

Département des Bouches du Rhône Commune de Cabannes



ELABORATION DU ZONAGE PLUVIAL

RAPPORT D'ETUDE

MAITRE D'OUVRAGE**Commune de Cabannes****OBJET DE L'ETUDE****ELABORATION DU ZONAGE PLUVIAL**

N° AFFAIRE	M15085
-------------------	---------------

INTITULE DU RAPPORT***Rapport d'étude***

V2	Juin 2016	Pascal JOUVE	Philippe DEBAR	Prise en compte des remarques de la commune
V1	Mars 2016	Pascal JOUVE	Philippe DEBAR	
<i>N° de Version</i>	<i>Date</i>	<i>Établi par</i>	<i>Vérifié par</i>	<i>Description des Modifications / Évolutions</i>



Juin 2016

Établi par CEREG Ingénierie / M15085

TABLE DES MATIERES

PREAMBULE	8
A. PHASE 1 : ETAT DES LIEUX DE L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL	9
A.I. PRESENTATION GENERALE ET RECUEIL DE DONNEES	10
A.I.1. Contexte géographique	10
A.I.2. Contexte hydrographique	10
A.I.3. L'assainissement pluvial à Cabannes	10
A.I.3.1. Généralités	10
A.I.3.2. L'irrigation	10
A.I.3.3. Les ouvrages dédiés à la gestion des eaux pluviales	11
A.I.3.4. Le réseau d'assainissement unitaire	12
A.I.4. Inondabilité	12
A.I.5. Caractérisation du milieu récepteur	13
A.I.5.1. Masses d'eau	13
A.I.5.2. Milieu naturel	14
A.I.6. Urbanisation projetée	15
A.I.6.1. Evolution de la population	15
A.I.6.2. Développement de l'urbanisation	15
A.II. RECONNAISSANCES DE TERRAIN	16
A.II.1. Reconnaissance des réseaux	16
A.II.1.1. Eléments de quantification	16
A.II.1.2. Caractérisation du réseau	17
A.II.1.3. Observations sur les réseaux	17
A.II.1.4. Identification des exutoires et des bassins versants correspondants	17
A.II.2. Enquête sur les dysfonctionnements du réseau	19
B. PHASE 2 : DIAGNOSTIC FONCTIONNEL	21
B.I. CONSTRUCTION DU MODELE HYDRAULIQUE	22
B.I.1. Principes généraux	22
B.I.1.1. Méthode de calcul	22
B.I.1.2. Code de calcul utilisé	22
B.I.2. Le réseau modélisé	22
B.I.3. Les sous bassins versants	22
B.I.3.1. Fonction de production	23

<i>B.I.3.2. Fonction de transfert</i>	26
B.I.4. Les pluies de projet	26
<i>B.I.4.1. Méthodologie de construction de la pluie de projet</i>	26
<i>B.I.4.2. Choix des données pluviométriques</i>	27
B.II. RESULTATS DE SIMULATION.....	29
B.II.1. Capacité de plein bord du réseau	29
B.II.2. Insuffisances et risques de débordement.....	30
<i>B.II.2.1. Principes de caractérisation de l'insuffisance du réseau</i>	30
<i>B.II.2.2. Caractérisation du degré de saturation du réseau</i>	31
<i>B.II.2.3. Conclusion</i>	34
C. PHASE 3 : ZONAGE PLUVIAL	36
C.I. DISPOSITIONS GENERALES	37
C.I.1. Objet du règlement.....	37
C.I.2. Généralités sur l'admission des eaux pluviales.....	38
<i>C.I.2.1. Eaux admises par principe</i>	38
<i>C.I.2.2. Eaux admises à titre dérogatoire</i>	38
<i>C.I.2.3. Eaux non admises dans le réseau</i>	39
C.I.3. La croissance urbaine et son impact hydrologique	39
C.II. DISPOSITIONS APPLICABLES POUR LA GESTION DES VALLATS, COURS D'EAU, FOSSES ET RESEAUX PLUVIAUX	40
C.II.1. Règles générales d'aménagement	40
C.II.2. Entretien des cours d'eau, vallats et fossés	40
C.II.3. Maintien des fossés à ciel ouvert	40
C.II.4. Restauration et conservation des axes naturels d'écoulement des eaux	41
C.II.5. Respect des sections d'écoulement des collecteurs	41
C.II.6. Gestion des écoulements pluviaux sur les voiries.....	41
C.II.7. Limitation des ruissellements.....	41
C.II.8. Gestion du risque inondation et maintien des zones d'expansion des eaux.....	42
C.III. DISPOSITIONS APPLICABLES POUR LA COMPENSATION DES SURFACES IMPERMEABILISEES	42
C.III.1. Les outils réglementaires	42
C.III.2. Rappel de la doctrine de la MISEN 13	43
C.III.3. Les moyens d'action à disposition de la commune.....	44
<i>C.III.3.1. Limitation de l'imperméabilisation</i>	44
<i>C.III.3.2. Mesures compensatoires</i>	44
<i>C.III.3.3. Distinction de deux cas de développement de l'urbanisation</i>	45

C.III.4.	Cas de la densification du tissu urbain.....	45
C.III.4.1.	<i>Surface nouvellement imperméabilisée de grande dimension</i>	46
C.III.4.2.	<i>Surface nouvellement imperméabilisée de dimension intermédiaire</i>	46
C.III.4.3.	<i>Surface nouvellement imperméabilisée de faible dimension.....</i>	53
C.III.5.	Cas de l'extension de l'urbanisation	54
C.III.6.	Exploitation des bassins de rétention	54
C.III.7.	Techniques alternatives de gestion des eaux pluviales	55
C.III.8.	Dispositifs de traitement	56
C.III.8.1.	<i>Dégrillage.....</i>	56
C.III.8.2.	<i>Dessablage</i>	56
C.III.8.3.	<i>Déshuilage.....</i>	56
C.III.8.4.	<i>Erosion</i>	56
C.III.8.5.	<i>Curage.....</i>	57
C.IV.	REGLEMENT	57
C.IV.1.	Composition des dossiers de demande auprès de la commune.....	57
C.IV.1.1.	<i>Calcul de la surface imperméabilisée</i>	57
C.IV.1.2.	<i>Notice descriptive</i>	57
C.IV.1.3.	<i>Notice hydraulique</i>	57
C.IV.1.4.	<i>Etudes complémentaires</i>	57
C.IV.1.5.	<i>Modalités de rejet au réseau</i>	58
C.IV.1.6.	<i>Instruction des dossiers</i>	58
C.IV.2.	Contrôle des ouvrages.....	58
C.IV.2.1.	<i>Suivi des travaux.....</i>	58
C.IV.2.2.	<i>Contrôle de conformité à la mise en service</i>	58
C.IV.2.3.	<i>Contrôle des ouvrages pluviaux en phase d'exploitation.....</i>	59
C.IV.3.	Prescriptions par zone	59
C.IV.3.1.	<i>Zone EP1</i>	59
C.IV.3.2.	<i>Zone EP2</i>	61
C.IV.3.3.	<i>Zone EP3</i>	62
C.IV.4.	Prescriptions communes	64
C.IV.5.	Exemples d'application.....	64
C.V.	CONDITIONS D'APPLICATION DU REGLEMENT.....	65
C.V.1.	Sanctions	65
C.V.2.	Dates d'application	65
C.V.3.	Modification du règlement.....	65
C.V.4.	Clauses d'exécution	65

LISTE DES REFERENCES AUX PLANCHES

➤ Planche n°1 : Réseau hydrographique	10
➤ Planche n°2 : Réseau pluvial	16
➤ Plan du réseau pluvial au format A0.....	16
➤ Planche n°3 : Découpage en bassins versants.....	17
➤ Planche n°4 : Occupation des sols	23
➤ Planche n°5 : Coefficients de ruissellement des bassins versants (T = 2 ans).....	23
➤ Planche n°6 : Capacité de plein bord du réseau.....	29
➤ Planche n°7 : Insuffisances du réseau.....	30
➤ Planche n°8 : Volumes débordés pour une pluie d'occurrence 2 ans.....	30
➤ Planche n°9 : Volumes débordés pour une pluie d'occurrence 10 ans.....	30
➤ Plan de zonage pluvial au format A0.....	59

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1 : Synthèse des états des masses d'eau (SDAGE RMC 2016-2021).....	14
Tableau n°2 : Synthèse des zones de préservation du milieu naturel (Inventaire National du Patrimoine Naturel)	14
Tableau n°3 : Evolution de la population de la commune depuis 1990	15
Tableau n°4 : Caractéristiques des grands ensembles d'écoulement.....	18
Tableau n°5 : Description des désordres hydrauliques pluviaux recensés	20
Tableau n°6 : Coefficients de ruissellement de chaque type d'occupation des sols.....	25
Tableau n°7 : Coefficients de ruissellement globaux en fonction de la période de retour	26
Tableau n°8 : Stations pluviométriques à proximité du site d'étude	27
Tableau n°9 : Comparaison des cumuls de pluie à la station de Salon de Provence avec les données SHYREG au droit de la zone d'étude.....	28
Tableau n°10 : Coefficients de Montana de la station de Salon de Provence ajustés suivant les hauteurs précipitées selon la méthode SHYREG.....	28
Tableau n°11: Mesures réglementaires applicables en fonction de la nature du projet.....	43
Tableau n°12: Débits de fuite pour différentes tailles d'orifice de fuite	46
Tableau n°13: Débits de pointe avant et après urbanisation pour différentes occurrences pluvieuses	47
Tableau n°14: Augmentation des débits de pointe en cas d'imperméabilisation d'un espace naturel	48
Tableau n°15: Relation entre l'occupation des sols et la fréquence de protection contre les inondations pluviales (NF EN 752-2)	48
Tableau n°16: Dimensionnement des mesures compensatoires pour différentes occurrences de pluie et différents diamètres d'orifice de fuite.....	49

Tableau n°17: Préconisations pour le choix des paramètres déterminant les volumes de compensation	53
Tableau n°18 : Volume des mesures compensatoires à mettre en place sur la zone EP1 pour des surfaces imperméabilisées comprises entre 150 et 9 999m ²	60
Tableau n°19 : Volume des mesures compensatoires à mettre en place sur la zone EP2 pour des surfaces imperméabilisées comprises entre 400 et 9 999m ²	61
Tableau n°20 : Synthèse des prescriptions par zone.....	63
Tableau n°21: Règles de limitation de l'imperméabilisation	64

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Illustration n°1 : Périmètre de l'ASA des 4 communes (Base Hydra)	11
Illustration n°2 : Zonage réglementaire du PPRi de Cabannes (DDTM13)	12
Illustration n°3 : Cartographie réglementaire du PPRi de Cabannes (DDTM13)	13
Illustration n°4 : Zones recensées au titre de la préservation du milieu naturel	14
Illustration n°5 : Evolution de la population de la commune depuis 1990.....	15
Illustration n°6 : Zones d'extension de l'urbanisation.....	16
Illustration n°7 : Répartition des linéaires de conduite du réseau enterré en fonction de leur diamètre	17
Illustration n°8 : Cartographie des grands ensembles d'écoulement.....	19
Illustration n°9 : Echantillonnage des zones habitées pour déterminer le taux d'imperméabilisation.....	24
Illustration n°10 : Coefficients de ruissellement en fonction des caractéristiques du terrain naturel (R. Bourrier)	24
Illustration n°11 : Répartition du linéaire de réseau enterré selon la capacité de transfert	29
Illustration n°12 : Répartition du linéaire de réseau aérien selon la capacité de transfert.....	29
Illustration n°13 : Les différents types d'écoulement.....	30
Illustration n°14 : Pourcentage de réseau enterré et aérien en charge selon l'occurrence pluvieuse	31
Illustration n°15 : Localisation d'une insuffisance sur le Ø800 (Infoworks)	32
Illustration n°16 :Augmentation de la ligne d'eau biennale causée par un tronçon limitant du Ø800 (Infoworks)	32
Illustration n°17 : Localisation d'une insuffisance sur le Ø600 (Infoworks)	33
Illustration n°18 :Augmentation de la ligne d'eau biennale causée par un tronçon limitant du Ø600 (Infoworks)	33
Illustration n°19 :Ligne d'eau biennale du collecteur unitaire principal (Infoworks)	34
Illustration n° 20: Evolution des volumes de stockage en fonction des surfaces imperméabilisées	50
Illustration n° 21: Zoom du précédent graphe pour les surfaces de moins de 1 000 m ²	50
Illustration n° 22: Surfaces aménagées minimales de non-aggravation des débits produits, pour différents dispositifs de limitation et différentes occurrences pluvieuses.....	52

PREAMBULE

Dans le cadre de l'élaboration de son PLU, la commune a mandaté Cereg Ingénierie pour réaliser son zonage pluvial. Il s'agit d'un outil réglementaire (comme le prévoit l'article L.2224-10 du code général des collectivités territoriales et l'article L123-1 du Code de l'urbanisme), permettant de fixer des prescriptions cohérentes à l'échelle du territoire communal afin d'assurer la maîtrise quantitative et qualitative des ruissellements.

Le présent dossier, constitué d'une notice justificative et d'un plan, concerne le **zonage pluvial de la commune de Cabannes**.

Après approbation par la commune, ce document sera soumis à **enquête publique** comme prévu à l'article R123-11 du Code de l'urbanisme. Le zonage approuvé est en effet **intégré dans les annexes sanitaires du PLU**. Il doit donc être en cohérence avec les documents de planification urbaine. Il est consulté pour tout nouveau certificat d'urbanisme ou permis de construire.

L'étude a été menée en trois phases :

- Phase 1 : Etat des lieux de l'assainissement pluvial
Il permet de rassembler toutes les informations utiles à la compréhension du fonctionnement actuel et futur de l'assainissement pluvial sur le territoire communal.
- Phase 2 : Diagnostic de fonctionnement du système d'évacuation des eaux pluviales
A partir d'une modélisation hydraulique du réseau pluvial, le diagnostic permet de mettre en évidence les zones les plus sensibles en termes de capacité d'évacuation et de risques de saturation.
- Phase 3 : Elaboration du zonage pluvial

Le zonage fournit des prescriptions à respecter en fonction des contraintes hydrauliques identifiées dans les phases précédentes afin de :

- **prévenir la dégradation** de la situation sur les secteurs posant d'ores et déjà problème ;
- **éviter l'apparition** de nouveaux problèmes

En revanche, et à la différence d'un schéma directeur de gestion des eaux pluviales, le zonage pluvial ne fournit pas de solutions techniques pour répondre aux problèmes existants mis en évidence dans le diagnostic.

A. PHASE 1 : ETAT DES LIEUX DE L'ASSAINISSEMENT PLUVIAL

A.I. PRESENTATION GENERALE ET RECUEIL DE DONNEES

A.I.1. Contexte géographique

La commune de Cabannes se situe dans le Nord du département des Bouches-du-Rhône. Le territoire communal s'étend sur 2091 hectares et la population s'élève à 4 400 habitants environ (2012).

La commune est située en basse vallée de la Durance. Elle est bordée au Nord-est par l'autoroute A7 puis par la Durance, à l'Ouest par la commune de Noves et au sud par la commune de Saint-Andiol. Elle dispose d'une zone d'activités mais reste localisée dans un secteur essentiellement rural.

A.I.2. Contexte hydrographique

- Planche n°1 : Réseau hydrographique

Le réseau hydrographique est composé de tout un ensemble de canaux et filioles d'irrigation dont le régime hydrologique est mixte : à la fois pluvial et anthropique. Les canaux principaux sont les suivants :

- L'Agoutadou contourne le centre urbain par le sud et rejoint la Malautière, affluent de la Durance ;
- Le Grand Vallat du Romanil traverse la partie Nord du centre urbain et rejoint la Durance par l'intermédiaire d'un ouvrage de franchissement de l'autoroute A7 ;
- Ce dernier peut être délesté en amont du centre urbain dans l'Escampadou qui rejoint également l'ouvrage de franchissement de l'A7.

A.I.3. L'assainissement pluvial à Cabannes

A.I.3.1. Généralités

En dehors de la zone urbaine proprement dite, la capacité des sols à ruisseler est faible en raison de la faible pente du terrain naturel, de la nature principalement limoneuse du sol et de la forte proportion du couvert végétal. En revanche, à l'intérieur de la zone urbaine, comme le montre l'analyse de l'occupation des sols, le taux d'imperméabilisation très élevé (supérieur à 90 %) est générateur d'importants ruissellements.

A.I.3.2. L'irrigation

Sur la commune de Cabannes, les eaux pluviales sont interceptées et évacuées par un réseau de fossés et de collecteurs enterrés dont la majeure partie sert également pour l'irrigation.

La gestion de l'irrigation est assurée par l'**ASA des Quatre Communes** qui inclut Cabannes (voir le périmètre d'action de l'ASA, ci-après). Des consignes ont été mises en place pour qu'en cas de pluie, l'usage irrigation soit interrompu et que les eaux pluviales collectées en périphérie soient détournées du centre urbain.

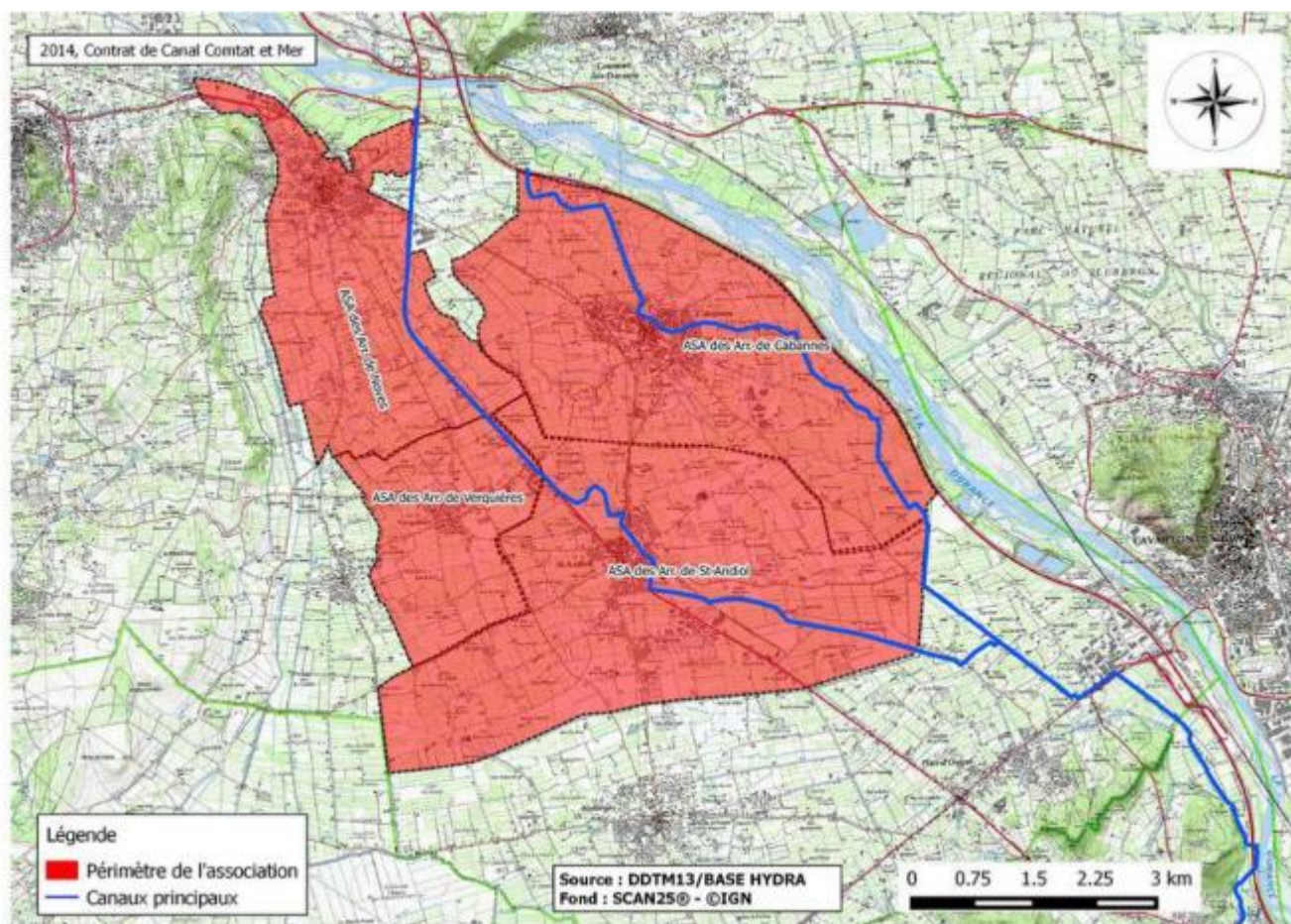


Illustration n°1 : Périmètre de l'ASA des 4 communes (Base Hydra)

L'eau est prélevée dans le canal des Alpines à raison des débits mensuels suivants (en l/s).

Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc
500	500	1 500	1 700	2 200	2 200	2 200	2 200	1 800	1 400	500	500

La distribution de l'eau est répartie entre les adhérents à l'ASA selon **un tour d'eau** défini en fonction de la localisation des demandeurs ou bien au gré de demandes particulières.

A.I.3.3. Les ouvrages dédiés à la gestion des eaux pluviales

En complément de ce réseau à double vocation, de nombreux ouvrages dédiés spécifiquement à la gestion des eaux pluviales ont été construits pour répondre à l'urbanisation croissante de la commune.

Ainsi, plusieurs lotissements sont équipés de puits d'infiltration. Ils sont répertoriés dans les fiches ouvrage réalisées dans le cadre de notre mission. Ce type d'ouvrage est soumis à un risque important de colmatage qui induit une diminution de la capacité d'infiltration au fil du temps. Les puits d'infiltration, ou puits perdus, doivent donc faire l'objet d'un entretien régulier.

De plus, la commune s'est dotée d'un ensemble de bassins de rétention, enterré comme celui de la place des écoles ou à ciel ouvert comme celui de la place du 8 mai 1945. Ils sont répertoriés dans la cartographie du réseau d'eaux pluviales.

A.I.3.4. Le réseau d'assainissement unitaire

Environ 9 % de la surface contributive au ruissellement est drainée par un réseau d'assainissement **unitaire** qui s'écoule en direction d'un poste de pompage refoulant vers la station d'épuration. En temps de pluie, lorsque le poste est saturé, les eaux unitaires se déversent dans un fossé longeant le chemin du Mas de la Poule.

Le réseau d'assainissement des eaux usées est géré par le SIVOM Durance Alpilles qui nous a communiqué l'étude préliminaire pour la construction d'un bassin d'orage permettant de limiter les déversements vers le milieu naturel. De cette étude préliminaire, nous avons tiré les données suivantes afin de prendre en compte dans notre analyse les parts d'eaux pluviales et d'eaux usées transitant par le réseau unitaire.

- Volume d'eaux usées = 700 m³/jour
- Surface active raccordée = 11.5 ha

A.I.4. Inondabilité

Le Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRi) de la Basse vallée de la Durance a été prescrit sur la commune de Cabannes par arrêté du Préfet des Bouches-du-Rhône daté du 6 décembre 2011.

Celui-ci définit un zonage associé à des prescriptions en matière d'urbanisme. La définition des différentes zones règlementées est rappelée ci-dessous.

ENJEUX \ ALEAS	CRUE DE REFERENCE		CRUE EXCEPTIONNELLE
	Fort	Modéré	Exceptionnel
Centres urbains	B2	B1	BE
Autres zones urbanisées	R2	B1	BE
Zones peu ou pas urbanisées	R2	R1	BE
Bande de sécurité	RH	RH	RH

Illustration n°2 : Zonage règlementaire du PPRi de Cabannes (DDTM13)

Sur Cabannes, la cartographie du risque inondation fait ressortir que la totalité de la commune est située en zone inondable.

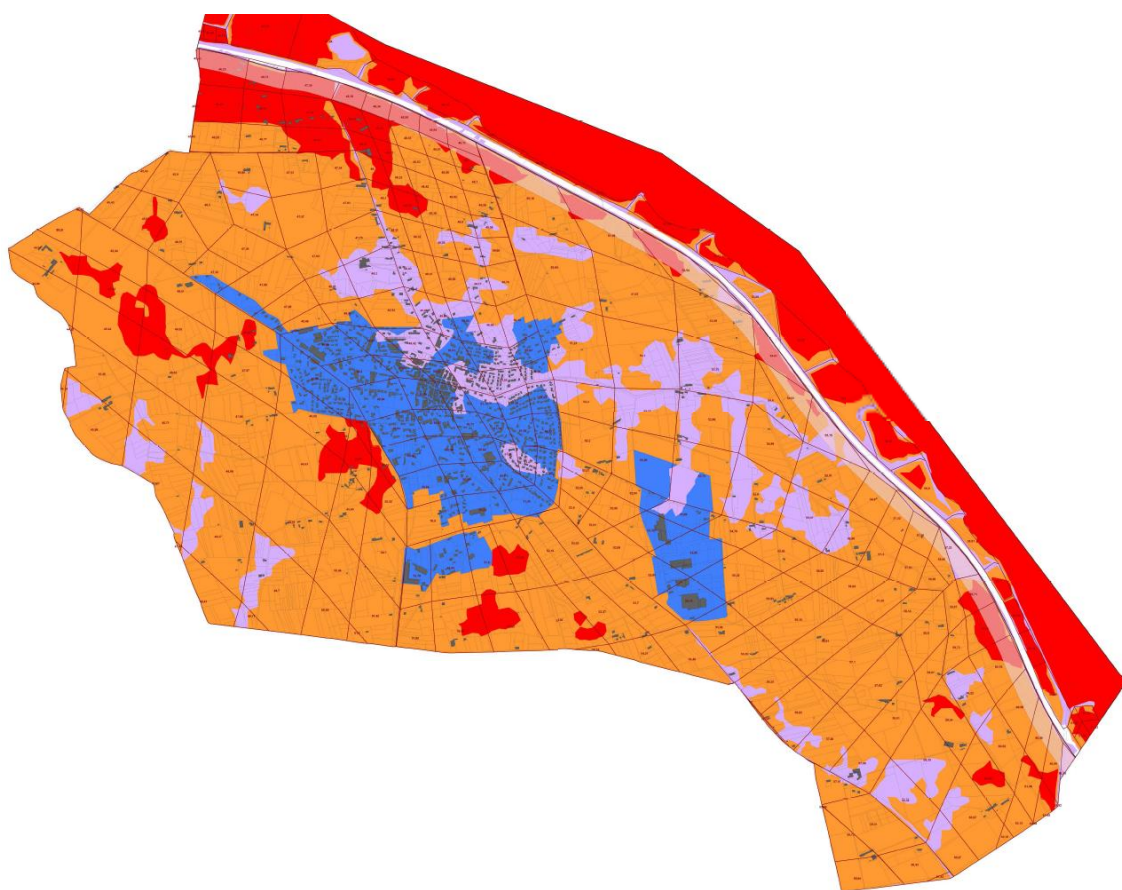


Illustration n°3 : Cartographie réglementaire du PPRI de Cabannes (DDTM13)

A noter toutefois que les zones concernées par un aléa inondation fort (rouge et bleu foncé) sont minoritaires. Les zones en violet concernent une inondabilité pour une crue exceptionnelle d'occurrence supérieure à la crue de référence.

A.I.5. Caractérisation du milieu récepteur

A.I.5.1. Masses d'eau

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du Bassin Rhône-Méditerranée-Corse (SDAGE RMC) vise l'atteinte du bon état des masses d'eau superficielles et souterraines. Pour cela, il définit l'état actuel des masses d'eau et les objectifs à atteindre pour chacune d'entre elles. Le tableau ci-dessous indique ce qu'il en est pour les masses d'eau présentes sur la commune.

Masses d'eau superficielles			Etat écologique			Etat chimique		
Code	Libellé	Masse d'eau	Etat 2009	Objectif DCE	Échéance	Etat 2009	Objectif DCE	Échéance
FRDR11276	Grand vallat de l'Agoutadou	naturelle	moyen	bon état	2021	?	bon état	2015
FRDR244	La Durance du Coulon a la confluence avec le Rhône	fortement modifiée	moyen	bon potentiel	2027	bon état	bon état	2015
FRDR246B	La Durance de l'aval de Mallemort au Coulon	fortement modifiée	moyen	bon potentiel	2027	bon état	bon état	2015

Masses d'eau souterraines		Etat quantitatif			Etat chimique		
Code	Libellé	Etat en 2009	Objectif DCE	Échéance	Etat en 2009	Objectif DCE	Échéance
FRDG229	Calcaires sous couverture tertiaire de la plaine du Comtat	bon état	bon état	2015	bon état	bon état	2015
FRDG323	Alluvions du Rhône du confluent de la Durance jusqu'a Arles et Beaucaire + alluvions du Bas Gardon	bon état	bon état	2015	bon état	bon état	2015

Tableau n°1 : Synthèse des états des masses d'eau (SDAGE RMC 2016-2021)

Les masses d'eau superficielles présentent donc un état écologique moyen. Afin de contribuer à l'atteinte de l'objectif de bon état, toutes les mesures visant la réduction de la pollution des milieux aquatiques au sens large doivent être prises.

A.I.5.2. Milieu naturel

Sur le territoire communal, plusieurs zones liées à la préservation du milieu naturel sont recensées. Ces zones, apparaissant en vert sur l'illustration ci-après, sont situées le long du lit mineur de la Durance : le zonage pluvial n'aura pas d'incidence sur celles-ci.

