assainissement doit quant à lui s'acquitter d'une démarche auprès des services de la Police de l'Eau et des Milieux Aquatiques.

D'autres rubriques peuvent également être concernées, telles que la construction d'ouvrages dans le lit majeur d'un cours d'eau (3.2.2.0) ou la création de plans d'eau (3.2.3.0).

L'objectif de la démarche d'établissement d'un dossier Loi sur l'Eau est de montrer que le projet est dans le respect de la réglementation et d'accompagner la personne dans la définition de son opération.

2.5. **Norme NF EN 752**

La norme NF EN 752, révisée en mars 2008, relative aux réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments, précise des principes de base pour le dimensionnement hydraulique, la conception, la construction, la réhabilitation, l'entretien et le fonctionnement des réseaux. Elle rappelle ainsi que le niveau de performance hydraulique du système relève de spécifications au niveau national ou local.

La norme NF EN 752 précise en particulier que le dimensionnement hydraulique des réseaux d'évacuation et d'assainissement s'effectue en tenant compte :
- des effets des inondations sur la santé et la sécurité ;
- des coûts des inondations ;
- du niveau de contrôle possible d'une inondation de surface sans provoquer de dommage ;
- de la probabilité d'inonder les sous-sols par une mise en charge.

En l'absence de spécifications locales, la norme NF EN 752 indique, pour le dimensionnement des réseaux d'assainissement pluvial, des fréquences pour la vérification de deux critères : mise en charge et débordement. Ces fréquences sont modulées selon le site dans lequel s'inscrivent le projet et les enjeux associés.

Lieu d'installation	Fréquence de calcul des orages *pour lesquels aucune mise en charge ne doit se produire*		Fréquence de calcul des inondations	
	Période de retour (1 en "n" années	Probabilité de dépassement pour 1 année quelconque	Période de retour (1 en "n" années)	Probabilité de dépassement pour 1 année quelconque
Zones rurales	1 en 1	100%	1 en 10	10%
Zones résidentielles	1 en 2	50%	1 en 20	5%
Centres ville / zones industrielles / commerciales	1 en 5	20%	1 en 30	3%
Métro / passages souterrains	1 en 10	10%	1 en 50	2%

Fréquences de calcul recommandées à utiliser sur la base de critère de mise en charge et de débordement
(d'après NF EN752, AFNOR)

Bien que la norme NF EN 752 soit essentiellement consacrée aux réseaux d'assainissement, ces valeurs guides peuvent également être utilisées pour le dimensionnement de techniques alternatives de gestion des eaux pluviales, dans l'objectif de protection contre les inondations. Néanmoins, la mise en œuvre de rétention à la source est parfois motivée par la nécessité de protéger ou réduire la vulnérabilité d'enjeux en aval, objectif auquel la conception et le dimensionnement de l'ouvrage doivent alors être adaptés. Ainsi, une vulnérabilité particulière en aval (présence d'un passage souterrain très fréquenté, d'une zone commerciale très attractive…) peut motiver de dimensionner un ouvrage de rétention pour prendre en compte une période de retour plus importante (jusqu'à 50 ou 100 ans).

2.6. **SDAGE Rhône-Méditerranée**

L'Union européenne a adopté le 23 octobre 2000 la directive cadre sur l'eau (DCE) et s'est ainsi engagée à donner une cohérence à l'ensemble de la législation avec une politique communautaire globale, dans une perspective de développement durable.
Pour atteindre les objectifs environnementaux fixés par la DCE, la France a mis en place un plan de gestion à travers le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE). Il a pour vocation d'orienter et de planifier la gestion de l'eau à l'échelle du bassin. Il bénéficie d'une légitimité politique et

d'une portée juridique. Révisé tous les 6 ans, il fixe les orientations fondamentales pour une gestion équilibrée de la ressource en eau et intègre les obligations définies par la DCE ainsi que les orientations de la conférence environnementale. Son contenu est précisé par arrêté ministériel.
Les 8 orientations fondamentales définies dans le SDAGE RM 2016-2021 sont les suivantes :

- OF 0 : S'adapter aux effets du changement climatique ;
- OF 1 : Privilégier la prévention et les interventions à la source pour plus d'efficacité ;
- OF 2 : Concrétiser la mise en œuvre du principe de non dégradation des milieux aquatiques ;
- OF 3 : Prendre en compte les enjeux économiques et sociaux des politiques de l'eau et assurer une gestion durable des services publics d'eau et d'assainissement ;
- OF 4 : Renforcer la gestion de l'eau par bassin versant et assurer la cohérence entre aménagement du territoire et gestion de l'eau ;
- OF 5 : Lutter contre les pollutions, en mettant la priorité sur les pollutions par les substances dangereuses et la protection de la santé ;
- OF 6 : Préserver et restaurer le fonctionnement naturel des milieu aquatiques et des zones humides ;
- OF 7 : Atteindre l'équilibre quantitatif en améliorant le partage de la ressource en eau et en anticipant l'avenir ;
- OF 8 : Augmenter la sécurité des populations exposées aux inondations en tenant compte du fonctionnement naturel des milieux aquatiques.

Concernant l'aspect quantitatif, la présente étude répond aux orientations fondamentales 0, 1, 3 et 8.

Concernant l'aspect qualitatif, l'étude est cohérente avec les orientations fondamentales 2, 5 et 6.

Le SDAGE définit également les objectifs d'état écologique et chimique des principaux cours d'eau. Ceux du Buffalon (dont le valat des Agaous est l'affluent) sont les suivants :

				Objectif d'état écologique				Objectif d'état chimique			
Code masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Catégorie de masse d'eau	Objectif d'état	Statut	Echéance	Motivations en cas de recours aux dérogations	Paramètres faisant l'objet d'une adaptation	Echéance sans ubiquiste	Echéance avec ubiquiste	Motivations en cas de recours aux dérogations	Paramètres faisant l'objet d'une adaptation
Vistre Costière - CO_17_21											
FRDR10031	Rivière le rieu	Cours d'eau	bon état	MEN	2021	A confirmer	A confirmer	2015	2015		
FRDR10376	Ruisseau le buffalon	Cours d'eau	bon état	MEN	2027	FT	Morphologie, matières organiques et oxydables	2015	2015		
FRDR10761	Ruisseau le canabou	Cours d'eau	bon état	MEN	2027	FT	Morphologie, matières organiques et oxydables	2015	2015		
FRDR10868	Ruisseau de valliougues	Cours d'eau	bon état	MEN	2015			2015	2015		
FRDR11312	Ruisseau le rhony	Cours d'eau	bon état	MEN	2027	FT	Morphologie, pesticides, matières organiques et oxydables	2015	2015		
FRDR11553	Petit vistre ou vistre de la fontaine	Cours d'eau	bon état	MEN	2027	FT	Morphologie, pesticides, substances dangereuses	2015	2015		
FRDR11643	Ruisseau la cubelle	Cours d'eau	bon état	MEN	2027	FT	Morphologie, pesticides	2015	2015		
FRDR11917	Ruisseau le grand campagnolle	Cours d'eau	bon état	MEN	2015			2015	2015		
FRDR11953	Ruisseau la pondre	Cours d'eau	bon potentiel	MEFM	2027	FT	Morphologie	2015	2015		
FRDR132	Le vieux Vistreà l'aval de la Cubelle	Cours d'eau	bon état	MEN	2021	A confirmer	A confirmer	2015	2015		
FRDR133	Le Vistre de sa source à la Cubelle	Cours d'eau	bon potentiel	MEFM	2027	FT	Morphologie, nutriments, pesticides, substances dangereuses, matières organiques et oxydables	2015	2015		
FRDR1901	Le Vistre Canal	Cours d'eau	bon potentiel	MEFM	2027	FT	Pesticides, morphologie	2015	2027	FT	Benzo(g,h,i)perylène + Indeno(1,2,3-cd)pyrène / Mercure et ses composes

Figure 2 : Objectifs d'état écologique et chimique du Vistre Costière

Le zonage pluvial, les prescriptions associées ainsi que le PLU doivent être cohérents avec les orientations et les objectifs présentés ci-dessus.

Le SDAGE RM s'accompagne d'un programme de mesures (PDM) définissant les mesures à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs environnementaux du schéma directeur d'aménagement et de gestion

des eaux. Ces mesures représentent les moyens d'action du bassin pour atteindre les objectifs de la DCE : non dégradation, atteinte du bon état, réduction ou suppression des émissions de substances, respect des objectifs des zones protégées.
Le programme de mesures s'appuie sur le socle national des mesures réglementaires et législatives dont la mise en œuvre courante répond pour partie à ces objectifs. Il complète ce socle par des mesures clés territorialisées et ciblées pour chacun des territoires du bassin en fonction des problèmes qui s'opposent localement à l'atteinte des objectifs, malgré la mise en œuvre de la réglementation courante. Ces mesures clés peuvent s'appuyer sur des outils réglementaire, financier ou contractuel.
Le programme de mesures n'a ainsi pas vocation à répertorier de façon exhaustive et territorialisée toutes les actions à mettre en œuvre dans le domaine de l'eau.

Les mesures définies pour le bassin versant du Vistre sont présentées dans la Figure 3 :

Vistre Costière - CO_17_21	
Mesures pour atteindre les objectifs de bon état	
Pression à traiter : Altération de la morphologie	
MIA0202	Réaliser une opération classique de restauration d'un cours d'eau
MIA0203	Réaliser une opération de restauration de grande ampleur de l'ensemble des fonctionnalités d'un cours d'eau et de ses annexes
MIA0602	Réaliser une opération de restauration d'une zone humide
Pression à traiter : Pollution diffuse par les nutriments	
AGR0201	Limiter les transferts de fertilisants et l'érosion dans le cadre de la Directive nitrates
AGR0301	Limiter les apports en fertilisants et/ou utiliser des pratiques adaptées de fertilisation, dans le cadre de la Directive nitrates
Pression à traiter : Pollution diffuse par les pesticides	
AGR0303	Limiter les apports en pesticides agricoles et/ou utiliser des pratiques alternatives au traitement phytosanitaire
AGR0401	Mettre en place des pratiques pérennes (bio, surface en herbe, assolements, maîtrise foncière)
COL0201	Limiter les apports diffus ou ponctuels en pesticides non agricoles et/ou utiliser des pratiques alternatives
IND0202	Créer et/ou aménager un dispositif de traitement des rejets industriels visant à réduire principalement les pollutions hors substances dangereuses
Pression à traiter : Pollution ponctuelle par les substances (hors pesticides)	
IND0101	Réaliser une étude globale ou un schéma directeur portant sur la réduction des pollutions associées à l'industrie et de l'artisanat
IND0901	Mettre en compatibilité une autorisation de rejet avec les objectifs environnementaux du milieu ou avec le bon fonctionnement du système d'assainissement récepteur
Pression à traiter : Pollution ponctuelle urbaine et industrielle hors substances	
ASS0302	Réhabiliter et ou créer un réseau d'assainissement des eaux usées hors Directive ERU (agglomérations de toutes tailles)
ASS0402	Reconstruire ou créer une nouvelle STEP hors Directive ERU (agglomérations de toutes tailles)
ASS0502	Equiper une STEP d'un traitement suffisant hors Directive ERU (agglomérations >=2000 EH)
ASS0601	Supprimer le rejet des eaux d'épuration en période d'étiage et/ou déplacer le point de rejet

Figure 3 : Mesures pour atteindre les objectifs de bon état du Vistre Costière – PDM 2016 – 2021

2.7. **Compétence pluvial Nîmes Métropole / Commune de Lédenon**

A compter du 8 février 2016, la communauté d'agglomération de Nîmes Métropole a pris la compétence en matière de gestion des eaux pluviales urbaines pour toutes les communes de l'agglomération à l'exception de Nîmes. Conformément à l'article L5211-17 du Code général des collectivités territoriales, Nîmes Métropole est substituée de plein droit à l'ensemble des contrats conclus par la commune précédemment à la prise de compétence.

Ainsi, dans le présent marché, la partie concernant les eaux pluviales urbaines relève de la compétence de Nîmes Métropole et celle concernant la gestion des inondations et les eaux pluviales non urbaines de celle de la commune.

3. Présentation du système d'assainissement pluvial de la commune

Les différents zonages ont été établis à partir du modèle hydraulique réalisé en phase 2 comprenant les principaux aménagements de gestion des eaux pluviales existants sur la commune (cf. rapport 88969 de septembre 2017).

Pour rappel, en cas d'insuffisance ou absence de réseau, les écoulements sont modélisés par ruissellement en surface.

Le système d'assainissement pluvial modélisé est présenté sur la Figure 4 :

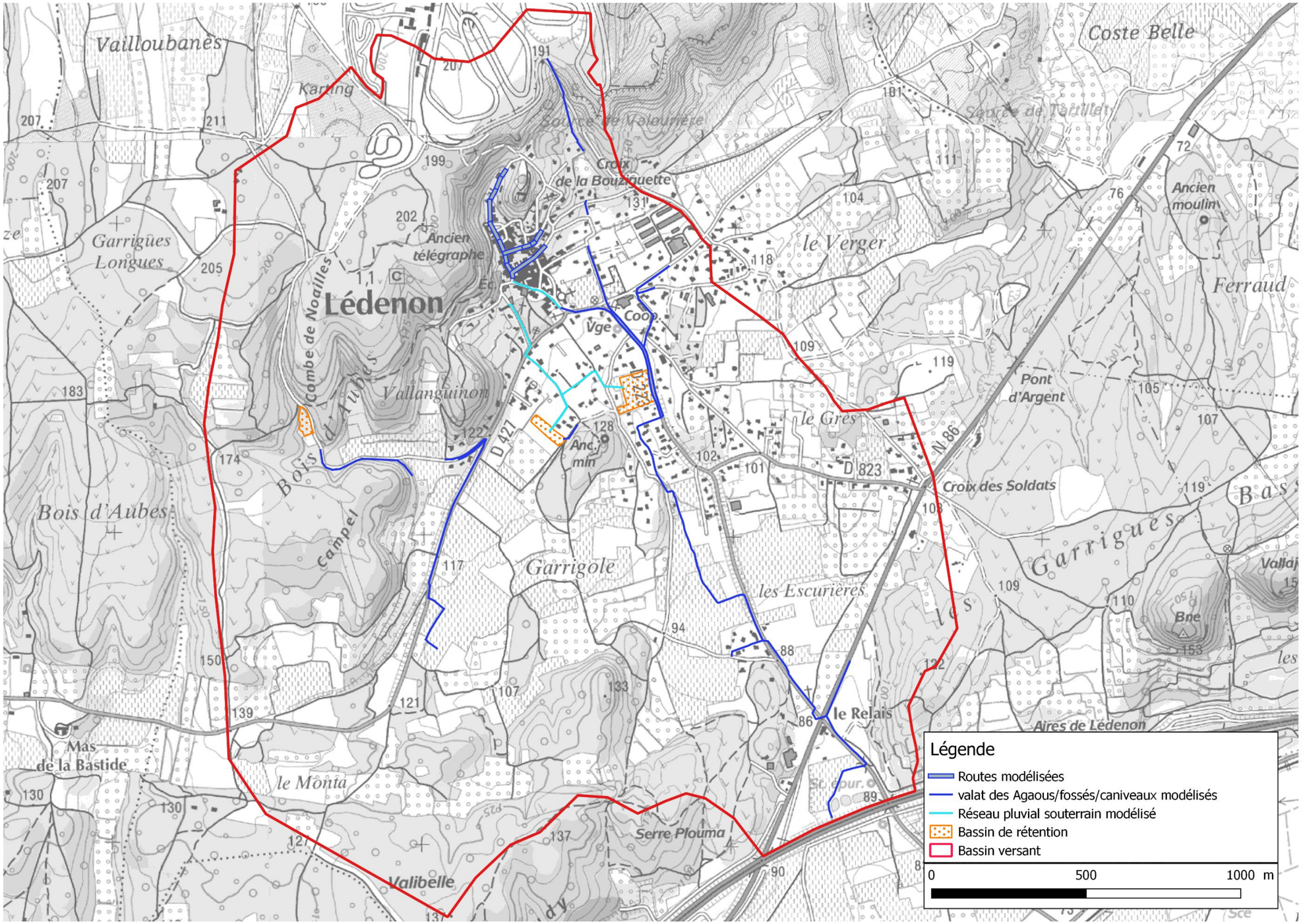


Figure 4 : Système d'assainissement pluvial retenu pour l'établissement des zonages

4. Zonage pluvial simple

Le volet pluvial du zonage permet d'assurer la maitrise des ruissellements et la prévention de la dégradation des milieux aquatiques par temps de pluie. Il définit des règles à mettre en œuvre pour compenser les surfaces imperméabilisées (zonage pluvial simple) ainsi que pour la gestion qualitative des eaux pluviales (zonage pluvial étendu).