Type	Code	Appellation
ZNIEFF 1	930012397	La Basse Durance, des Iscles du Temple aux Iscles du Loup
ZNIEFF 2	930012394	La Basse Durance
ZSC Habitat	FR9301589	La Durance
ZSC Oiseaux	FR9312003	La Durance

Tableau n°2 : Synthèse des zones de préservation du milieu naturel (Inventaire National du Patrimoine Naturel)

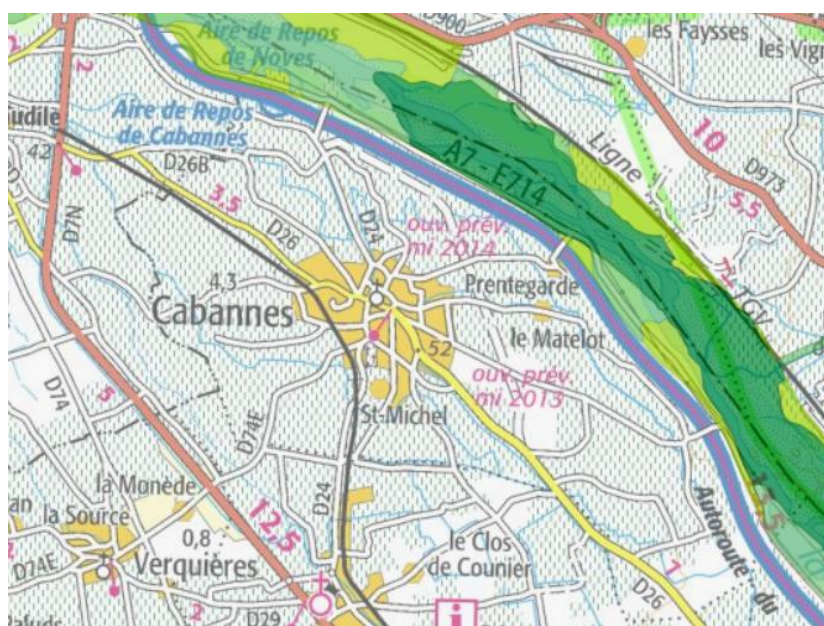


Illustration n°4 : Zones recensées au titre de la préservation du milieu naturel

A.I.6. Urbanisation projetée

A.I.6.1. Evolution de la population

La population de la commune est en constante augmentation depuis 1990, passant de 3929 à 4357 habitants lors du dernier recensement effectué en 2012.

Année	1990	1999	2007	2012	2025
Population	3 929	4 114	4 291	4 357	5 023
Evolution	-	+0.5%	+0.5%	+0.3%	+1.1%

Tableau n°3 : Evolution de la population de la commune depuis 1990

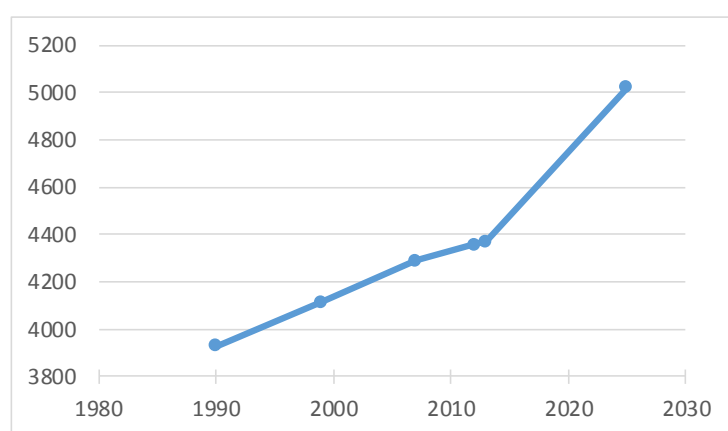


Illustration n°5 : Evolution de la population de la commune depuis 1990

Les perspectives d'évolution de la population, évaluées par le cabinet en charge de l'élaboration du PLU, correspondent à une augmentation de +1.1 % en moyenne annuelle, amenant la population totale à 5 023 habitants en 2025.

A.I.6.2. Développement de l'urbanisation

La commune, dans le cadre de l'élaboration de son PLU souhaite ouvrir de nouveaux secteurs à l'urbanisation, portés en rouge sur l'illustration ci-dessous.

La zone en bleu correspond à un projet de création d'un Centre Technique Municipal.

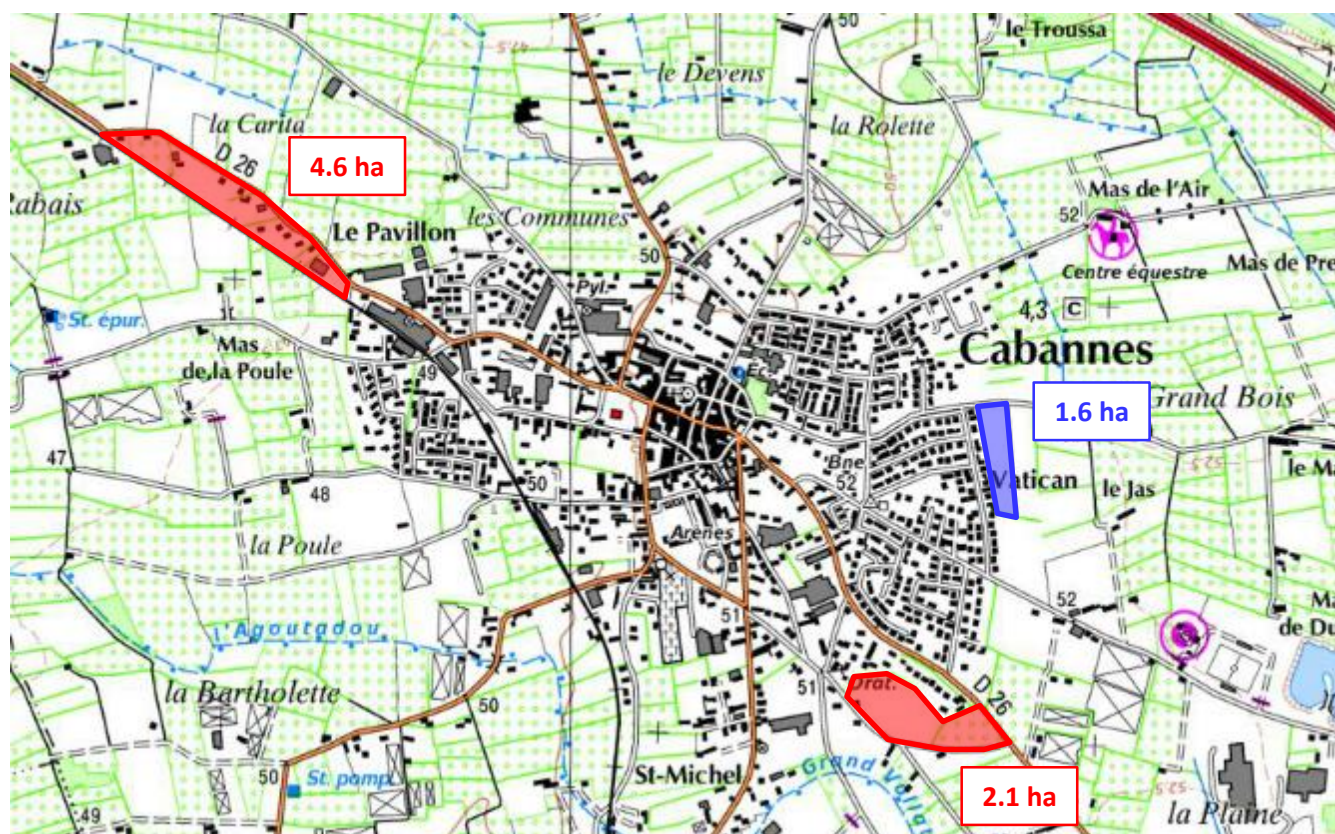


Illustration n°6 : Zones d'extension de l'urbanisation

A.II. RECONNAISSANCES DE TERRAIN

A.II.1. Reconnaissance des réseaux

- Planche n°2 : Réseau pluvial
- Plan du réseau pluvial au format A0

A.II.1.1. **Eléments de quantification**

La reconnaissance des réseaux d'évacuation des eaux pluviales a été réalisée au mois d'août 2015. Elle s'est concentrée sur la partie urbanisée du territoire communal.

Elle a permis de :

- Repérer 180 points :
 - 129 regards (tampons, grilles) sur le réseau d'eaux pluviales (EP)
 - 27 regards sur le réseau unitaire (UN)
 - 24 puits perdus
 - 12 bassins de rétention
- Identifier le tracé des principaux collecteurs pour un total de 77 km :
 - 9.8 km de réseau pluvial enterré
 - 64.0 km de réseau pluvial aérien
 - 3.1 km de réseau unitaire

- Relever la cote altimétrique de près de 200 points :
 - 110 cotes tampon
 - 86 cotes fil d'eau

Le tracé des réseaux EP a été réalisé en étroite collaboration avec les services techniques de la commune et de l'ASA. Celui des réseaux UN a été établi par Cereg Ingénierie dans le cadre d'une mission que nous menons actuellement pour élaborer le schéma directeur d'assainissement du SIVOM Durance Alpilles.

La carte du réseau établie à la suite de cette reconnaissance est présentée en annexe.

A.II.1.2. Caractérisation du réseau

L'analyse de la répartition des diamètres du réseau en fonction du linéaire indique que près de 50 % du réseau est constitué par des collecteurs d'un diamètre inférieur ou égal à 500 mm.

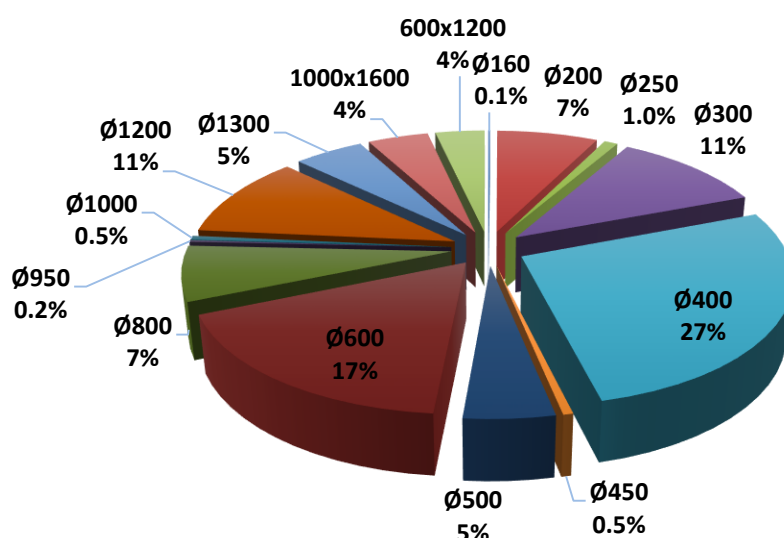


Illustration n°7 : Répartition des linéaires de conduite du réseau enterré en fonction de leur diamètre

A.II.1.3. Observations sur les réseaux

La reconnaissance des réseaux enterrés et aériens a permis de constater leur bon état global.

Les visites effectuées sur les ouvrages d'infiltration ont montré que, pour certains d'entre eux, un curage pourrait être réalisé de manière plus fréquente : voir les fiches ouvrages. La commune a toutefois indiqué qu'un curage de l'ensemble des puits perdus est effectué tous les deux ans en moyenne.

A.II.1.4. Identification des exutoires et des bassins versants correspondants

- Planche n°2 : Réseau pluvial
- Planche n°3 : Découpage en bassins versants

Les reconnaissances de terrain ont été effectuées dans le but d'identifier précisément la provenance des eaux pluviales dans le réseau et leur devenir en sortie du territoire communal.

Elles ont permis d'identifier **7 exutoires** du réseau d'évacuation des eaux pluviales et de découper le territoire en **91 bassins versants**.

Les exutoires :

- Les 4 exutoires les plus au Nord rejoignent un ouvrage de collecte qui longe l'autoroute A7 puis la traverse via un ouvrage de franchissement. Les eaux aboutissent ensuite dans la Durance.
- Les 3 exutoires les plus à l'Ouest rejoignent la Malautière qui traverse la commune de Noves puis se rejette également en Durance.

Les bassins versants :

- 51 sont situés dans la zone urbaine ;
- 9 sont drainés vers des puits perdus (cf. fiches ouvrage) ;
- 8 correspondent à des secteurs unitaires ;
- 56 % ont une superficie inférieure à 5 ha ;
- 80 % ont une pente inférieure à 0.3 m/m.

Les bassins versants observés sur la commune de Cabannes ont donc pour caractéristique principale d'être très peu pentus ce qui implique un temps de propagation des débits de ruissellement assez important et favorise l'infiltration des eaux pluviales.

Ces reconnaissances de terrain ont permis de mettre en évidence plusieurs grands ensembles correspondant à différentes branches structurantes du réseau qui traversent la commune : cf. l'illustration ci-après.

Leurs caractéristiques respectives sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Grands ensembles	Surface (ha)	Collecteur structurant	Exutoire principal
A	454	Ø800	Malautière
B	126	Ø600	Malautière
C	86	Ø400	Malautière
D	162	Ø1200	Durance
E	386	-	Durance
P	33	-	Puits perdus
U	19	T1300	STEP

Tableau n°4 : Caractéristiques des grands ensembles d'écoulement

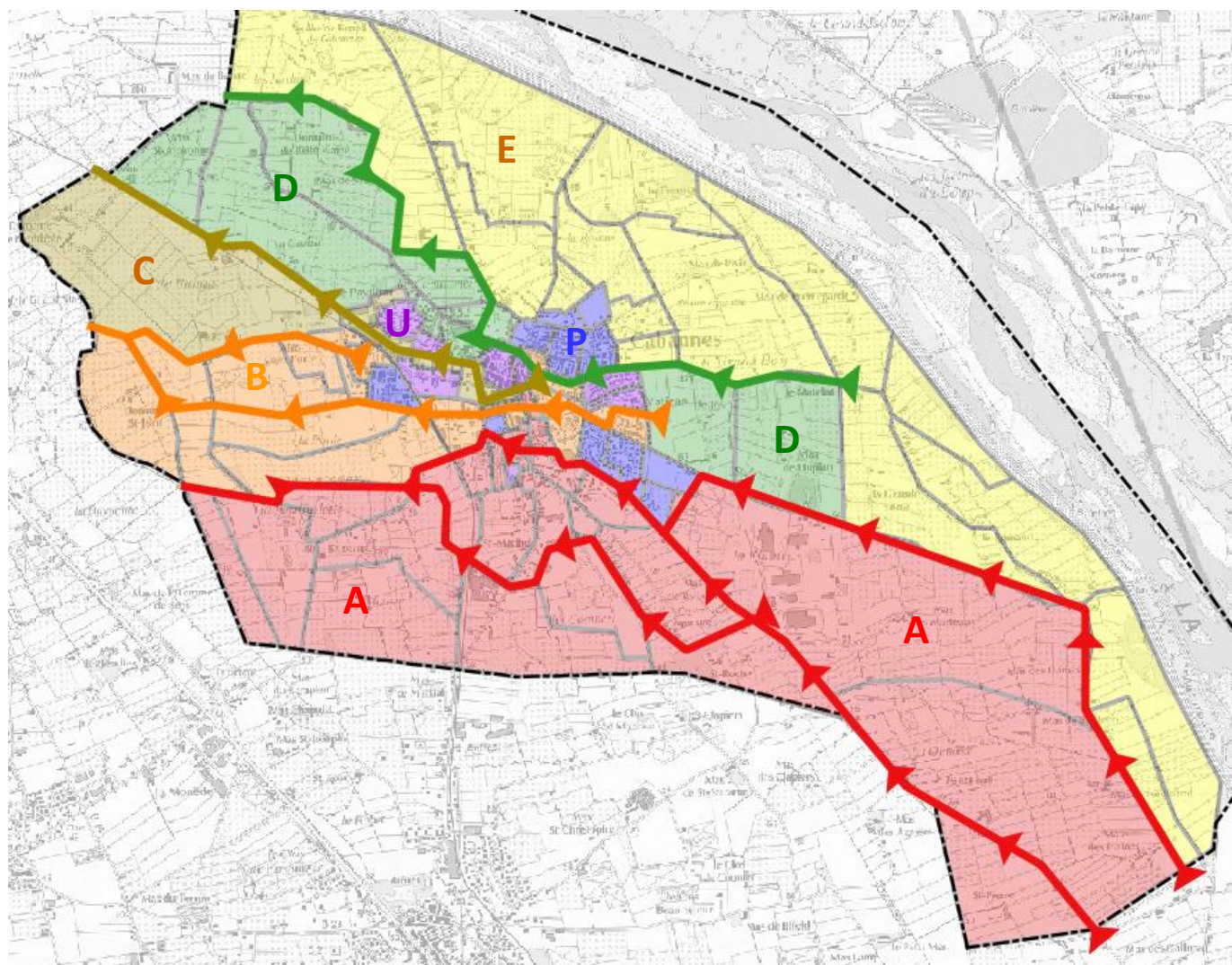


Illustration n°8 : Cartographie des grands ensembles d'écoulement

A.II.2. Enquête sur les dysfonctionnements du réseau

➤ Plan des réseaux au format A0

Une visite a été effectuée avec les services techniques de la commune pour reconnaître les secteurs sujets à des désordres hydrauliques récurrents, constatés en temps de pluie. En complément, nous sommes allés à la rencontre de certains riverains afin de recueillir des informations supplémentaires. Les désordres répertoriés sont synthétisés dans le tableau ci-dessous et localisés sur le plan A0 annexé à ce rapport.

Référence	Description
1	L'avaloir était jusqu'à présent insuffisant pour permettre l'évacuation des eaux pluviales en cas d'orage important. Le phénomène était amplifié par un phénomène d'obstruction de la bouche à l'automne par les feuilles d'arbre. Un nouvel avaloir a récemment été posé.
2	La rue se trouve être un point bas topographique dont les eaux sont drainées jusqu'à une grille. Lors d'événement pluvieux importants, la grille est saturée entraînant une accumulation des eaux sur la voirie.

Référence	Description
3	Le réseau provenant du fossé n'est pas connecté au réseau pluvial mais à un puits perdu.
4	Les eaux du lotissement sont drainées jusqu'à un puits perdu. Ce dernier est rapidement saturé entraînant une accumulation des eaux sur la voirie du lotissement et pouvant conduire à l'inondation de certain bâtis.
5	Avenue de Verdun, le réseau a progressivement disparu au gré des constructions. En cas de pluie, les eaux ruissellent sur la voirie, entraînant l'inondation de la placette.
6	Il n'y a pas de réseau pluvial et en cas d'événement pluvieux, les eaux sont temporairement stockées sur la place devant la mairie.
7	La filiole présente à cet endroit permet une reprise d'une partie des eaux pluviales du lotissement. Par temps de pluie, lorsque le fossé exutoire de la filiole monte en charge, l'évacuation des eaux pluviales du lotissement est bloquée par un clapet anti-retour.
8	Le réseau unitaire est présent sous la voirie mais le nombre réduit d'avaloirs ne permet pas le drainage correct des eaux pluviales qui stagnent sur la voirie
9	Les eaux pluviales de chaque parcelle sont gérées individuellement et le réseau saturé ne permet pas toujours leur reprise. Les parcelles peuvent alors être temporairement inondées.
10	Les eaux du lotissement sont infiltrées dans le sol par des puits perdus. En cas de saturation de ces derniers, les eaux ruissellent en surface et sont temporairement stockées sur les voiries et les espaces verts
11	Le fossé longeant la voirie présente un problème d'évacuation (pente?) qui entraîne son débordement et l'inondation du bâti situé à proximité.
12	Les eaux pluviales sont drainées par une ancienne branche du canal en contre pente qui est inutilisée. Cette utilisation fonctionne sur la partie sud de la voirie mais entraîne une inondation localisée sur la partie Nord
13	En cas d'insuffisance du réseau, les eaux transitent sur la voirie jusqu'à une propriété située au point bas, entraînant l'inondation du bâti de cette dernière.
14	Les eaux du lotissement sont infiltrées dans le sol par un puits perdu. En cas de saturation de ce dernier, les eaux stagnent en surface et peuvent entraîner l'inondation des bâtis. Des protections individuelles (surélévation des seuils de propriété) ont récemment été mises en place.

Tableau n°5 : Description des désordres hydrauliques pluviaux recensés

Ces dysfonctionnements, qui apparaissent de manière dispersée sur l'ensemble de la zone urbaine, mettent en évidence des difficultés liées à la collecte de l'eau pluviale (absence de réseau ou mauvaise capacité d'engouffrement) vers le réseau d'évacuation. Ils font également ressortir la nécessité d'assurer un bon entretien des ouvrages d'infiltration.

Ces témoignages sont par la suite utilisés dans les étapes de calculs qui sont réalisés sur les réseaux en permettant un calage des résultats.

B. PHASE 2 : DIAGNOSTIC FONCTIONNEL

B.I. CONSTRUCTION DU MODELE HYDRAULIQUE

B.I.1. Principes généraux

Le diagnostic hydraulique du réseau d'écoulement s'appuie sur une modélisation dont les grands principes sont explicités ci-dessous.

B.I.1.1. Méthode de calcul

La modélisation hydrologique et hydraulique des bassins versants et du réseau s'organise en trois étapes principales :

- Le découpage des bassins versants principaux en sous bassins élémentaires ainsi que leur caractérisation ;
- La simulation du processus de ruissellement sur chacun des sous bassins élémentaires à l'aide d'un modèle pluie-débit et à partir de pluies de référence ;
- La propagation des hydrogrammes dans le réseau en reproduisant le fonctionnement de l'ensemble du réseau.

B.I.1.2. Code de calcul utilisé

Le diagnostic hydraulique a été mené par modélisation hydraulique, à l'aide du code de calcul INFOWORKS CS développé par la société britannique INNOVYZE. Il est composé d'une fonction de production pluie-débit basée sur une pluie de projet de type DESBORDES (pluie double triangle) transformée en débit par le modèle de l'hydrogramme unitaire. Les hydrogrammes produits à l'exutoire sont propagés dans le réseau selon les équations de Barré de Saint Venant. Ainsi, le modèle permet de calculer une ligne d'eau à chaque pas de temps et de simuler les mises en charge.

B.I.2. Le réseau modélisé

Le réseau modélisé correspond à :

- 11.6 km de réseau enterré, soit la quasi-totalité du linéaire de réseau enterré ayant fait l'objet des reconnaissances ;
- 26.1 km de réseau aérien, concentrés autour de la zone urbaine ;

ce qui représente un total de 190 nœuds et 189 tronçons.

B.I.3. Les sous bassins versants

- Planche n°3 : Découpage en bassins versants

La reconnaissance des bassins versants a permis de mettre en évidence deux types de bassins versants :

- Les bassins versants périphériques au centre urbain. Ces bassins versants sont traversés par un ensemble de canaux et filioles permettant à la fois l'irrigation et l'évacuation des eaux en temps de pluie. Lors d'événements pluvieux courants, cette évacuation assurée par ce réseau à double vocation est satisfaisante. Mais lors d'événements pluvieux plus importants, ce réseau de drainage est intégralement saturé empêchant les eaux de s'évacuer de façon satisfaisante. Ces dernières ruissellent alors en surface jusqu'à la zone urbanisée de Cabannes.

- Les bassins versants de la zone urbaine qui alimentent le réseau pluvial quel que soit l'événement pluvieux considéré. Ce réseau, qui reçoit à la fois les eaux de ruissellement des bassins versants périphériques amont et des bassins versants urbains, peut donc se trouver rapidement saturé.

L'étude diagnostic du réseau pluvial s'effectue sur la base d'événement pluvieux de période de retour faible à moyenne (2 à 30 ans). Pour des événements pluvieux de période de retour forte à exceptionnelle (100 ans et supérieur), le réseau d'évacuation des eaux pluviales est saturé et les ruissellements se font alors essentiellement en surface.

B.I.3.1. Fonction de production

- Planche n°4 : Occupation des sols
- Planche n°5 : Coefficients de ruissellement des bassins versants (T = 2 ans)

La fonction de production utilisée, qui permet de définir la lame d'eau ruisselée en fonction de la lame d'eau précipitée, nécessite la définition de coefficients de ruissellement pour chaque bassin versant. Le calcul de ces coefficients de ruissellement est effectué **en cinq étapes**.

B.I.3.1.1. Etape 1 : Définition de différents types d'occupation des sols

L'analyse de la photographie aérienne a abouti à l'identification de six types d'occupation des sols :

- Habitat très dense : centre-ville historique où les habitations sont extrêmement resserrées
- Habitat assez dense : majoritairement, zones résidentielles de type lotissement
- Habitat peu dense : zones où l'habitat est très relâché
- Espaces verts en zone urbaine
- Surfaces agricoles : zones où l'on retrouve une forte proportion de terrains agricoles ou naturels
- Surfaces imperméabilisées autres : zones situées en dehors de l'hyper-centre où l'imperméabilisation est très marquée

B.I.3.1.2. Etape 2 : Caractérisation du taux d'imperméabilisation

Les trois premiers types d'occupation des sols ont ensuite fait l'objet d'un échantillonnage représentatif à partir duquel une répartition en surfaces perméables et imperméables a été réalisée. A titre indicatif, ci-après sont représentés les échantillons des zones d'habitat assez dense et peu dense.



Echantillon de zone urbaine assez dense
 $\Rightarrow$ Taux d'imperméabilisation = 60 %



Echantillon de zone urbaine peu dense
 $\Rightarrow$ Taux d'imperméabilisation = 44 %

Illustration n°9 : Echantillonnage des zones habitées pour déterminer le taux d'imperméabilisation

Le taux d'imperméabilisation correspond au rapport entre les superficies imperméabilisées et la surface totale du périmètre étudié.

En zone d'habitat très dense, l'imperméabilisation s'élève à 93 %.

B.I.3.1.3. Etape 3 : Affectation d'un coefficient de ruissellement aux surfaces imperméables et perméables

Afin de prendre en compte le fait qu'une partie des eaux ruisselant sur les surfaces imperméables n'est pas raccordée directement au réseau de collecte des eaux pluviales, le coefficient de ruissellement **des surfaces imperméables** est pris légèrement inférieur à 1 : soit $CR_{imp} = 0.9$.

Pour ce qui est **des surfaces perméables**, nous avons opté pour une valeur tirée de la bibliographie et qui prend en compte la pente et la nature des sols.

Occupation des sols	Morphologie	Pente (%)	Terrain sableux à crayeux	Terrain limoneux à argileux	Terrain argileux compact
Bois	Plat	< 1	1%	2%	6%
	Moyen	1 à 5	3%	10%	15%
	Ondulé	> 5	5%	15%	20%
Pâturage	Plat	< 1	2%	5%	10%
	Moyen	1 à 5	8%	15%	20%
	Ondulé	> 5	10%	28%	30%
Culture	Plat	< 1	5%	10%	20%
	Moyen	1 à 5	12%	25%	35%
	Ondulé	> 5	15%	35%	45%

Illustration n°10 : Coefficients de ruissellement en fonction des caractéristiques du terrain naturel (R. Bourrier)

Considérant que la pente générale des terrains est très faible et que le sol est constitué majoritairement de limons, nous avons pris un coefficient de ruissellement pour les surfaces perméables $CR_{perm} = 0.15$.

B.I.3.1.4. Etape 4 : Calcul du coefficient de ruissellement des types d'occupation des sols

Le coefficient de ruissellement de chaque type d'occupation des sols CR_{OS} est ensuite calculé à partir des surfaces perméables, imperméables et de leur coefficient de ruissellement respectif à l'aide de la formule suivante :

$$CR_{OS} = \frac{CR_{imp} \times S_{imp} + CR_{perm} \times S_{perm}}{S_{imp} + S_{perm}}$$

Pour ce qui est des surfaces d'espaces verts et les zones agricoles, la détermination du coefficient de ruissellement est directement issue du précédent tableau : $CR_{Espaces\ verts} = 0.20$ et $CR_{Surfaces\ agricoles} = 0.10$.

Ces coefficients de ruissellement déterminés pour chaque type d'occupation des sols sont ensuite modulés en fonction de l'occurrence pluvieuse afin de prendre en compte un accroissement des apports au réseau pluvial lorsque la période de retour des pluies devient plus importante.

Le tableau ci-dessous précise les coefficients de ruissellement calculés pour chaque type d'occupation des sols et pour chaque occurrence de pluie.

Période de retour	CR Surfaces imperméabilisées	CR Habitat très dense	CR Habitat assez dense	CR Habitat peu dense	CR Espaces verts	CR Surfaces agricoles
2 ans	89%	85%	60%	44%	20%	10%
5 ans	92%	88%	63%	47%	22%	12%
10 ans	94%	90%	65%	49%	25%	15%
30 ans	97%	93%	68%	53%	30%	20%
100 ans	100%	96%	72%	57%	35%	25%

Tableau n°6 : Coefficients de ruissellement de chaque type d'occupation des sols

B.I.3.1.5. Etape 5 : Calcul du coefficient de ruissellement des bassins versants

Le coefficient de ruissellement CR_{BV} est obtenu en faisant la somme des contributions au ruissellement de chaque type d'occupation des sols composant le bassin versant. Si n est le nombre des différents types d'occupation des sols présents sur le bassin versant, le coefficient de ruissellement de ce dernier se calcule comme suit.

$$CR_{BV} = CR_{OS1} \times \frac{S_{OS1}}{S_{totale}} + \dots + CR_{OSn} \times \frac{S_{OSn}}{S_{totale}}$$

En raison de la forte proportion de surfaces non urbanisées, les coefficients de ruissellement calculés sont assez faibles pour une bonne partie des bassins versants. En revanche, compte-tenu du fait que le découpage a été réalisé de manière à obtenir des bassins versants relativement homogènes et suffisamment petits, on constate que certains bassins versants de l'hyper-centre urbain ont un coefficient de ruissellement proche de 1 pour une pluie d'occurrence centennale (période de retour $T = 100$ ans).

A titre indicatif, le coefficient de ruissellement global calculé sur l'ensemble de la commune est donné, en fonction de l'occurrence de pluie, dans le tableau suivant.

	2 ans	5 ans	10 ans	30 ans	100 ans
Global	18%	20%	23%	27%	32%
Centre urbain	53%	55%	58%	61%	65%
Périphérie	13%	15%	18%	23%	28%

Tableau n°7 : Coefficients de ruissellement globaux en fonction de la période de retour

B.I.3.2. Fonction de transfert

La fonction de transfert a pour but de transformer le volume ruisselé sur chaque bassin versant en un débit.

La méthode adoptée sur le secteur d'étude, celle de l'hydrogramme unitaire, nécessite de calculer le temps de concentration des bassins versants. Celui-ci est défini par l'application de la méthode de Richards qui dispose d'un domaine de validité correspondant à la typologie des bassins versant étudiés ici.

Pour pouvoir calculer les temps de concentration, plusieurs caractéristiques des bassins versants ont été utilisées :

- la superficie ;
- la pente
- la longueur du cheminement hydraulique ;
- le coefficient de ruissellement

L'ensemble des caractéristiques des bassins versants est spécifié en Annexe n°2.

B.I.4. Les pluies de projet

Afin de déterminer les débits d'apport des bassins versants, il est nécessaire d'établir des pluies de projet. Ces pluies de projet sont des hyétogrammes synthétiques qui permettent la représentation d'une pluie d'une occurrence donnée. Préalablement à la construction des pluies de projet, il est nécessaire de choisir :

- La méthodologie de construction de la pluie de projet ;
- la station pluviométrique de référence. Les données issues de l'analyse statistique de cette station seront ensuite utilisées pour l'élaboration des pluies de projet.

B.I.4.1. Méthodologie de construction de la pluie de projet

Les pluies de projet sont des pluies synthétiques construites à partir de statistiques établies sur les pluies réelles. Différentes pluies de projet peuvent être construites. On distingue :

- la pluie de Keifer : il s'agit d'un hyétogramme constitué d'éléments qui ont tous la même période de retour. L'utilisation de ce type de pluie conduit, en ce qui concerne le dimensionnement des réseaux, à une surestimation des volumes ruisselés pour une période de retour T.
- la pluie dite de Desbordes. Ces pluies ont une forme doublement triangulaire permettant la représentation d'un évènement pluvieux d'une durée de 4 heures possédant un épisode intense d'une durée variable. Ce type de construction résulte de l'analyse statistique des chroniques de pluies aux postes pluviométriques de Montpellier Bel-air (51 années) et Paris Montsouris (29 années).

Dans le cadre de l'étude de diagnostic des réseaux, les pluies de Desbordes sont les plus adaptées.

B.I.4.2. Choix des données pluviométriques

L'intensité de pluie nécessaire à la détermination des débits de pointe, est déterminée à partir des coefficients de Montana « a » et « b » du poste pluviographique le plus adapté au secteur étudié sur une durée égale au temps de concentration du bassin versant :

$$I = a \times t^{-b}$$

L'établissement des débits de pointe nécessite une connaissance fine de la pluviométrie locale. A cette fin, il est nécessaire de disposer de chroniques de pluies :

- qui soient les plus longues possible afin de déterminer de façon fiable, sur le plan statistique, les quantiles utilisés ;
- qui permettent de prendre en compte les particularités géographiques du site (d'altitude notamment) ;

Plusieurs types de données sont exploitables.

- Les postes pluviométriques fournissent des hauteurs de pluie précipitées au pas de temps journalier.
- Les postes pluviographiques fournissent des hauteurs précipitées à un pas de temps horaire ou infra-horaire ;
- Les données SHYREG sont issues d'une méthode de constitution de chronique de pluie à un pas de temps horaire sur des mailles de 1 km² couvrant l'ensemble de la France. Ces chroniques sur chaque maille sont obtenues sur la base des caractéristiques des stations réelles les plus proches. Elles sont ensuite analysées statistiquement pour extraire des hauteurs précipitées en fonction des différentes périodes de retour ;

Sur le secteur, sont disponibles :

- Les données issues des postes pluviométriques mais qui présentent peu d'intérêt étant donné la nécessité d'obtenir des quantiles de pluies à un pas de temps infra-journalier.
- Plusieurs postes pluviographiques ayant des chroniques de pluies mesurées importantes (> 20 ans) et synthétisées dans le tableau ci-dessous :

Station	Distance au site d'étude (km)	Altitude (m NGF)	Durée de la chronique (an.)
Salon de Provence	29	58	41
Carpentras	24	99	48
Orange	33	57	36

Tableau n°8 : Stations pluviométriques à proximité du site d'étude

Les stations de Salon de Provence et Carpentras sont les plus proches du site d'étude. Cependant, la station de Salon de Provence présente une altimétrie plus proche de celle de Cabannes (entre 44 et 62 m NGF). C'est donc les données issues de la station de Salon de Provence qui ont été retenues pour la suite de l'étude.

- Les quantiles de pluie obtenus à partir de **la méthode SHYREG** : l'IRSTEA (anciennement CEMAGREF) a développé un modèle permettant une approche spatialisée de la pluviométrie basée sur les chroniques de pluie horaire disponibles sur 217 stations du réseau météorologique en France. Il permet d'obtenir des hauteurs de précipitation horaires sur des durées comprises entre 1h et 72h pour différentes périodes de retour (de 2 à 1000 ans) à l'échelle de mailles de 1 km².

- Sur chacune de ces mailles, un générateur aléatoire de chroniques de pluie est mis en place sur la base de diverses variables géographiques (altitude, relief) et des données aux postes pluviométriques les plus proches. Le tableau suivant compare les valeurs des quantiles de pluie de la maille centrée sur la commune avec les quantiles mesurés à la station de Salon de Provence :

Cumuls de pluie (mm)			Période de retour						
			2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	30 ans	50 ans	100 ans
Durée	1h	Station de Salon de Provence	33.0	39.2	46.8	55.0	60.2	66.8	76.5
		Donnée SHYREG Cabannes	32.1	42.9	51.4	60.1	64	71.8	80.7
		Rapport SHYREG / Station	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	4 h	Station de Salon de Provence	49.4	58.6	72.3	89.2	100.5	116.1	141.5
		Donnée SHYREG Cabannes	47.4	60.9	71.4	82.3	87.2	97.1	109
		Rapport SHYREG / Station	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8

Tableau n°9 : Comparaison des cumuls de pluie à la station de Salon de Provence avec les données SHYREG au droit de la zone d'étude

Les rapports entre hauteurs SHYREG et hauteurs stations étant proches de 1, on en déduit qu'il y a une très bonne adéquation entre ces deux sources de données. A noter tout de même une supériorité de près de 20 % des cumuls observés à Salon par rapport aux hauteurs SHYREG calculées pour les périodes de retour 50 et 100 ans, sur une durée de 4 h.

Ainsi, pour déterminer les intensités de pluie sur la zone d'étude, les coefficients de Montana issus de la station de Salon de Provence ont été ajustés sur la base des hauteurs SHYREG.

Les coefficients de Montana retenus dans le cadre de la présente étude sont précisés dans le tableau suivant :

Coefficients de Montana	6" - 2h		2h - 6h	
	a(T)	b(T)	a(T)	b(T)
T = 2 ans	32.1	0.519	34.7	0.775
T = 5 ans	42.9	0.525	44.6	0.775
T = 10 ans	51.4	0.499	52.7	0.781
T = 30 ans	64.0	0.452	65.3	0.782
T = 50 ans	71.8	0.429	71.5	0.779
T = 100 ans	80.7	0.396	79.6	0.773

Tableau n°10 : Coefficients de Montana de la station de Salon de Provence ajustés suivant les hauteurs précipitées selon la méthode SHYREG.

B.II. RESULTATS DE SIMULATION

B.II.1. Capacité de plein bord du réseau

- Planche n°6 : Capacité de plein bord du réseau

Un calcul de capacité de chaque élément du réseau est engagé afin de fournir un premier élément d'analyse du réseau. Ce calcul est effectué à partir des caractéristiques géométriques du réseau par la formule de Manning-Strickler qui permet d'estimer une capacité en régime normal, c'est-à-dire sans prise en compte d'éventuels contrôles aval.

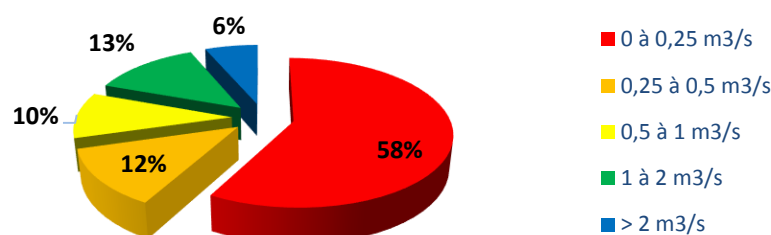


Illustration n°11 : Répartition du linéaire de réseau enterré selon la capacité de transfert

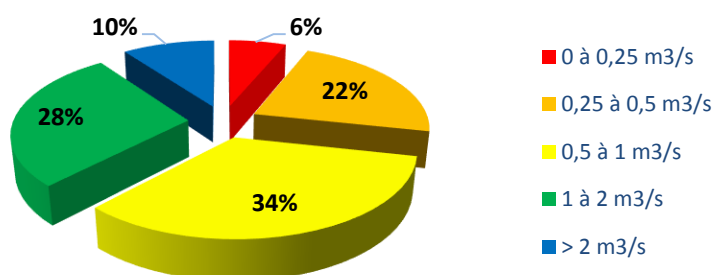


Illustration n°12 : Répartition du linéaire de réseau aérien selon la capacité de transfert

Ce premier diagnostic met en évidence la faible capacité des réseaux, notamment pour les réseaux enterrés où plus de la moitié du linéaire a une capacité inférieure à 250 l/s. Cette faible capacité s'explique par le faible diamètre des collecteurs d'une part et la quasi absence de pente d'autre part. Toutefois, ce constat ne peut avoir de sens sans une confrontation avec les apports d'eaux pluviales à faire transiter. En effet, les simulations vont pouvoir mettre en évidence que même certains collecteurs de grande capacité ne sont pas suffisants pour transiter les eaux reçues.

De plus, la cartographie (cf. planche n°6) fait clairement apparaître la forte capacité de l'ensemble des tronçons composant le collecteur Ø1200 qui traverse le Nord du centre-ville ainsi que celle du collecteur unitaire principal.

Il est à noter que cette cartographie met aussi en évidence certaines anomalies en termes de capacité. En effet, le code couleur adopté permet de repérer facilement **des collecteurs aval qui ont une capacité inférieure aux collecteurs amont** ce qui peut engendrer des problèmes de mise en charge.

B.II.2. Insuffisances et risques de débordement

- Planche n°7 : Insuffisances du réseau
- Planche n°8 : Volumes débordés pour une pluie d'occurrence 2 ans
- Planche n°9 : Volumes débordés pour une pluie d'occurrence 10 ans

L'objectif des simulations est de comprendre si le réseau pluvial de la commune est en mesure de gérer les ruissellements produits par les bassins versants pour différentes pluies de projet.

B.II.2.1. Principes de caractérisation de l'insuffisance du réseau

Sur la planche n°7, pour chaque collecteur, on distingue :

- L'occurrence de la pluie pour laquelle les collecteurs sont limitants : on considère qu'un collecteur est limitant à partir du moment où le débit arrivant dans celui-ci est supérieur à sa capacité de transfert.
- L'occurrence de la pluie pour laquelle les regards débordent. Les débordements sont dus à une trop forte mise en charge qui peut être provoquée :
 - soit par le tronçon lui-même qui, du fait de sa faible capacité (diamètre ou pente limitée), induit une perte de charge trop importante ;
 - soit par un ou plusieurs tronçons en aval qui mettent en charge le réseau et créent une influence aval préjudiciable.

Les planches n°8 et 9 cartographient l'importance des volumes débordés pour les pluies biennale et décennale ainsi que la mise en charge des collecteurs pour ces mêmes pluies.

Les principes de fonctionnement en charge et de débordement sont illustrés ci-dessous.

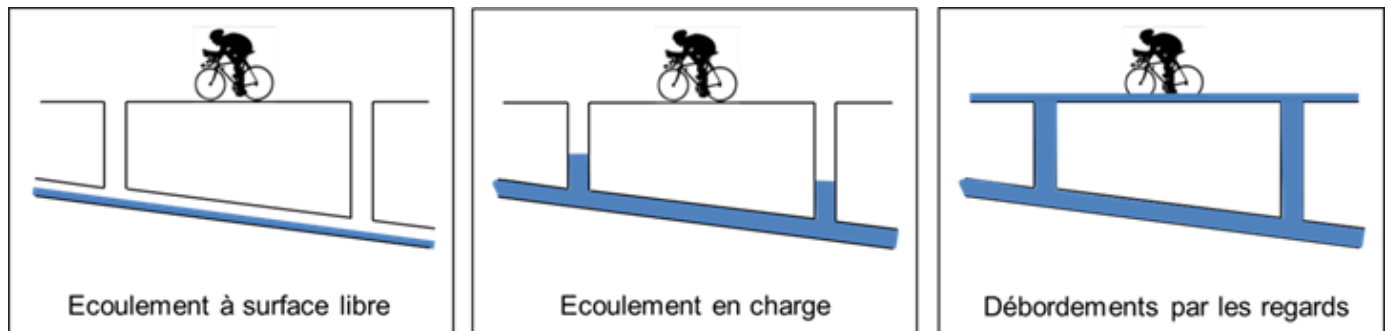


Illustration n°13 : Les différents types d'écoulement

Il est à noter que la mise en charge des collecteurs n'entraîne pas nécessairement des débordements. En effet, la profondeur de certains collecteurs leur permet de fonctionner en charge et sans débordement quelle que soit l'occurrence de pluie considérée.

B.II.2.2. Caractérisation du degré de saturation du réseau

B.II.2.2.1. Analyse globale

Le niveau de saturation du réseau peut être caractérisé en calculant la proportion du linéaire de réseau se trouvant en charge pour les différentes occurrences de pluie étudiées. C'est ce que présente le graphe ci-dessous.

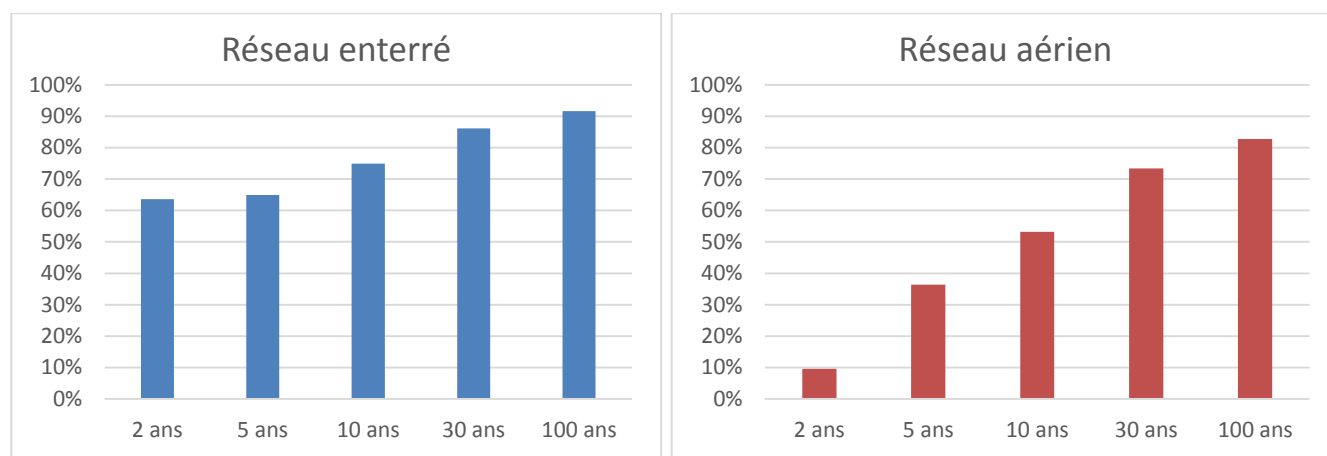


Illustration n°14 : Pourcentage de réseau enterré et aérien en charge selon l'occurrence pluvieuse

Ces résultats mettent en évidence la saturation d'une grande partie du réseau, dès une pluie de période de retour 2 ans. Ils sont en cohérence avec les observations réalisées (cf. la cartographie des dysfonctionnements observés, planche n°3).

Usuellement, on considère **qu'un réseau fonctionne correctement s'il n'est pas saturé jusqu'à une pluie d'occurrence décennale**.

B.II.2.2.2. Identification des principaux dysfonctionnements

La planche n°7 utilise un code couleur permettant de visualiser quels sont **les nœuds** qui débordent pour les différentes occurrences pluvieuses simulées. Ce même code couleur est utilisé pour **les tronçons** pour visualiser ceux qui, à partir d'une certaine occurrence pluvieuse, se retrouvent limitants.

La cartographie des insuffisances (cf. planche n°7) permet de corroborer les potentiels problèmes identifiés à partir de l'analyse de la capacité des tronçons (cf. planche n°6).

Un exemple particulièrement parlant est celui du collecteur Ø800 qui traverse le sud de la ville. En effet, on constate sur la planche n°7 la présence de débordements dès la pluie d'occurrence biennale sur le tronçon entouré en rouge ci-dessous ainsi que sur une bonne partie des tronçons situés en amont. Or, la planche n°6 indique que ce tronçon possède une capacité de transfert bien inférieure à celle des tronçons amont. On peut donc en déduire que ce tronçon est responsable des débordements de cette branche.

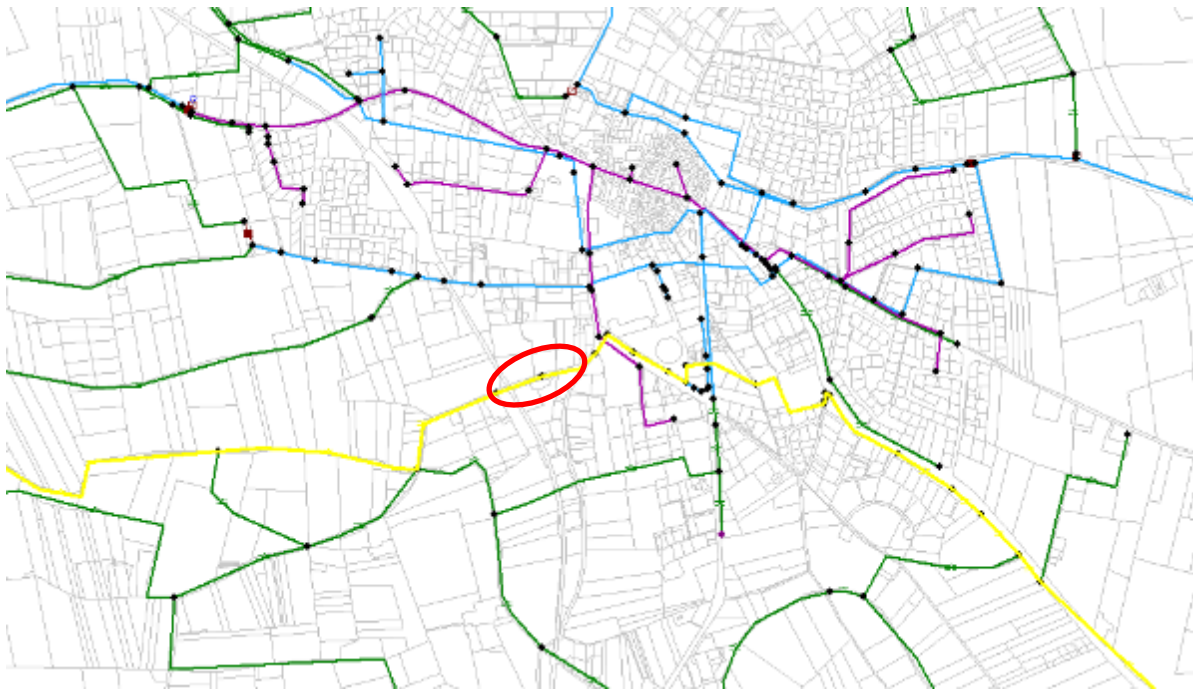


Illustration n°15 : Localisation d'une insuffisance sur le Ø800 (Infoworks)

La vue du profil en long de cette branche permet de confirmer que le tronçon entouré en rouge est bien la cause des débordements. En effet, sa capacité étant trop faible par rapport au débit à transiter, les pertes de charge qu'il génère provoquent une élévation de la ligne d'eau qui se répercute de proche en proche sur **l'ensemble des tronçons amont**.

Dans le cas d'une pluie d'occurrence biennale, l'augmentation de la hauteur d'eau provoquée par le tronçon limitant est telle qu'un débordement apparaît sur une grande partie de cette branche du réseau. Sur le profil en long du collecteur présenté ci-après, on distingue clairement l'élévation de la ligne d'eau (trait bleu) au droit du tronçon limitant.

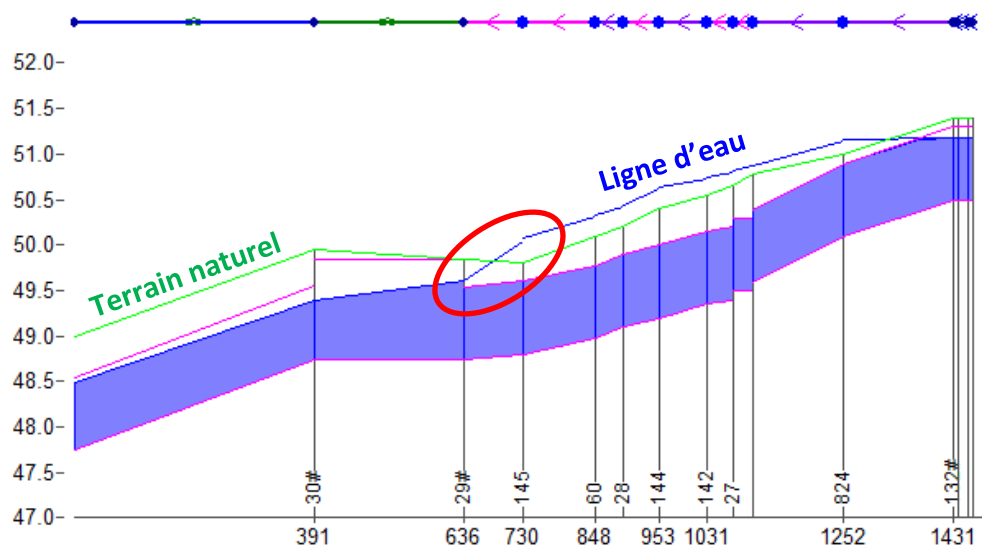


Illustration n°16 : Augmentation de la ligne d'eau biennale causée par un tronçon limitant du Ø800 (Infoworks)

Dans cette vue, extraite du logiciel de modélisation Infoworks, les collecteurs apparaissent en traits roses et le terrain naturel en trait vert.

Le même constat peut également être fait sur la branche en Ø600 qui traverse le centre de la commune.

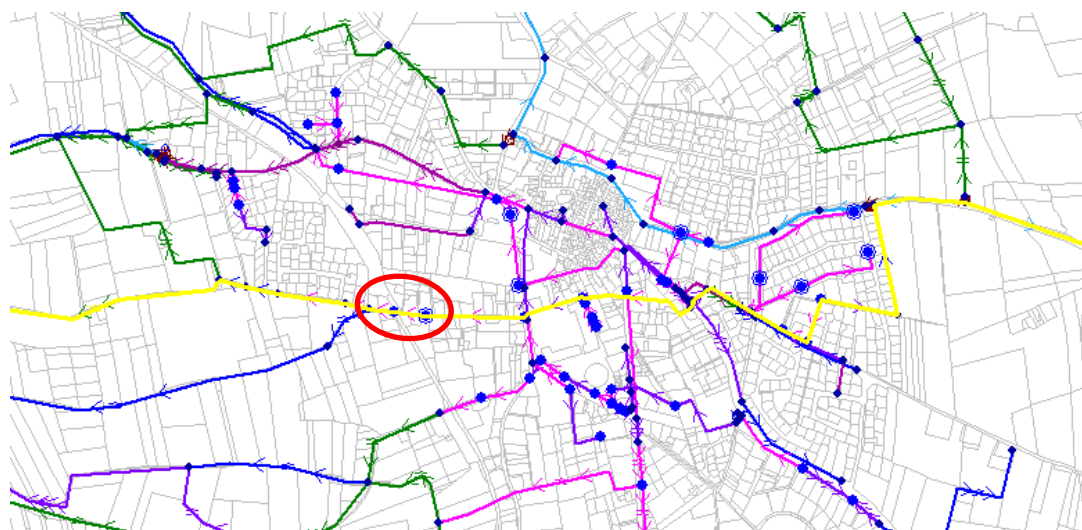


Illustration n°17 : Localisation d'une insuffisance sur le Ø600 (Infoworks)

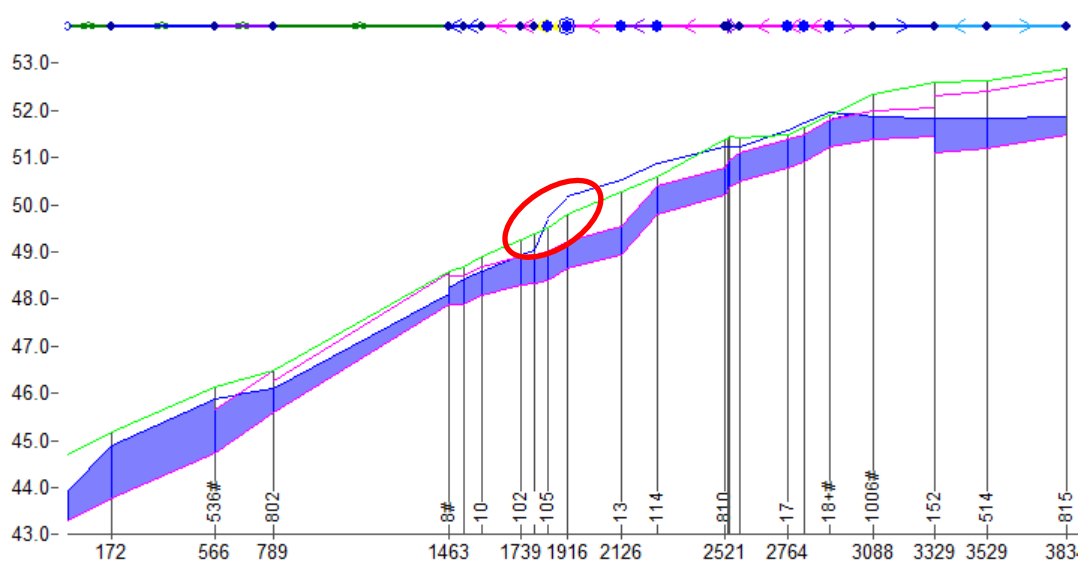


Illustration n°18 : Augmentation de la ligne d'eau biennale causée par un tronçon limitant du Ø600 (Infoworks)

Ces problématiques de mise en charge ne se retrouvent pas sur toutes les branches structurantes du réseau. En effet, comme l'indique l'illustration suivante, le collecteur unitaire principal ne fait l'objet d'aucun débordement pour la pluie d'occurrence 2 ans, même si une faible partie de son linéaire est en charge : cf. les tronçons entourés en rouge ci-dessous.

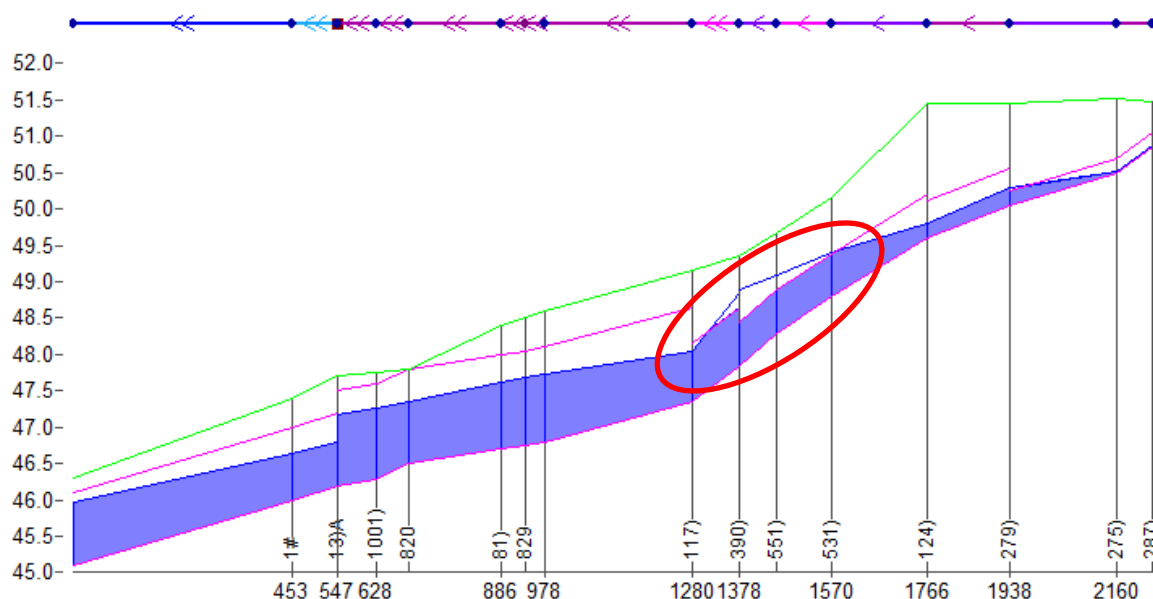


Illustration n°19 : Ligne d'eau biennale du collecteur unitaire principal (Infoworks)

B.II.2.2.3. Volumes de débordement

La cartographie des volumes débordés pour la pluie $T = 2$ ans et la pluie $T = 10$ ans (cf. planches n°8 et n°9) visualise les débordements calculés au droit des nœuds modélisés. En deçà d'un volume de débordement de 100 m^3 , compte-tenu des incertitudes de calcul liées à la modélisation, on ne peut affirmer qu'il y a réellement un débordement. En revanche, pour l'ensemble des nœuds apparaissant **en jaune**, on peut considérer qu'il y a un risque important de débordement.

Cette cartographie fait également apparaître, **en rouge**, les collecteurs qui sont en charge. Ainsi, on constate que **la quasi-totalité des collecteurs de la zone urbaine est en charge pour la pluie biennale**. Cela concorde avec le constat empirique qui est fait par les habitants de la commune et selon lequel le réseau serait saturé à partir d'un événement pluvieux de 50 mm de précipitation. Les données météorologiques acquises par CEREG dans le cadre de cette mission indiquent qu'un tel cumul correspond à une pluie de période de retour 2 ans.

Cette saturation du réseau doit cependant être relativisée au vu des volumes débordés ou ne pouvant être évacués par le réseau lors des événements pluvieux.

Pour la pluie d'occurrence 2 ans, ils sont relativement faibles : en effet, près de 80 % des nœuds débordants correspondent à un volume inférieur à 100 m^3 ce qui, compte-tenu de la précision de calcul, n'indique pas de manière certaine un réel débordement mais plutôt un risque de débordement de ces nœuds.

Pour la pluie d'occurrence 10 ans, près de 80 % des nœuds débordants correspondent à des volumes débordés inférieurs à 200 m^3 . De plus, les débordements supérieurs à 500 m^3 se produisent en dehors de la zone urbaine dense.

B.II.2.3. Conclusion

Le diagnostic du réseau met donc en évidence sa mise en charge pour des pluies d'occurrence très faible. Cependant, compte tenu des faibles volumes débordés, on peut considérer que le risque d'inondation associé est également assez faible.

Compte tenu de la faible occurrence de la pluie occasionnant les premiers débordements, les règles de gestion des eaux pluviales définies par le zonage pluvial vont contribuer à limiter les dysfonctionnements mais ne les solutionneront pas. Seuls des aménagements structurels du réseau (bassins enterrés, renforcements de collecteurs), ciblés au droit des points noirs diagnostiqués, pourront résorber les désordres de manière efficace. La réalisation d'une étude pour l'élaboration d'un véritable schéma directeur de gestion des eaux pluviales permettrait de tester plusieurs scénarios d'aménagements et de disposer de propositions de travaux hiérarchisées en prenant en compte l'ensemble des contraintes de réalisation et d'exploitation.