4.1. Cartographie du zonage pluvial simple

En février 2016, Nîmes Métropole a pris la compétence de la gestion des eaux pluviales urbaines sur l'ensemble des communes de l'agglomération hors Nîmes. Depuis, la gestion des eaux pluviales est répartie entre la commune de Lédenon et Nîmes Métropole : les zones Urbaines (U), A Urbaniser (AU) relève de la compétence de Nîmes Métropole et les zones Agricoles (A) et Naturelles (N) de la compétence de la commune.

Un seul règlement est établi pour l'ensemble de la commune, seul le service instructeur change en fonction de la localisation du projet.

La cartographie de ces différentes zones U, AU, N, A est visible Figure 5 :

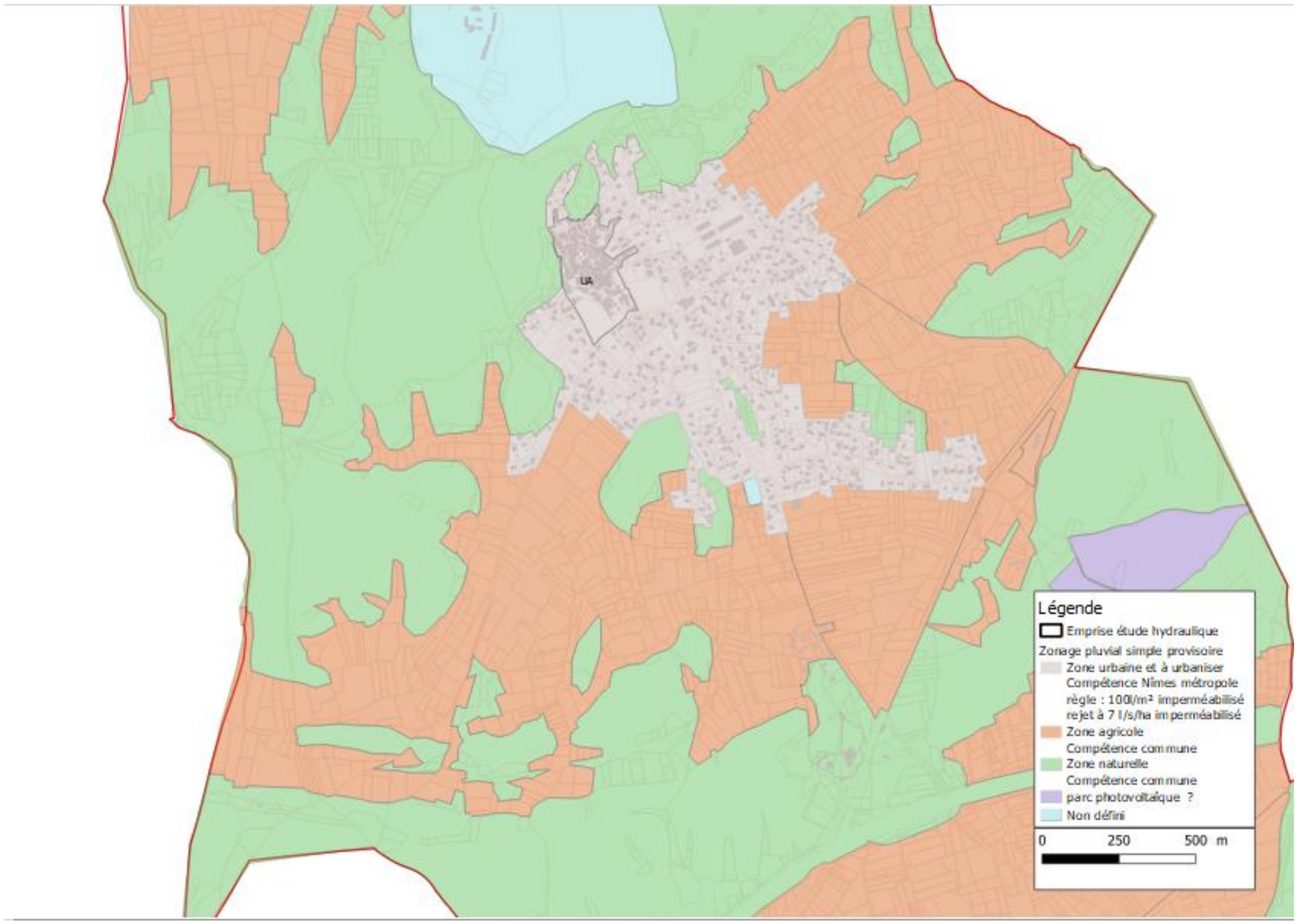


Figure 5 : Carte définissant les zones U, AU, N et A

4.2. **Prescriptions**

4.2.1. *Règle concernant les zones à urbaniser*

Il s'agit de limiter au maximum les effets de l'imperméabilisation des sols pour ne pas aggraver voire réduire le risque inondation.

Les prescriptions sur la gestion des eaux pluviales sur les zones à urbaniser sont fonction de la taille du projet (**les surfaces considérées sont celles de la parcelle totale et non uniquement celle de la surface construite**). En effet, pour des projets de grande et moyenne dimension, le bassin de rétention constitue une solution technique de gestion des eaux à privilégier. Cette solution n'est cependant pas adaptée à des projets de petites tailles.

4.2.1.1. *Futures zones urbanisées dont la surface est supérieure à 300 m² - hors zone UA*

Toutes les eaux pluviales de la parcelle doivent être collectées et redirigées vers un ouvrage de rétention (via des chéneaux et réseaux par exemple).

Les ratios à appliquer sont ceux définis dans le guide technique pour l'élaboration des dossiers loi sur l'eau réalisé par la DISE.
Le **volume de rétention** est à calculer sur la base de **100 l/m² de surface imperméabilisée** et le **débit de fuite** de l'ouvrage sur la base de **7 l/s/ha de surface imperméabilisée**.

L'orifice de fuite sera dimensionné (diamètre, section, modèle de vortex…) pour ce débit de fuite en fonction de la charge d'eau stockée au-dessus de l'orifice. Les orifices de **diamètre inférieur à 60 mm**[1] sont **interdits** en raison des risques importants d'obstruction. Ainsi, le débit de fuite de l'ouvrage de rétention ne sera basé sur la règle des 7l/s/ha de surface imperméabilisée que dans le cas d'un diamètre d'orifice supérieur à 60 mm. Dans le cas contraire, un diamètre de 60 mm sera installé.
Les bassins de rétention devront se situer au point bas de la zone interceptée. Ceux en remblai sont interdits en zone inondable.

La vidange du bassin de rétention par infiltration sera privilégiée. Une étude de perméabilité du sol devra cependant être réalisée pour vérifier la faisabilité de cet aménagement.

4.2.1.2. *Futures zones urbanisées en zone UA*

La zone UA constitue l'hyper centre de la commune. Dans cette zone, aucune compensation à l'imperméabilisation n'est prescrite quel que soit la taille de la parcelle. Les constructions devront cependant respecter le code civil et notamment les articles 640, 641 et 681.

[1] Valeur seuil définie dans le « guide pour l'élaboration des dossiers « LOI SUR L'EAU » Rubrique 2.1.2.0 – Rejet d'eaux pluviales » du département de Rhône-Alpes.

4.2.1.3. *Futures zones urbanisées dont la surface est inférieure à 300 m²*

Pour des parcelles de petites tailles, la rétention n'est pas techniquement envisageable. La compensation à l'imperméabilisation n'est pas obligatoire. Cependant, des techniques alternatives de gestion des eaux pluviales peuvent être mise en place pour limiter les effets de l'imperméabilisation.

Les principales techniques sont citées ci-dessous :

- noues et fossés,
- tranchées drainantes ou tranchées infiltrantes,
- puits d'infiltration,
- mares et bassins,
- cuves et citernes,
- toitures stockantes,
- structures poreuses.

Leurs fiches techniques sont fournies en annexe 1. Elles sont tirées du guide pratique « aménagement et eaux pluviales » du Grand Lyon réalisé en 2008.

4.2.1.4. *Lotissements*

- Lotissements jusqu'à 10 lots (inclus)

Plusieurs méthodes de rétention peuvent être envisagées :

- un aménagement commun pour l'ensemble des lots et des espaces communs (voiries, …),
- un aménagement par lot et un aménagement pour les espaces communs,
- une combinaison des deux tirés précédents.

Dans le cas d'un aménagement commun pour l'ensemble des lots et des espaces communs, les ratios d'imperméabilisation à considérer sont ceux définis par la DDTM 30 dans le guide technique pour l'élaboration des dossiers Loi sur l'Eau.

Superficie du lot (m²)	Surface considérée comme imperméabilisée (m²)
Inférieure ou égale à 200 m²	Surface totale du lot
Entre 200 et 600 m² inclus	Au moins égale à 50 % de la surface du lot, 200 m² minimum
Entre 600 et 1000 m² inclus	Au moins égale à 40 % de la surface du lot, 300 m² minimum
Supérieure à 1000 m²	Au moins égale à 30 % de la surface du lot, 400 m² minimum

Tableau 1 : Surface considérée comme imperméabilisée (DDTM30)

Les ratios à appliquer pour la compensation à l'imperméabilisation sont identiques à ceux définis précédemment : le volume de rétention est à calculer sur la base de **100 l/m² de surface imperméabilisée** et **le débit de fuite** de l'ouvrage sur la base de **7 l/s/ha** de surface imperméabilisée.

L'orifice de fuite sera dimensionné (diamètre, section, modèle de vortex…) pour ce débit de fuite en fonction de la charge d'eau stockée au-dessus de l'orifice. Les orifices de diamètre inférieur à 60 mm[2] sont interdits en raison des risques importants d'obstruction. Ainsi, le débit de fuite de l'ouvrage de rétention ne sera basé sur la règle des 7 l/s/ha de surface imperméabilisée que dans le cas d'un diamètre d'orifice supérieur à 60 mm. Dans le cas contraire, un diamètre de 60 mm sera installé.

Pour tous projets dont la surface imperméabilisée est supérieure à 1000 m², la demande de rejet au réseau doit s'accompagner d'une étude de perméabilité du sol démontrant que la vidange du bassin par infiltration n'est pas possible.

- Lotissements supérieurs à 10 lots

La rétention collective est obligatoire. Les aménagements proposés devront être dimensionnés en considérant l'ensemble des lots ainsi que les espaces communs.

Les ratios d'imperméabilisation à considérer sont ceux définis par la DDTM 30 :

Superficie du lot (m²)	Surface considérée comme imperméabilisée (m²)
Inférieure ou égale à 200 m²	Surface totale du lot
Entre 200 et 600 m² inclus	Au moins égale à 50 % de la surface du lot, 200 m² minimum
Entre 600 et 1 000 m² inclus	Au moins égale à 40 % de la surface du lot, 300 m² minimum
Supérieure à 1 000 m²	Au moins égale à 30 % de la surface du lot, 400 m² minimum

Tableau 2 : Surface considérée comme imperméabilisée (DDTM30)

Pour la compensation à l'imperméabilisation les ratios à appliquer sont les suivants : le volume de rétention est à calculer sur la base de **100 l/m² de surface imperméabilisée** et **le débit de fuite** de l'ouvrage sur la base de **7 l/s/ha** de surface imperméabilisée.

L'orifice de fuite sera dimensionné (diamètre, section, modèle de vortex…) pour ce débit de fuite en fonction de la charge d'eau stockée au-dessus de l'orifice. Les orifices de diamètre inférieur à 60 mm² sont interdits en raison des risques importants d'obstruction. Ainsi, le débit de fuite de l'ouvrage de rétention ne sera basé sur la règle des 7 l/s/ha de surface imperméabilisée que dans le cas d'un diamètre d'orifice supérieur à 60 mm. Dans le cas contraire, un diamètre de 60 mm sera installé.

Pour tous projets dont la surface imperméabilisée est supérieure à 1000 m², la demande de rejet au réseau doit s'accompagner d'une étude de perméabilité du sol démontrant que la vidange du bassin par infiltration n'est pas possible.

Pour ces lotissements, une étude hydraulique pourra être demandée par les services instructeurs.

[2] Valeur seuil définie dans le « guide pour l'élaboration des dossiers « LOI SUR L'EAU » Rubrique 2.1.2.0 – Rejet d'eaux pluviales » du département de Rhône-Alpes.

4.2.1.5. *Cas des extensions*

Concernant les extensions de bâtiments, celles inférieures à 20 m² ne sont soumises à aucune règlementation dans le zonage pluvial.
Pour celles supérieures à 20 m², un ouvrage de rétention est à mettre en place. Il est à dimensionner sur la base des nouvelles surfaces imperméabilisées.

4.2.1.6. *Cas de déconstruction / reconstruction*

En cas de déconstruction/reconstruction, hors cas de sinistre entrainant la reconstruction totale du bâti, si la surface imperméabilisée après reconstruction est inférieure ou égale à celle avant reconstruction, aucune rétention n'est à réaliser. Dans le cas contraire, une rétention est à mettre en place : la règlementation du zonage pluvial s'applique sur l'unité foncière.

4.2.1.7. *Prescriptions générales*

Lors de la mise en place d'un ouvrage de rétention, toutes les eaux pluviales de la parcelle doivent être collectées et redirigées vers l'ouvrage (via des chéneaux et réseaux par exemple).

Les bassins de rétention doivent se situer au point bas de la zone interceptée. Ceux en remblai sont interdits en zone inondable.

La vidange du bassin de rétention devra se faire en moins de 48 h (en cas d'évènements pluvieux consécutifs).

Il est rappelé que les cuves de stockage des eaux pluviales ne sont pas considérées comme des ouvrages de rétention, ces derniers devant toujours être vides avant un événement pluvieux pour pouvoir être opérationnels.

Dans le cas d'un rejet au milieu naturel, le pétitionnaire lors de sa demande auprès des services de l'état devra proposer un ou plusieurs exutoires à l'ouvrage de rétention.

En cas d'évènement exceptionnel, les eaux qui surverseront de l'ouvrage de rétention devront dans la mesure du possible suivre le cheminement des écoulements tel qu'il était avant aménagement, ou être dirigées vers le réseau pluvial de la voirie.

Pour les secteurs d'ouverture à l'urbanisation (comme le secteur Est de la commune), une gestion globale des eaux pluviales sur l'ensemble de la zone doit être privilégiée. Elle permettra la gestion des eaux avec un nombre d'aménagement limité et d'en faciliter l'entretien.