C. PHASE 3 : ZONAGE PLUVIAL

C.I. DISPOSITIONS GENERALES

Le zonage d'assainissement pluvial est un outil réglementaire qui s'inscrit dans une démarche prospective permettant d'assurer **la maîtrise des ruissellements et la prévention de la dégradation des milieux aquatiques par temps de pluie**. Cette maîtrise est basée sur la mise en place de prescriptions cohérentes à l'échelle du territoire de la commune.

C.I.1. Objet du règlement

Conformément à l'article L.2224-10 du Code Général des Collectivités Territoriales (CGCT, ex-article 35 de la Loi sur l'Eau du 3 janvier 1992), le zonage d'assainissement pluvial doit permettre de délimiter, après enquête publique :

- *"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,"*
- *"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."*

Plusieurs objectifs sont alors poursuivis :

- La compensation des ruissellements et de leurs effets, par mise en place de bassins de rétention ou par des techniques alternatives qui contribuent également au piégeage des pollutions à la source ;
- La définition de mesures visant à freiner la concentration des écoulements vers les secteurs aval, la préservation des zones naturelles d'expansion ou d'infiltration des eaux ;
- La protection des milieux naturels pouvant être pollués par les rejets d'eau pluviale.

Pour atteindre ces objectifs, le zonage doit permettre de définir à l'échelle communale :

- Les règles de gestion des zones agricoles ou naturelles ;
- Les règles de gestion des zones à urbaniser ;
- Les règles de protection et d'entretien du réseau hydrographique ;

Parallèlement aux exigences réglementaires imposées aux collectivités territoriales par le CGCT, le Code Civil et le Code de l'Environnement imposent des obligations que doivent respecter les propriétaires.

Le Code Civil énonce des principes de gestion des eaux pluviales à respecter par le propriétaire d'une parcelle vis-à-vis du propriétaire d'une parcelle voisine :

A l'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. »

A l'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. »

A l'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. »*

Le code de l'Environnement stipule :

A l'article L.215-14 : « le propriétaire riverain est tenu à un entretien régulier du cours d'eau. L'entretien régulier a pour objet de maintenir le cours d'eau dans son profil d'équilibre, de permettre l'écoulement naturel des eaux et de contribuer à son bon état écologique ou, le cas échéant, à son bon potentiel écologique, notamment par enlèvement des embâcles, débris et atterrissements, flottants ou non, par élagage ou recépage de la végétation des rives. ».

L'ensemble de ces exigences règlementaires imposées aux collectivités et aux particuliers vont dans le même sens : celui de la maîtrise des eaux pluviales. Pour y parvenir, la commune peut, par le biais de son zonage pluvial et des prescriptions qu'il contient, encourager et aider ses administrés à maîtriser l'impact des eaux pluviales. Toutefois, ceux-ci n'ont pas pour obligation de recourir à ce service public et peuvent gérer les eaux pluviales de leur parcelle sans se rejeter dans le réseau communal, dans le respect des obligations du Code Civil et du Code de l'Environnement.

Ainsi, il n'existe pas d'obligation générale de collecte ou de traitement des eaux pluviales par les communes. La commune peut donc, selon les cas, autoriser le déversement de tout ou partie des eaux pluviales dans le réseau public. Aussi, les collectivités peuvent être conduites à collecter et traiter ces eaux avant de les rejeter en aval de leur territoire.

La commune n'est pas tenue d'accepter les rejets qui, par leur quantité, leur qualité, leur nature ou leurs modalités de raccordement, ne répondraient pas aux prescriptions de son zonage pluvial.

C.I.2. Généralités sur l'admission des eaux pluviales

C.I.2.1. Eaux admises par principe

Le réseau pluvial, qu'il soit enterré ou aérien, a vocation à véhiculer les eaux provenant des précipitations atmosphériques (pluie, neige, grêle) mais également, du fait des pratiques usuelles, les eaux d'arrosage. L'ensemble de ces eaux rejoignent le réseau par ruissellement sur les voies publiques, privées, les jardins, les cours d'immeuble, etc...

Dans les secteurs unitaires, la réunion des eaux usées et des eaux pluviales est réalisée en dehors de la construction à desservir et de préférence dans le regard dit "regard de façade" pour permettre tout contrôle par les services communaux. Pour connaître la localisation de ces secteurs, **se reporter à la planche cartographique n°3** qui définit, sur chaque bassin versant, la destination des eaux pluviales collectées : réseau pluvial strict, réseau unitaire ou puits perdus.

C.I.2.2. Eaux admises à titre dérogatoire

Les eaux de vidange des piscines privées, des fontaines et des bassins d'ornement, à usage exclusivement domestique sont admises dans le réseau, sous réserve du respect de l'ensemble des prescriptions techniques du présent règlement, notamment en termes de débit et de qualité. Ces eaux doivent être conformes aux caractéristiques physico-chimiques définies à l'exutoire des collecteurs pluviaux par le SDAGE-RMC.

Des conventions spécifiques conclues avec la commune pourront organiser au cas par cas, le déversement :

- des eaux de rabattement de nappe lors des phases provisoires de construction, si :
 - les effluents rejetés n'apportent aucune pollution bactériologique, physico-chimique et organoleptique dans les ouvrages et/ou dans le milieu récepteur,
 - les effluents rejetés ne créent pas de dégradation aux ouvrages d'assainissement, ni de gêne dans leur fonctionnement ;

- des eaux issues des chantiers de construction ayant subi un prétraitement adapté, après autorisation et sous le contrôle du service gestionnaire ;
- des eaux issues d'un procédé industriel ayant subi un prétraitement adapté, après autorisation et sous le contrôle du service gestionnaire.

C.I.2.3. Eaux non admises dans le réseau

Tous les autres types d'eau sont exclus :

- les eaux usées,
- les eaux de vidange des piscines publiques,
- les eaux de vidange des piscines privées et bassins d'ornement non traitées,
- les eaux issues des chantiers de construction non traitées,
- les eaux industrielles non traitées,
- les eaux de rabattement de nappe.

De même, toutes matières solides, liquides ou gazeuses susceptibles d'être la cause directe ou indirecte d'un danger pour le personnel d'exploitation des ouvrages d'évacuation et de traitement, d'une dégradation de ces ouvrages, d'une gêne dans leur fonctionnement ou d'une nuisance pour la qualité des milieux naturels exutoires (rejets de produits toxiques, d'hydrocarbures, de boues, gravats, goudrons, graisses, déchets végétaux, ...) sont exclues. Elles devront être évacuées par des réseaux et moyens adaptés.

C.I.3. La croissance urbaine et son impact hydrologique

La croissance urbaine est susceptible d'aggraver les effets négatifs du ruissellement pluvial sur le régime et la qualité des eaux et sur la sécurité des populations. Elle s'organise principalement sous deux formes :

1. **l'ouverture à l'urbanisation** qui permet de rendre constructible un espace qui ne l'était pas auparavant,
2. **la densification urbaine** qui consiste à bâtir au sein du tissu urbain existant.

La croissance urbaine est responsable de l'augmentation des surfaces imperméabilisées contribuant à :

- réduire l'infiltration des eaux pluviales, et donc augmenter les quantités d'eaux ruisselées,
- augmenter les vitesses de ruissellement et les débits de pointe pouvant conduire à des problèmes de débordement des cours d'eau, fossés, réseaux, etc.,
- augmenter les rejets de polluants vers le milieu naturel par lessivage des surfaces imperméabilisées en temps de pluie.

Au final, ces modifications induisent un accroissement de la fréquence des dysfonctionnements du réseau pluvial. **La pérennité des solutions** apportées par des travaux effectués sur le réseau d'assainissement des eaux pluviales à un moment donné est donc **dépendante de la bonne prise en compte de l'impact des urbanisations futures sur les écoulements pluviaux**.

Dans le cas de la commune de Cabannes, l'accroissement de l'urbanisation projeté à moyen terme n'est pas négligeable. En effet, l'augmentation de la population est, dans l'hypothèse la plus forte, de près de 600 habitants supplémentaires à l'horizon 2025, soit environ +1 % par an. Si on considère un ratio de 1 logement pour 2.3 habitants, il s'agit de construire 26 logements supplémentaires par an. Cet accroissement, assez important à l'échelle de la commune de Cabannes, doit donc être contrôlé afin de ne pas aggraver la situation actuelle, surtout s'il se développe en amont de la zone urbaine.

C.II. DISPOSITIONS APPLICABLES POUR LA GESTION DES VALLATS, COURS D'EAU, FOSSES ET RESEAUX PLUVIAUX

C.II.1. Règles générales d'aménagement

Les facteurs hydrauliques visant à freiner la concentration des écoulements vers les secteurs situés en aval, et à préserver les zones naturelles d'expansion ou d'infiltration des eaux, font l'objet de règles générales à respecter :

- conservation des cheminements naturels,
- ralentissement des vitesses d'écoulement,
- maintien des écoulements à l'air libre plutôt qu'en souterrain,
- réduction des pentes et allongement des tracés dans la mesure du possible,
- augmentation de la rugosité des parois,
- profils en travers plus larges.

Ces mesures sont conformes à la loi n°2003-699 du 30 juillet 2003, qui s'attache à rétablir le caractère naturel des cours d'eau, et valide les servitudes de passage pour l'entretien.

Dans le cas de projets situés dans les zones d'écoulement à ciel ouvert, une attention toute particulière sera portée au respect des consignes présentées dans les paragraphes suivants.

C.II.2. Entretien des cours d'eau, vallats et fossés

L'entretien est réglementairement à la charge des propriétaires riverains, conformément à l'article L.215-14 du Code de l'environnement : *"le propriétaire riverain est tenu à un curage régulier pour rétablir le cours d'eau dans sa largeur et sa profondeur naturelles, à l'entretien de la rive par élagage et recépage de la végétation arborée et à l'enlèvement des embâcles et débris, flottants ou non, afin de maintenir l'écoulement naturel des eaux, d'assurer la bonne tenue des berges et de préserver la faune et la flore dans le respect du bon fonctionnement des écosystèmes"*.

Les déchets issus de cet entretien ne seront en aucun cas déversés dans les fossés, vallats et cours d'eau. Leur évacuation devra se conformer à la législation en vigueur.

C.II.3. Maintien des fossés à ciel ouvert

Sauf cas spécifiques liés à des obligations d'aménagement (création d'ouvrages d'accès aux propriétés, programme d'urbanisation communal, etc.), la couverture et le busage des fossés sont interdits, ainsi que leur bétonnage. Cette mesure est destinée d'une part à ne pas dégrader les caractéristiques hydrauliques et d'autre part à faciliter leur surveillance et leur nettoyage.

Les remblaiements ou élévations de murs dans le lit des fossés sont proscrits.

L'élévation de murs bahuts, de digues en bordure de fossés, ou de tout autre aménagement, ne sera pas autorisée, sauf avis dérogatoire du service gestionnaire dans le cas où ces aménagements seraient destinés à protéger des biens sans créer d'aggravation par ailleurs. Une analyse hydraulique pourra être demandée suivant les cas.

C.II.4. Restauration et conservation des axes naturels d'écoulement des eaux

Les nouveaux aménagements sont pensés de manière à prévoir le trajet des eaux de ruissellement et préserver la sécurité des biens et des personnes en cas d'événements pluvieux exceptionnels (événement historique connu ou d'occurrence centennale s'il est supérieur) : orientation et cote des voies, transparence hydraulique des clôtures, vides sanitaires...

Chacun des fossés et cours d'eau permanents ou temporaires de la commune est affecté d'une zone non aedificandi dans laquelle l'édification de construction, murs de clôture compris, ainsi que tout obstacle susceptible de s'opposer au libre écoulement des eaux est interdit, sauf avis dérogatoire du service gestionnaire dans le cas où ces aménagements seraient destinés à protéger des biens sans créer d'aggravation par ailleurs. Une analyse hydraulique pourra être demandée suivant le cas.

Ces zones non aedificandi sont les bandes de terrain dont les caractéristiques sont fixées de la manière suivante :

- pour les cours d'eau : une largeur de 5 mètres de part et d'autre des berges,
- pour les fossés : une largeur de 3 mètres de part et d'autre de l'axe.

Un cours d'eau, à la différence d'un fossé est alimenté en eau de manière indépendante des précipitations locales ou des manœuvres liées à l'irrigation.

Ces dispositions ne se substituent pas :

- aux règles d'urbanisme liées au risque inondation des cours d'eau (PPRi, Zonage réglementaire) ;
- aux diverses règles en vigueur concernant l'aménagement des abords de cours d'eau.

De plus, la restauration d'axes naturels d'écoulement, ayant partiellement ou totalement disparus, pourra être demandée par la commune, lorsque cette mesure sera justifiée par une amélioration de la situation locale. Par exemple, en cas d'intervention sur un fossé ou un cours d'eau, il sera privilégié la mise en place de risberme.

C.II.5. Respect des sections d'écoulement des collecteurs

Les réseaux des différents concessionnaires et ouvrages divers ne devront pas être implantés à l'intérieur des collecteurs, fossés et caniveaux pluviaux. Les sections d'écoulement devront être conservées, et dégagées de tout facteur potentiel d'obstruction, ne serait-ce que partielle.

A fortiori, il est interdit de combler un fossé existant.

C.II.6. Gestion des écoulements pluviaux sur les voiries

La voirie publique participe à l'écoulement libre des eaux pluviales avant qu'elles ne soient collectées par des grilles et/ou avaloirs vers le réseau. Afin d'éviter les inondations de nouvelles habitations jouxtant les voiries, les seuils d'entrée de ces habitations devront être, au minimum, 20 cm au-dessus du point le plus haut du profil en travers de la voirie au droit de l'habitation.

C.II.7. Limitation des ruissellements

Des mesures simples peuvent permettre de réduire la production d'eau pluviale et donc de limiter les écoulements vers l'aval.

Il peut s'agir de préconiser :

- la conservation des haies existantes (par classement éventuel en espace boisé) et, le cas échéant, la mise en place de nouvelles haies, dans le sens perpendiculaire à la pente ;
- la conservation des zones humides (mares, bords de ruisseaux...) ;
- l'aménagement de noues (fossés à pente faible enherbées), plutôt que des fossés à forte pente sans végétalisation ;
- l'enherbement des surfaces non cultivées plutôt que le maintien des sols à nu, ce qui permet aussi de limiter les phénomènes d'érosion des sols (vignes ou cultures arborées, ...) ;
- l'aménagement de talus, ou la réalisation de labours, perpendiculaires au sens de la pente, pour réduire la vitesse d'écoulement et l'érosion des sols ;
- l'aménagement de zones tampons (fossés, haies, retenues) en aval des zones de cultures en forte pente peu favorables à la rétention (type vigne) ;
- une agriculture douce permettant de limiter le compactage et/ou l'émiettement des sols (formation d'une croûte de battance qui amplifie les ruissellements).

C.II.8. Gestion du risque inondation et maintien des zones d'expansion des eaux

La commune de Cabannes est soumise au risque inondation, par débordement de la Durance : cf. paragraphe A.I.4 de ce rapport.

Le PPRi de la Basse Vallée de la Durance est le document de référence à consulter afin de se prémunir de ces risques et notamment de réduire la vulnérabilité des biens et des personnes.

C.III. DISPOSITIONS APPLICABLES POUR LA COMPENSATION DES SURFACES IMPERMEABILISEES

On appelle **solution ou mesure compensatoire** toute technique permettant de compenser les effets que l'augmentation du ruissellement ferait subir à l'environnement existant. En ce sens, la mise en œuvre de telles mesures participe à la maîtrise de l'urbanisation et de ses conséquences.

Les mesures compensatoires reposent sur un principe simple : agir à la source, en mettant en œuvre un stockage des eaux pluviales puis leur restitution à débit limité vers le système de collecte des eaux pluviales (réseau enterré ou aérien). Leur efficacité nécessite un dimensionnement adapté mais également un suivi régulier de leur bon fonctionnement.

C.III.1. Les outils réglementaires

Tout projet doit respecter à la fois le présent règlement, quelle que soit la zone sur laquelle il se situe, les dispositions du SDAGE-RMC et les préconisations (ou doctrine) de la Mission Inter-Service de l'Eau et de la Nature des Bouches-du-Rhône (MISEN 13) dans le cas où le projet est soumis à la Loi sur l'Eau conformément aux articles L.214-1 à L.214-3 et à la nomenclature annexée à l'article R.214-1 du Code de l'Environnement.

Les préconisations de la MISEN 13 en date du 21 décembre 2015 sont décrites dans le document intitulé « Principes de gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement dans les Bouches du Rhône ». Lors de l'élaboration du projet, il convient de vérifier les dernières préconisations en vigueur.

Celles-ci sont rappelées ci-dessous.

En fonction de la localisation du rejet et de la superficie du projet, deux cas de figure se présentent :

- Si la **surface du projet, augmentée de celle du bassin versant dont les écoulements sont interceptés par le projet est supérieure à 1ha**, deux situations doivent être considérées :
 - 1) **Les eaux de l'opération trouvent leur exutoire dans un collecteur enterré, propriété de la commune** : le projet n'est pas soumis à la Loi sur l'eau et seules s'appliquent les mesures prévues au PLU, c'est-à-dire celles du présent zonage pluvial ;
 - 2) **Les eaux de l'opération ne trouvent pas leur exutoire dans un collecteur enterré propriété de la commune** : alors l'aménageur est soumis à la « Loi sur l'eau ». L'application de la Loi sur l'Eau impose à l'aménageur de suivre les recommandations de la DDTM des Bouches-du-Rhône.
- Si la **surface du projet, augmentée de celle du bassin dont les écoulements sont interceptés est inférieure à 1 ha (opération d'ensemble de petite taille ou permis individuel)**, elle n'est pas soumise à la Loi sur l'Eau et seules s'appliquent les préconisations du PLU.

Le tableau ci-dessous récapitule les différentes situations rencontrées.

Mesures applicables		Exutoire	
		Réseau enterré communal	Autre
Surface	S < 1 ha	PLU	
Projet + BV	S > 1 ha	PLU	Loi / l'Eau

Tableau n°11: Mesures règlementaires applicables en fonction de la nature du projet

C.III.2. Rappel de la doctrine de la MISEN 13

Le dimensionnement des systèmes de rétention des eaux pluviales que préconise la MISEN 13 est basé sur plusieurs critères :

- L'orifice de fuite des bassins :
 - permet de ramener les débits issus de l'opération au débit biennal avant aménagement et au maximum à 20 l/s/ha aménagé ;
 - est limité au minimum à 100 mm afin d'éviter les phénomènes d'obstruction.
- Des bassins d'infiltration peuvent être implantés sous réserve de réalisation d'un test d'infiltration permettant le dimensionnement de la mesure.
- Le volume des bassins est dimensionné de façon à permettre le stockage d'un événement pluvieux d'occurrence :
 - 10 ans en milieu rural ;
 - 20 ans en milieu périurbain ou résidentiel ;
 - 30 ans en centre urbain.
- La vidange des bassins ne doit pas excéder 48h ;

Dans les cas de figure où les projets échappent à la Loi sur l'Eau (surface de l'opération < 1 ha ou bien rejet dans le réseau communal enterré), la commune, par l'intermédiaire de son zonage pluvial, doit donc imposer des mesures compensatoires opposables aux tiers pour ce type d'opération.

C.III.3. Les moyens d'action à disposition de la commune

Les deux principaux types d'action permettant de réduire les effets de l'augmentation des surfaces imperméabilisées sur le régime des eaux peuvent porter sur :

- **une limitation de l'imperméabilisation** au niveau du projet ;
- **des mesures compensatoires** à apporter pour compenser les effets de l'urbanisation. Ces dernières peuvent être plus ou moins contraignantes que celles imposées par la DDTM dans le cadre de la Loi sur l'Eau.

Le diagnostic fonctionnel a montré qu'une grande partie du réseau du centre urbain est saturé pour une pluie d'occurrence biennale. Les capacités résiduelles du réseau étant de ce fait très limitées, il convient de privilégier les mesures de limitation de l'imperméabilisation aux mesures de compensation.

C.III.3.1. Limitation de l'imperméabilisation

La limitation de l'imperméabilisation (choix de matériaux perméables pour les parkings, par exemple) est un bon moyen de lutter contre l'apparition de risques supplémentaires de débordement. A titre d'illustration, dans le cas d'un réseau en limite de débordement (niveau de l'eau dans une branche pluviale proche du niveau du terrain naturel), une légère augmentation de la quantité d'eau pluviale raccordée peut suffire à le faire déborder. Limiter l'imperméabilisation permet donc d'éviter de dépasser le seuil à partir duquel il y a débordement.

Cependant, pour arriver aux effets escomptés le plus rapidement possible, la limitation de l'imperméabilisation doit être appliquée sur l'ensemble des projets d'extension ou de réhabilitation de toutes les surfaces contributives au ruissellement. Les règles liées à la limitation de l'imperméabilisation, applicables sur l'ensemble de la commune, sont définies au paragraphe C.III.4.3 et C.IV.4.

De plus, dans le contexte de Cabannes où la nappe phréatique est proche du terrain naturel, l'infiltration peut être problématique. C'est pourquoi, nous consacrons les paragraphes suivants à la description de la démarche de dimensionnement des mesures compensatoires à mettre en œuvre.

C.III.3.2. Mesures compensatoires

Les mesures compensatoires peuvent être soit individuelles soit collectives. Dans le cas de l'application de mesures individuelles, le risque est de voir se développer un nombre important de ces mesures qui, si **elles ne sont pas étudiées correctement, réalisées suivant les règles de l'art et entretenues régulièrement, peuvent s'avérer totalement inefficaces.**

La mise en place de mesures collectives est donc à préférer aux mesures individuelles. D'un point de vue technique, ces mesures collectives ne peuvent être prévues que dans le cadre d'une réflexion globale.

Cependant, la réalisation de mesures collectives est parfois difficile, notamment dans le cas d'une densification de l'urbanisation existante faite d'un grand nombre de projets de petite taille. La réalisation de mesures compensatoires à l'échelle de la parcelle doit alors être préconisée.

Le zonage pluvial doit préciser les éléments suivants :

- **le seuil à partir duquel des mesures compensatoires sont à mettre en place ;**
- **la dimension ou la méthode de dimensionnement de ces mesures compensatoires.**

C.III.3.3. Distinction de deux cas de développement de l'urbanisation

Deux cas de figure peuvent être distingués suivant qu'il s'agit :

- **d'une densification du tissu urbain existant** : cas d'extension des bâtis existants, de divisions parcellaires ou du remplissage de dents creuses de petite taille.
- **d'une extension de l'urbanisation** : cas de l'ouverture à l'urbanisation de nouveaux secteurs dans le PLU ou du remplissage de dents creuses de tailles moyennes à grande.

Dans le premier cas, il s'agit de considérer un grand nombre d'opérations de taille unitaire réduite et réparties plus ou moins uniformément au sein du tissu urbain. La compensation de ces surfaces doit être envisagée au coup par coup. Au contraire, dans le cas où il s'agit d'une ouverture à l'urbanisation sur laquelle une opération d'ensemble peut être envisagée, la gestion des eaux pluviales pourrait s'effectuer de façon globale avec un nombre réduit de mesures compensatoires. Les surfaces imperméabilisées à compenser sont plus importantes que dans le cas d'une densification du tissu urbain.

Deux cas sont donc à distinguer suivant qu'il s'agit d'une densification du tissu urbain ou de l'extension d'un tissu urbain existant.

C.III.4. Cas de la densification du tissu urbain

Dans cette situation, les surfaces imperméabilisées à compenser peuvent être relativement restreintes mais c'est leur multiplicité qui peut entraîner à terme un impact hydraulique important sur le fonctionnement du réseau pluvial.

Pour des opérations de faible ampleur, de l'ordre de quelques centaines de m², les dimensionnements de type MISEN (cf. paragraphe C.III.1) sont difficilement envisageables. En effet, en-deçà d'une certaine valeur de surface imperméabilisée, le diamètre de l'orifice à mettre en place pour limiter le débit, devient trop petit et comporte trop de risques d'obstruction.

Par exemple, pour une surface imperméabilisée de 100 m², le débit de pointe trentennal généré est $Q = 5.0$ l/s. Pour pouvoir le ramener à un débit de pointe biennal avant aménagement, soit $Q = 0.7$ l/s, il faut faire transiter le rejet par un orifice de fuite de 14 mm maximum.

Un tel diamètre d'orifice comportant des risques d'obstruction très élevés, on comprend bien que, pour des surfaces imperméabilisées de faible étendue, il est difficile de mettre en application les préconisations de la MISEN. En revanche, à partir d'une certaine valeur seuil de surface imperméabilisée (à définir), il va être possible d'utiliser des orifices permettant à la fois de limiter les risques d'obstruction et de restreindre le débit rejeté en aval au débit biennal. Ce seuil est défini au paragraphe C.III.4.2.2.

En outre, au-delà d'une surface aménagée de 1 ha, l'application des préconisations de la MISEN est envisageable.

Il est donc proposé de distinguer trois cas :

- **Les surfaces imperméabilisées de grande dimension** correspondant aux surfaces imperméabilisées supérieures à 10 000 m² pour lesquelles un dimensionnement de type MISEN pourra être proposé et sera efficace ;
- **Les surfaces imperméabilisées de dimension moyenne** correspondant aux surfaces imperméabilisées comprises entre un seuil à définir et 10 000 m² pour lesquelles un dimensionnement alternatif à celui de la MISEN pourra être proposé, notamment avec l'adoption d'orifice de fuite plus restreint.
- **Les surfaces imperméabilisées de faible dimension** correspondant aux surfaces imperméabilisées inférieures au seuil précédemment décrit et pour lesquelles la mise en place d'une rétention n'est pas techniquement envisageable.

Nota bene : Il est important de bien faire la distinction dans ce qui suit entre, d'un côté, **une surface imperméabilisée** et, de l'autre, **une surface aménagée** dont une partie seulement est imperméabilisée.

C.III.4.1. Surface nouvellement imperméabilisée de grande dimension

Les préconisations décrites dans ce paragraphe s'appliquent aux opérations dont la surface nouvellement imperméabilisée est telle que :

Surface nouvellement imperméabilisée > 10 000 m²

Dans ce cas, l'aménagement est de taille suffisante pour considérer des règles identiques à celles proposées dans le cas d'une extension de l'urbanisation, à savoir un dimensionnement de type MISEN.

C.III.4.2. Surface nouvellement imperméabilisée de dimension intermédiaire

Les préconisations décrites dans ce paragraphe s'appliquent aux opérations dont la surface nouvellement imperméabilisée est telle que :

Seuil d'application de la rétention < Surface nouvellement imperméabilisée < 10 000 m²

Pour les surfaces inférieures à 10 000 m², un dimensionnement de type MISEN est difficilement envisageable, principalement **en raison de la taille de l'orifice de fuite**.

Il est proposé, pour ces surfaces, de déterminer quels débits de rejet sont envisageables sur la base de diamètres limites en deçà desquels les risques d'obstruction sont considérés comme trop importants. Ces débits de rejet conditionnent les seuils d'application ainsi que les volumes à stocker.

C.III.4.2.1. Débits de rejet minimaux

Les mesures compensatoires prennent la forme d'ouvrages dédiés à la rétention des eaux pluviales où le débit de rejet dépend de la taille de l'orifice de fuite. Le tableau ci-après indique les débits de fuite d'ouvrage de rétention pour deux diamètres d'orifice.

- Diamètre 100 mm : correspond au diamètre limite préconisé par la MISEN 13
- Diamètre 60 mm : peut être choisi lorsque le réseau existant est saturé pour des pluies de faible occurrence et pour des aménagements situés en centre urbain lorsque les risques d'obstruction sont moindres qu'en zone rurale

Diamètre de l'orifice de fuite (mm)	Débit de fuite maximal (l/s)
60	7
100	21

Tableau n°12: Débits de fuite pour différentes tailles d'orifice de fuite

Le calcul est effectué à l'aide d'une loi d'orifice en supposant **une hauteur maximale de stockage h = 1 m**.

$$Q = 0.6 \times S \times \sqrt{2 \times g \times h}$$

Avec S la section de l'orifice (m²) et g l'accélération de la pesanteur = 9.81 m/s².

Les dimensions des orifices de fuite considérés permettent de limiter le débit à 7 ou 21 l/s. Il ne nous apparaît pas raisonnable de chercher à atteindre des débits plus faibles car on s'expose alors à utiliser des diamètres d'orifice beaucoup trop petits.

Réduire le débit de fuite à une valeur inférieure à 7 l/s nécessiterait la mise en place d'orifices de fuite inférieurs à 60 mm, sujet aux obstructions et rendant la mesure compensatoire inefficace. Cette option n'est donc pas considérée plus avant.

C.III.4.2.2. *Seuils d'application*

Les ruissellements pluviaux et leur impact sur le milieu sont directement proportionnels aux surfaces imperméabilisées ou drainées. Le tableau ci-dessous présente, pour différentes occurrences de pluie, l'évolution des débits lors de l'imperméabilisation d'un espace naturel en considérant différentes superficies.

Les coefficients de ruissellement considérés pour les espaces naturels correspondent à la moyenne de ceux calculés sur les bassins versants périphériques au centre urbain de Cabannes.

Superficie (m²)	Débit de pointe en état initial (L/s)					Débit de pointe après urbanisation (L/s)				
	T = 2 ans	T = 5 ans	T = 10 ans	T = 30 ans	T = 100 ans	T = 2 ans	T = 5 ans	T = 10 ans	T = 30 ans	T = 100 ans
	CR = 13%	CR = 15%	CR = 18%	CR = 23%	CR = 28%	CR = 100%	CR = 100%	CR = 100%	CR = 100%	CR = 100%
10	0.0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6
25	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.7	1.0	1.1	1.3	1.4
50	0.2	0.3	0.4	0.6	0.8	1.5	2.0	2.3	2.5	2.8
100	0.4	0.6	0.8	1.2	1.6	2.9	4.0	4.5	5.0	5.6
150	0.6	0.9	1.2	1.8	2.4	4.4	6.0	6.8	7.6	8.4
200	0.8	1.2	1.7	2.3	3.1	5.9	8.0	9.0	10.1	11.2
250	1.0	1.5	2.1	2.9	3.9	7.4	10.0	11.3	12.6	13.9
300	1.2	1.9	2.5	3.5	4.7	8.8	12.0	13.5	15.1	16.7
400	1.6	2.5	3.3	4.7	6.3	11.8	16.0	18.0	20.1	22.3
500	2.0	3.1	4.1	5.9	7.9	14.7	20.0	22.5	25.2	27.9
750	3.0	4.6	6.2	8.8	11.8	22.1	29.9	33.8	37.8	41.8
1 000	3.9	6.2	8.3	11.7	15.7	29.5	39.9	45.0	50.3	55.8
1 500	5.9	9.3	12.4	17.6	23.6	44.2	59.9	67.6	75.5	83.7
2 000	7.9	12.3	16.6	23.4	31.4	58.9	79.8	90.1	100.7	111.6
2 500	9.8	15.4	20.7	29.3	39.3	73.6	99.8	112.6	125.8	139.5
3 000	11.8	18.5	24.8	35.1	47.2	88.4	119.8	135.1	151.0	167.4
3 500	13.8	21.6	29.0	41.0	55.0	103.1	139.7	157.7	176.2	195.3
4 000	15.8	24.7	33.1	46.9	62.9	117.8	159.7	180.2	201.3	223.2
5 000	19.7	30.8	41.4	58.6	78.6	147.3	199.6	225.2	251.7	279.0
6 000	23.6	37.0	49.7	70.3	94.3	176.7	239.5	270.3	302.0	334.8
7 000	27.6	43.2	57.9	82.0	110.1	206.2	279.4	315.3	352.4	390.5
8 000	31.5	49.4	66.2	93.7	125.8	235.7	319.3	360.4	402.7	446.3
9 000	35.5	55.5	74.5	105.4	141.5	265.1	359.3	405.4	453.0	502.1
10 000	39.4	61.7	82.8	117.2	157.2	294.6	399.2	450.5	503.4	557.9

Tableau n°13: Débits de pointe avant et après urbanisation pour différentes occurrences pluvieuses

L'imperméabilisation des espaces naturels sur la commune de Cabannes peut donc entraîner une forte augmentation du débit de pointe. A titre d'exemple, **pour une pluie d'occurrence décennale**, l'imperméabilisation d'une surface naturelle de 200 m² fait passer le débit de ruissellement produit de 1.7 l/s à 9.0 l/s.

L'augmentation des débits de pointe selon l'occurrence est indiquée dans le tableau suivant.

T = 2 ans	T = 5 ans	T = 10 ans	T = 30 ans	T = 100 ans
648%	547%	444%	330%	255%

Tableau n°14: Augmentation des débits de pointe en cas d'imperméabilisation d'un espace naturel

Il est à noter que l'augmentation des débits est d'autant plus grande que les occurrences de pluie sont faibles. Cela s'explique par le fait que, pour des pluies d'occurrence croissante, un terrain naturel est de plus en plus fortement saturé en eau et son comportement tend à se rapprocher de celui d'une surface imperméabilisée.

Il est à remarquer que le débit de pointe de 7 l/s évoqué précédemment est produit par une surface imperméabilisée comprise entre 100 et 150 m² pour une pluie centennale. De même, la surface correspondant à la production d'un débit de 21 l/s est comprise entre 300 et 400 m².

Ainsi mettre en place un orifice Ø60, qui limite le débit à 7 l/s, en aval d'une surface imperméabilisée inférieure à 150 m² est inefficace. De la même façon, un orifice Ø100 est inefficace pour limiter le débit des surfaces imperméabilisées inférieures à 400 m².

Dans le cas du choix d'une limitation du débit à l'aide d'un orifice Ø60 et afin que la mesure soit efficace, le seuil d'application de la mesure se situera nécessairement au-delà d'une superficie de 150 m² imperméabilisés. De la même façon, le choix d'une limitation du débit à l'aide d'un orifice de fuite Ø100 nécessitera un seuil minimal d'application de 400 m².

C.III.4.2.3. Volumes de stockage

Le volume des mesures compensatoires est fonction de la surface imperméabilisée drainée mais dépend également de la période de retour du dimensionnement choisi ainsi que de la dimension de l'orifice de fuite.

Le choix de la période de retour de dimensionnement et de la dimension de l'orifice de fuite s'effectue à la lumière du fonctionnement actuel du réseau pluvial ainsi que des enjeux à l'aval.

Le tableau ci-dessous rappelle à titre indicatif la norme en matière d'insuffisance acceptable du réseau pluvial.

<i>Lieu</i>	<i>Fréquence d'inondation acceptable</i>
Zones rurales	1 tous les 10 ans
Zones résidentielles	1 tous les 20 ans
Centre-ville ; Zones industrielles ou commerciales	1 tous les 30 ans
Passages souterrains routiers ou ferrés	1 tous les 50 ans

Tableau n°15: Relation entre l'occupation des sols et la fréquence de protection contre les inondations pluviales (NF EN 752-2)

Les volumes de stockage à prévoir pour deux diamètres d'orifice de fuite et différentes occurrences de pluie sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Surface imperméabili sée (m²)	Volume de stockage (m³)							
	Orifice Ø60				Orifice Ø100			
	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 30 ans	T = 100 ans	T = 10 ans	T = 20 ans	T = 30 ans	T = 100 ans
150	0.6	0.6	0.6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
200	1.0	1.2	1.2	1.5	0.1	0.1	0.1	0.1
250	1.6	1.9	2.0	2.6	0.4	0.4	0.4	0.4
300	2.3	2.8	3.0	4.2	0.7	0.8	0.8	0.8
350	3.2	3.9	4.2	6.2	1.1	1.1	1.1	1.1
400	4.2	5.2	5.7	8.6	1.4	1.5	1.5	1.6
450	5.3	6.7	7.4	12	1.7	1.9	1.9	2.2
500	6.5	8.4	9.3	15	2.2	2.4	2.4	2.8
550	7.9	10	12	19	2.6	2.9	3.0	3.6
600	9.4	12	14	24	3.1	3.5	3.7	4.5
650	11	15	17	29	3.7	4.2	4.4	5.5
700	13	17	20	35	4.2	4.9	5.2	6.6
750	15	20	23	42	4.9	5.7	6.0	7.9
800	17	23	26	48	5.5	6.5	7.0	9.3
850	19	26	30	54	6.3	7.4	8.0	11
900	21	29	34	60	7.0	8.4	9.0	13
950	24	33	39	66	7.8	9.4	10	14
1 000	26	37	43	72	8.7	11	11	16
1 500	59	80	90	133	20	25	28	46
2 000	95	123	136	194	35	46	53	94
2 500	131	166	183	255	55	75	87	155
3 000	167	210	229	316	79	111	129	216
3 500	204	253	276	377	107	153	176	277
4 000	240	296	323	438	140	196	223	338
4 500	276	339	369	499	176	239	269	399
5 000	312	383	416	560	212	283	316	460
6 000	385	469	509	682	285	369	409	582
7 000	457	555	602	804	357	456	502	704
8 000	530	642	695	926	430	542	595	826
9 000	602	728	788	1 048	502	629	688	948
10 000	674	815	881	1 170	574	715	781	1 070

Tableau n°16: Dimensionnement des mesures compensatoires pour différentes occurrences de pluie et différents diamètres d'orifice de fuite

Ce tableau est présenté sous forme de graphe ci-après. Le second graphe est un zoom du premier pour les surfaces inférieures à 1 000 m².

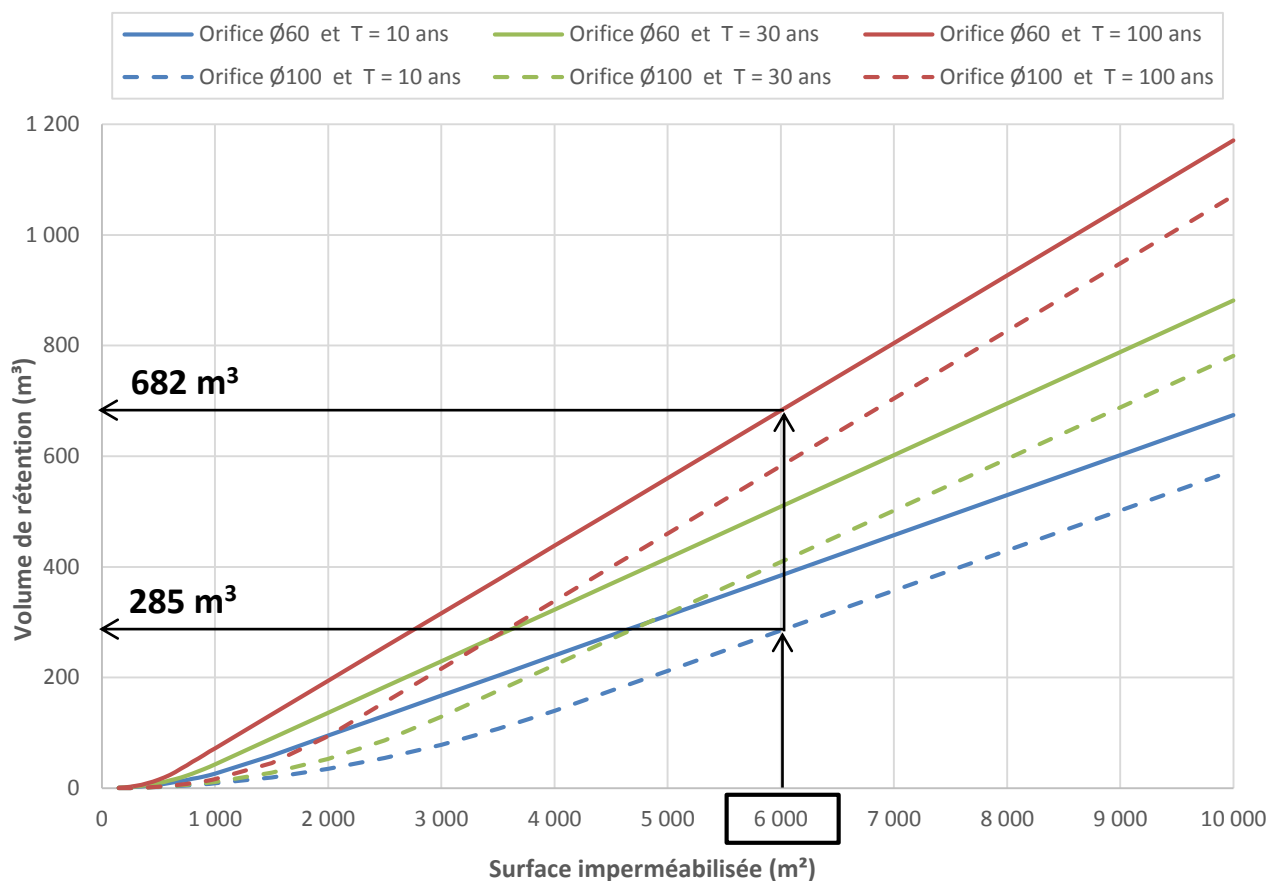


Illustration n° 20: Evolution des volumes de stockage en fonction des surfaces imperméabilisées

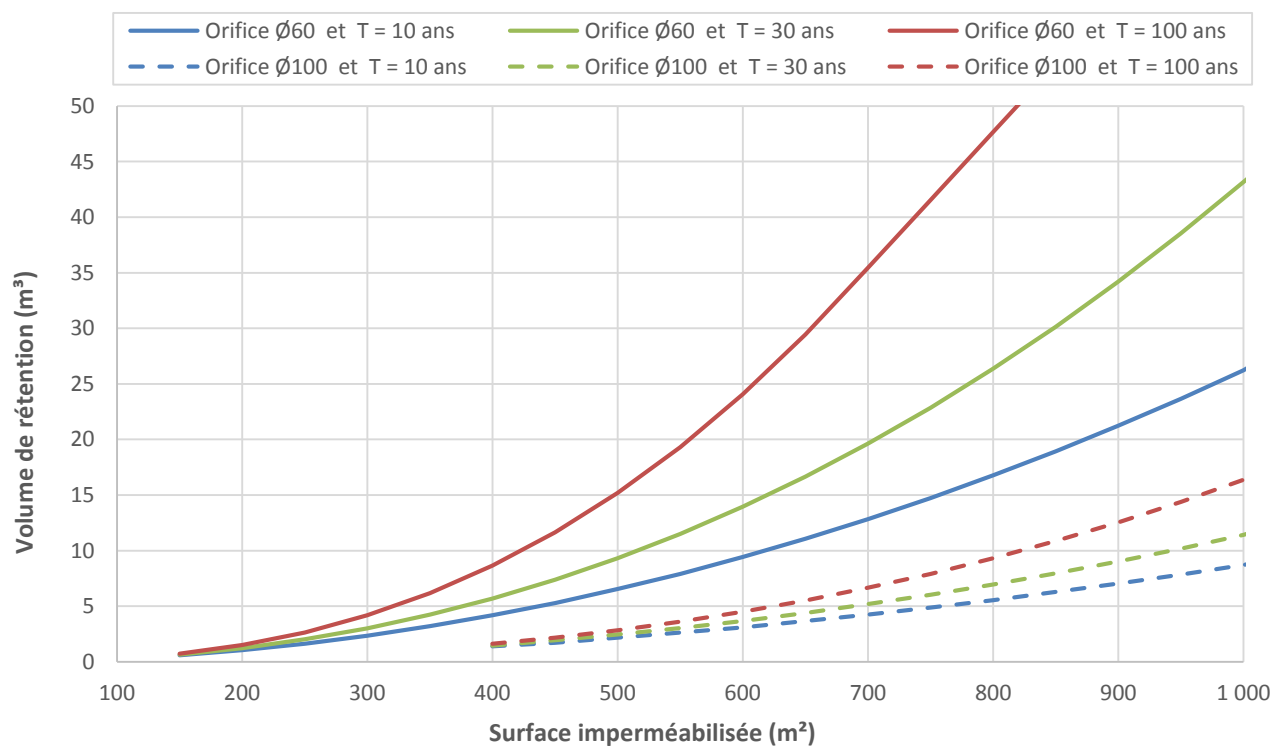


Illustration n° 21: Zoom du précédent graphe pour les surfaces de moins de 1 000 m^2

Le tableau et les illustrations associées montrent l'évolution exponentielle des volumes à stocker lorsque les surfaces imperméabilisées augmentent, notamment avec l'utilisation d'un orifice de fuite Ø60 mm.

A titre d'exemple, pour une surface imperméabilisée de 6 000 m² :

- le volume de compensation à mettre en place est de 285 m³ si l'ouvrage est dimensionné pour une pluie d'occurrence 10 ans et équipé d'un orifice de fuite de diamètre Ø100.
- le volume est de 682 m³ si l'occurrence pluvieuse de dimensionnement est de 100 ans et que l'orifice de fuite est un Ø60.

La mise en place de mesures compensatoires équipées d'un orifice de fuite Ø100 aboutit à des volumes moins importants mais, comme démontré au paragraphe C.III.4.2.2, elle ne peut s'appliquer que pour des surfaces imperméabilisées supérieures à 400 m².

La limitation des débits à l'aide d'un orifice de fuite Ø60 permet une réduction forte du débit, même pour les petites occurrences de pluie ce qui se traduit par des volumes à stocker importants. Au contraire, la limitation du débit à l'aide d'un orifice de fuite Ø100 permet une limitation moins importante du débit et se traduit par des volumes de stockage moindres. **Le choix du diamètre de l'orifice de fuite est donc à adapter en fonction des dysfonctionnements du réseau à l'aval.**

Les exemples suivants aident à faire ce choix.

Considérons une surface naturelle de 900 m². Le débit qu'elle produit pour **une pluie d'occurrence 10 ans** est proche de 7 l/s (cf. le tableau n°13 du paragraphe C.III.4.2.2), soit le débit que peut faire transiter un orifice de fuite de diamètre 60 mm. Si on imperméabilise cette surface et qu'on équipe la solution compensatoire d'un orifice de cette taille, on limite le débit produit pour cette pluie, mais également pour les pluies d'occurrence plus importante, au débit décennal avant aménagement. Ainsi, pour des pluies d'occurrence $T > 10$ ans, la situation est améliorée. En revanche, pour des pluies d'occurrence $T < 10$ ans, le débit issu de l'orifice Ø60 est supérieur au débit produit avant aménagement : la limitation est donc sans effet sur la surface imperméabilisée et la situation est donc aggravée sans que l'on puisse y remédier.

De même, pour la pluie d'occurrence biennale, la surface naturelle correspondant au débit limite de 7 l/s est de 1 900 m² (cf. le tableau n°13 du paragraphe C.III.4.2.2). On peut en déduire que les principes édictés par la MISEN 13 (limiter le débit au débit biennal produit avant aménagement) peuvent être satisfaits seulement pour une surface aménagée supérieure à 1 900 m² dans le cas d'un orifice Ø60 et supérieure à 5 300 m² avec un orifice Ø100.

La figure suivante illustre les précédentes considérations. Les débits de pointe tracés sont ceux figurant dans la partie gauche « Etat initial » du tableau n°13 du paragraphe C.III.4.2.2.

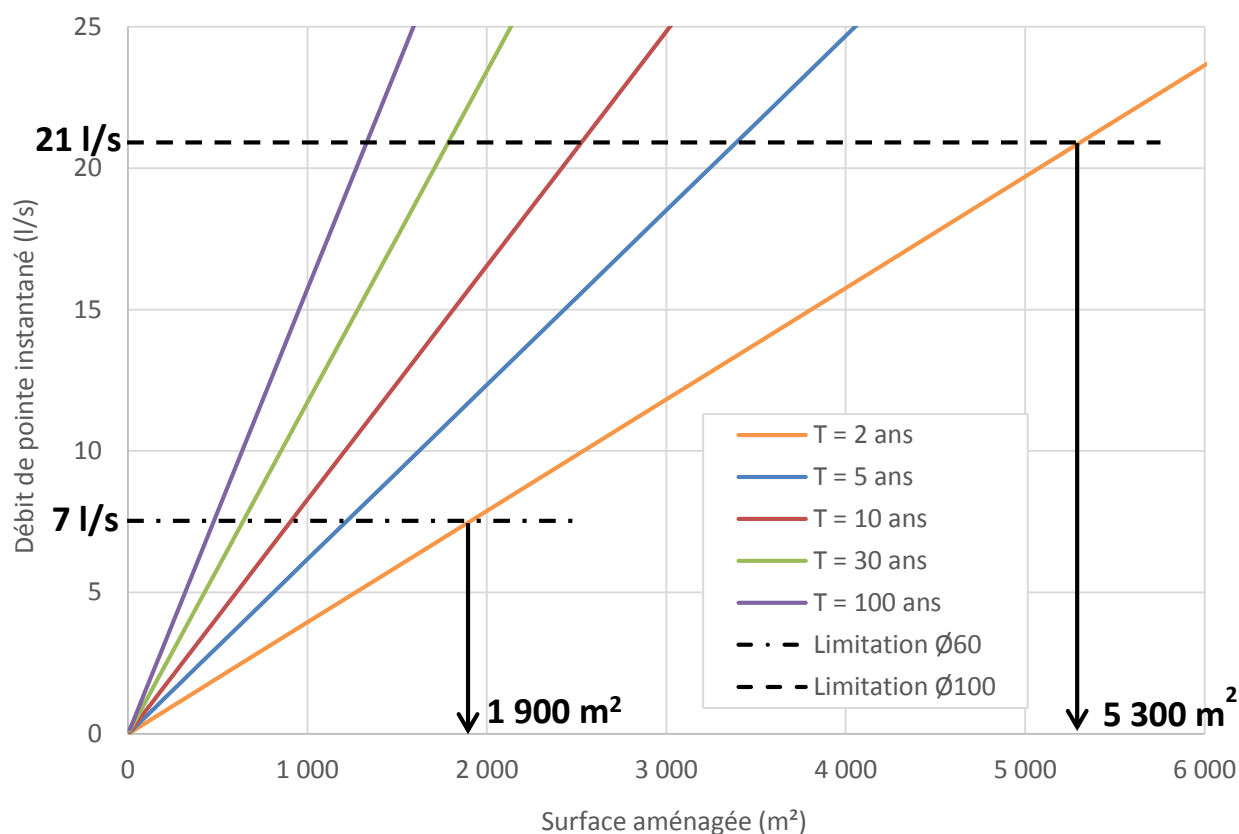


Illustration n° 22: Surfaces aménagées minimales de non-aggravation des débits produits, pour différents dispositifs de limitation et différentes occurrences pluvieuses

Pour une période de retour donnée de l'épisode pluvieux, un orifice de fuite Ø60 permet le contrôle de surfaces aménagées moins importantes qu'avec un orifice de fuite Ø100.

C.III.4.2.4. Conclusion

Compte tenu de la saturation importante du réseau pluvial de Cabannes dès la pluie biennale et de la faible surface prévisible des aménagements projetés en cas de densification, **nous préconisons, pour les aménagements localisés dans le centre urbain, l'utilisation d'orifices de fuite Ø60 plutôt que Ø100. Hors centre urbain, un diamètre Ø100 peut raisonnablement être utilisé.**

Pour ce qui est de la période de retour de dimensionnement des mesures compensatoires **en centre urbain**, même si les volumes de compensation sont près de 30 % plus importants en moyenne pour l'occurrence 30 ans par rapport à l'occurrence 10 ans, **il est recommandé à la commune de choisir l'occurrence trentennale** qui permettra de lutter plus efficacement contre les risques de mises en charge du réseau. **Hors centre urbain, la période de retour de dimensionnement que nous préconisons est de 10 ans.**

Nos préconisations de choix en termes de diamètre d'orifice de fuite et de période de retour de dimensionnement des mesures compensatoires sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Localisation	Orifice de fuite	Période de retour de l'épisode pluvieux pour le dimensionnement du volume de compensation
En centre urbain	60 mm	30 ans
Hors centre urbain	100 mm	10 ans

Tableau n°17: Préconisations pour le choix des paramètres déterminant les volumes de compensation

C.III.4.3. Surface nouvellement imperméabilisée de faible dimension

Les préconisations décrites dans ce paragraphe s'appliquent aux opérations dont la surface nouvellement imperméabilisée est telle que :

Surface nouvellement imperméabilisée < Seuil d'application de la rétention

Dans ce cas, la surface nouvellement imperméabilisée est inférieure au seuil d'application de la rétention défini au paragraphe précédent : la rétention n'est donc pas possible.

Sur la base des diamètres d'orifice de fuite proposés, les mesures compensatoires ne peuvent pas être mises en place pour des superficies imperméabilisées inférieures à 150 m² dans le cas d'une limitation du débit à l'aide d'un orifice de fuite Ø60 et 400 m² avec un Ø100. Or, la densification du tissu urbain et notamment les extensions de bâtis peuvent concerner des superficies inférieures. A terme, la multiplication de ces surfaces unitaires peut avoir un impact hydraulique important sur les dysfonctionnements hydrauliques à l'aval.

Pour ces surfaces, la limitation du débit rejeté ne pouvant se faire par l'intermédiaire d'un bassin équipé d'un orifice de fuite, elle peut être réalisée par une limitation de l'imperméabilisation des surfaces aménagées et réhabilitées. Le taux d'imperméabilisation moyen du centre urbain, principal contributeur aux désordres diagnostiqués, est de 60 %.

Le taux d'imperméabilisation d'une parcelle aménagée se calcule comme suit.

$$\text{Taux d'imperméabilisation} = \frac{\text{Surface imperméabilisée}}{\text{Surface totale de la parcelle}}$$

Les surfaces imperméabilisées sont définies au paragraphe C.IV.1.1.

Afin de prévenir l'aggravation de la situation diagnostiquée en phase 2, une **limitation de l'imperméabilisation à un taux maximal de 60 % est imposée. Par extension, et dans le but de ne pas créer de nouvelles zones de désordres, ce taux limite doit être respecté sur l'ensemble de la commune et ce, quelle que soit la surface imperméabilisée.**

Dans le cas où l'imperméabilisation de la parcelle avant d'être aménagée dépasse déjà ce taux de 60 %, le principe est de ne pas aggraver la situation actuelle : le taux d'imperméabilisation ne doit pas être augmenté. Ainsi, aucune surface supplémentaire ne peut être imperméabilisée à moins de désimperméabiliser une surface équivalente.

Dans le cas d'une division parcellaire, le taux d'imperméabilisation est calculé sur la base de la totalité de la parcelle avant division.

Afin de respecter la limitation de 60 % du taux d'imperméabilisation, la surface nouvellement imperméabilisée doit respecter la condition suivante.

$$S_{\text{nouvellement imperméabilisée}} < 0.6 \times S_{\text{parcelle totale}} - S_{\text{imperméabilisée existante}} + S_{\text{désimperméabilisée}}$$

Les rejets s'effectuent, dans la mesure du possible, dans les espaces verts afin de :

- favoriser l'infiltration des eaux pluviales ;
- retarder les apports au réseau en permettant le transit des eaux en surface ;

Le paragraphe C.III.7, qui traite de la question des techniques alternatives, fournit des préconisations permettant de gérer les eaux pluviales sur des petites surfaces, et notamment sans rejet au réseau.

Dans le but de faciliter les opérations visant la désimperméabilisation des parcelles les plus contributives au ruissellement, une nouvelle aide de l'Agence de l'Eau RMC a été récemment mise en place. Le taux d'aide est de 50 %.

De façon alternative, afin de viser une plus grande efficacité dans la limitation des débits rejetés au réseau, la commune pourra, dans les zones concernées par de nombreuses petites opérations d'extension de l'imperméabilisation, prendre l'initiative de la réalisation **d'une solution compensatoire collective**. En plus de l'avantage de pouvoir gérer les eaux pluviales d'une surface importante avec un seul aménagement, cette démarche permettrait à la commune d'assurer le suivi du fonctionnement de l'ouvrage et ainsi assurer son efficacité et sa pérennité.

C.III.5. Cas de l'extension de l'urbanisation

En cas d'ouverture à l'urbanisation, les surfaces imperméabilisées nouvellement créées peuvent être plus importantes que dans le cas de la densification et avoir un impact hydrologique cumulé plus fort. Afin de limiter cet impact, il serait préférable de mettre en place des mesures collectives qui **devront faire l'objet d'une étude hydraulique permettant de s'assurer qu'elles sont étudiées correctement et réalisées selon les règles de l'art**.

Une infinité de dimensionnement est envisageable suivant les contraintes qui peuvent s'imposer sur les volumes à stocker, les débits de fuite à respecter ainsi que les seuils de déclenchement de ces mesures. Pour ces surfaces, nous proposons de retenir un dimensionnement basé sur les prescriptions de la MISEN des Bouches-du-Rhône.

Cependant, dans le cas où des mesures collectives ne pourraient être envisagées, les mesures compensatoires définies au paragraphe précédent pour les permis individuels doivent être mises en œuvre.

C.III.6. Exploitation des bassins de rétention

Concernant l'exploitation des bassins de rétention, les prescriptions et dispositions suivantes sont à privilégier :

- le concepteur recherchera prioritairement à regrouper les capacités de rétention, plutôt qu'à multiplier les entités pour en faciliter l'entretien,
- les ouvrages seront préférentiellement aériens ; les structures enterrées seront envisagées en dernier recours et devront faire l'objet d'une justification,
- les ouvrages devront être accessibles pour un entretien manuel et motorisé avec la création d'escaliers pour permettre une évacuation rapide et facile du personnel en cas d'orage soudain,
- les noues seront dimensionnées en intégrant une lame d'eau de surverse suffisante pour assurer l'écoulement des eaux sans débordement, en cas de remplissage total,
- les ouvrages seront dotés d'un déversoir de crue exceptionnelle, dimensionné pour la crue d'occurrence centennale, et suivi d'un fossé exutoire ou un axe d'écoulement non vulnérable,
- les aménagements hydrauliques d'ensemble devront respecter le fonctionnement hydraulique initial autant que possible,

- les ouvrages feront l'objet d'une intégration paysagère poussée avec des talus doux, une profondeur limitée, un usage limité de clôtures, un enherbement et des plantations d'essences appropriées non envahissantes, ...
- les ouvrages assureront aussi un rôle de traitement qualitatif des eaux pluviales par décantation (disposition 5A-3 du SDAGE : adapter les exigences du traitement aux spécificités et enjeux des territoires fragiles).

C.III.7. Techniques alternatives de gestion des eaux pluviales

L'utilisation des techniques alternatives décrites dans ce paragraphe, est recommandée soit pour limiter l'impact de l'aménagement des petites surfaces soit en complément des solutions compensatoires retenues sur les surfaces qui dépassent le seuil d'application. Dans tous les cas, ces techniques alternatives au tout tuyau contribuent à réduire ou retarder la production d'eau pluviale pour tendre vers un fonctionnement le plus naturel possible.

Dans son guide *"La Ville et son Assainissement"* de 2003, le CERTU (Ministère de l'Écologie et du Développement Durable) précise que le principe est *"d'éviter de concentrer les rejets dans les collecteurs, mais au contraire de rechercher toute autre solution de proximité : réutilisation, dispersion en surface en favorisant l'infiltration, ou le ruissellement dans un réseau hydrographique à ciel ouvert ..., le stockage préalable pouvant être utilisé dans tous les cas."*

"Également, le maître d'ouvrage cherchera en priorité à restituer les eaux pluviales au milieu naturel au plus près de leurs lieux de production et le plus ponctuellement possible, afin de favoriser la dispersion".

Les techniques de gestion alternative se déclinent selon plusieurs types de conception à différents niveaux :

- à l'échelle de la construction : toiture terrasse végétalisée, citerne de récupération des eaux pluviales...
- à l'échelle de la parcelle : noue, puits et tranchée d'infiltration ou drainante, stockage...
- à l'échelle d'une voirie : chaussée à structure réservoir, enrobé drainant, noue, allée gravillonnée, trottoir et espace urbain enherbé ou constitué de structures alvéolaires perméables...
- à l'échelle d'un lotissement ou d'un quartier : bassin à ciel ouvert (sec ou en eau) ou enterré, de stockage et/ou d'infiltration...

Les différentes techniques indiquées ici peuvent aussi être employées de manière cumulative.

L'intégration de ces techniques alternatives est fortement conseillée dans le cas où la surface imperméabilisée du projet est inférieure au seuil d'application des mesures compensatoires de type stockage-restitution (voir le paragraphe C.III.4.2.2).

Les **techniques alternatives utilisant l'infiltration** peuvent être proposées sous réserve de :

- la réalisation d'essais d'infiltration adaptés que ce soit pour la méthode employée, la profondeur testée, l'emplacement et le nombre de tests,
- une connaissance suffisante du niveau haut de la nappe,
- la description de l'incidence du projet sur la ou les nappes concernées,
- l'évaluation des risques de colmatage de l'ouvrage.

La récupération et l'utilisation des eaux de pluie doivent respecter la réglementation en vigueur pour leur usage à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments. Conformément au Code Général des Collectivités Territoriales, le propriétaire doit procéder à une déclaration d'usage en mairie.