Remarque : Les projets dont la somme de la surface du projet et de la surface du bassin versant intercepté est supérieure à 1 ha sont soumis à déclaration ou autorisation au titre de la loi sur l'eau (article 2.1.5.0).

4.2.2. *Règle de gestion des zones agricoles*

L'aménagement des zones agricoles (notamment celles des zones de production) a un impact sur le risque inondation. En effet, le type de cultures ainsi que les techniques culturales appliquées peuvent conduire à augmenter le risque ruissellement en aval.
Ce phénomène est important dans le cas de la viticulture où les coefficients de ruissellement constatés sur site sont élevés.

De manière générale, pour l'ensemble des pratiques culturales, les mesures suivantes peuvent être préconisées :

- limitation des rangs de ceps dans le sens de la pente,
- enherbement entre les rangs ainsi que sur les surfaces non cultivées pour limiter les risques d'érosion et d'inondation en augmentant la perméabilité et la portance du sol. Cette pratique améliore également les propriétés physiques et chimiques du sol et agit sur la diversité des paysages et la richesse écologique,
- aménagement de noues plutôt que des fossés à forte pente,
- conservation des zones humides (mares, bords de ruisseaux…),
- entretien des haies et fossés,
- aménagement de zones tampons (fossés, retenues, haies, …).

5. Zonage pluvial étendu

5.1. Présentation

Les eaux issues du ruissellement peuvent contenir des pollutions. Il existe plusieurs types de pollutions :

- la pollution atmosphérique : Elle est liée à l'intégration d'éléments gazeux contenu dans l'atmosphère (métaux, …) et à la fixation lors de la chute des gouttes pluie de particules d'origine humaine (poussières industrielles, fumées, …) ou d'origine naturelle (sables, poussières, pollen, …) ;
- la pollution par ruissellement : Son impact est beaucoup plus significatif que la pollution atmosphérique. Les eaux de ruissellement concentrent la pollution accumulée sur diverses surfaces (débris végétaux, engrais, pesticides, hydrocarbures, poussières, résidus de travaux, déchets urbains, …).

A ces eaux issues du ruissellement, peuvent s'ajouter les eaux issues des débordements du réseau unitaire (le plus courant dans les centres historiques des communes). Ces eaux sont un mélange d'eaux pluviales et d'eaux usées.

La pollution des eaux pluviales est qualifiée et quantifiée principalement par :

- les matières en suspension (M.E.S.),
- la demande biologique et chimique en oxygène (D.B.O.5 et D.C.O.),
- le taux d'hydrocarbures (H.c.),
- le taux de métaux (M.x.).

Le document « Les eaux pluviales dans les projets d'aménagement » élaboré en octobre 2004 par le groupe de travail DDAF, DIREN, DDE et validé au cours de la réunion du Club Eau Aquitaine Poitou-Charentes du 1er juillet 2004 quantifie les principaux polluants contenus dans les eaux de pluie et ruissellement :

Paramètres de pollution	Rejets pluviaux Lotissement-Parking-ZAC	Rejets pluviaux Zone urbaine dense – ZAC de forte densité
M.E.S.	660	1000
D.C.O.	630	820
D.B.O.5	90	120
Hydrocarbures totaux	15	25
Plomb	1	1,3

Tableau 3 : Masses de polluants rejetés par an dans les eaux de ruissellement en kg/ha de surface imperméabilisée

Il est important de noter que tous ces paramètres de pollution ont un lien direct avec les M.E.S. qui leurs servent de « support », comme nous le montre le Tableau 4:

D.B.O.5	D.C.O.	H.c.	Pb.
83 à 92 %	83 à 95 %	82 à 99%	95 à 99 %

Tableau 4 : Part de la pollution fixée sur les particules en % de la pollution totale particulaire et solide d'après [Bahoc A. ,Mouchel J.M. et al., 1992]

Ainsi l'abattement du taux de M.E.S. peut induire une diminution considérable de la pollution des eaux de pluie et de ruissellement. Les traitements de pollution par décantation sont à privilégier.

5.2. Cartographie du zonage pluvial étendu

Le circuit automobile de Lédenon, source potentielle de pollution, est équipée des dispositifs adaptés pour la gestion des eaux pluviales :
Le dispositif d'assainissement pluvial mis en place (collecte et rétention) permettra un abattement significatif de la pollution chronique générée par la chaussée avant le rejet des eaux au milieu naturel. Il permettra par ailleurs de stopper et récupérer une pollution accidentelle.[3]
Il n'est donc pas considéré comme source de pollution.

Aucune source de pollution spécifique (en lien avec des activités industrielles par exemple) n'a été identifiée sur la commune. L'ensemble de la pollution sur la commune provient du lessivage par la pluie d'une surface urbaine contaminée par des dépôts usuels susceptibles d'être rencontrés en milieu urbain.

A ce titre aucune carte n'a été produite.

5.3. Prescriptions du zonage pluvial étendu

5.3.1. *Habitat individuel ou collectif sans voirie*

Pour les habitations individuelles ou habitat collectif sans voirie, il n'y a pas de pollution attendue. Elles ne font donc l'objet d'aucune préconisation sur la gestion qualitative des eaux pluviales.

[3] Source : Circuit de Lédenon - Mise en conformité des systèmes d'assainissement des eaux usées et pluviales - Dossier d'autorisation au titre des articles L.214-1 à L.214-6 du Code de l'Environnement – Cereg Ingénierie – Octobre 2012

5.3.2. *Futurs projets dont la surface est supérieure à 500 m²- Hors habitat individuel ou collectif sans voirie*

Pour les projets (hors habitat individuel ou collectif sans voirie) dont la surface est supérieure à 500 m², les objectifs de qualité des eaux définis dans le guide technique pour l'élaboration des dossiers loi sur l'eau du Gard seront à respecter :

- le taux d'abattement minimum sur les matières en suspension (MES) est supérieur ou égal à 80% ;
- le système doit permettre pour un évènement de période de retour 2 ans d'atteindre les concentrations suivantes : [MES]≤30 mg/l et [HCt]≤5 mg/l.

La qualité des eaux de rejet doit également être en accord avec les objectifs qualitatifs imposés par le SDAGE-RM (cf. 2.6).

Les principaux mécanismes de dépollution sont les suivants :

- la décantation,
- la filtration,
- la phyto-remédiation ou dépollution par les plantes.

Lorsque la pollution avérée est importante, il est possible de recourir à des ouvrages de prétraitement tels que les dessableurs, décanteurs et déshuileurs.

Les mécanismes de dépollution et les ouvrages de prétraitements sont présentés en annexe 2.

5.3.3. *Futurs projets dont la surface est inférieure à 500 m²*

Pour des projets de faible surface, la mise en place dispositifs de dépollution n'est pas toujours techniquement envisageable. Cependant, toutes techniques alternatives permettant la décantation ou la phytoremédiation sont préconisées. On peut par exemple citer les noues permettant une diminution des métaux lourds et des matières organiques.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Fiche signalétique

Rapport

Titre : ETUDE DE ZONAGE DU RISQUE INONDATION LIE AUX RUISSELLEMENTS & DIAGNOSTIC DES OUVRAGES EXISTANTS – ELABORATION DU ZONAGE PLUVIAL – PHASE 4

Numéro et indice de version : 90379/ Version D

Date d'envoi : octobre 2019

Nombre d'annexes dans le texte : 2

Nombre de pages : 21

Nombre d'annexes en volume séparé : 0

Diffusion (nombre et destinataires) :

1 ex. Client

1 ex. Agence

1 ex. Auteur

Client

Coordonnées complètes : Mairie de Lédenon
Place de l'Hôtel de Ville
30 210 Lédenon

et

Nîmes Métropole
3 rue du Colisée
30 947 Nîmes cedex 9

Téléphone : 06 80 05 71 40

Téléphone : 04 66 02 55 65

Nom et fonction des interlocuteurs : Bernard Pradier, Adjoint à l'urbanisme de la commune de Lédenon et Marie Jeanjean, direction de l'eau de Nîmes Métropole

Antea Group

Unité réalisatrice : SUD

Nom des intervenants et fonction remplie dans le projet :

Interlocuteur commercial : DU BOISBERRANGER Nicolas
Responsable de projet : DU BOISBERRANGER Nicolas
Rédacteur : Claire ARRIGHI
Secrétariat : Marie-Laure ANTONUCCI

Qualité

Contrôlé par : *DU BOISBERRANGER Nicolas*

Date : 25/10/2019 - *Version D*

N° du projet : *LROP160176*

Références et date de la commande : 29/07/2016

Mots clés : hydraulique, inondation, cartographie, ruissellement

Annexe 1 : Fiches techniques des techniques alternatives pour la gestion quantitative des eaux pluviales issues du guide pratique « aménagement et eaux pluviales » du Grand Lyon réalisé en 2008

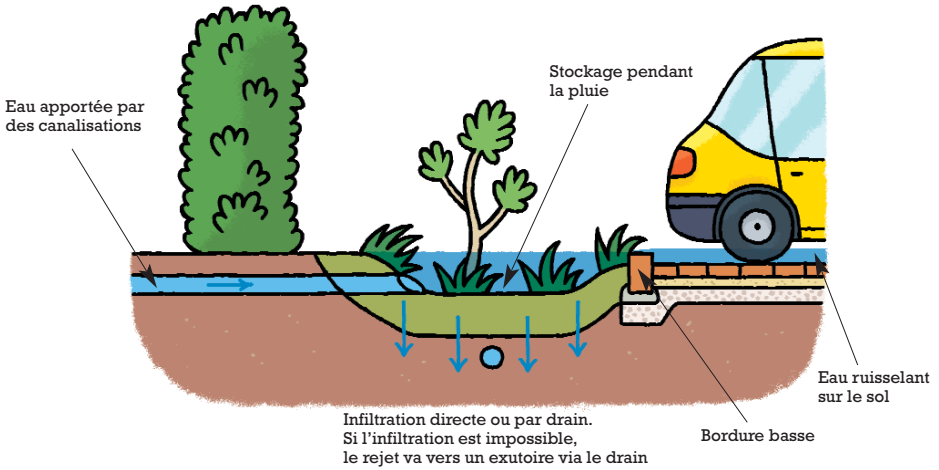


Noue plantée d'iris

FICHE TECHNIQUE 01

Noues et fossés

Les noues et fossés existent depuis longtemps. Simples et faciles à réaliser, ces dispositifs se déclinent en plusieurs versions. Ils apportent des solutions efficaces pour la gestion des eaux pluviales à un coût minime.



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

L'eau de pluie est collectée soit par des canalisations, soit après ruissellement sur les surfaces adjacentes *(voir schéma ci-dessus)*. Après stockage, elle est évacuée par infiltration dans le sol ou vers un exutoire : réseau de collecte, bassin de rétention ou rivière.

LES AVANTAGES

L'aménagement de surface de l'ouvrage (minéral ou végétal) s'adapte aux caractéristiques du site. Globalement, l'installation s'intègre bien dans les jardins et le long des parkings. Elle se nettoie très facilement par un simple curage.
En plus de retenir les eaux de pluie, elle apporte une touche de végétation luxuriante de type zone humide (iris, roseaux, saules, graminées…) et participe même à leur dépollution (une zone enherbée filtre les polluants). Elle fournit également un habitat pour la faune.

CONSEIL SUR LA CONCEPTION

Le stockage de l'eau de pluie se fait dans une dépression du terrain, un peu à la manière d'un ruisseau. Son profil est courbe, triangulaire ou trapézoïdale. Le linéaire épouse la nature du terrain en s'adaptant à son relief.
Sa forme peut donc être variée, mais la pente longitudinale ne doit pas excéder 0,5 %, sans quoi la rétention se ferait mal.

FICHE TECHNIQUE 01

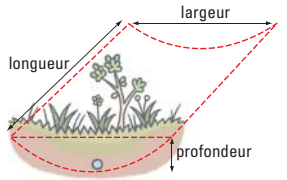
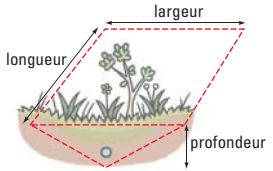
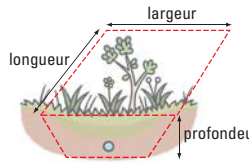
Noues et fossés

Les dimensions classiques d'un ouvrage :

NOUE DISPOSÉE…	…le long des voiries	…dans les jardins privés
Profondeur	20 cm à 1m	15 à 50 cm
Largeur	1 à 5 m	0,5 à 3 m

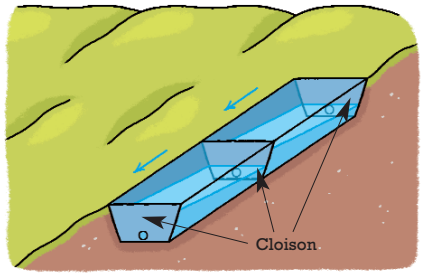
FOSSÉ DISPOSÉ…	…le long des voiries	…dans les jardins privés
Profondeur	1 à 1,5 m	20 cm à 1m
Largeur	2 à 6 m	1 à 4 m

Le profil de l'ouvrage peut prendre différentes formes :

Section courbe	Section triangulaire	Section trapézoïdale
		
Ces formules permettent de calculer le volume de stockage dans ces 3 cas :		
longueur x Largeur x profondeur x (3,14/4)	longueur x (largeur/2) x profondeur	longueur x profondeur x (largeur+base)/2

Pour les noues situées sur des terrains pentus, des cloisons peuvent être installées, à la manière de biefs *(voir schéma type ci-dessous)*.

Ils augmentent les volumes de stockage, tout en favorisant l'infiltration et en empêchant l'érosion causée par la vitesse de l'eau.



Recommandations

Il est conseillé d'engazonner ou de planter des arbres dans la noue, pour une meilleure infiltration de l'eau grâce aux racines qui aèrent la terre.
Il est par ailleurs important de ne pas compacter le sol et de se prémunir des risques d'obturation des orifices par la mise en place d'un drain : l'eau s'infiltre dans le fond de la noue, atteint le drain et s'écoule vers l'exutoire.
Pour éviter le colmatage de la noue en cours de chantier, mieux vaut la réaliser après le gros œuvre, à moins de la protéger efficacement.

Important : conservez la trace des ouvrages réalisés afin de ne pas les détourner de leur fonction hydraulique initiale : pour ne pas altérer leurs capacités de rétention d'eau et d'infiltration, une noue ne devra pas être utilisée pour stocker de la terre et d'autres matériaux, ou pour du stationnement.



L'ENTRETIEN

Plus les pentes de la noue ou du fossé sont douces, plus l'entretien est aisé. Il est alors presque identique à celui d'un jardin : tonte de la pelouse ou fauchage périodique, ramassage des feuilles et des détritus… Le fond pourra être décompacté ou aéré tous les 3 à 5 ans pour conserver une infiltration optimale. Si la noue n'infiltre pas et se déverse dans le réseau ou un ruisseau, le système de limitation des débits *(voir fiche technique n° 9)* devra être entretenu.

EXEMPLE DE DIMENSIONNEMENT

Prenons le cas d'un terrain de 500 m², avec 150 m² de toiture et 50 m² de terrasse et parking :

- Perméabilité du sol : 10^{-4} m/s
- Période de retour de la pluie : 30 ans
- Volume d'eau à stocker : 5 m³

Solution appropriée

Réalisation d'une noue de section triangulaire, de 10 m de long, 2 m de large et 25 cm de profondeur.
▶ L'exemple ci-dessus montre un aménagement réalisé en pied de terrasse. Les pentes du terrain convergent vers la noue qui permet le recueil, le stockage et l'infiltration des eaux de pluie des espaces verts, de la toiture et de la terrasse.