Des exemples de techniques alternatives ainsi que des éléments de dimensionnement sont donnés en annexe.

C.III.8. Dispositifs de traitement

Les eaux dirigées vers le réseau pluvial communal doivent présenter une qualité conforme aux caractéristiques physico-chimiques définies par le S.D.A.G.E. à l'exutoire des collecteurs pluviaux.

Sont strictement interdits les déversements de matière solides, liquides ou gazeuse susceptibles d'être la cause directe ou indirecte :

- d'un danger pour le personnel d'exploitation des ouvrages d'évacuation et de traitement,
- d'une dégradation de ces ouvrages, ou d'une gêne dans leur fonctionnement,
- d'une nuisance envers la préservation de la qualité du milieu récepteur,
- d'une atteinte à l'environnement naturel, ou au confort du voisinage.

Pour ce faire, plusieurs dispositifs, dont la liste ci-dessous n'est pas exhaustive, peuvent être mis en œuvre. Les frais d'installation, l'entretien et les réparations de ces dispositifs sont à la charge de l'utilisateur.

C.III.8.1. Dégrillage

A l'intérieur du réseau de collecte des eaux pluviales, un dégrillage peut être effectué au moyen de paniers positionnés dans les regards.

Pour les bassins ouverts, les rejets, tant par surverse que par le puits de fond, seront dégrillés à une maille permettant de retenir tout élément flottant susceptible de créer des obstructions en aval sur les réseaux : une maille de 30 mm est conseillée.

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

C.III.8.2. Dessablage

En amont d'ouvrages enterrés, un dessablage pourra être effectué au moyen de sur-profondeurs dans les regards ou d'ouvrages de décantation spécifiques.

Dans le cas des noues, le dessablage sera effectué au niveau des ouvrages de dissipation d'énergie.

C.III.8.3. Déshuilage

En amont de surfaces sujettes à des risques importants de pollution par hydrocarbures (aires de stationnement, voiries très fréquentées, etc.), un dispositif déboureur / déshuileur avec possibilité de bypass sera mis en place.

C.III.8.4. Erosion

Afin de prévenir les phénomènes d'érosion, une végétation de berge appropriée devra être mise en place tant sur les noues que sur les bassins ouverts.

Un plan de gestion des plantations (coupes, tailles, tontes) sera associé.

C.III.8.5. Curage

Le curage des bassins, ouverts et enterrés visitables, restent des opérations à programmer avec une évacuation des boues sur des sites de stockage / traitement agréés.

Les bassins enterrés à structure alvéolaire sont acceptés sous réserves d'être équipés de drains intégrés de curage et de respecter les règles de l'art.

Les bassins constitués de matériaux en vrac non curables sont réservés aux projets à la parcelle ; leurs process seront étudiés au cas par cas et il sera demandé d'apporter la preuve d'un risque de colmatage maîtrisé.

C.IV. REGLEMENT

C.IV.1. Composition des dossiers de demande auprès de la commune

C.IV.1.1. Calcul de la surface imperméabilisée

La surface imperméabilisée est celle dans laquelle l'eau de pluie ne peut plus s'infiltrer. Elle comprend les surfaces occupées par les bâtiments en superstructure (bâtiment enterré et parking), ainsi que les surfaces revêtues avec des produits étanches (bitume, enrobé, béton, pavés autobloquants, pavés scellés au ciment, etc.).

De manière générale, la commune se réserve le droit de considérer comme imperméabilisé tout type de surface jugé comme contribuant fortement au ruissellement des eaux pluviales.

C.IV.1.2. Notice descriptive

Pour chaque projet de construction individuelle ou groupé, il appartiendra au pétitionnaire de rédiger une notice descriptive des techniques de compensation utilisées et de les détailler au mieux sur un plan masse assorti de coupes permettant de visualiser la faisabilité du projet par rapport aux niveaux de vidange de fond et des débordements de trop pleins.

Il détaillera également les mesures prises pour assurer la surveillance et l'entretien de ses ouvrages.

C.IV.1.3. Notice hydraulique

Pour chaque projet de construction d'ensemble, le pétitionnaire remettra également une notice hydraulique définissant le calcul des ouvrages en fonction du bassin versant qui impacte son projet.

Le calcul du dimensionnement des ouvrages devra démontrer que le projet n'aggrave pas les conditions d'écoulement des eaux.

C.IV.1.4. Etudes complémentaires

Selon les cas, la notice descriptive et la notice hydraulique seront complétées d'une étude de détail sur les contraintes géotechniques, topographiques, environnementales et foncières. Il faudra également vérifier par sondage ou études hydrogéologiques que les ouvrages enterrés ne draineront pas des eaux de source ou de nappe et, si une vidange des ouvrages par infiltration est retenue, une étude de perméabilité du sol devra attester de la bonne capacité d'infiltration du sol en période de pluie.

C.IV.1.5. Modalités de rejet au réseau

La commune refusera tout branchement sur ses réseaux pluviaux s'ils ne respectent pas les dispositions du présent règlement. En particulier, une surface nouvellement imperméabilisée dont la superficie est inférieure au seuil d'application de la rétention (cf. paragraphe C.III.4.2.2) ne peut se raccorder au réseau pluvial communal. En revanche, la commune acceptera à la fois les rejets issus des orifices de fuite mis en place selon les règles définies dans son zonage pluvial ainsi que les eaux issues des trop-pleins des ouvrages de compensation.

Afin de se prémunir contre les retours d'eau, tout branchement dans le réseau devra être équipé d'un dispositif anti-retour.

C.IV.1.6. Instruction des dossiers

Les services techniques et de l'urbanisme de la mairie de Cabannes donnent un avis technique motivé sur toutes les demandes d'autorisation d'urbanisme. Ils vérifient, entre autre, la compatibilité du dossier déposé avec le règlement du zonage pluvial sur la zone concernée.

Nota : Pour les cas complexes, une réunion préparatoire avec les services de l'urbanisme et techniques de la mairie est recommandé, afin d'examiner les contraintes locales notamment en matière d'évacuation des eaux.

La demande de raccordement pourra être refusée :

- si le réseau interne à l'opération n'est pas conforme aux prescriptions du zonage pluvial,
- si les caractéristiques du réseau récepteur ne permettent pas d'assurer le service de façon satisfaisante.

Si le pétitionnaire n'est pas satisfait de la décision de la mairie, il dispose d'un délai de 1 mois à compter de la notification de la décision de rejet explicite ou de l'intervention de décision implicite de rejet pour saisir la mairie de Cabannes d'un recours gracieux ou le tribunal administratif d'un recours en annulation. Passé ce délai, la décision de rejet sera définitive et ne sera plus susceptible de recours.

Les travaux pourront être engagés après validation du dossier d'exécution.

C.IV.2. Contrôle des ouvrages

C.IV.2.1. Suivi des travaux

Afin de pouvoir réaliser un véritable suivi des travaux, la mairie devra être informée par le pétitionnaire **au moins 1 mois avant la date prévisible du début des travaux**.

A défaut d'information préalable, l'autorisation de raccordement pourra être refusée.

En adéquation avec l'article L1331.11 du Code de la Santé Publique, les agents municipaux compétents sont autorisés par le propriétaire à entrer sur la propriété privée pour effectuer le contrôle de la qualité des matériaux utilisés et du mode d'exécution des réseaux et ouvrages. Ils pourront demander le dégagement des ouvrages qui auraient été recouverts.

C.IV.2.2. Contrôle de conformité à la mise en service

L'objectif est de vérifier notamment :

- pour les ouvrages de rétention : le volume de stockage utile, le calibrage des ajutages ou orifices, les pentes du radier, la présence et le fonctionnement des équipements (égrilleur, vanne, clapet anti-retour, indicateur de niveau, pompes d'évacuation en cas de vidange non gravitaire...), les dispositifs de sécurité et d'accessibilité, l'état de propreté générale,...

- pour les dispositifs d'infiltration : la superficie d'infiltration, l'état du sol, la présence et le fonctionnement des équipements (vanne, surverse,...), les dispositifs de sécurité et d'accessibilité, l'état de propreté générale,...
- les conditions d'évacuation ou de raccordement au réseau pluvial communal.

C.IV.2.3. Contrôle des ouvrages pluviaux en phase d'exploitation

Les réseaux et les ouvrages de rétention, de compensation et/ou de traitement doivent faire l'objet d'un suivi et d'un entretien régulier à la charge des propriétaires : curage et nettoyage régulier, vérification du bon fonctionnement des canalisations, des pompes et de tout équipement de l'ouvrage, et des conditions d'accessibilité. Une surveillance particulière sera faite pendant et après les épisodes de crues.

Ces prescriptions seront explicitement mentionnées dans le cahier des charges de l'entretien des copropriétés et des établissements collectifs publics ou privés.

Des visites de contrôle des réseaux et ouvrages seront effectuées par les services techniques de la mairie. Les agents devront avoir accès à ces ouvrages sur simple demande auprès du propriétaire ou de l'exploitant.

Pour des installations neuves ou en service, dans le cas où des désordres, malfaçons ou non-conformités, seraient constatés, l'autorité compétente pourra exercer son pouvoir de police à l'encontre du propriétaire non conforme. Les non-conformités sont appréciés tant vis-à-vis du présent règlement que des règles de l'art.

En cas de dysfonctionnement avéré, un rapport sera adressé au propriétaire ou à l'exploitant pour une remise en état dans les meilleurs délais à ses frais.

La commune pourra demander au propriétaire d'assurer en urgence, et à ses frais, l'entretien et le curage de ses réseaux et ouvrages.

C.IV.3. Prescriptions par zone

- Plan de zonage pluvial au format A0

Le diagnostic du réseau, réalisé lors de la phase 2 de l'étude d'élaboration du zonage d'assainissement pluvial, et les projets d'aménagement de la commune conduisent à identifier trois zones distinctes où les règles de mise en œuvre des mesures compensatoires diffèrent.

Les prescriptions réglementaires attachées à ces différents types de zones sont les suivantes.

C.IV.3.1. Zone EP1

⇒ Zones déjà urbanisées pouvant faire l'objet d'une densification du tissu urbain.

- **Pour les superficies nouvellement imperméabilisées supérieures à 10 000 m²** : dimensionnement sur la base des principes de la MISEN des Bouches-du-Rhône ;
- **Pour les superficies nouvellement imperméabilisées comprises entre 150 m² et 9 999 m²** : mise en place d'une mesure compensatoire dimensionnée sur la base d'un **événement pluvieux trentennal** et équipée d'un **orifice de fuite Ø60**. Le volume minimal de la mesure compensatoire est défini dans le tableau ci-dessous :

Superficie	Volume de la mesure compensatoire (m ³)
150 à 199	0.6
200 à 249	1.2
250 à 299	2.0
300 à 349	3.0
350 à 399	4.2
400 à 449	5.7
450 à 499	7.4
500 à 549	9.3
550 à 599	12
600 à 649	14
650 à 699	17
700 à 749	20
750 à 799	23
800 à 849	26
850 à 899	30
900 à 949	34
950 à 999	39
1000 à 1499	43
1500 à 1999	90
2000 à 2499	136
2500 à 2999	183
3000 à 3499	229
3500 à 3999	276
4000 à 4499	323
4500 à 4999	369
5000 à 5999	416
6000 à 6999	509
7000 à 7999	602
8000 à 8999	695
9000 à 9999	788

Tableau n°18 : Volume des mesures compensatoires à mettre en place sur la zone EP1 pour des surfaces imperméabilisées comprises entre 150 et 9 999m²

Le dispositif de rétention pourra être remplacé par un dispositif d'infiltration. Ce dernier devra faire l'objet d'une étude hydraulique spécifique permettant d'établir le volume à mettre en place pour permettre le stockage et l'infiltration d'un événement pluvieux trentennal. L'étude s'appuiera nécessairement sur la réalisation d'un test d'infiltration au droit de l'emplacement du futur dispositif et selon la norme NF-X-30418.

- **Pour les surfaces nouvellement imperméabilisées inférieures à 150 m²**, en plus des règles de limitation de l'imperméabilisation de la parcelle, le principe de gérer les eaux de ruissellement par infiltration : aucun rejet direct au réseau ne sera autorisé.

C.IV.3.2. Zone EP2

⇒ Zones identifiées comme des zones possibles d'extension du tissu urbain existant et correspondant à l'ensemble des surfaces agricoles.

- Pour les superficies nouvellement imperméabilisées supérieures à 10 000 m² : dimensionnement sur la base des principes de la MISEN des Bouches-du-Rhône ;
- Pour les superficies nouvellement imperméabilisées comprises entre 400 m² et 9 999 m² : mise en place d'une mesure compensatoire dimensionnée sur la base d'un **événement pluvieux décennal** et équipée d'un **orifice de fuite Ø100**. Le volume minimal de la mesure compensatoire est défini dans le tableau ci-dessous :

Superficie	Volume de la mesure compensatoire (m ³)
400 à 449	1.4
450 à 499	1.7
500 à 549	2.2
550 à 599	2.6
600 à 649	3.1
650 à 699	3.7
700 à 749	4.2
750 à 799	4.9
800 à 849	5.5
850 à 899	6.3
900 à 949	7.0
950 à 999	7.8
1000 à 1499	8.7
1500 à 1999	20
2000 à 2499	35
2500 à 2999	55
3000 à 3499	79
3500 à 3999	107
4000 à 4499	140
4500 à 4999	176
5000 à 5999	212
6000 à 6999	285
7000 à 7999	357
8000 à 8999	430
9000 à 9999	502

Tableau n°19 : Volume des mesures compensatoires à mettre en place sur la zone EP2 pour des surfaces imperméabilisées comprises entre 400 et 9 999m²

Le dispositif de rétention pourra être remplacé par un dispositif d'infiltration. Ce dernier devra faire l'objet d'une étude hydraulique spécifique permettant d'établir le volume à mettre en place pour permettre le stockage et l'infiltration d'un événement pluvieux décennal. L'étude s'appuiera nécessairement sur la réalisation d'un test d'infiltration au droit de l'emplacement du futur dispositif et selon la norme NF-X-30418.

- **Pour les surfaces nouvellement imperméabilisées inférieures à 400 m²**, en plus des règles de limitation de l'imperméabilisation de la parcelle, le principe de gérer les eaux de ruissellement par infiltration : aucun rejet direct au réseau ne sera autorisé.

C.IV.3.3. Zone EP3

Ce sont les zones d'ouverture à l'urbanisation.

- Dans le cas où des mesures d'ensemble peuvent être mises en œuvre ou que la surface totale aménagée dépasse le seuil de 1 ha : dimensionnement sur la base des principes de la MISEN 13 ;
- Dans le cas contraire, se reporter aux prescriptions de la zone EP1.

Le tableau ci-après synthétise les différentes prescriptions à respecter en fonction de la zone du projet.

		Zone EP1			Zone EP2			Zone EP3
Superficie nouvellement imperméa- bilisée (m²)	S < 149	Infiltration des eaux			Infiltration des eaux			Dimensionnement sur la base des principes de la MISEN des Bouches-du-Rhône dans le cas de mesures compensatoires collectives. Sinon, application des prescriptions de la zone EP1
	150 à 199	Mise en place de mesures compensatoires équipées d'un orifice de fuite Ø60 ou Dimensionnement d'un dispositif d'infiltration	Volume de la mesure compensatoire (m³)	0.6				
	200 à 249			1.2				
	250 à 299			2.0				
	300 à 349			3.0				
	350 à 399			4.2				
	400 à 449			5.7				
	450 à 499			7.4				
	500 à 549			9.3				
	550 à 599			12				
	600 à 649			14				
	650 à 699			17				
	700 à 749			20				
	750 à 799			23				
	800 à 849			26				
	850 à 899			30				
	900 à 949			34				
	950 à 999			39				
	1000 à 1499			43				
	1500 à 1999			90				
	2000 à 2499			136				
	2500 à 2999			183				
	3000 à 3499			229				
	3500 à 3999			276				
	4000 à 4499			323				
	4500 à 4999			369				
	5000 à 5999			416				
	6000 à 6999			509				
	7000 à 7999			602				
	8000 à 8999			695				
	9000 à 9999			788				
	S > 10 000	Dimensionnement sur la base des principes de la MISEN des Bouches-du-Rhône						

Tableau n°20 : Synthèse des prescriptions par zone

C.IV.4. Prescriptions communes

Dans tous les cas, une limitation de l'imperméabilisation est imposée. Elle est définie comme suit.

Avant aménagement		Après aménagement	
Si	$T_{\text{imp avant}} \leq 60 \%$	Alors	$T_{\text{imp après}} \leq 60 \%$
Si	$T_{\text{imp avant}} \geq 60 \%$	Alors	$T_{\text{imp après}} \leq T_{\text{imp avant}}$

Tableau n°21: Règles de limitation de l'imperméabilisation

- Si le taux d'imperméabilisation avant aménagement est inférieur à 60 %, alors le taux d'imperméabilisation après aménagement doit rester en dessous de 60 %.
- Si le taux d'imperméabilisation avant aménagement est supérieur à 60 %, alors le taux d'imperméabilisation après aménagement doit se limiter au taux d'imperméabilisation avant aménagement. Autrement dit, le taux d'imperméabilisation ne doit pas être augmenté.

Ce principe de non aggravation du taux d'imperméabilisation s'étend à l'ensemble des ouvrages dédiés à la gestion des eaux pluviales. A titre d'exemple, un aménagement ne peut supprimer un puits perdu sans en créer un nouveau à proximité de l'ancien.

C.IV.5. Exemples d'application

La section ci-dessous donne des exemples d'application du zonage pluvial.

Cas n°1 : Développement en zone EP1 d'une surface imperméabilisée de 100 m² sur une parcelle de 600 m² possédant déjà une surface imperméabilisée de 200 m²

L'application du règlement du zonage ne prévoit pas de mesure compensatoire spécifique. Les rejets devront être infiltrés (aménagement des espaces verts à cet effet, création de puits d'infiltration ...). En cas d'impossibilité, les rejets se feront sur la voirie communale sans piquage direct sur le réseau pluvial.

Le taux d'imperméabilisation avant aménagement est de $\frac{200}{600} = 33 \%$. Le taux d'imperméabilisation après aménagement sera de $\frac{200+100}{600} = 50 \%$. Il respecte bien la limite de 60 %.

Cas n°2 : Développement en zone EP2 d'une surface imperméabilisée de 1 500 m² sur une parcelle de 3 000 m² possédant déjà une surface imperméabilisée de 500 m²

L'application du règlement du zonage prévoit la mise en place d'une mesure compensatoire d'un volume minimum de 20 m³ équipée d'un orifice de fuite Ø100 permettant de limiter le débit à 21 l/s.

Le taux d'imperméabilisation avant aménagement est de $\frac{500}{3000} = 17 \%$. Le taux d'imperméabilisation après aménagement sera de $\frac{500+1500}{3000} = 67 \%$. La surface nouvellement imperméabilisée est trop importante pour pouvoir respecter le taux d'imperméabilisation limite de 60 %. La surface nouvellement imperméabilisée maximale qu'il est possible de créer est de $0.6 \times 3000 - 500 = 1300 \text{ m}^2$.

C.V. CONDITIONS D'APPLICATION DU REGLEMENT

C.V.1. Sanctions

Les infractions au présent règlement (propriétaires ne se conformant pas aux obligations du présent règlement) peuvent donner lieu à une mise en demeure et éventuellement à des amendes et des poursuites devant les tribunaux compétents.

La commune pourra également procéder d'office aux travaux indispensables, aux frais des intéressés.

C.V.2. Dates d'application

Le présent règlement est mis en vigueur dès le

C.V.3. Modification du règlement

Des modifications au présent règlement peuvent être décidées par la commune et adoptées selon la même procédure que celle suivie pour le règlement initial. Toutefois, ces modifications doivent être portées à la connaissance des usagers du service, trois mois avant leur mise en application.

C.V.4. Clauses d'exécution

Monsieur le Maire et les agents habilités, sont chargés en tant que de besoin, chacun en ce qui les concerne, de l'exécution du présent règlement.

Approuvé par délibération

N° du

LISTE DES ANNEXES

Annexe n°1 : Caractéristiques du réseau	67
Annexe n°2 : Caractéristiques des bassins versants	73
Annexe n°3 : Construction des pluies de projet.....	77
Annexe n°4 : Doctrine de gestion des eaux pluviales de la MISEN des Bouches-du-Rhône	80
Annexe n°5 : Exemples de techniques alternatives	101

Annexe n°1 : Caractéristiques du réseau

Réseau enterré							
Nœud		Hauteur (mm)	Longueur (m)	Cote radier (m NGF)		Pente (m/m)	Capacité (m³/s)
Amont	Aval			Amont	Aval		
1#	537#	1000	452.7	46.00	45.11	0.0020	2.01
10	9#	600	71.4	48.08	47.90	0.0025	0.28
1001)	13)	1300	80.8	46.29	46.20	0.0011	1.47
1006#	18+#	600	166.1	51.40	51.22	0.0011	0.18
102	10	600	148.5	48.30	48.08	0.0015	0.22
105	11	600	52.6	48.39	48.35	0.0008	0.15
106	105	600	71.8	48.64	48.39	0.0035	0.33
11	102	600	51.8	48.35	48.30	0.0010	0.17
110	113	250	32.5	49.99	49.84	0.0046	0.04
111	112	250	14.2	49.94	50.00	-0.0042	-0.04
112	110	250	9.2	50.00	49.99	0.0011	0.02
113	114	250	13.6	49.84	49.80	0.0030	0.03
114	13	600	137.6	49.80	48.94	0.0063	0.44
115	27	800	32.6	49.50	49.50	0.0000	0.00
117)	77)	1300	301.8	47.35	46.80	0.0018	1.88
119	354)	200	172.9	49.61	49.45	0.0009	0.01
12	116	400	275.4	50.40	50.31	0.0003	0.03
120	121	400	152.8	49.39	48.60	0.0052	0.14
121	42	400	51.6	48.60	48.50	0.0019	0.08
124)	531)	600	195.9	49.61	48.79	0.0042	0.36
124	127	400	13.7	50.40	50.30	0.0073	0.16
125	126	400	21.7	50.53	50.50	0.0014	0.07
126	124	400	15.6	50.50	50.40	0.0064	0.15
127	128	400	10.7	50.30	50.25	0.0047	0.13
128	810	400	14.8	50.25	50.20	0.0034	0.11
129	810	600	12	50.29	50.20	0.0075	0.48
13)a	1#	1000	94.3	46.20	46.00	0.0021	2.09
13	106	600	210.6	48.94	48.64	0.0014	0.21
130#	21	800	9.8	50.50	50.50	0.0000	0.00
132#	131#	800	8.6	50.50	50.50	0.0000	0.00
132#	824	800	179.2	50.50	50.09	0.0023	0.58
133	27	400	19.1	49.50	49.40	0.0052	0.14
134	133	400	15.7	49.61	49.50	0.0070	0.16
135	134	400	11.6	49.70	49.61	0.0078	0.17
136	135	400	6	49.70	49.70	0.0000	0.00
138	136	400	34.8	49.80	49.70	0.0029	0.10
139	138	400	24.6	49.92	49.80	0.0049	0.13
140	139	400	71.7	50.15	49.92	0.0032	0.11
142	144	800	77.6	49.35	49.20	0.0019	0.53
144	28	800	60.5	49.20	49.10	0.0017	0.49
145	29#	800	94.3	48.80	48.74	0.0006	0.30
148	38	400	64	51.44	51.30	0.0022	0.09
15	129	600	5.1	50.36	50.29	0.0137	0.65
152	1006#	600	240.2	51.47	51.40	0.0003	0.10

Nœud		Hauteur (mm)	Longueur (m)	Cote radier (m NGF)		Pente (m/m)	Capacité (m³/s)
Amont	Aval			Amont	Aval		
152a	78	1200	116.2	51.10	51.06	0.0003	0.66
16	17	600	61.3	50.90	50.80	0.0016	0.23
17	61	600	186.3	50.80	50.49	0.0017	0.23
18+#	16	600	96.8	51.22	50.90	0.0033	0.32
20)	820	300	21.9	46.68	46.50	0.0082	0.08
21	131#	800	13.8	50.50	50.50	0.0000	0.00
22#	130#	500	179.6	50.68	50.50	0.0010	0.11
255)	279)	200	120.6	50.50	50.06	0.0037	0.02
259)	279)	200	79.2	50.29	50.06	0.0029	0.02
27)	7	300	26.2	46.97	46.90	0.0027	0.05
27	142	800	41.9	49.40	49.35	0.0012	0.42
275)	279)	200	222.1	50.49	50.06	0.0019	0.01
279)	124)	500	171.5	50.06	49.61	0.0026	0.18
28	60	800	44.9	49.10	48.97	0.0029	0.65
287)	275)	200	74.5	50.86	50.49	0.0050	0.02
35	36	400	110.7	50.60	50.55	0.0005	0.04
35	12	400	87.6	50.60	50.40	0.0023	0.09
35	120	400	255	50.60	49.39	0.0047	0.13
350)	380)	200	92.1	48.72	48.44	0.0030	0.02
354)	350)	200	98.8	49.45	48.72	0.0074	0.03
36	125	400	11.1	50.55	50.53	0.0018	0.08
38	36	400	109.6	50.60	50.55	0.0005	0.04
380)	383)	400	70.6	48.44	48.26	0.0026	0.10
383)	390)	400	171.4	48.26	47.85	0.0024	0.09
39	81	1200	121.8	50.20	49.53	0.0055	2.63
390)	117)	800	98.6	47.85	47.35	0.0051	0.86
40	41	1200	113.2	49.40	49.20	0.0018	1.49
41	806	600	182.6	49.20	48.60	0.0033	0.99
42	511	400	348.2	48.50	47.70	0.0023	0.09
43#	44#	400	157.2	47.66	47.56	0.0006	0.05
47#	47+#	900	9.4	48.48	48.33	0.0159	6.20
511	43#	400	76.4	47.70	47.66	0.0005	0.04
514	152	1200	200.1	51.20	51.10	0.0005	0.79
521)	531)	500	68.1	49.24	48.79	0.0066	0.28
531)	551)	600	115	48.79	48.28	0.0044	0.37
549)	551)	500	23.3	48.40	48.28	0.0051	0.25
551)	390)	600	77.2	48.28	47.85	0.0056	0.42
60)	70)	400	243.2	48.33	48.00	0.0014	0.07
60	145	800	117.8	48.97	48.80	0.0014	0.46
61)	60)	400	40.7	48.41	48.33	0.0020	0.08
61	15	600	40.2	50.49	50.36	0.0032	0.32
7	97	300	94.2	46.90	46.80	0.0011	0.03
70)	117)	400	87.7	48.00	47.35	0.0074	0.16
74	39	1200	293	50.99	50.20	0.0027	1.84
77)	81)	1300	91.5	46.80	46.70	0.0011	1.45

Nœud		Hauteur (mm)	Longueur (m)	Cote radier (m NGF)		Pente (m/m)	Capacité (m³/s)
Amont	Aval			Amont	Aval		
78	74	1200	110.4	51.06	50.99	0.0006	0.89
806	47#	600	239.3	48.60	48.48	0.0005	0.39
81)	820	1300	192.2	46.70	46.50	0.0010	1.42
81	40	1200	124.7	49.53	49.40	0.0010	1.15
810	114	600	256.6	50.20	49.80	0.0016	0.22
815	514	1200	305.6	51.50	51.20	0.0010	1.11
82	40	400	152.6	49.77	49.70	0.0005	0.04
82	38	400	269	49.77	50.60	-0.0031	-0.11
820	1001)	1300	66.3	46.50	46.29	0.0032	2.47
824	115	800	146.3	50.09	49.59	0.0034	0.70
826	259)	200	286	51.00	50.29	0.0025	0.02
827	255)	200	195.2	51.00	50.50	0.0026	0.02
9#	8#	600	56.8	47.90	47.90	0.0000	0.00
93	94	400	64.5	47.22	47.15	0.0011	0.06
94	511	400	97.4	47.15	47.70	-0.0056	-0.14
95	94	400	66.6	47.25	47.15	0.0015	0.07
96	20)	300	13.9	46.70	46.68	0.0014	0.03
97	96	300	37.4	46.80	46.70	0.0027	0.05

Réseau aérien							
Nœud		Dimensions	Longueur (m)	Cote radier (m NGF)		Pente (m/m)	Capacité (m³/s)
Amont	Aval			Amont	Aval		
1007#	129	1400x600x800	241.5	50.40	50.29	0.0005	0.25
1013#	809	1700x1100x600	382.2	50.77	49.60	0.0031	0.69
103#	818	1200x800x800	968.1	48.21	46.00	0.0023	0.54
11	103#	1200x800x800	125	48.35	48.21	0.0011	0.38
116	141#	1600x1200x650	52	50.31	50.25	0.0012	0.47
117#	531#	1400x800x600	485.7	50.21	48.76	0.0030	0.49
14#	3#	1200x500x750	40.8	46.91	46.80	0.0027	0.44
141#	117#	1600x1200x650	91.2	50.25	50.21	0.0004	0.29
146#	32#	1400x600x800	1248.2	50.79	48.04	0.0022	0.54
149#	812	2300x500x1200	473.9	52.82	51.00	0.0038	1.92
150#	813	2600x1600x1200	1055.6	53.00	50.50	0.0024	2.62
150#A	149#	2300x500x1200	113.3	53.00	52.82	0.0016	1.23
151#	150#	2300x500x1200	132.5	53.30	53.00	0.0023	1.47
153#	49#	1400x600x800	98.1	48.84	48.53	0.0032	0.65
2#	801	1700x800x900	129.1	46.66	46.30	0.0028	0.97
20#	22#	2200x600x650	128.2	50.73	50.68	0.0004	0.26
23#	20#	2200x600x650	74.4	50.97	50.73	0.0032	0.76
24#	813	1400x600x800	358.5	51.00	50.50	0.0014	0.43
24#	23#	2200x600x650	108	51.00	50.97	0.0003	0.22
29#	30#	2300x1600x1100	244.7	48.74	48.75	0.0000	-0.28
3#	2#	1200x500x750	73	46.80	46.66	0.0019	0.37
30#	532+#	2000x1400x800	391	48.75	47.75	0.0026	1.19
30#	31#	2900x800x1200	268.5	48.75	48.27	0.0018	1.91