▶ Exemple d'une noue enherbée


▶ Exemple d'une noue avec cloisons

COÛTS À PRÉVOIR*	
Réalisation	**Entretien**
■ Mise en place de la noue : 20 €/m³ stocké	■ Fossé : 3 €/ml
■ Mise en place d'un fossé : 40 €/m³ stocké	■ Noue : 1 €/ml
Si besoin d'un massif filtrant, voir fiche n° 2 consacrée aux tranchées drainantes	Le curage de la noue ou du fossé se fait environ tous les 10 ans

*Prix donnés à titre indicatif

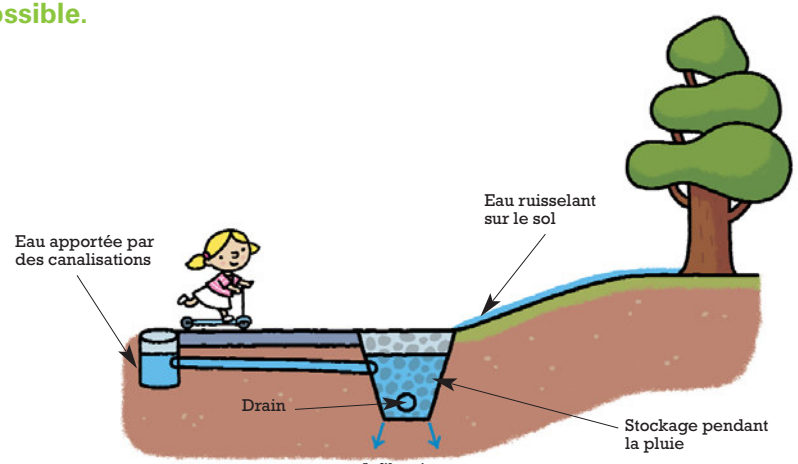


◀ Tranchée d'infiltration

FICHE TECHNIQUE 02

Tranchées drainantes ou tranchées infiltrantes

Ces ouvrages superficiels, peu profonds et peu larges, ressemblent à des fossés comblés. Facile à réaliser et d'un coût abordable, ils contiennent des matériaux poreux tels que du gravier ou des galets. Selon le type d'ouvrage, ils recueillent l'eau de pluie et l'évacuent vers un exutoire, ou l'infiltrent dans le sol. Une combinaison des 2 méthodes est possible.



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La tranchée drainante
l'eau de pluie, collectée par des canalisations ou par ruissellement *(voir schéma ci-dessus),* est évacuée - après stockage provisoire - grâce à un drain, selon un débit régulé, vers un exutoire (réseau de collecte, bassin de rétention ou rivière).

La tranchée infiltrante
l'eau de pluie est évacuée directement dans le sol par infiltration.

LES AVANTAGES

Ces dispositifs conviennent pour gérer les eaux de pluie le long des chemins piétonniers, des jardins ou des parkings. Étant remplis de matériaux, ils ne présentent aucun risque de chute pour les personnes. Les tranchées drainantes ou infiltrantes offrent, en plus, une solution efficace pour la dépollution de l'eau.

CONSEIL SUR LA CONCEPTION

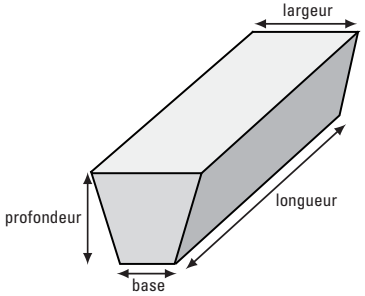
La section de la tranchée est généralement de forme trapézoïdale. En fond d'ouvrage, un drain aux extrémités bouchées et d'un diamètre préférentiel de 150 mm, offre l'avantage de répartir les eaux dans toute la tranchée.

FICHE TECHNIQUE 02

Tranchées drainantes ou tranchées infiltrantes

Les dimensions classiques d'un ouvrage :

TRANCHÉES DRAINANTE OU INFILTRANTE DISPOSÉE…	…le long des voiries	…dans les jardins privés
Profondeur	50 cm à 3 m	50 cm à 1,5 m
Largeur	0,50 m à 2 m	0,5 m à 1,5 m



Cette formule vous permet de calculer le volume de stockage : *Porosité x longueur x profondeur x (largeur + base)/2*

Précision :
la porosité dépend du matériau de remplissage de la tranchée.

- Porosité du galet ≈ 0,35
- Porosité des matériaux spécifiques en plastique alvéolaires ≈ 0,90

Les matériaux

Les matériaux de remplissage sont choisis en fonction de leurs caractéristiques mécaniques (résistance à la charge) et hydrauliques (porosité). Les matériaux de surface sont des revêtements étanches ou poreux (dalles, blocs poreux ou alvéolés – *voir fiche technique n° 7)* dans le cas de voies ouvertes à la circulation routière ou sous trottoirs ; des galets ou des végétaux s'il n'y a pas de circulation.

Recommandations

Sur des terrains en pente, des cloisons formant barrages permettent d'empêcher l'érosion causée par la vitesse de l'eau et d'augmenter les volumes de stockage. Pour éviter tout colmatage en cours de chantier, il est important de réaliser l'ouvrage après le gros œuvre, à moins d'assurer une protection efficace.



◀ Tranchée sous toit

L'ENTRETIEN

Pour les tranchées drainantes enherbées, l'entretien est presque identique à celui d'un jardin : tonte de la pelouse, ramassage des feuilles et des détritus… Si les galets sont apparents, il consiste uniquement à enlever les déchets éventuels. Si la tranchée n'infiltre pas et se déverse dans un ruisseau ou vers le réseau, les ouvrages de limitation de débit doivent être entretenus *(voir fiche technique n° 9).* Dernier point important : veillez à garder la trace des ouvrages réalisés afin de ne pas les détourner de leur fonction hydraulique initiale : une tranchée drainante ne devra pas être utilisée pour du stockage de terre ou pour du stationnement, afin de ne pas altérer ses capacités de rétention d'eau et d'infiltration.

EXEMPLE DE DIMENSIONNEMENT

Prenons le cas d'un terrain de 500 m², avec 150 m² de toiture et 50 m² de terrasse et parking :

- Perméabilité du sol : 10^{-4} m/s.
- Période de retour de la pluie : 30 ans.
- Volume d'eau à stocker : 5 m³.

Solution appropriée

Réalisation d'une tranchée drainante, de 15 m de long, de 1,2 m de large et de 1 m de profondeur. Remplissage de la tranchée avec des galets 30/70 (porosité = 35 %).



▶ L'exemple ci-dessus montre un aménagement réalisé en pied de terrasse. Les pentes du terrain convergent vers la tranchée qui permet le recueil, le stockage et l'infiltration des eaux de pluie des espaces verts, de la toiture et de la terrasse.

COÛTS À PRÉVOIR*	
Réalisation	**Entretien**
■ Mise en place d'une tranchée drainante : 60 €/m³ stocké (avec remplissage de galets et géotextile)	■ Comptez environ 0,70 €/m³/an
■ En fonction de la complexité du matériau employé (notamment modules en plastique), ce coût peut atteindre 300 €/m³ stocké	

*Prix donnés à titre indicatif



Puits et regard de décantation

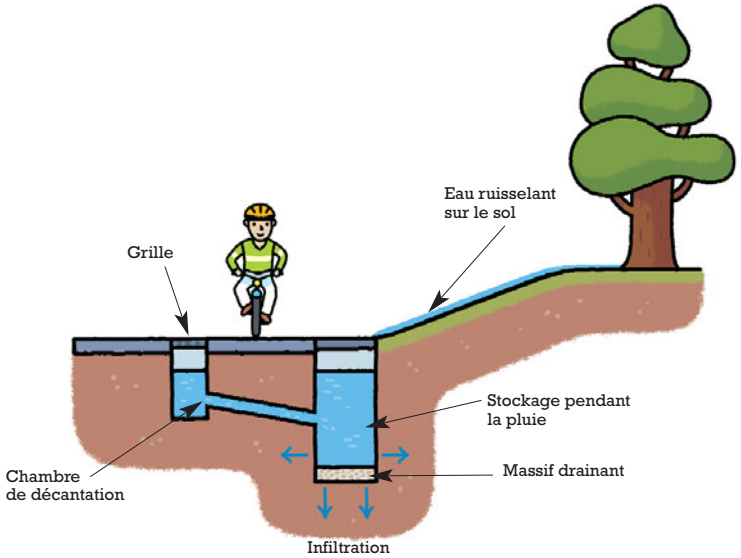
FICHE TECHNIQUE 03

Puits d'infiltration

Cette technique existe depuis longtemps pour recueillir les eaux pluviales qui ruissellent sur les chaussées. Un particulier peut aussi employer ce procédé pour les eaux de toiture ou les eaux provenant d'une terrasse ou d'un parking (si un dispositif de décantation a été mis en place en amont).

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

L'eau de pluie est collectée par des canalisations ou par ruissellement *(voir schéma à droite).* Dans la majorité des cas, la filtration des polluants se fait grâce à des matériaux (cailloux, galets, graviers, granulats, sable…) entourés d'un géotextile. La structure périphérique peut se composer d'éléments préfabriqués de type buses perforées. Pour encore plus d'efficacité, les puits d'infiltration, dont la capacité de stockage reste faible (ils sont vite saturés lors des orages violents), sont souvent associés à d'autres techniques comme les tranchées drainantes, les noues, les fossés, voire les bassins de rétention, qui assurent alors le débit de fuite lorsqu'il n'y a pas d'alternative.



LES AVANTAGES

Simple à réaliser et d'un coût relativement abordable, un puits d'infiltration demande peu de place en surface et s'intègre aussi bien à un parking qu'à un chemin piétonnier ou un jardin.

CONSEIL SUR LA CONCEPTION

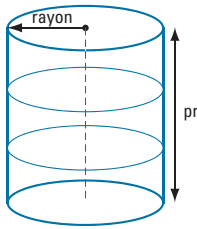
Un puits d'infiltration est généralement de forme circulaire. L'ouvrage doit être implanté à une distance minimale de 3 m par rapport à tout arbre ou arbuste et à plus de 5 m des bâtiments. Un massif drainant doit être prévu au fond du puits. Il se compose de plusieurs matériaux répartis ainsi, du haut vers le bas : galets, gravillons et sable. Un géotextile sépare les différentes couches et recouvre également l'ensemble.

Puits d'infiltration

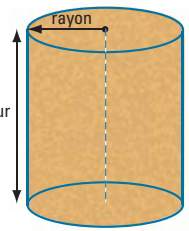
Les dimensions classiques d'un ouvrage :

PUITS D'INFILTRATION SITUÉ...		
	...le long des voiries	...dans les jardins privés
Profondeur	2 m à 5 m	0,50 m à 2 m
Diamètre	0,80 m à 2 m	0,80 m à 1,2 m

Puit creux



Puit comblé



Ces formules vous permettent de calculer la volume de stockage de ces 2 types de puits :

3,14 x Rayon² x Profondeur

Porosité x 3,14 x Rayon² x Profondeur

Précision :
la porosité dépend du matériau de remplissage de la tranchée :

- pour du galet : porosité ≈ 0,35
- pour des matériaux alvéolaires : porosité ≈ 0,90

NE PAS CONFONDRE

Le puits d'infiltration ne doit pas être confondu avec un puits perdu ou un puits d'injection. Plus profonds, ces derniers sont en contact direct avec la nappe phréatique, ce qui pose des problèmes importants de pollution.



◀ Fond d'un puits

Recommandations

Pour éviter tout colmatage de l'ouvrage en cours de chantier, il est conseillé de réaliser le puits d'infiltration après le gros œuvre, ou de le protéger pendant les travaux.



L'ENTRETIEN

Pour peu que le puits soit accessible, il ne pose aucun problème particulier. Une visite de l'ouvrage est à prévoir tous les semestres, voire chaque année, pour éviter tout colmatage par les déchets.
La grille située au-dessus du regard de décantation doit être maintenue propre et dégagée des feuilles et autres déchets qui empêcheraient l'écoulement. Le regard de décantation amont est à nettoyer 1 à 2 fois par an.
Tous les 2 à 5 ans, le remplacement complet du massif filtrant doit être envisagé pour conserver une capacité d'infiltration maximale. Veillez bien à garder la trace des ouvrages afin de ne pas les détourner de leur fonction hydraulique initiale : ne pas oublier qu'un puits se situe dans votre jardin et qu'il nécessite un entretien régulier !

EXEMPLE DE DIMENSIONNEMENT

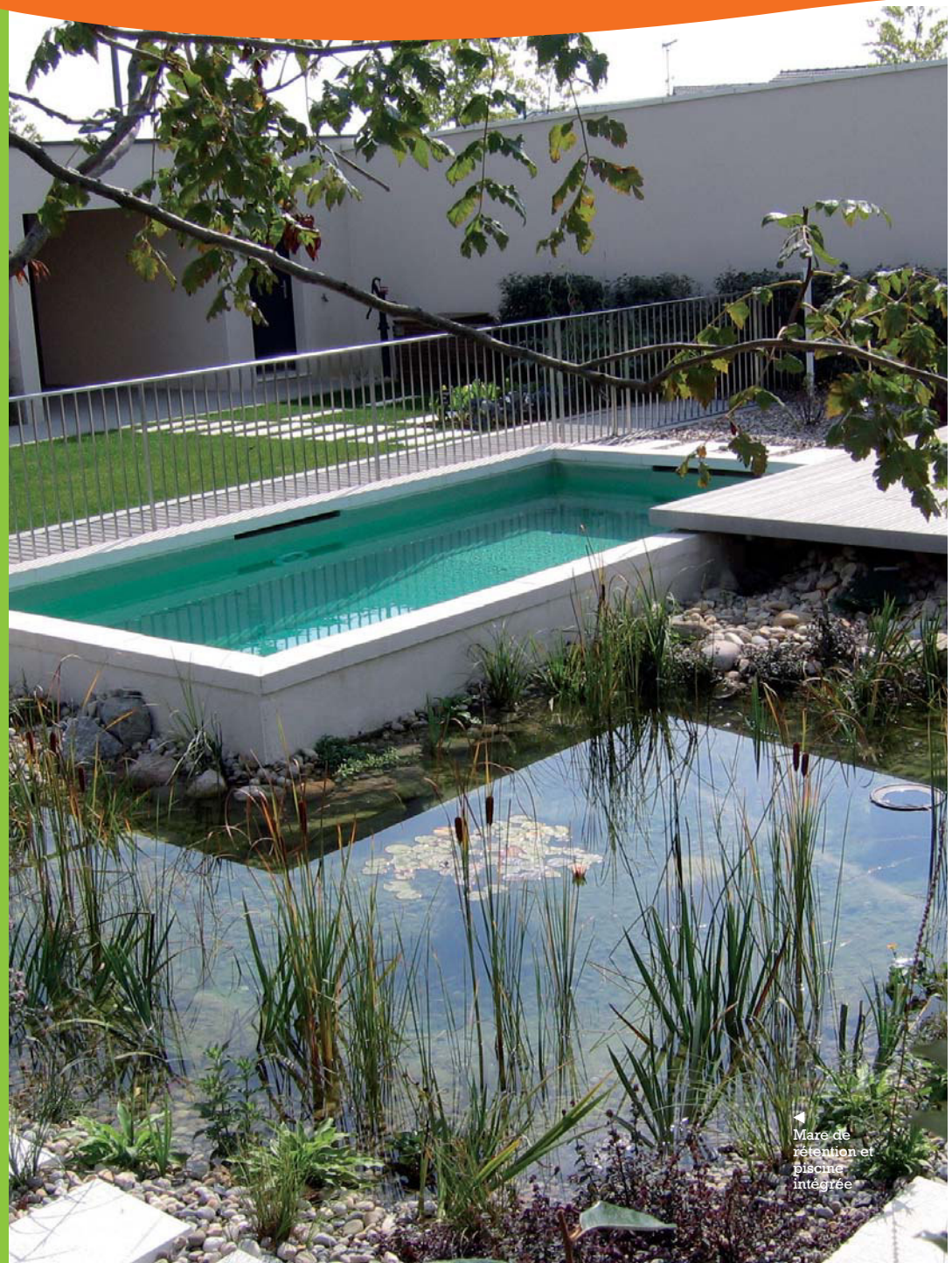
Prenons le cas d'un terrain de 500 m² avec 150 m² de toiture et 50 m² de terrasse et parking :

- Perméabilité du sol : 10^{-4} m/s.
- Période de retour de la pluie : 30 ans.
- Volume d'eau à stocker : 5 m³.

Solution appropriée
Réalisation de 3 puits d'infiltration vides ayant chacun 1,2 m de diamètre et une profondeur de 2 m.
▶ L'exemple ci-dessus propose un aménagement possible :
Des puits d'infiltration sont réalisés dans le jardin (éloignés des bâtiments et des arbres). Les pentes du terrain convergent vers les ouvrages qui permettent le stockage et l'infiltration des eaux de pluie des espaces verts, de la toiture et de la terrasse.

COÛTS À PRÉVOIR*	
Réalisation	**Entretien**
■ Mise en place d'un puits d'infiltration : 5 €/m² de surface assainie	■ 4 €/m² de surface assainie, soit environ 90 €/an
■ Coût d'un puits : 1 500 € HT en moyenne pour un puits d'absorption de 2 m sur 2	

*Prix donnés à titre indicatif



Mare de rétention et piscine intégrée

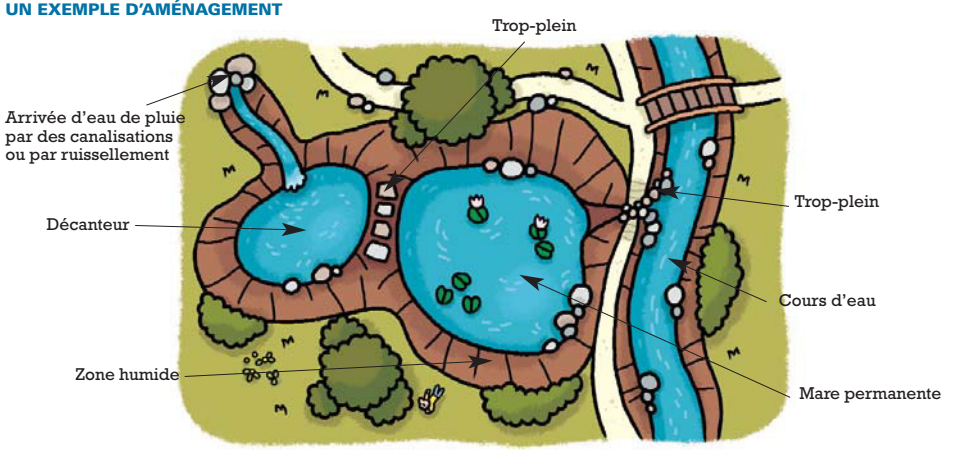
FICHE TECHNIQUE 04

Mares et bassins

**Mares et bassins jouent un rôle similaire. La mare est une dépression à fond imperméable qui retient l'eau en permanence.
Elle est destinée à retenir l'eau de pluie et apporte une touche de verdure dans l'environnement. Le bassin, qui se remplit uniquement par temps de pluie, peut ne pas être imperméable.**



UN EXEMPLE D'AMÉNAGEMENT



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

L'eau de pluie est collectée par des canalisations ou directement après ruissellement sur les surfaces adjacentes. Elle est ensuite évacuée, après stockage, soit par infiltration vers une zone prévue à cet effet, soit vers un exutoire à débit limité (réseau de collecte ou rivière).

LES AVANTAGES

Ces dispositifs permettent de réduire la pollution par décantation, mais pas seulement. Ils participent également au modelage du paysage et agrémentent les jardins. Des plantes aquatiques (roseaux, iris, nénuphars) et des poissons d'ornement (carassins dorés ou poissons rouges) peuvent également

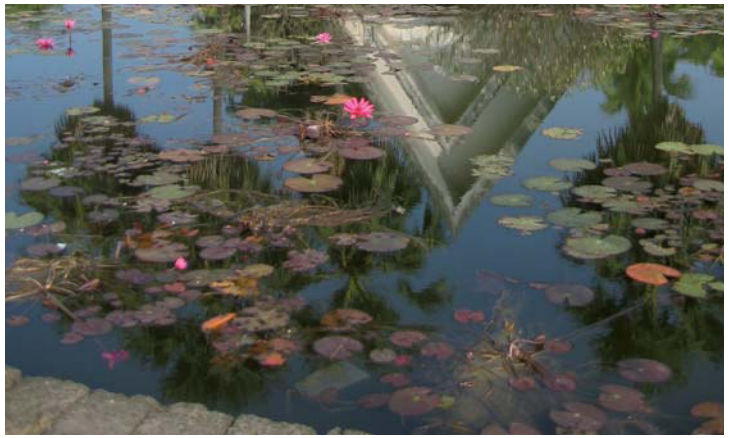
apporter de la vie dans votre mare et une animation permanente.

CONSEIL SUR LA CONCEPTION

La réalisation d'une mare ou d'un bassin ne présente aucune difficulté. Dans le cas d'un bassin, le stockage d'eau est réalisé dans la dépression du terrain. Pour une mare, il se fait entre le niveau normal des eaux et le trop-plein provoqué par les très fortes pluies. Quand des bassins sont situés sur des terrains pentus, des cloisons peuvent être disposées pour retenir l'eau. Elles augmentent les volumes de stockage et diminuent l'érosion. Quel que soit l'ouvrage, la profondeur doit rester faible pour éviter les risques de noyade des personnes qui viendraient à chuter. Si les hauteurs d'eau stockée sont trop importantes, supérieures à 1 m, il est impératif de prévoir des dispositifs de prévention pour la sécurité et pour limiter les accès directs (barrières végétales, murets, clôtures…). La pente des talus d'un bassin ne doit pas dépasser 30 % (idéalement, elle est de 15 %) pour permettre une évacuation aisée et rapide des personnes en cas de montée des eaux.
S'il y a végétation, celle-ci se compose d'espèces résistantes (à l'eau et à l'arrachement) : herbe des Bermudes, puera ire hirsute, pâturin des prés, brome inerme… Évitez les arbres qui perdent beaucoup de feuilles en automne (le saule, par exemple), et éradiquer les plantes invasives comme la renouée du Japon (elle se développe sur les berges) ou le myriophylle du Brésil (plante aquatique). Enfin, dans le cas où le terrain ne serait pas suffisamment imperméable, il faut prévoir une bâche étanche dans le fond de la mare.

Recommandation pour les bassins

Important : conservez la trace des ouvrages réalisés afin de ne pas les détourner de leur fonction hydraulique initiale. Pour ne pas altérer ses capacités de rétention d'eau et d'infiltration, un bassin sec ne devra pas être utilisé pour du stockage de terre, de matériaux, ou pour du stationnement. Pour éviter tout colmatage en cours de chantier, il est conseillé de réaliser le bassin d'infiltration après le gros œuvre, ou de le protéger pendant les travaux.



◀ Végétation aquatique



L'ENTRETIEN

L'entretien d'un bassin enherbé est comparable à celui d'un jardin : tonte de la pelouse ou fauche périodique, ramassage des feuilles et détritus… Plus les pentes sont douces, plus l'entretien est aisé. Pour les mares, il faut prévoir le ramassage régulier des flottants et des détritus.
Une maîtrise de la végétation permet de conserver des ouvrages esthétiques et efficaces. Une taille s'impose lorsqu'elle prolifère et étouffe la mare ou le bassin. Pour ne pas voir se développer des algues vertes, évitez les arrivées de fertilisants qui favorisent leur développement (accélération du phénomène d'eutrophisation). Une fois par an, il est conseillé de nettoyer les ouvrages hydrauliques *(voir fiche technique n° 9)*. Tous les 15 à 20 ans, il faut prévoir le curage du fond de la mare pour enlever la vase et les déchets qui réduisent le volume utile de rétention.

EXEMPLE DE DIMENSIONNEMENT

Prenons le cas d'un terrain de 500 m² avec 150 m² de toiture et 50 m² de terrasse et parking :

- Perméabilité du sol : 10^{-4} m/s.
- Période de retour de la pluie : 30 ans.
- Volume d'eau à stocker : 5 m³.

Solution appropriée
Réalisation d'un bassin de rétention-infiltration d'une surface de 15 m², et de 40 cm de profondeur.
▶ L'exemple ci-dessus montre un bassin sec réalisé dans un jardin, avec des talus peu pentus. Les pentes du terrain convergent vers l'ouvrage qui permet, après ruissellement sur les surfaces, le recueil, le stockage et l'infiltration des eaux de pluie des espaces verts, de la toiture et de la terrasse.

COÛTS À PRÉVOIR*

Réalisation	Entretien
■ Bassin en eau, mare : 15 à 80 €/m³ stocké ■ Bassin sec : 30 à 110 €/m³ stocké	■ Bassin en eau, mare : 0,20 à 0,60 €/m³/an ■ Bassin sec : 0,4 à 2 €/m³/an

*Prix donnés à titre indicatif



Cuves extérieures sous gouttière

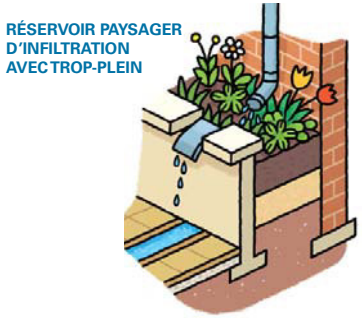
FICHE TECHNIQUE 05

Cuves et citernes

Ces techniques utilisent des conteneurs (ou cuves) de taille moyenne. Directement reliés aux gouttières, ils reçoivent l'eau de pluie et constituent des réserves pour l'arrosage des jardins ou le lavage des voitures.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

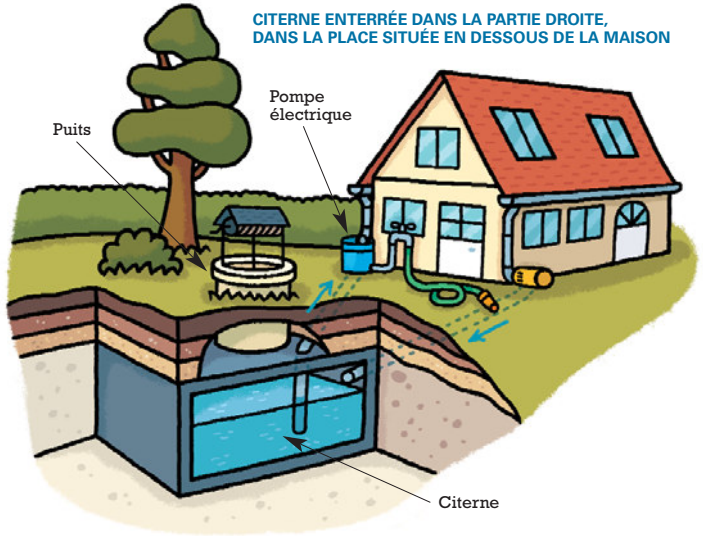
Les dispositifs peuvent être posés sur le sol ou enterrés *(voir exemples ci-contre).* L'évacuation des eaux pluviales s'effectue vers un exutoire (zone d'infiltration, ruisseau, réseau) par l'intermédiaire d'un tuyau permettant la vidange gravitaire de la cuve, ou grâce à une pompe (cas de la citerne enterrée).



RÉSERVOIR PAYSAGER D'INFILTRATION AVEC TROP-PLEIN



CUVE EXTÉRIEURE SOUS GOUTTIÈRE



LES AVANTAGES

Cuves et citernes sont faciles à mettre en place, mais il faut envisager leur installation dès la construction d'une maison. Lorsqu'elles sont couplées avec de l'infiltration, pour leur vidange ou le trop-plein, il est possible de les utiliser pour l'arrosage du jardin ou le lavage des voitures. Si l'exutoire des eaux de votre cuve est le réseau d'assainissement, veillez à ce qu'elles soient dimensionnées en conséquence, avec une partie toujours vide d'au moins la moitié de sa capacité pour jouer pleinement son rôle de rétention pendant les pluies.

FICHE TECHNIQUE 05

Cuves et citernes

CONSEIL SUR LA CONCEPTION

Pour réaliser ces installations, plusieurs matériaux sont envisageables, du plastique au béton en passant par l'acier ou le bois. Elles sont préfabriquées (leur volume est alors compris entre 0,5 et 15 m³) ou construites sur place. Le béton est recommandé pour neutraliser l'acidité naturelle de l'eau de pluie qui corrode les canalisations.
La cuve extérieure se place sous les collecteurs de gouttière. Elle doit posséder un couvercle pour ne pas laisser passer la lumière et la protéger des détritus. La citerne enterrée est à placer, de préférence, à côté de la maison, à 3 m des fondations ou dans une cave. Sa conception est plus complexe et elle doit posséder, dans la mesure du possible, 2 compartiments. Le plus petit (10 à 20 % du volume total) sert de bac de décantation avant déversement dans le corps principal de la citerne. Une pompe permet de puiser l'eau dans le fond du grand compartiment. À ne pas négliger, également, des trappes de visite suffisamment grandes pour curer l'intérieur. Avant de vous lancer dans la construction d'une citerne enterrée, vérifiez bien la stabilité des bâtiments et assurez-vous qu'aucun arbre ne pousse à proximité pour éviter d'éventuelles pénétrations des racines.

Quel que soit le type d'installation, un filtre ou tamis placé avant l'entrée de la citerne évite que les feuilles ou autres détritus ne s'accumulent et rendent la citerne inopérante.

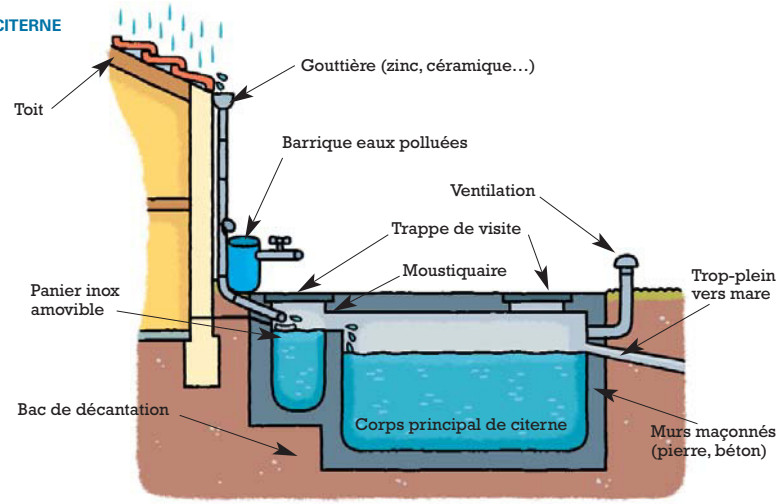
Réglementation

L'article 12 de la circulaire du 9 août 1978 donne des prescriptions précises sur la conception des citernes :

- L'étanchéité doit être parfaite.
- Le matériau utilisé à l'intérieur doit être inerte vis-à-vis de la pluie.
- Un entretien et une désinfection annuels sont obligatoires.
- Seul un revêtement en gazon est autorisé, à l'exclusion de toute autre culture.