Nœud		Dimensions	Longueur (m)	Cote radier (m NGF)		Pente (m/m)	Capacité (m³/s)
Amont	Aval			Amont	Aval		
31#	32#	2500x600x800	279.5	48.27	48.04	0.0008	0.58
31#	532+#	1600x700x500	298	48.27	47.75	0.0017	0.31
32#	817	2000x1000x1100	700.8	48.04	46.00	0.0029	1.64
33#	531#	2300x800x1200	287.9	49.30	48.76	0.0019	1.55
34#	33#	2600x1600x1200	240.6	49.92	49.30	0.0026	2.73
41a	823	2000x900x1000	249.3	49.20	48.72	0.0019	1.13
43#	46#	1500x1200x800	295.2	47.66	46.97	0.0023	0.83
44#	45#	2200x1500x850	105	47.56	47.27	0.0028	1.50
45#	805	1500x800x850	859.2	47.27	44.70	0.0030	0.83
45#	1#	1400x600x800	249	47.27	46.71	0.0023	0.55
46#	804	1500x1200x800	829.7	46.97	44.70	0.0027	0.89
47+#	525#	1200x800x800	357.7	48.33	47.66	0.0019	0.49
47+#a	52#	2200x900x900	582.4	48.33	47.29	0.0018	1.03
49#	50#	1400x600x800	248	48.53	49.02	-0.0020	-0.51
49#	51#	2100x1100x750	227.7	48.53	48.52	0.0000	0.13
5#	6#	1200x500x750	8	47.81	47.18	0.0790	2.39
50#	154#	1400x600x800	268.6	49.02	48.58	0.0016	0.47
508#	151#	2300x500x1200	78.7	53.51	53.30	0.0027	1.60
51#	52#	2000x1100x950	664	48.52	47.29	0.0019	1.13
51#a	155#	1400x600x800	204.8	48.52	48.07	0.0022	0.54
512#	822	1400x600x800	224.7	50.12	49.52	0.0027	0.60
513#	815	1400x800x600	505.6	52.98	52.30	0.0014	0.33
514A	807	1400x600x800	166.3	51.54	50.80	0.0045	0.77
516#	812	1400x600x800	417.9	52.09	51.00	0.0026	0.59
52#	821	2200x900x900	435.5	47.29	47.20	0.0002	0.35
521#	814	2600x1600x1200	349.8	50.45	50.10	0.0010	1.70
525#	54#	2000x1000x1200	443.2	47.66	46.81	0.0019	1.49
525#a	1012#	1200x800x800	693.7	47.66	46.34	0.0019	0.50
53#	46#	2000x1300x950	532.4	48.37	46.97	0.0026	1.46
531#	30#	2300x800x1200	235.5	48.76	48.75	0.0000	0.23
532+#	818	2000x1400x800	746.8	47.75	45.70	0.0028	1.23
535#	803	2600x1200x1400	172.5	43.77	43.30	0.0027	3.01
536#	535#	2600x1200x1400	393.5	44.75	43.77	0.0025	2.88
537#	535#	2400x1200x1200	504.3	45.11	43.77	0.0027	2.26
6#	14#	1200x500x750	115.9	47.18	46.91	0.0023	0.41
68#	70	2500x500x800	243.4	50.75	50.58	0.0007	0.51
69#	61	2400x800x950	81.2	50.65	50.49	0.0020	1.21
70	69#	2500x500x800	39.5	50.58	50.65	-0.0018	-0.81
8#	802	1600x1200x650	674.2	47.90	45.60	0.0034	0.80
8#a	801	1800x1000x750	569.3	47.90	46.30	0.0028	0.89
801	802	1700x800x900	590.6	46.30	45.60	0.0012	0.63
802	536#	1700x800x900	222.8	45.60	44.75	0.0038	1.13
807	1013#	1700x1100x600	203.5	50.80	50.77	0.0002	0.15
807	808	1400x600x800	420.7	50.80	50.15	0.0015	0.46
808	512#	1400x600x800	49.7	50.15	50.12	0.0006	0.28

Nœud		Dimensions	Longueur (m)	Cote radier (m NGF)		Pente (m/m)	Capacité (m³/s)
Amont	Aval			Amont	Aval		
809	50#	1700x1100x600	392.8	49.60	49.02	0.0015	0.48
811	1007#	1400x600x800	280	50.60	50.40	0.0007	0.31
812	24#	2300x500x1200	68.1	51.00	51.00	0.0000	0.00
813	521#	2600x1600x1200	66	50.50	50.45	0.0008	1.48
814	34#	2600x1600x1200	146.1	50.10	49.92	0.0012	1.89
817	819	2000x1000x1100	335.5	46.00	45.30	0.0021	1.39
818	819	2000x1000x1100	157.9	45.70	45.30	0.0025	1.53
819	536#	2600x1200x1400	228.9	45.30	44.75	0.0024	2.83
822	153#	1400x600x800	256.4	49.52	48.84	0.0027	0.60
823	53#	2000x900x1000	150.8	48.72	48.37	0.0023	1.24
825	117#	1600x1200x650	122.9	50.30	50.21	0.0007	0.37
828	815	1800x1000x600	489	52.95	52.30	0.0013	0.45

Annexe n°2 : Caractéristiques des bassins versants

BV	Type 1	Type 2	Exutoire	Superficie (ha)	Pente (m/m)	Longueur (m)	Temps de concentr. (min)	Coefficients de ruissellement (%)				
								2 ans	5 ans	10 ans	30 ans	100 ans
1	EP	Rural	exu	99.2	0.003	2033.7	220	10.0	12.0	15.0	20.0	25.0
2	EP	Rural	146#	29.7	0.002	1058.5	141	11.8	13.8	16.8	21.7	26.7
3	EP	Rural	34#	28.6	0.002	1200.9	145	16.9	19.0	21.9	26.7	31.5
4	PP	Urbain	puits	1.2	0.003	112.3	8	86.7	89.7	91.7	94.7	97.8
5	EP	Rural	511	1.5	0.002	252.7	44	55.9	58.9	60.9	64.1	68.1
6	UN	Rural	70)	3.9	0.001	393.7	83	50.4	53.4	55.4	59.0	63.0
7	PP	Rural	puits	4.1	0.002	189	35	60.0	63.0	65.0	68.0	72.0
8	EP	Urbain	94	3.2	0	190.7	29	55.1	58.1	60.1	63.5	67.5
9	PP	Urbain	puits	2.6	0.008	252.3	14	53.6	56.6	58.6	62.0	66.0
10	UN	Urbain	827	2.2	0.001	310.2	41	56.6	59.6	61.6	64.8	68.9
11	PP	Urbain	puits	4.0	0	450.8	55	57.3	60.2	62.3	65.4	69.5
12	UN	Urbain	531)	1.2	0.007	113	6	84.7	87.7	89.7	92.7	95.7
13	EP	Rural	32#	21.4	0.003	802.5	87	15.1	17.2	20.1	24.9	29.8
14	EP	Urbain	144	1.6	0	281	32	77.1	80.0	82.1	85.5	88.8
15	PP	Urbain	puits	3.6	0	684.1	76	60.0	63.0	65.0	68.0	72.0
16	EP	Urbain	18+#	3.7	0.001	601.2	71	54.5	57.5	59.5	62.8	66.9
17	EP	Rural	152	20.8	0	1268.7	223	12.9	15.0	17.9	22.8	27.7
18	PP	Rural	puits	2.4	0.001	269.5	61	10.2	12.2	15.2	20.2	25.2
19	EP	Rural	exu	33.3	0.002	846.3	112	11.5	13.5	16.5	21.4	26.4
20	EP	Rural	24#	22.6	0.003	987.2	109	10.8	12.8	15.8	20.7	25.7
21	EP	Rural	8#	17.5	0.002	956.6	132	11.3	13.3	16.3	21.2	26.2
22	EP	Urbain	22#	6.3	0.003	423.4	43	30.3	32.8	35.3	39.6	44.1
23	EP	Urbain	824	3.5	0	577.4	66	58.7	61.7	63.7	66.9	70.8
24	EP	Urbain	105	2.4	0.001	339.1	58	52.7	55.5	57.7	61.0	65.2
25	EP	Rural	121	2.2	0.004	183.8	23	48.3	50.9	53.3	56.9	61.2
26	EP	Urbain	114	1.6	0	295.9	37	66.7	69.6	71.7	74.7	78.5
27	EP	Urbain	53#	1.7	0.005	192.3	13	67.0	69.9	72.0	75.1	78.8
28	EP	Urbain	14#	1.7	0.002	296.8	37	49.8	52.8	54.8	58.5	62.5
29	EP	Rural	43#	1.5	0.001	145.7	32	59.9	62.9	64.9	67.9	71.9
30	EP	Urbain	120	1.4	0.004	183.8	13	74.1	77.0	79.1	82.1	85.5
31	EP	Rural	2#	4.9	0.001	487	96	11.0	13.0	16.0	21.0	25.9
32	EP	Urbain	38	3.1	0.01	167.8	9	56.4	59.4	61.4	64.6	68.6
33	PP	Urbain	puits	3.6	0.004	266.6	20	60.0	63.0	65.0	68.0	72.0
34	PP	Urbain	puits	4.0	0.003	416.7	33	58.5	61.5	63.5	66.6	70.6
35	EP	Urbain	45#	1.4	0.003	249	23	58.6	61.6	63.6	66.8	70.7
36	EP	Rural	31#	20.8	0.001	1313.7	208	18.7	20.9	23.7	28.4	33.2
37	EP	Rural	exu	57.5	0.002	1794.2	203	19.0	21.3	24.0	28.7	33.5
38	EP	Rural	exu	30.2	0.002	1322.7	179	10.0	12.0	15.0	20.0	25.0
39	EP	Urbain	41	2.6	0.003	215.8	21	44.4	47.4	49.4	53.4	57.4
40	EP	Rural	823	2.1	0.002	241.4	42	50.2	53.0	55.2	58.6	62.8
41	EP	Urbain	823	3.3	0.001	320.3	39	65.4	68.4	70.4	73.4	77.2
42	EP	Rural	47+#	8.5	0.001	771.2	150	15.9	18.1	20.9	25.8	30.6
43	EP	Rural	817	10.7	0.002	787	109	10.0	12.0	15.0	20.0	25.0
44	EP	Rural	exu	21.9	0.003	875.9	101	10.0	12.0	15.0	20.0	25.0

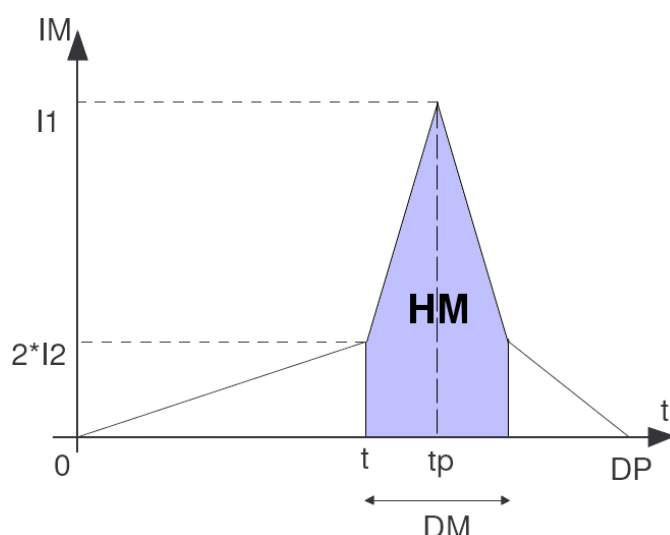
BV	Type 1	Type 2	Exutoire	Superficie (ha)	Pente (m/m)	Longueur (m)	Temps de concentr. (min)	Coefficients de ruissellement (%)				
								2 ans	5 ans	10 ans	30 ans	100 ans
45	EP	Rural	exu	75.3	0.003	1815.4	187	13.1	15.2	18.1	23.0	27.9
46	EP	Rural	exu	16.6	0.003	673	82	10.0	12.0	15.0	20.0	25.0
47	EP	Rural	exu	51.2	0.001	1132.9	195	14.6	16.7	19.6	24.5	29.3
48	EP	Rural	49#	21.6	0.001	1668.8	273	22.8	25.2	27.8	32.5	37.1
49	EP	Urbain	129	4.4	0	225.1	30	61.8	64.8	66.8	70.1	73.9
50	EP	Urbain	116	1.7	0.002	131.6	14	61.9	64.9	66.9	70.2	74.0
51	EP	Urbain	36	1.6	0	146.3	22	54.5	57.5	59.5	62.9	66.9
52	EP	Rural	exu	33.6	0.002	1376.2	186	10.0	12.0	15.0	20.0	25.0
53	EP	Rural	exu	12.3	0.001	1065.3	202	10.0	12.0	15.0	20.0	25.0
54	EP	Rural	exu	24.7	0.001	871.7	167	10.4	12.4	15.4	20.4	25.3
55	EP	Rural	1013#	46.9	0.003	1440.6	160	10.3	12.3	15.3	20.3	25.3
56	EP	Urbain	807	5.4	0.001	565.2	79	35.3	38.0	40.3	44.5	48.8
57	EP	Rural	808	4.2	0.001	490.6	85	19.8	22.0	24.8	29.5	34.2
58	EP	Urbain	822	2.3	0	1014	107	54.1	57.0	59.1	62.3	66.4
59	EP	Rural	exu	14.0	0.004	916.5	93	10.0	12.0	15.0	20.0	25.0
60	EP	Urbain	141#	1.8	0.002	256.3	36	24.7	27.1	29.7	34.3	38.8
61	EP	Urbain	117#	11.1	0.001	473.6	76	26.2	28.7	31.2	35.7	40.2
62	EP	Urbain	825	8.2	0.001	456.3	63	42.1	44.8	47.1	51.2	55.4
63	UN	Urbain	390)	2.9	0.006	167.4	9	80.0	83.0	85.0	88.0	91.2
64	UN	Urbain	826	3.1	0.002	310.7	30	58.8	61.8	63.8	66.8	70.9
65	EP	Rural	809	13.9	0.003	709.6	81	12.8	14.9	17.8	22.7	27.7
66	EP	Rural	536#	16.7	0.002	1139.5	156	10.2	12.2	15.2	20.2	25.2
67	EP	Rural	801	15.7	0.002	839.5	109	12.8	14.9	17.8	22.7	27.6
68	EP	Urbain	531#	7.7	0	811.6	119	23.5	25.9	28.5	33.1	37.7
69	EP	Urbain	12	1.0	0	146.3	21	60.0	63.0	65.0	68.0	72.0
70	EP	Rural	103#	22.6	0.003	1176.9	112	17.9	20.2	22.9	27.7	32.5
71	EP	Rural	30#	11.0	0.003	673.5	75	15.1	17.2	20.1	24.9	29.8
72	EP	Urbain	145	3.4	0	476.6	57	55.7	58.7	60.7	64.5	68.2
73	EP	Urbain	144	1.7	0.002	384.5	36	59.2	61.9	64.2	67.8	71.7
74	EP	Urbain	142	0.9	0.004	183.5	15	56.8	59.5	61.8	65.2	69.2
75	EP	Urbain	106	4.0	0.002	300.3	37	56.6	59.6	61.6	65.0	68.9
76	UN	Urbain	77)	1.7	0.005	192.3	17	56.1	59.1	61.1	64.4	68.3
77	EP	Rural	exu	31.0	0.002	1541.3	202	11.1	13.1	16.1	21.1	26.0
78	EP	Rural	exu	31.0	0.003	1341.6	151	10.0	12.0	15.0	20.0	25.0
79	EP	Rural	exu	35.6	0.002	1736.7	218	12.7	14.8	17.7	22.6	27.6
80	EP	Rural	exu	121.0	0.003	2711.9	250	17.8	19.9	22.8	27.6	32.4
81	EP	Rural	521#	18.5	0.002	1077	131	17.2	19.3	22.2	27.0	31.9
82	EP	Rural	151#	21.2	0.001	1162.3	218	10.0	12.0	15.0	20.0	25.0
83	EP	Urbain	53#	2.3	0.003	334.4	28	68.9	71.9	73.9	77.3	80.8
84	EP	Rural	exu	42.4	0.001	1676.3	299	11.7	13.8	16.7	21.7	26.6
85	EP	Urbain	153#	3.7	0.003	273.6	29	32.5	35.1	37.5	41.8	46.1
86	PP	Rural	puits	3.8	0.002	344.2	50	17.9	20.1	22.9	27.7	32.4
87	UN	Urbain	354)	0.6	0.001	199.3	23	86.5	89.4	91.5	94.5	97.6
88	UN	Rural	20)	2.7	0.005	250.6	26	58.3	61.3	63.3	66.4	70.4

BV	Type 1	Type 2	Exutoire	Superficie (ha)	Pente (m/m)	Longueur (m)	Temps de concentr. (min)	Coefficients de ruissellement (%)				
								2 ans	5 ans	10 ans	30 ans	100 ans
89	EP	Urbain	45#	2.0	0.002	269.9	32	38.1	40.9	43.1	47.2	51.4
90	EP	Urbain	153#	1.7	0.004	264.5	26	50.0	53.0	55.0	58.6	62.6
91	EP	Rural	40	0.3	0	112.1	30	45.9	48.9	50.9	54.8	58.8

Annexe n°3 : Construction des pluies de projet

Les pluies de projet qui sont utilisées dans les simulations numériques sont construites d'après la méthode de DESBORDES. Les principales caractéristiques sont les suivantes :

- Construction en double triangle
- Une durée de pluie intense (DM)
- Une durée totale de pluie (DP)
- Une hauteur d'eau précipitée durant la période intense (HM)
- Une hauteur d'eau précipitée durant la période totale (HT)
- La position du pic intense (TP)



Chaque pluie de projet se caractérise par sa période de retour et la durée de sa période intense.

Les simulations sont réalisées pour cinq occurrences : **2 ans, 5 ans, 10 ans, 30 ans et 100 ans.**

Afin de faire varier la forme des pluies et ainsi de se représenter une diversité de pluies se rapprochant de la diversité des pluies observées, on choisit **4 durées intenses DM : 15 minutes, 30 minutes, 1 heure et 2 heures.**

La durée totale de la pluie est généralement prise égale à 4 heures : sur cette durée, il tombe plus de 80% de la hauteur totale des épisodes pluvieux significatifs dans 73% des cas¹. A une hauteur intense précipitée HM , on associe une hauteur totale HT . Celle-ci est déduite de valeurs observées sur des pluies réelles correspondantes.

Les données pluviométriques utilisées pour la construction des pluies synthétiques sont celles de la station de Salon de Provence, corrigées par les valeurs tirées de la méthode SHYREG.

Les paramètres permettant la construction des pluies doublement triangulaires sont synthétisés dans le tableau page suivante.

¹ Ministère de l'urbanisme, du logement et des transports, 1983. Modélisation de l'écoulement dans les réseaux. Guide de construction et d'utilisation des pluies de projet.

Période de retour T (an)	Durée Intense (mm)	Hauteur intense (mm)	Période de retour T' (an)	Hauteur totale (mm)
2	15	19	0.4	26
	30	26	0.6	32
	60	36	1	46
	120	50	1.8	61
5	15	22	1	46
	30	31	1.5	57
	60	43	2.5	51
	120	60	4.5	60
10	15	26	2	49
	30	36	3	53
	60	51	4.7	58
	120	73	7.5	73
30	15	31	6	59
	30	45	10	73
	60	65	14	83
	120	95	22	95
100	15	35	20	92
	30	53	30	104
	60	81	50	118
	120	123	75	129

Annexe n°4 : Doctrine de gestion des eaux pluviales de la MISEN des Bouches-du-Rhône



PRÉFET DES BOUCHES-DU-RHÔNE

Direction départementale
des Territoires et de la Mer
Service Eau et Milieux
Aquatiques

Rubrique 2.1.5.0 de la loi sur l'eau

Principes de gestion des eaux pluviales dans les projets d'aménagement dans les Bouches du Rhône



siège : 16, rue Antoine Zattara - 13332 Marseille cedex 3 - Tél : 04 91 28 40 40
site internet : www.bouches-du-rhone.gouv.fr

Avant-propos

L'objectif de cette doctrine est de donner aux aménageurs des éléments de bonnes pratiques dans leur projet de gestion des eaux pluviales.

Nous vivons dans une région soumise à des épisodes pluvieux parfois violents. On constate des débordements rapides des réseaux pluviaux de plusieurs communes du département. Pourtant certains sont maîtrisables, permettant de limiter les désagréments pour la population. Les nouveaux projets d'aménagement doivent préserver voire améliorer l'existant en matière d'assainissement pluvial.

Ils doivent s'articuler autour de trois enjeux majeurs :

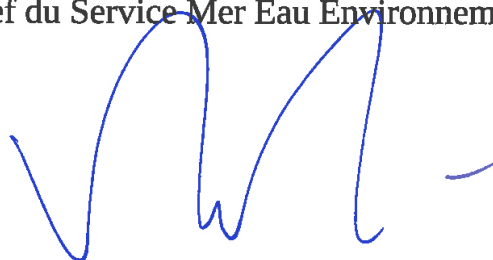
- réduire le risque d'inondations par ruissellement et débordement des réseaux d'assainissement (sécurité des biens et des personnes) ;
- protéger les milieux naturels, dans des contextes où les eaux pluviales contribuent de manière toujours plus significative au déclassement des masses d'eau ;
- maîtriser les coûts dans un contexte budgétaire contraint ;

Ne négligeons pas l'importance d'une gestion intégrée des eaux pluviales dans l'aménagement et dans le cycle de l'eau...

La mise en place des bassins de rétention multi-fonctions ou partie intégrante dans l'aménagement paysager d'un projet assure leur pérennité

Favorisons l'infiltration. Osons la désimperméabilisation.

Le Chef du Service Mer Eau Environnement (S.M.E.E.)

A blue ink signature, appearing to be 'C. Vanroye', written in a cursive style.

Cyril VANROYE

Introduction

Objet du présent document

L'objet de ce document est de fournir un cadre méthodologique à l'élaboration des dossiers loi sur l'eau relevant de la rubrique 2.1.5.0 de la nomenclature définie à l'article R 214-1 du code de l'environnement « rejets d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles ou sur le sol ou dans le sous sol » en précisant les bonnes pratiques à respecter.

Le pétitionnaire vérifiera en parallèle l'existence d'un schéma directeur d'assainissement s'appliquant sur son territoire et le cas échéant, que son projet d'aménagement respecte les préconisations de celui-ci.

==> les rejets dans un réseau d'assainissement ne sont pas concernés par cette rubrique et doivent faire l'objet d'un accord avec le gestionnaire du réseau en question.

Contexte réglementaire

De nombreux documents régissent et informent quant à la prise en compte des eaux pluviales dans l'aménagement au niveau national et au niveau local.

- Loi sur l'eau et les milieux aquatiques (2006) (inscrite dans le code de l'environnement et issu de la directive cadre européenne sur l'eau de 2000)
- SDAGE¹ + PGRI² : Rhône Méditerranée Corse 2016-2021 (consultation en cours lors de l'élaboration de guide, version disponible sur le site de l'Agence de l'Eau)
- SAGE³ de l'Arc (disponible sur le site internet du SABA⁴)
- TRI⁵ : Aix-en-Provence / Salon-de-Provence et Marseille / Aubagne
- PPRI⁶ : vallée du Rhône (Arles, Tarascon, Saint Pierre de Mézoargues et Boulbon + Port Saint Louis, Sainte Marie de la Mer), basse vallée de la Durance (Mallemort, Orgon, Plan d'Orgon, Saint Andiol, Cabannes, Noves, Châteaurenard, Rognonas, Barbentane, Graveson). Voir illustration 1 ci-après.
- Zonage pluvial ou volet eaux pluviales du zonage d'assainissement de la commune concernée, repris généralement dans le PLU⁷.
- Contrat de milieu (programme d'action volontaire, n'a pas de portée réglementaire)

Remarque : le futur SDAGE 2016-2021 rappelle l'importance de mettre en place et de réviser périodiquement des schémas directeurs d'assainissement prévus à l'article L. 2224-8 du code général des collectivités territoriales. Il est dans ce cadre rappelé l'intérêt de réviser et mettre à jour ces documents à l'occasion de l'élaboration ou de la révision des documents d'urbanisme. Outre l'incitation des collectivités à mettre en place ce type de document, il est recommandé que celui-ci intègre un volet « gestion des eaux pluviales » assis sur un diagnostic d'ensemble du fonctionnement des hydrosystèmes établi à une échelle pertinente pour tenir compte de l'incidence

1 Schéma Directeur d'Aménagement de Gestion des Eaux

2 Plan de Gestion du Risque Inondation

3 Schéma de Gestion et d'Aménagement des Eaux

4 Syndicat intercommunal d'Aménagement du Bassin de l'Arc

5 Territoire à Risque Inondation

6 Plan de Prévention du Risque Inondation

7 Plan Local d'Urbanisme

des écoulements entre l'amont et l'aval (bassin-versant contributeur par exemple).

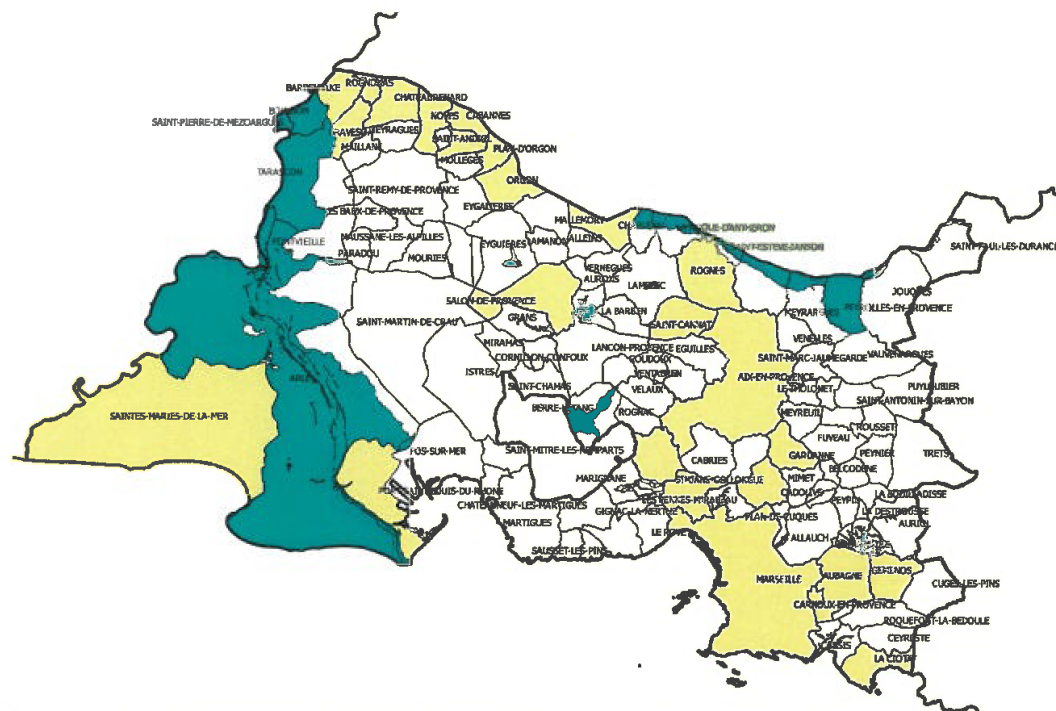


Illustration 1: PPRI approuvés (en vert) et prescrits (en marron) au 1er janvier 2015

Démarche générale

Les règles générales de gestion des eaux pluviales et les grands principes de conception des ouvrages associés sont décrits ici. Néanmoins certaines communes inscrivent dans leur PLU et/ou leur schéma directeur d'assainissement pluvial des préconisations supplémentaires qu'il convient de prendre en compte. Dans tous les cas on retiendra les préconisations les plus contraignantes.

2 aspects fondamentaux doivent guider l'élaboration du projet :

- La gestion du risque ruissellement / inondation via la non aggravation de l'état initial (i.e gestion quantitative) vis-à-vis de l'aléa de référence⁸;
- Le traitement de la pollution adapté au contexte, afin de ne pas remettre en cause le respect des objectifs de qualité des masses d'eau (i.e gestion qualitative).

Au niveau de la conception il faudra veiller à respecter la séquence ERC⁹, à savoir :

- Limiter au maximum l'imperméabilisation en recherchant des alternatives dès la conception du projet ;
- Éviter de concentrer les rejets d'eaux pluviales et conserver dans la mesure du possible les exutoires actuels ;
- Réduire les impacts du projet sur les écoulements et la qualité des rejets en privilégiant une gestion intégrée de l'eau (diminution des vitesses d'écoulement à l'aide de noues, végétalisation des toitures, etc.) ;

⁸ Événement de référence au sens du code de l'environnement, à savoir la crue centennale ou la crue historique si celle-ci lui est supérieure

⁹ ERC : éviter, réduire, compenser

- Examiner l'incidence du projet pour des périodes de retour exceptionnelles et les mesures prises afin de ne pas générer de risque supplémentaires pour les biens et les personnes ;
- Compenser les effets négatifs du projet à l'aide de bassin de rétention pour la période de retour du projet.

Plusieurs guides techniques peuvent aider le maître d'ouvrage à définir les moyens à mettre en œuvre pour respecter les préconisations.

- L'assainissement pluvial intégré dans l'aménagement. Éléments clés pour le recours aux techniques alternatives (Certu, 2008) ;
- Assainissement routier (Setra, 2006) ;
- Cours d'eau et ponts (Setra, 2007) ;
- Pollution d'origine routière (Setra, 2007) ;
- La ville et son assainissement (Certu, 2003) ;
- Techniques alternatives aux réseaux d'assainissement pluvial. Éléments clés pour la mise en œuvre (Certu 1998, réactualisation 2006) ;
- Bassins de retenue d'eaux pluviales (STU, 1994).

Remarque : La RAR (Recommandation pour l'assainissement routier, 1982) et l'IT 77 (Instruction technique) ne devraient plus être utilisés pour la réalisation de projets d'aménagement.