Pour l'utilisation des eaux de pluie dans la maison, l'arrêté ministériel du 21 aout 2008 fixe des prescriptions très précises.
A consulter avant toute installation !

PRINCIPE DE LA CITERNE ENTERRÉE





L'ENTRETIEN

Il se fait régulièrement pour éviter le développement des bactéries. Dans le cas d'une citerne enterrée, la vérification des préfiltres s'impose tous les ans, en automne, lors de la chute des feuilles. Elle doit également être vidangée et nettoyée : idéalement chaque année ou du moins tous les 3 ou 4 ans.
La vidange consiste à vider l'eau de la citerne (par pompage ou en ouvrant le robinet prévu à cet effet) et, si nécessaire, à aspirer la vase qui a pu s'accumuler (des entreprises spécialisées proposent ce service).

EXEMPLE DE DIMENSIONNEMENT

Prenons le cas d'un terrain de 500 m² avec 150 m² de toiture et 50 m² de terrasse et parking :

- Perméabilité du sol : 10^{-4} m/s.
- Période de retour de la pluie : 30 ans.
- Volume d'eau à stocker dans la citerne (toiture, terrasse et parking) : 5 m³.
- Débit de fuite admissible vers ouvrage d'infiltration (tranchée drainante par exemple) : 1 l/s.

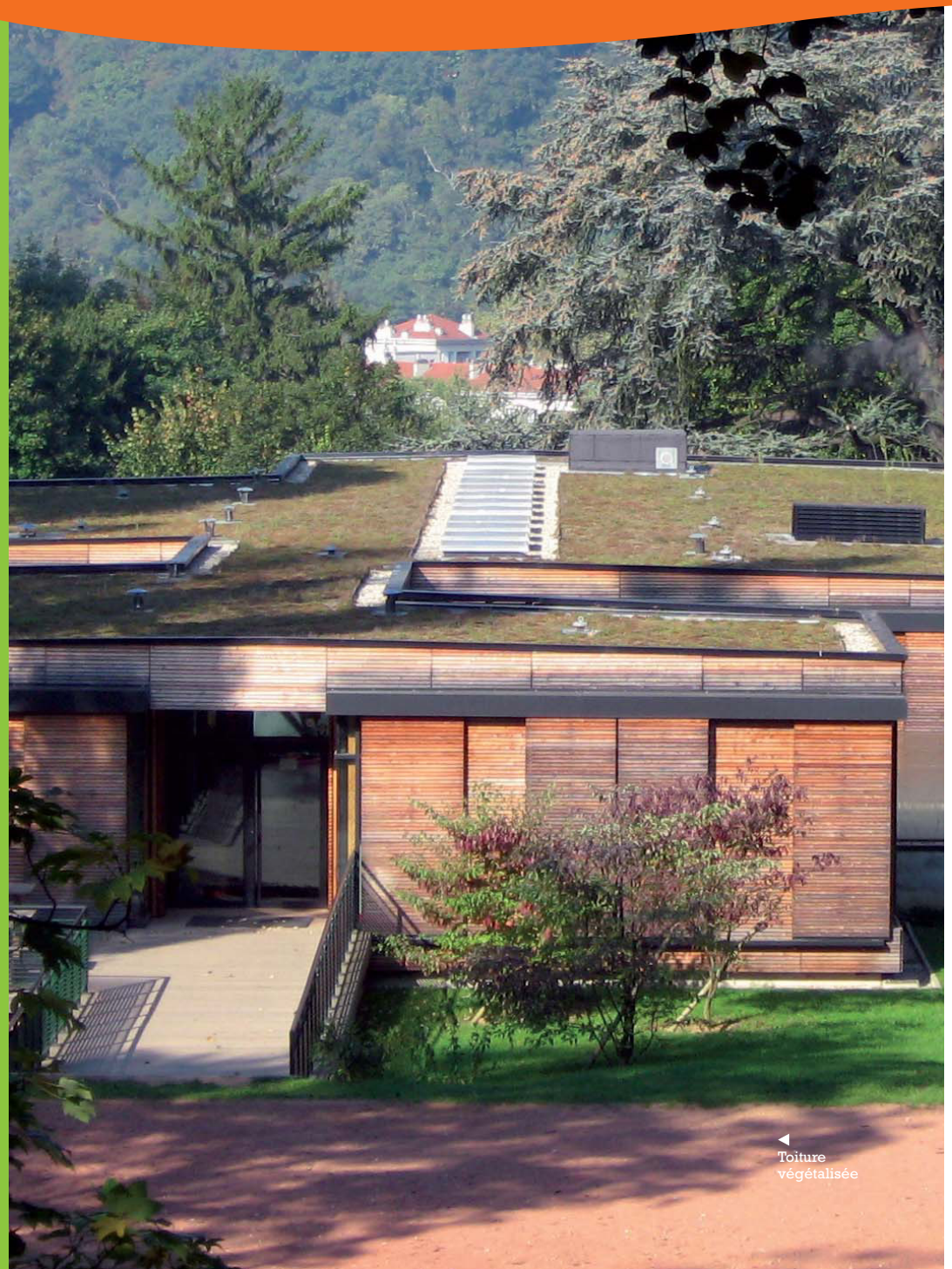
Solution appropriée

Réalisation d'une cuve de 4,6 m³ et d'une tranchée drainante pour l'infiltration de 10 m de long, de 50 cm de profondeur et de 50 cm de largeur.
▶ L'exemple ci-dessus montre une citerne enterrée, réalisée dans un jardin (éloignée des bâtiments et des arbres), qui permet de recueillir et stocker les eaux de toiture et de terrasse. Elle est vidangée par pompage vers une tranchée drainante infiltrante. Ce dernier ouvrage est également dimensionné pour assurer le recueil, le stockage et l'infiltration des eaux de pluie des espaces verts (les pentes du terrain convergent vers la tranchée).

COÛTS À PRÉVOIR*

Réalisation	Entretien
■ Mise en place d'une citerne : 250 à 1 250 € ■ Pompe : 100 à 600 € selon la puissance ■ Filtre 20µm : 750 € • Installation simple : environ 2 500 € au total • Installation complexe : environ 8 000 € au total Cuve en plastique seule : • Environ 50 € pour 500 l • Environ 350 € pour 700 l	■ 1 €/m³/an

*Prix donnés à titre indicatif



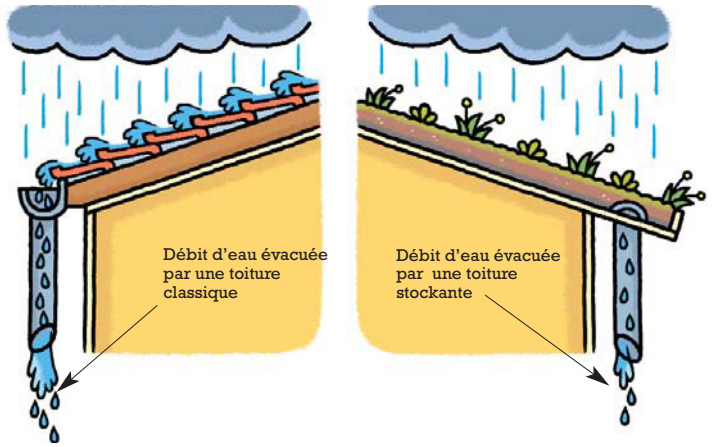
Toiture végétalisée

FICHE TECHNIQUE 06

Toitures stockantes

Ce type de technique permet de retenir l'eau de pluie sur une toiture-terrasse à faible pente. Aucune installation électrique (chaufferie, ventilation, machineries, nettoyage de façades, locaux d'ascenseur ou de monte charge, capteur solaires…) ne doit être présente.

DIFFÉRENCE ENTRE UNE TOITURE CLASSIQUE ET UNE TOITURE VÉGÉTALISÉE



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

L'eau de pluie est stockée provisoirement sur le toit, sur quelques centimètres, par l'intermédiaire d'un parapet en pourtour de toiture. Une partie est absorbée ou s'évapore (notamment dans le cas de toitures végétalisées). L'autre est évacué par un dispositif de vidange assurant la régulation des débits.

LES AVANTAGES

Le dispositif utilise peu de place puisqu'il se trouve sur le bâtiment. Les débits évacués sont moins importants qu'avec une toiture classique *(voir schéma ci-dessus).* En été, la toiture tient la maison au frais. En hiver, elle permet de diminuer la consommation de chauffage. Elle apporte également une protection phonique efficace et protège la membrane d'étanchéité contre les chocs thermiques et les rayons ultraviolets (sa durée de vie est ainsi prolongée).

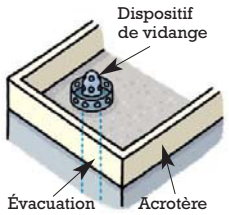
CONSEIL SUR LA CONCEPTION

Les toitures stockantes peuvent être ou ne pas être végétalisées. Le stockage d'eau se fait donc soit dans l'espace vide laissé sur le toit, soit dans des graviers, soit dans la végétation. Les toits doivent être plats ou légèrement inclinés (pente comprise entre 0,1 à 5 %). Dans le cas de toits pentus, on peut utiliser des caissons cloisonnant la surface *(voir schéma page suivante).* Avant toute chose, compte tenu de la surcharge liée à la présence de l'eau et de la végétation, il faut bien sûr vérifier la stabilité de la toiture.

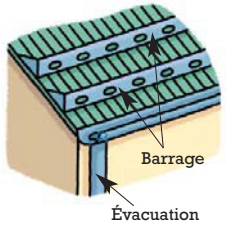
FICHE TECHNIQUE 06

Toitures stockantes

TOIT PLAT



TOIT EN PENTE DOUCE



Une toiture stockante est constituée des éléments suivants :

- Un pare-vapeur et un isolant thermique.
- Un revêtement d'étanchéité (obligatoirement constitué de 2 couches).
- Une couche de drainage (agrégats ou couches en plastique alvéolée) : située sur la couche étanche, elle permet d'éliminer du toit l'eau en excédent.
- Une membrane filtrante : géotextile entre la couche de drainage et le substrat.
- Un support de croissance ou substrat : sol artificiel léger (matériaux agrégés comme la brique broyée, billes d'argile…) sur lequel pousse la végétation (sédums et autres crassulacées, mousses, prairie naturelle courte, graminées…), ou gravillons.
- Un ensemble de dispositifs de vidange. Ces systèmes de régulation et de trop-pleins de sécurité doivent être munis de grilles pour limiter leur obturation (par les feuillages et les branchages, par exemple).

Règles techniques

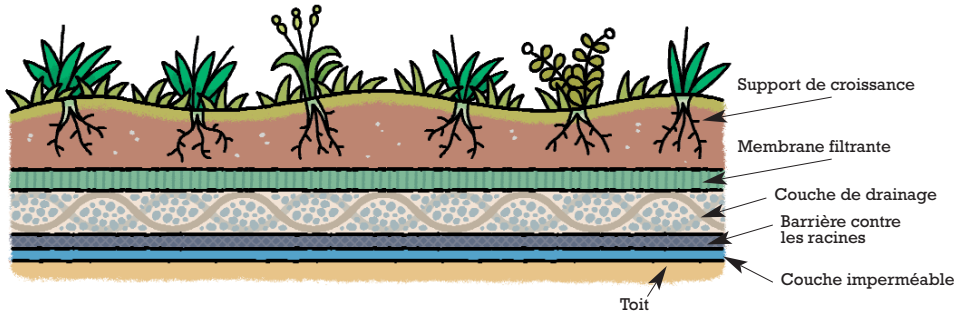
La mise en œuvre de toits stockants (ouvrages neufs ou réhabilitation) est régie par plusieurs règles techniques en vigueur qu'il faut respecter :

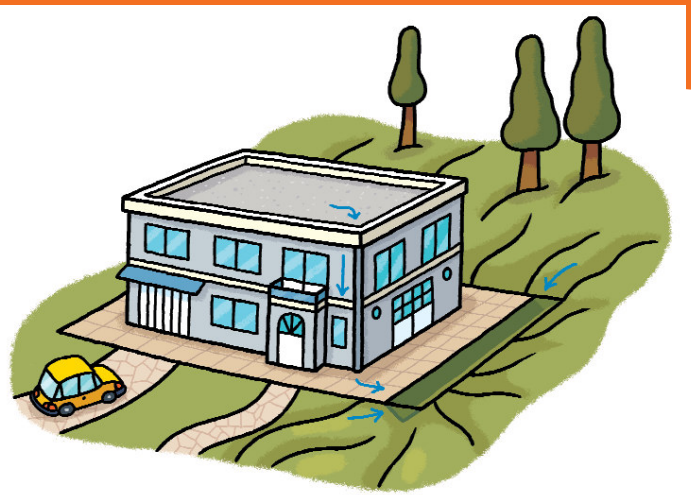
- Les documents techniques unifiés : DTU 43.1 (étanchéité des toitures terrasse) et DTU 60.11 (évacuation des eaux pluviales de toiture).
- Les avis techniques pour les toitures engravillonnées.
- Les règles professionnelles de la Chambre syndicale nationale de l'étanchéité pour la réfection des toitures.
- Le classement FIT des revêtements d'étanchéité (cahier CSTB n° 2358 de septembre 1989).

La technicité employée pour la réalisation d'une toiture stockante est similaire à la mise en œuvre d'une toiture-terrasse classique. Le nombre de descentes est imposé par les règles du DTU 60.11 :

- Tout point de la terrasse est situé à moins de 30 m d'une descente.
- Toute bouche draine une surface maximale de 700 m².
- Les descentes doivent avoir un diamètre minimum de 60 mm pour éviter toute obstruction et être dimensionnées suivant les règles habituelles DTU 60.11.
- En cas de volume important à stocker, il faut assurer une sécurité à l'effondrement de la structure. Pour cela, la toiture doit pouvoir évacuer un débit de 3 l/min/m² par des trop-pleins.

COUPE D'UN TOIT VÉGÉTALISÉ TYPE





L'ENTRETIEN

La Chambre syndicale nationale d'étanchéité préconise un minimum de 2 visites annuelles pour les toitures stockantes : l'une après la période automnale pour enlever les feuilles mortes, l'autre avant la période estivale. Il est par ailleurs nécessaire de pratiquer un enlèvement des mousses – tous les 3 ans, en moyenne – au niveau du dispositif de régulation.

EXEMPLE DE DIMENSIONNEMENT

Prenons le cas d'un terrain de 500 m² avec 150 m² de toiture et 50 m² de terrasse et parking :

- Perméabilité du sol : 10^{-4} m/s
- Période de retour de la pluie : 30 ans
- Débit de fuite admissible vers ouvrage d'infiltration (noue par exemple) : 3 l/s
- Volume d'eau à stocker sur toiture : 1,5 m³
- Volume d'eau généré par terrasse, parking et terrain à stocker : 2 m³

Solution appropriée

Réalisation d'une toiture plate avec 3 cm de gravier et d'une petite noue de 10 m de long, de 1 m de large et de 16 cm de profondeur.

▶ L'exemple ci-dessus propose un aménagement possible : la réception des eaux pluviales se fait sur le toit, en pied de terrasse, pour y être infiltrées. Ce dernier ouvrage est également dimensionné pour assurer le recueil, le stockage et l'infiltration des eaux de pluie des terrasses et espaces verts (les pentes du terrain sont dirigées vers la noue).

Précision :

la hauteur d'eau à stocker sur le toit est de 10 cm. La surcharge induite sur le toit est alors de 10 kg/m². Compte tenu d'une surcharge de 250 kg/m² couramment prise en compte dans le dimensionnement des toitures, la surcharge est tout à fait admissible sans disposition constructive particulière. Si l'on dispose de 3 cm de gravier sur le toit (porosité de 35%), la hauteur d'eau stockable dans le gravier est d'environ 1 cm (0,35 x 3 cm).

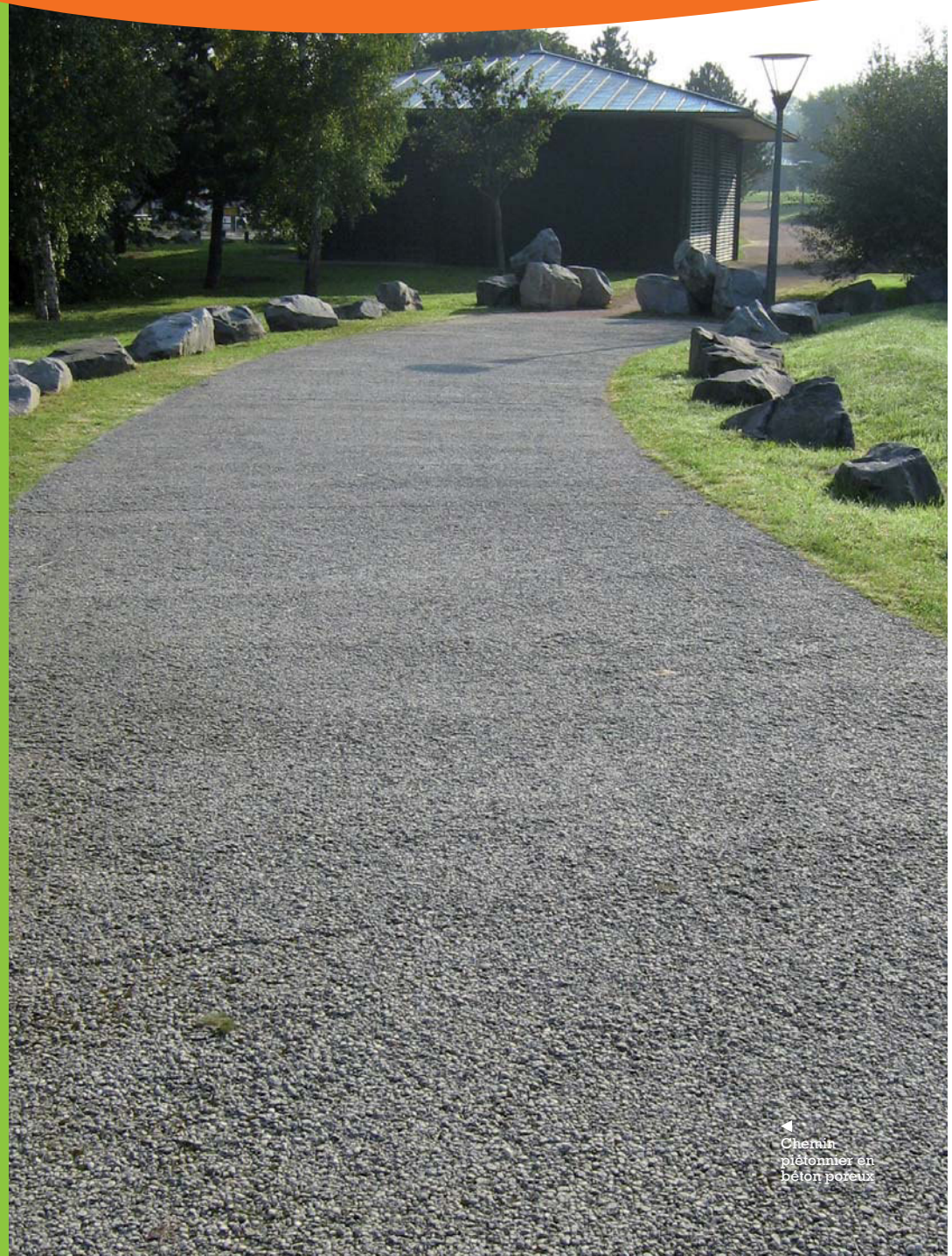


▶ Toiture stockante

COÛTS À PRÉVOIR*

Réalisation	Entretien
■ De 7 €/m² à 30 €/m² (en fonction des aménagement réalisés sur la toiture).	■ Environ 1 €/an/m²

*Prix donnés à titre indicatif



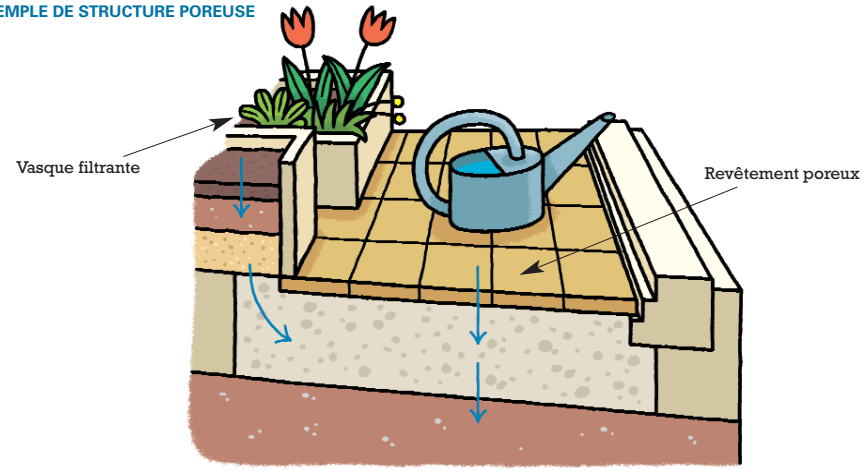
Chemin piétonnier en béton poreux

FICHE TECHNIQUE 07

Structures poreuses

Les structures poreuses sont des revêtements de sol permettant aux eaux pluviales de s'infiltrer là où elles tombent. Ces techniques réduisent de façon conséquente les quantités d'eau provenant du ruissellement.

EXEMPLE DE STRUCTURE POREUSE



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Comme vous le savez, lors de la réalisation d'un aménagement, la première règle à respecter en matière de gestion des eaux pluviales est la limitation de l'imperméabilisation. Pour cela, il est possible de mettre en œuvre des matériaux poreux et des revêtements non étanches, qui facilitent une infiltration diffuse des eaux pluviales dans le sol.

LES AVANTAGES

Une structure poreuse constitue une solution alternative au revêtement traditionnel.

Elle limite l'imperméabilisation des sols et donc le ruissellement par temps de pluie et s'intègre bien à des aménagements simples comme les chemins piétonniers, les parkings, les voiries légères, les pistes cyclables ou encore les entrées de garage et les terrasses.

À savoir : l'installation est souvent couplée à des solutions de rétention d'eaux pluviales (noue, fossé, tranchée, bassin…).

CONSEIL SUR LA CONCEPTION

Les structures poreuses peuvent être constituées de matériaux modulaires. Elles sont alors essentiellement destinées aux chemins piétonniers.
On distingue :

- Les pavés non poreux, utilisés en surface perméable (pavage en béton classique). L'infiltration est assurée par des joints larges ou par des perforations.
- Les pavés et dalles poreux en béton. L'infiltration est assurée par la porosité du matériau et par les joints non garnis.
- Les dalles et pavés engazonnés. L'infiltration se fait à partir de l'herbe qui se développent dans les loges des dalles.

EXEMPLES DE MATÉRIAUX MODULAIRES


Pavés en béton poreux


Pavage en béton avec ouvertures de drainage


Dalles de gazon

D'autres matériaux sont efficaces pour réaliser des cheminements piétonniers, des parkings ou des voiries à faible circulation :

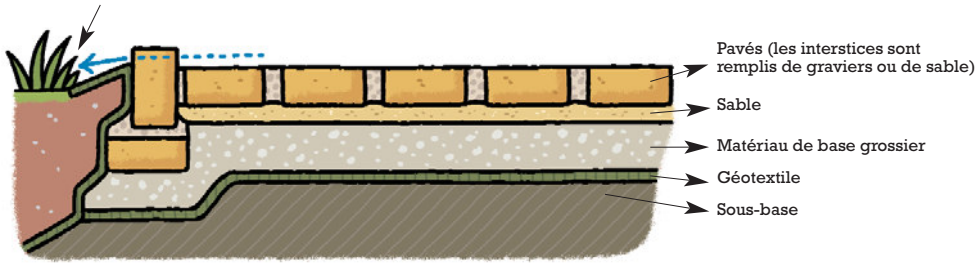
- Les matériaux non traités sans fines ou GNT (Grave Non traitée Poreuse).
- Les gravillons concassés, éclats de pierre, graviers.
- Les bétons bitumineux.

En général, les matériaux de revêtement poreux sont installés sur un sol relativement plat, dont la pente est inférieure à 2,5 %. Les éléments de type « pavé » sont généralement posés sur une couche de sable de 3 à 4 cm d'épaisseur *(voir exemple ci-dessous)*.

Il est nécessaire d'interposer un géotextile anti-poinçonnement (il assure une protection contre d'éventuels éléments saillants, agit comme une couche drainante et contribue à répartir les contraintes sous la structure) et anti-contaminant, entre les différentes couches superposées, afin d'éviter une déstabilisation de l'aménagement, de limiter la migration des particules fines et prévenir des possibles remontées d'eau par capillarité.

L'ENTRETIEN

Un nettoyage annuel est préconisé : soit par des balayeuses aspiratrices (pour les espaces publics), soit tout simplement par l'utilisation d'eau sous pression. Cet entretien est requis pour conserver la porosité du matériau. L'emploi de désherbants chimiques est à proscrire pour éviter toute contamination de l'eau.



COÛTS À PRÉVOIR*

Réalisation	Entretien
■ Mise en place de dalles béton-gazon > 15 à 25 €/m² ■ Les revêtements en pavés drainants ont un coût supérieur par rapport aux pavés classiques (de l'ordre de 10 à 15 %).	■ Entretien des dalles béton-gazon : 0,2 €/m²

*Prix donnés à titre indicatif

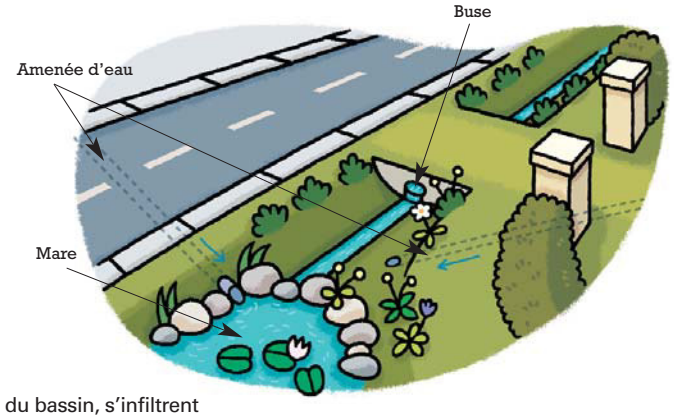
FICHE TECHNIQUE 08

Techniques combinées

Un aménagement réussi est souvent le fruit d'une combinaison de plusieurs techniques alternatives : structures poreuses, noue, fossé, tranchée drainante, stockage sur toiture, cuve, citerne, mare, bassin… Cette combinaison permet de réduire la taille de chaque élément de rétention des eaux pluviales. À la clef, il y a un gain de place, mais aussi un avantage économique : les coûts sont diminués ! Quelques exemples d'aménagements possibles…

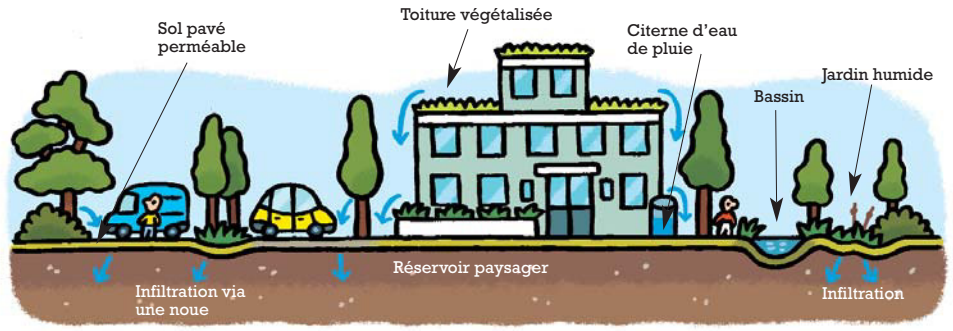
POUR UNE VOIE D'ACCÈS

Les eaux pluviales transitent dans des fossés et sont stockées dans une mare.



POUR UN IMMEUBLE

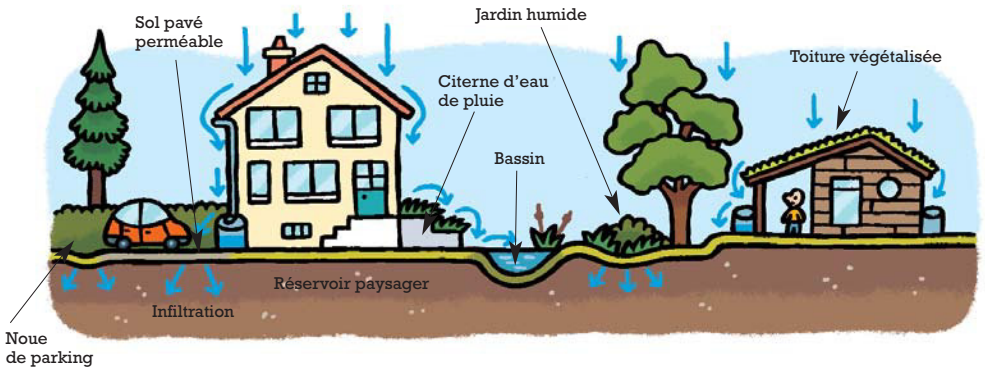
Les eaux pluviales, retenues au niveau de la toiture végétalisée, de la citerne, du réservoir paysager et du bassin, s'infiltrent par l'intermédiaire de noues, de sol pavé perméable et d'un jardin humide.



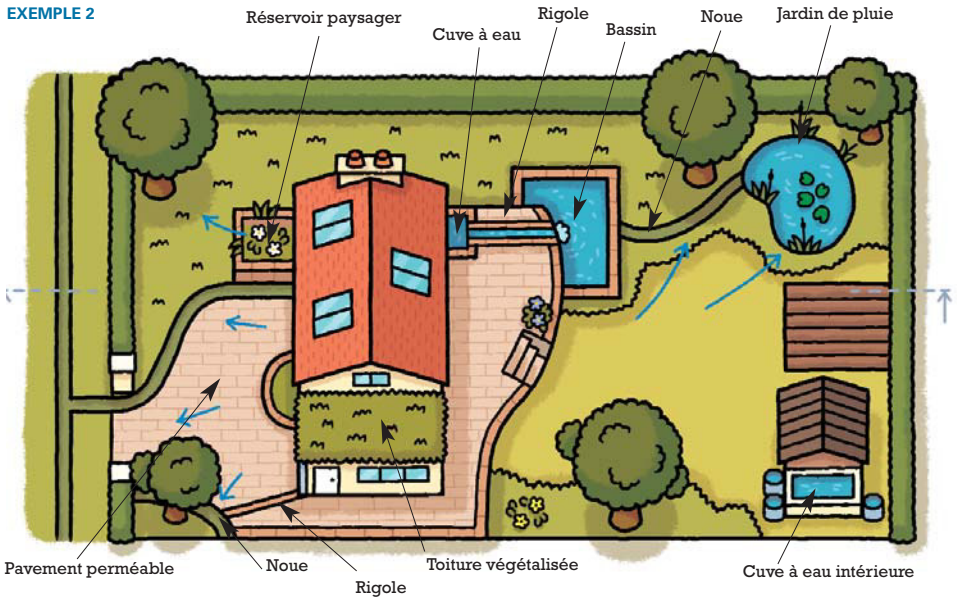
POUR UNE MAISON INDIVIDUELLE

Ces 2 exemples privilégient les techniques adaptées à chaque portion caractéristique de l'aménagement (toit, zone de stationnement, jardin…)

EXEMPLE 1



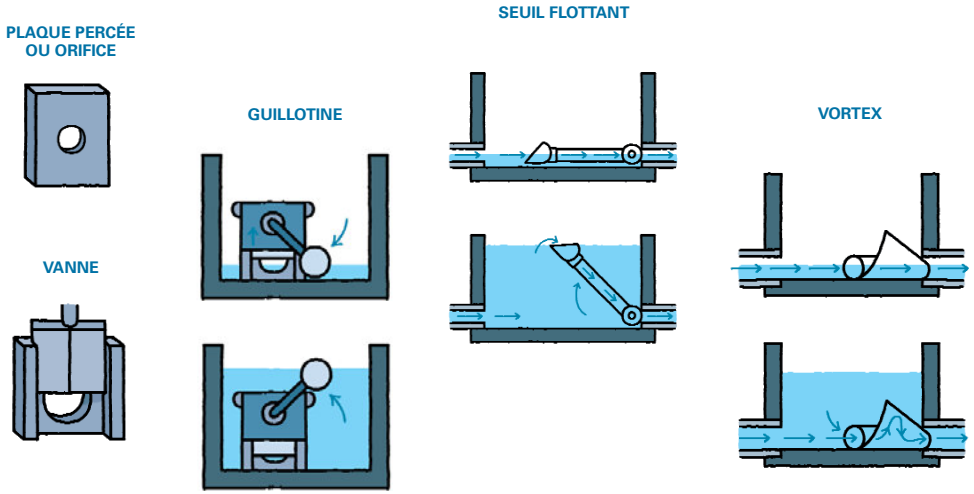
EXEMPLE 2



FICHE TECHNIQUE 09

Limitateurs et régulateurs de débits

Ils permettent de limiter ou réguler les rejets à l'aval des ouvrages de rétention des eaux pluviales (noues, fossés, tranchées drainantes, bassins…). Ils sont nécessaires pour notamment respecter les débits imposés par la réglementation vers un exutoire.



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Selon les dispositifs, la limitation ou régulation des débits se fait grâce à un système plus ou moins sophistiqué. Les plus adaptés aux ouvrages de petites dimensions (que l'on trouve chez les particuliers) sont les plaques percées ou à orifice. Mais il existe aussi des systèmes à vanne, à guillotine ou encore à vortex, ou des seuils flottants.

LES AVANTAGES

En plus d'être économiques, les systèmes à plaque percée ou à orifice sont simples à réaliser. Ils demandent peu d'entretien et permettent une bonne régulation des débits pour de petits ouvrages.

CONSEIL SUR LA CONCEPTION

La plaque à trou pourra être choisie en acier galvanisé pour limiter les phénomènes de corrosion. Pour faciliter son entretien, elle peut être amovible. Dans ce cas, il faudra la mettre en place entre 2 glissières fixées à la paroi du regard. Le dispositif de limitation des débits peut être sécurisé par la mise en place d'une grille. Il est conseillé de mettre cet ouvrage dans un regard accessible *(voir illustration page suivante).*

Annexe 2 : Dispositifs de traitement des eaux pluviales

Les eaux issues du ruissellement peuvent contenir des pollutions. Il existe plusieurs types de pollutions :

- la pollution atmosphérique : Elle est liée à l'intégration d'éléments gazeux contenu dans l'atmosphère (métaux, …) et à la fixation lors de la chute des gouttes pluie de particules d'origine humaine (poussières industrielles, fumées, …) ou d'origine naturelle (sables, poussières, pollen, …) ;
- la pollution par ruissellement : Son impact est beaucoup plus significatif que la pollution atmosphérique. Les eaux de ruissellement concentrent la pollution accumulée sur diverses surfaces (débris végétaux, engrais, pesticides, hydrocarbures, poussières, résidus de travaux, déchets urbains, …).

A ces eaux issues du ruissellement, peuvent s'ajouter les eaux issues des débordements du réseaux unitaires (le plus courant dans les centres historiques des communes). Ces eaux sont un mélange d'eaux pluviales et d'eaux usées.

La pollution des eaux pluviales est qualifiée et quantifiée principalement par :

- les matières en suspension (M.E.S.),
- la demande biologique et chimique en oxygène (D.B.O.5 et D.C.O.),
- le taux d'hydrocarbures (H.c.),
- le taux de métaux (M.x.).

Le document « Les eaux pluviales dans les projets d'aménagement » élaboré en octobre 2004 par le groupe de travail DDAF, DIREN, DDE et validé au cours de la réunion du Club Eau Aquitaine Poitou-Charentes du 1er juillet 2004 quantifie les principaux polluants contenus dans les eaux de pluie et ruissellement :

Paramètres de pollution	Rejets pluviaux Lotissement-Parking-ZAC	Rejets pluviaux Zone urbaine dense – ZAC de forte densité
M.E.S.	660	1000
D.C.O.	630	820
D.B.O.5	90	120
Hydrocarbures totaux	15	25
Plomb	1	1,3

Tableau 1 : Masses de polluants rejetés par an dans les eaux de ruissellement en kg/ha de surface imperméabilisée

Il est important de noter que tous ces paramètres de pollution ont un lien direct avec les M.E.S. qui leur servent de « support », comme nous le montre le Tableau 4:

D.B.O.5	D.C.O.	H.c.	Pb.
83 à 92 %	83 à 95 %	82 à 99%	95 à 99 %

Tableau 2 : Part de la pollution fixée sur les particules en % de la pollution totale particulaire et solide d'après [Bahoc A. ,Mouchel J.M. et al., 1992]

Ainsi l'abattement du taux de M.E.S. peut induire une diminution considérable de la pollution des eaux de pluie et de ruissellement.

I. Mécanisme de dépollution

- *La décantation*

C'est un mécanisme de traitement couramment utilisé dans le traitement des eaux. Comme le montre le tableau Tableau 4suivant, ce procédé est très efficace sur tous les paramètres.

Paramètres de pollution	M.E.S.	D.C.O.	D.B.O.5	N.T.K.	H.c. totaux	Pb
Rendements de dépollution	83 à 90 %	70 à 90 %	75 à 91 %	44 à 69 %	>88 %	65 à 81 %

Tableau 3 : Résultats d'analyse provenant du document « Les eaux pluviales dans les projets d'aménagement » d'octobre 2004 élaboré par le groupe de travail DDAF, DIREN, DDE et validé au cours de la réunion du Club Eau Aquitaine Poitou-Charentes du 1er juillet 2004.

A noter que les rendements miniums correspondent à une décantation de 3 heures et ceux maximums à une décantation d'au moins 10 heures.

- *La filtration*

Il s'agit de faire passer l'effluent à travers un filtre qui piège les particules. Ce filtre peut être un lit de sable, un filtre papier, un tamis, ou un filtre textile.

Les filtres peuvent être synthétiques (géotextiles) ou en matériaux naturels (graviers, concassés, sables, …).

Le sol constitue également un très bon filtre. Il permet de retenir les petites particules.

Ainsi, un bassin de stockage peut également en fonction de la capacité d'infiltration du sol dépolluer les eaux contenues dans ce dernier.

- *La phytoremédiation ou la dépollution par les plantes*

La phytoremédiation repose sur le principe de la combinaison de l'utilisation de plantes et de microorganismes pour réduire les concentrations d'éléments polluants.

Cette méthode est moins destructrice que les autres techniques de dépollution. Elle a également pour avantage une très bonne intégration paysagère.

Les limites de cette technique sont les suivantes :

- processus de dépollution long,
- méthode applicable pour des taux de pollution pas trop élevés (concentrations permettant la vie des plantes dépolluantes).

Il existe plusieurs types de phytoremédiation :

- la phytoextraction : Cette méthode utilise la capacité des plantes à capter et à accumuler les contaminants, les plantes sont ensuite régulièrement récoltées et brûlées, afin de permettre une décontamination en continu du sol. Ce processus s'effectue grâce à l'accumulation graduelle de contaminants, via des plantes dites hyperaccumulatrices pouvant accumuler les métaux sans effet toxique ou grâce à l'usage de produits chimiques augmentant la disponibilité des métaux dans le sol.
- La photodégradation : la concentration des contaminants est atténuée in situ pour des contaminants organiques sans nécessité de récoltes des plantes. Cette méthode est particulièrement efficace pour des contaminants organiques hydrophobes ; par exemple le peuplier (Populus spp.) est très utilisé pour la dégradation des composés organiques.
- la phytostabilisation : Elle a pour but de retenir les contaminants et d'éviter leur dispersion, ceux-ci sont ainsi stabilisés dans les racines ou dans la rhizosphère. Cette technique est relativement courante pour les anciennes mines grâce à des variétés de plantes résistantes aux métaux telles que *Agrostis tenuis* cv., *Festuca rubra* cv, Goginan cv. ou *Parys*. Les plantes choisies doivent être résistantes à la pollution et posséder un système racinaire très développé.
- La phytovolatilisation : Ce processus implique la transformation des contaminants en une forme gazeuse et un relâchement de ceux-ci dans l'atmosphère. Ce processus est médié par l'évapotranspiration de la plante.

II. Ouvrages de pré-traitement

Tous ces ouvrages nécessitent un entretien régulier.

- *Décanteur*

C'est un ouvrage de décantation et de rétention des matières en suspension contenues dans les eaux de ruissellement. Ces particules sont accumulées au fond de l'ouvrage, formant ainsi des boues de décantation que l'on doit extraire et traiter régulièrement.

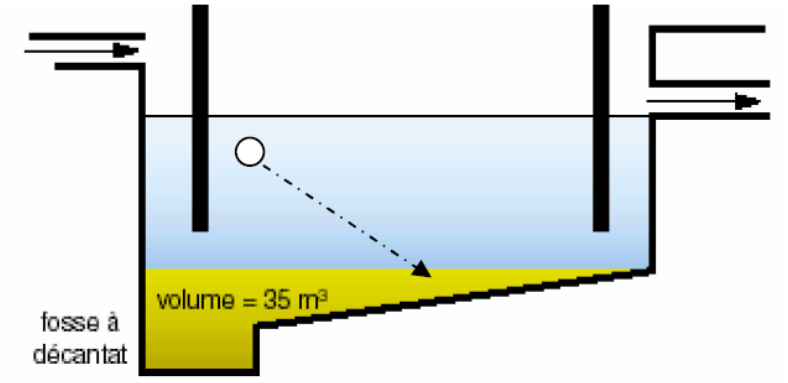


Figure 6 : Schéma de principe d'un décanteur extrait du guide de gestion des eaux de pluie et de ruissellement de la communauté urbaine de Toulouse

Un décanteur est caractérisé par :

- la vitesse de passage de l'effluent dans l'ouvrage ou charge hydraulique superficielle (C.H.S.), ou encore appelée vitesse de décantation (le plus souvent elle est < 10 m/h),
- le temps de séjour des particules dans l'ouvrage qui est conditionné par la vitesse de passage,
- sa surface de décantation,
- une conception maîtrisée sur le plan hydraulique.

La vitesse de passage de l'effluent ainsi que la surface de décantation sont à définir en fonction de la vitesse de chute de la particule et donc du type de particules polluantes. Une particule plus fine nécessite un temps de séjour plus important dans le décanteur.

On peut distinguer deux types de décanteurs :

- les décanteurs horizontaux : Ils sont constitués d'une cuve parallélépipédique. L'eau chargée en MES pénètre à une extrémité, décante et ressort à l'autre extrémité ;
- les décanteurs lamellaires : Il s'agit d'un ouvrage de décantation dans lequel des lamelles parallèles inclinées permettent de multiplier la surface de décantation utile tout en réduisant la surface au sol par rapport à un bassin de décantation classique à flux horizontal.

Le décanteur est le système de prétraitement le plus efficace et le plus répandu, il est utilisé pour dépolluer les eaux de ruissellement et protéger du colmatage les ouvrages d'infiltration et de rétention. Un décanteur bien dimensionné permettra de capter des particules de très petites tailles, il pourra donc être utilisé dans toutes les situations.

Les avantages et inconvénients des bassins de décantation sont présentés dans le tableau suivant :

Avantages	Inconvénients
- Valorisation pour les loisirs - Valorisation des opérations immobilières adjacentes - Bonne intégration dans le paysage - Fonction hydraulique : restitution lente des eaux dans le milieu - Dépollution par autoépuration (naturelle) grâce à la présence de faune et flore - Dispositif performant grâce à un long temps de séjour - Faible rapport coûts / enjeux	- Entretien régulier nécessaire - Importance de l'emprise au sol - Coût foncier - Prévoir une protection de la nappe (s'il y a lieu) - Si la nappe n'alimente pas le bassin : prévoir une alimentation en eau en cas de sécheresse

- *Dégrilleur*

Le but du dégrilleur est de supprimer la majeure partie de la pollution visuelle de l'eau avant son arrivée dans des ouvrages tels que les bassins de retenue. En arrêtant les objets volumineux, il protège les ouvrages en aval des dysfonctionnements (colmatage, blocage) induits par leur intrusion. Il permet donc une concentration des déchets à un endroit où leur évacuation sera facile.

En aucun cas le dégrillage ne réduit la pollution dissoute ou particulaire de l'eau.

Ces dispositifs doivent être facilement accessibles pour permettre un entretien régulier.

- *Dessableur*

Le dessablage consiste à débarrasser les eaux des solides de taille supérieure à 200 µm (sables, graviers, matières minérales lourdes) par décantation sous l'effet de la gravité. La vitesse de décantation est de l'ordre de 60 m/h. À la différence de la décantation primaire, il n'élimine pas les matières volatiles en suspension (MVS). En effet, le dessablage est basé sur la différence de densité entre les solides à séparer (d ≈ 1,7 à 2,6) et les matières organiques (d ≈ 1,2), plus légères, qui restent en suspension.

Les dessableurs permettent notamment de protéger les bassins d'infiltration ou de stockage du colmatage lié aux grosses particules.
Dans le réseau pluvial, des sur-profondeurs dans les regards ou en amont des ouvrages de décantation pourront être réalisées.

- *Déshuileurs*

Ces ouvrages sont dédiés à la séparation liquide-liquide par flottation. Ils ne s'appliquent pas aux polluants miscibles à l'eau.
Ces ouvrages doivent respecter une vitesse de séparation liquide-liquide pour assurer une séparation des liquides surnageant par flottation.

Ils sont souvent couplés à un décanteur pour permettre une double vocation : la décantation des particules plus lourdes que l'eau et la rétention des particules moins denses que l'eau comme les hydrocarbures. Ce sont généralement ces ouvrages qui sont utilisés dans le traitement des eaux de ruissellement routières, de stations-services, d'aires de lavage et d'aires de stationnement.