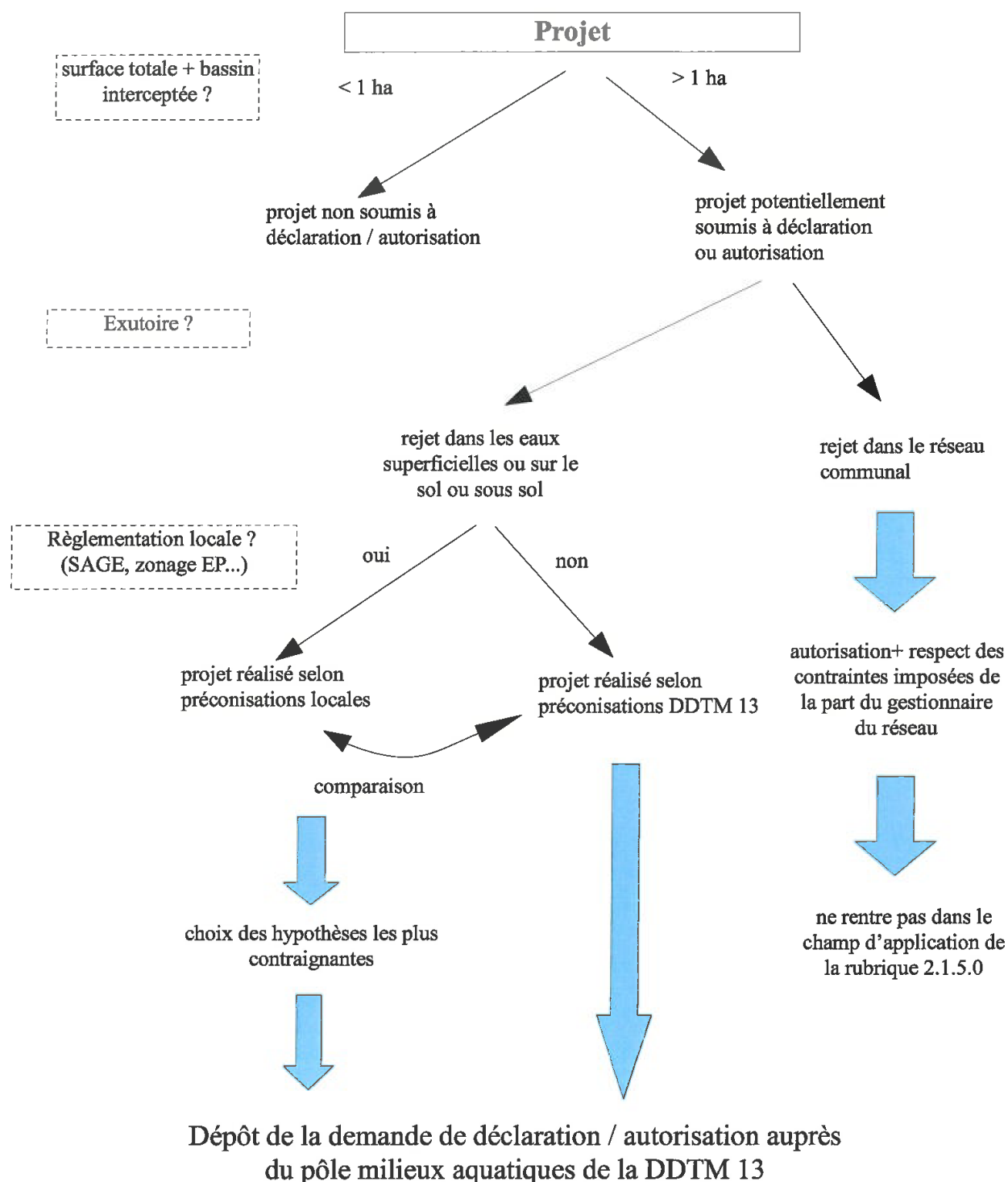
Le dépôt de la demande d'autorisation ou la déclaration doit intervenir en amont du projet et non au moment du dépôt des permis.

Le tableau ci-après récapitule les informations à fournir au service instructeur lors du dépôt de la demande d'autorisation ou de déclaration :

Composition du document d'incidence

Présentation			Pièces à fournir obligatoirement
Projet	Généralités	Typologie du projet, consistance du programme d'aménagement, descriptions des surfaces, ...	► Carte du BV intercepté avec emprise du projet et repérage des enjeux potentiels à l'aval ► Plans du projet ► Calcul des surfaces imperméabilisées ► Repérage et description du point de rejet
	Présentation du site	Description du milieu (climat, topographie, géologie, hydrologie)	Carte du BV intercepté avec recensement des enjeux (usages, nappes d'eau souterraines, cours d'eau, zone inondable, zone humide, Natura 2000...)
	Aspect paysager	Description des éléments structurants du paysage	Recensement des éléments du paysage qui participent ou qui structurent l'écoulement et la gestion des eaux pluviales (haies, champs, fossés, routes, murets...)
	Aspect quantitatif	Pour la période de retour adéquate, présentation du schéma d'écoulement des EP	► Présentation des caractéristiques de la pluie de projet ► Calcul des débits ruisselés pour la période de retour de projet ► Cartes du BV intercepté (y compris si le BV amont est aménagé) en indiquant de manière claire le cheminement des eaux pluviales et les exutoires pour la période de retour du projet
État initial	Aspect qualitatif	Description et vulnérabilité du milieu récepteur	► Analyse de la qualité du milieu récepteur, des sensibilités particulières (milieux aquatiques, zones humides et usages aval) ► Analyse des amplitudes de profondeur de la nappe
	Aspect paysager	Insertion paysagère	► Prise en compte de l'insertion paysagère du système de gestion des EP ► Reprise de la structuration de l'état naturel
	Aspect quantitatif	Pour la période de retour du projet, débits ruisselés sur le BV Système de gestion des EP : dimensionnement (débit de fuite, volume de rétention, surverse), fonctionnement (mode de remplissage, exutoire du système de rétention, exutoire de la surverse) Réseau de collecte : plan du réseau, dimensionnement Étude du BV après saturation du réseau de collecte des EP : cheminement du surplus d'eau	► Calcul des débits ruisselés sur le projet et la partie amont interceptée en tenant compte des surfaces imperméabilisées pour la période de retour du projet. ► Calculs du dimensionnement du système de gestion des EP et mise en avant de la non incidence du projet pour la période de retour considérée ► Plans et coupes du système de gestion des EP ► Plans de détails cotés des ouvrages particuliers (dispositifs de limitation du débit, déversoir, dispositif de sécurité en cas de pollution accidentelle) ► Calculs du dimensionnement de la surverse ► Cartes du BV intercepté en indiquant de manière claire le cheminement de l'eau après aménagement et les exutoires pour la période de retour du projet ► Localisation des exutoires de surverse ► Si le rejet ou la surverse du système de gestion des EP se fait dans un fossé, copie de l'autorisation de rejet du propriétaire aval ► Si la surverse du système de gestion des EP se fait sur la voirie, copie de l'autorisation de rejet du gestionnaire de voirie ► Engagement dans le dossier pour la fourniture des plans de recollement sous 3 mois après achèvement des travaux
	Aspect qualitatif	Types de pollutions potentielles Efficacité du système de gestion des EP, acceptabilité vis-à-vis du milieu récepteur Compatibilité du rejet avec l'objectif de qualité du milieu	► Présentation de la qualité des eaux ruisselées sur la surface aménagée, détermination des sources de pollution potentielles ► Calcul du potentiel épuratoire du système de gestion des EP retenu et de la qualité de l'eau attendue en sortie, notamment sur les MES et les hydrocarbures vis-à-vis du SEQ Eau ► Justification du système épuratoire proposé ► Compatibilité avec les usages aval et sensibilité du milieu aquatique

Choix des hypothèses de travail



Hydrologie

Détermination de la pluie de projet

Il conviendra en premier lieu de vérifier l'existence de données pluviométriques dans les documents liés à l'assainissement pluvial sur la commune du projet (zonage pluvial ou volet pluvial du zonage d'assainissement). Sinon le pétitionnaire pourra utiliser des données locales (exploitation de postes pluviométriques ponctuels) ou bien se référer au zonage proposée ci-après.

Postes ponctuels

Afin de calculer la valeur de la pluie de projet, il est possible d'utiliser les coefficients de Montana fournis par Météo France (MF) : il existe de nombreux pluviomètres sur le territoire des Bouches du Rhône (voir annexe). L'ensemble de ces pluviomètres peuvent être utilisés, à conditions que la source et qualité des données soient précisées dans le DLE ; il est recommandé d'utiliser des données récentes (< 10 ans) et abondantes (au moins 30 ans de données pour l'évaluation de pluies décennales et plus encore pour les pluies centennales). Les lois IDF (intensité-durée-fréquence) sont disponibles pour les 4 stations synoptiques gérées par MF et mises en ligne sur le site internet professionnel.meteofrance.com (site payant à destination des professionnels) : Marignane, Aix-en-Provence, Istres et Salon de Provence.

D'autres organismes disposent de pluviomètres, en cas d'utilisation de ces données penser à bien préciser leur qualité.

Zonage proposé par le Cerema

Par souci de simplicité, il est possible également de se référer aux indications présentées ci-après issues de l'analyse des pluies SHYREG (= Simulation d'HYétogrammes REGionalisée - méthode MF / Irstea) pour les durées 1h, 2h, 3h, 4h, 6h et 24 h pour les périodes de retour 10 et 100 ans.

Le territoire des Bouches-du-Rhône peut être décomposé en 3 zones pluviométriquement homogènes dont les contours correspondent aux limites communales suivantes (voir illustration 2 et détail des communes en annexe) :

- Zone 1 : vallée de la Durance de Saint Paul à Mallemort, Pays Aixois - en jaune ;
- Zone 2 : pays d'Arles, sud de l'étang de Berre, Marseille, Pays d'Aubagne, Sainte Victoire – en vert ;
- Zone 3 : massif des Alpilles, massif de l'Etoile et massif de la Sainte Baume – en bleu.

Ce travail fourni les valeurs de a et de b tel que $H = a * t^{1-b}$, avec H en millimètres et t en heures.

Coefficients de Montana 10 ans - 1 à 24h				Coefficients de Montana 100 ans - 1 à 24h			
	Zone 1	Zone 2	Zone 3		Zone 1	Zone 2	Zone 3
a	40	45	50	a	65	70	75
Pj (mm)	85	95	105	Pj (mm)	140	150	160

Pour les pluies décennales et centennales, l'analyse des données MF fournit une valeur de $b = 0,72$.

Pour les pluies de courtes durées (comprises entre 6 mn et 1 h il est possible de conserver les mêmes valeurs de a, b étant en revanche égal à 0,44).

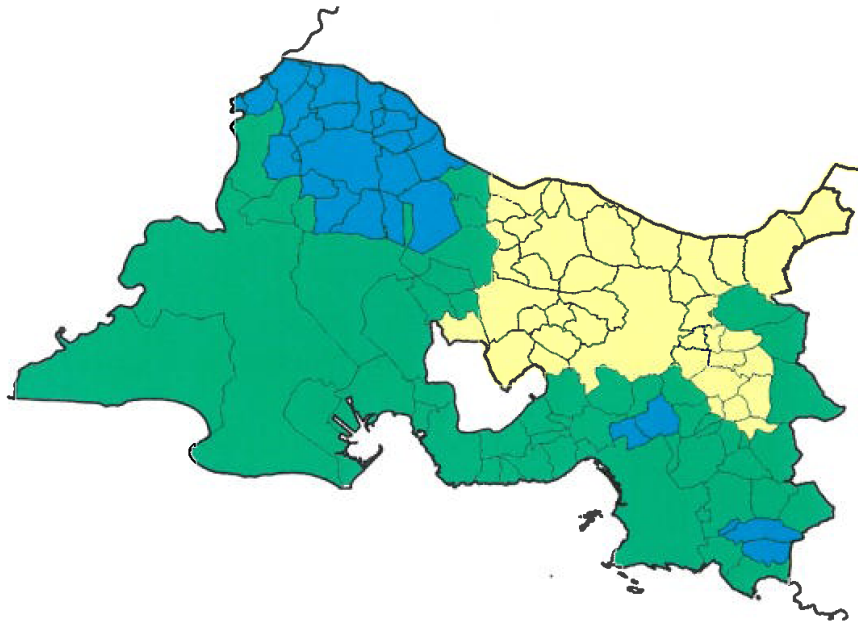


Illustration 2: découpage des Bouches-du-Rhône en 3 zones pluviométriques
(jaune = zone 1 ; vert = zone 2 ; bleu = zone 3)

Détermination d'un débit de projet

Afin d'estimer l'impact d'un projet sur l'écoulement des eaux, on étudie les débits avant et après aménagement à l'aval du bassin versant intercepté. La détermination de ces débits pour différentes périodes de retour est particulièrement difficile en l'absence de données de terrain.

Aussi en l'absence d'informations fiables¹⁰, on utilisera la **formule rationnelle**.

Domaine de validité : bassins versants de taille inférieure à 10 km². Aussi il est fondamental d'évaluer correctement la surface du bassin versant impacté par le projet. L'utilisation d'une carte IGN au 1/25 000 est souvent suffisante, à la condition d'avoir réalisé en parallèle une visite de terrain afin de vérifier l'incidence ou la non incidence d'éventuels ouvrages pouvant modifier les écoulements (routes en remblais, fossés, ...) Le débit de projet s'exprime alors :

$$Q_{(T)} = \frac{1}{3,6} \times C_{(T)} \times i_{(T)} \times A_{BVN}$$

Avec :

- $Q_{(T)}$ le débit de projet de période de retour T, en m³/s
- $C_{(T)}$ le coefficient de ruissellement pondéré pour la période de retour T
- $i_{(T)}$ l'intensité moyenne en mm/h pour la période de retour T pendant le temps de concentration t_c

$$i_{(T)} = a_{(T)} \times t_c^{-b} \quad \text{avec } a \text{ et } b \text{ les coefficients de Montana présentés ci-avant et } t_c \text{ en heures.}$$

- A_{BVN} la surface totale du bassin versant en km²

¹⁰ données issues de relevés de terrain et/ou issues de modélisation dans le cadre de la réalisation de PPRI par ex.

Estimation du coefficient de ruissellement

En l'absence de données ou de mesures de terrain, on se réfère aux valeurs fournies dans le guide technique de l'assainissement routier (abrégé GTAR) pour les bassins versants naturels et aux valeurs présentées dans le guide technique des bassins de retenue d'eaux pluviales pour les bassins versants urbains.

L'estimation de la couverture végétale se fait à l'aide d'une étude de terrain et/ou l'utilisation de la base de données Corine Land Cover (disponible sur le site internet du Ministère de l'Ecologie).

Couverture végétale	Morphologie	Pente %	Terrain sable grossier	Terrain limoneux	Terrain argileux
Bois	presque plat ondulé montagneux	$p < 5$	0,10	0,30	0,40
		$5 \leq p < 10$	0,25	0,35	0,50
		$10 \leq p < 30$	0,30	0,50	0,60
Pâturage	presque plat ondulé montagneux	$p < 5$	0,10	0,30	0,40
		$5 \leq p < 10$	0,15	0,36	0,55
		$10 \leq p < 30$	0,22	0,42	0,60
Culture	presque plat ondulé montagneux	$p < 5$	0,30	0,50	0,60
		$5 \leq p < 10$	0,40	0,60	0,70
		$10 \leq p < 30$	0,52	0,72	0,82

Illustration 3: coefficients de ruissellement décennal sur les bassins versants naturels

Affectation des sols	Coefficient de ruissellement décennal
Espaces verts aménagés, terrains de sports, etc.	0,25 à 0,35
Habitat individuel :	
12 logts/ha	0,40
16 logts/ha	0,43
20 logts/ha	0,45
25 logts/ha	0,48
35 logts/ha	0,52
Habitat collectif :	
50 logts/ha	0,57
60 logts/ha	0,60
80 logts/ha	0,70
Equipements publics	0,65
Zones d'activités	0,70
Supermarchés	0,80 à 0,90
Parkings, chaussées	0,95
Plans d'eau	1,00

Remarque :
les terrains de sport en matières synthétiques et les zones équipées en dalles alvéolaires seront considérés comme des équipements publics.

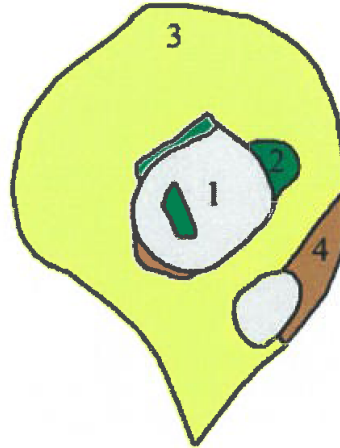
Illustration 4: coefficients de ruissellement décennal dans les projets urbains

$$C_{10} = \frac{\sum (A_j C_j)}{A_{BVN}} \quad \text{avec } A_j : \text{surface partielle du BVN de coefficient } C_j, \text{ en km}^2$$

Exemple :

- 1 = urbain imperméabilisé
- 2 = cultures / limons / $p < 5 \%$
- 3 = pâturages / sableux / $p < 5 \%$
- 4 = bois / limoneux / $5 < p < 10 \%$

$$C_{10} = \frac{1 \times S_1 + 0,5 \times S_2 + 0,1 \times S_3 + 0,35 \times S_4}{A_{BVN}}$$



Pour des périodes de retour > 10 ans on se référera à la formule du GTAR :

$$C_{(r)} = 0,8 \left(1 - \frac{P_{(0)}}{P_{j(r)}} \right) \quad \text{si } C(10) < 0,8 \text{ et avec } P_0 = \left(1 - \frac{C_{(10)}}{0,8} \right) P_{j(10)}$$

Détermination du temps de concentration t_c du bassin versant :

Il est admis d'utiliser la formule des vitesses :

$$t_c = \frac{1}{3600} \sum \frac{L_j}{V_j}$$

Avec :

- t_c le temps de concentration en heures ;
- L la longueur du plus long chemin hydraulique en mètres ;
- V la vitesse de l'eau en mètres par seconde tel que :
 - si $p < 10 \%$, $V = 8 * p^{1/2}$
 - si $p \geq 10 \%$, $V = 2,5$ m/s

Néanmoins, si l'étude hydraulique le nécessite, l'évaluation du temps de concentration peut être faite avec d'autres formules hydrologiques (Ventura, Passini, Kirpish...) pour être comparée avec la formule des vitesses proposée.

Choix de l'exutoire

Pour la gestion quantitative privilégier dans la mesure du possible une gestion de l'eau à la parcelle, via l'utilisation des techniques suivantes :

- toitures végétalisées ;
- noues ;
- fossés enherbés ;
- puits d'infiltration.

De plus ces ouvrages techniques de gestion de l'eau peuvent avoir d'autres fonctions par temps sec : jardin paysager, zones de stationnement, etc.

Conformément au projet de SDAGE RM&C 2016 – 2021 (*OF8 Disposition 8-05 : Limiter le ruissellement à la source*) :

En milieu urbain comme en milieu rural, toutes les mesures doivent être prises, notamment par les collectivités locales par le biais des documents et décisions d'urbanisme, pour limiter les ruissellements à la source, y compris dans des secteurs hors risques mais dont toute modification du fonctionnement pourrait aggraver le risque en amont ou en aval. Ces mesures doivent s'inscrire dans une démarche d'ensemble assise sur un diagnostic du fonctionnement des hydrosystèmes prenant en compte la totalité du bassin générateur du ruissellement, dont le territoire urbain vulnérable (« révélateur » car souvent situé en point bas) ne représente couramment qu'une petite partie.

La limitation du ruissellement contribue également à favoriser l'infiltration nécessaire au bon rechargement des nappes. Aussi, en complément des dispositions 5A-03 et 5A-04 du SDAGE, il s'agit, notamment au travers des documents d'urbanisme, de :

- **limiter l'imperméabilisation** des sols et l'extension des surfaces imperméabilisées ;
- favoriser ou restaurer l'**infiltration** des eaux ;
- favoriser le **recyclage** des eaux de toiture ;
- favoriser les **techniques alternatives** de gestion des eaux de ruissellement (chaussées drainantes, parking en nid d'abeille, toitures végétalisées...)
- maîtriser le débit et l'écoulement des eaux pluviales, notamment en **limitant l'apport direct** des eaux pluviales au réseau ;
- préserver les éléments du paysage déterminants dans la maîtrise des écoulements, notamment au travers du **maintien d'une couverture végétale** suffisante et des zones tampons pour éviter l'érosion et l'aggravation des débits en période de crue ;
- préserver les fonctions hydrauliques des **zones humides**.

Lorsque cela n'est pas possible le rejet peut se faire dans le milieu naturel superficiel (cours d'eau, étangs, ...) ou dans le réseau pluvial de la collectivité. Dans ce cas-là il convient de s'assurer avec l'autorité compétente de la capacité du réseau à accepter ces rejets et à quelles conditions (quantité, qualité). Le pétitionnaire joindra à son dossier l'autorisation écrite de la collectivité.

On veillera donc à étudier en amont du projet la faisabilité technique de la mise en place des techniques alternatives (usage de la nappe, tests d'infiltration, nature des sols, emprises disponibles, ...) Le DLE précisera la profondeur de la nappe (min – max) et prendra garde à ce que le radier du bassin soit à au moins 1 m du toit de la nappe afin d'éviter tout risque de contamination de cette dernière (suivi piézométrique par le maître d'ouvrage et/ou réseau BRGM).

Si cet objectif ne peut être rempli, alors le bassin sera forcément étanche et des dispositifs techniques seront prévus en conséquences (cheminées de décompression, ancrage adaptée de la géomembrane, ect.)

De plus le pétitionnaire indiquera dans le DLE si le projet se trouve ou non dans un périmètre de protection AEP et précisera, en cas d'absence de périmètre, le captage le plus proche (se rapprocher de l'Agence Régionale de Santé si besoin).

Si l'impossibilité technique est démontrée, on envisagera alors la mise en place de technique plus classiques comme précisé dans le SDAGE (rejets dans le milieu naturel superficiel ou dans le réseau pluvial communal). Dans ce cas-là on conservera dans la mesure du possible les exutoires présents initialement avant projet.

Hydraulique

Principes des mesures compensatoires

Le but des mesures compensatoires est de rendre l'urbanisation projetée sans effet vis-à-vis des phénomènes pluvieux. Celles-ci peuvent être de différentes natures : bassins paysagers, noues, réservoirs enterrés, ... en l'absence de contrainte les ouvrages à ciel ouvert doivent être privilégiés (ouvrages enterrés difficiles à entretenir).

La compensation doit permettre de ne pas aggraver l'aléa inondation ainsi que de préserver la qualité des milieux récepteurs. Ce double objectif doit être garanti jusqu'à un certain point qui peut varier selon les enjeux. Aussi on choisira un niveau de protection au moins décennal et à adapter en fonction du contexte local (voir ci-après).

Hypothèses de dimensionnement

On se réfère au guide du Certu « la ville et son assainissement » et à la norme NF EN 572 : réseaux d'évacuation et d'assainissement à l'extérieur des bâtiments.

Le niveau de protection choisi ne doit pas être considéré comme une limite à l'intérieur de laquelle le projet d'assainissement sera étudié. Au contraire, il s'agit de seuils échelonnés entre les différents modes d'évacuation des eaux de pluie [pluies faibles, pluies moyennes, pluies fortes et pluies exceptionnelles].

Lieu d'installation	Période de retour	Probabilité de dépassement pour une année
Zones rurales	10 ans	10 %
Zones résidentielles	20 ans	5 %
Centres-villes / ZI / ZA	30 ans	3 %
Passages souterrains	50 ans	2 %

Remarque : l'aménageur doit préciser quels sont les dispositions prises lorsque la période de retour est dépassée pour éviter les conséquences sur les biens et les personnes.

Dans tous les cas on veillera à assurer une cohérence entre les sections situées à l'amont et celles situées à l'aval du projet afin d'assurer une continuité hydraulique. Le réseau situé à l'aval ne devant pas être saturé avant le réseau en amont de l'opération.

Volumes de rétention et débits de fuite – aspect quantitatif

Dans le cas général, le dimensionnement du volume de rétention se fait à l'aide de la méthode des pluies en choisissant un débit de fuite adapté à l'exutoire. Il est préconisé de choisir un débit de fuite égal au débit biennal avant aménagement dans la limite de 20 l/s/ha aménagé.

Néanmoins, pour des problématiques liées au traitement de la pollution (chronique, accidentelle et/ou saisonnière) il peut être attendu des débits plus faibles afin d'assurer une décantation optimale des matières en suspension ou de permettre l'intervention des services compétents. Le concepteur prendra garde à respecter un orifice de fuite de diamètre supérieure à 100 mm et un débit de fuite supérieur à 5 l/s afin d'éviter tout risque d'obstruction et un autocurage suffisant.

Mais comme mentionné précédemment, il existe de nombreuses règles locales qu'il convient de

respecter si elles sont plus contraignantes. Ex : sur la commune d'Aix-en-Provence la compensation demandée varie de 1000 à 1600 m³/ha avec un débit de fuite variant de 10 à 15 l/s/ha selon les secteurs ;

Dans tous les cas de figure, le pétitionnaire décrira le fonctionnement de l'ouvrage de compensation en fonctionnement normal et en cas d'épisode pluvieux exceptionnel (fonctionnement dégradé) et s'assurera de ne pas porter préjudice aux biens et aux personnes.

Gestion de la pollution – aspect qualitatif

Tout projet d'aménagement est susceptible de générer une pollution des eaux pluviales qui devra être évaluée par le pétitionnaire (flux de pollution chronique et flux saisonnier en fonction de la nature et de la densité du trafic prévisible). Le dossier loi sur l'eau démontrera que le projet envisagé, par sa nature et sa conception, n'engendrera pas de dégradation de la qualité des eaux superficielles et souterraines.

Les dispositifs de traitement mis en œuvre doivent être adaptés au flux de pollution généré par le projet et compatible avec les objectifs de qualité et la vulnérabilité / sensibilité du milieu récepteur (ainsi que ses usages).

Une rétention fixe, étanche et obturable de 30 m³ minimum destiné à recueillir une pollution accidentelle par temps sec sera mis en place en tête de la rétention lorsque l'activité de la zone concernée est industrielle et/ou commerciale et susceptible d'accueillir des véhicules transportant des matières polluantes. Il sera complété par un dispositif de type by-pass.

Une attention toute particulière devra être portée sur la gestion qualitative des eaux lorsque le projet se situe dans le périmètre de protection d'un captage destiné à l'alimentation en eau potable (AEP).

Le pétitionnaire suivra la méthodologie présentée dans le guide technique « Pollution d'origine routière » ainsi que dans les notes d'informations « Méthode de hiérarchisation de la vulnérabilité de la ressource en eau » et « Réalisation des bassins ».

Remarques :

1- pour des bassins de rétention et/ou de décantation, on veillera à limiter la stagnation de l'eau à 48 h maximum (temps de vidange du bassin) afin d'éviter la prolifération des moustiques. Si cette contrainte ne peut être respectée le pétitionnaire se tournera vers des solutions de type « bassin sanitaire ».

2- les bassins ne doivent pas être implantés en zone inondable (enveloppe de crue trentennale) ni dans des axes préférentiels d'écoulement. En cas d'impossibilité technico-financière démontrée, le pétitionnaire se rapprochera des services de l'État afin d'étudier les solutions à apporter.

3- dans le cadre d'une gestion intégrée des eaux pluviales il est possible de créer un plan d'eau afin de multiplier les usages des ouvrages d'assainissement (paysager, récréatif...) Dans ce cas précis le projet fait l'objet d'une demande de déclaration / autorisation au titre de la rubrique 3.2.3.0, qui n'est pas l'objet de ce présent document.

Augmentation de la ligne d'eau et remblais en zone inondable – aspects sécurité des biens et des personnes

Un projet soumis à la rubrique 2.1.5.0 a également une forte probabilité d'être soumis à autorisation / déclaration au titre de la rubrique 3.2.2.0 :

Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur¹¹ d'un cours d'eau :

1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m² (A) ;

2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m² et inférieure à 10 000 m² (D).

Dans ce cas de figure, le SDAGE RM&C 2016-2021 (OF8 Disposition 8-03 : Éviter les remblais en zones inondables) précise un certain nombre de précautions à respecter :

- *Dans les zones inondables par débordements de cours d'eau, tout projet de remblais en zone inondable est susceptible d'aggraver les inondations : modification des écoulements, augmentation des hauteurs d'eau, accélération de vitesses au droit des remblais. Tout projet soumis à autorisation ou déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-6 du code de l'environnement doit rechercher la plus grande transparence hydraulique en zone inondable. Si aucune alternative au remblaiement n'est possible, le projet doit étudier différentes options limitant les impacts sur l'écoulement des crues, en termes de ligne d'eau et en termes de débit.*
- *Tout projet de remblai en zone inondable – y compris les ouvrages de protection édifiés en remblais – doit être examiné au regard de ses impacts propres mais également du risque de cumul des impacts de projets successifs, même indépendants. Ainsi tout projet de cette nature présente une analyse des impacts jusqu'à la crue de référence :*
 - *vis-à-vis de la ligne d'eau ;*
 - *en considérant le volume soustrait aux capacités d'expansion des crues.*

En champ d'expansion des crues

Lorsque le remblai se situe dans un champ d'expansion de crues, la compensation doit être totale sur les deux points ci-dessus (ligne d'eau et en volume) et se faire dans la zone d'effet du projet ou dans le même champ d'expansion de crues. La compensation en volume correspond à 100 % du volume prélevé sur le champ d'expansion de crues pour la crue de référence et doit être conçue de façon à être progressive et également répartie pour les événements d'occurrence croissante : compensation « cote pour cote ».

Dans certains cas, et sur la base de la démonstration de l'impossibilité technico-économique d'effectuer cette compensation de façon stricte, il peut être accepté une surcompensation des événements d'occurrence plus faible (vingtennale ou moins) mais en tout état de cause le volume total compensé correspond à 100 % du volume soustrait au champ d'expansion de crues.

Hors champ d'expansion des crues

Lorsque le remblai se situe en zone inondable hors champ d'expansion de crues (zones urbanisées par exemple), l'objectif à rechercher est la transparence hydraulique et l'absence d'impact de la ligne d'eau, et une non aggravation de l'aléa. La compensation des volumes est à considérer comme un des moyens permettant d'atteindre ou d'approcher cet objectif.

Les projets veilleront donc à éviter dans la mesure du possible les remblais en zone inondable ou d'expansion des crues. Si l'impossibilité technico-économique est prouvée (à préciser dans le DLE), alors une compensation en hauteur et en volume devra être prévue.

¹¹ Au sens de la présente rubrique, le lit majeur du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue connue ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure. La surface soustraite est la surface soustraite à l'expansion des crues du fait de l'existence de l'installation ou ouvrage, y compris la surface occupée par l'installation, l'ouvrage ou le remblai dans le lit majeur

Annexes

Où trouver des informations ?

État

- DREAL PACA : données concernant la biodiversité et l'occupation des sols
- DDTM 13 / préfecture : PPRI, données études hydrauliques

Établissements publics

- Agence de l'Eau : SDAGE, données concernant qualité des masses d'eau
- CEREMA : guides techniques, notes d'information
- Météo France : données pluviométriques
- ARS : périmètres de protection des captages AEP
- BRGM : données géologiques et hydrogéologiques

Syndicats d'aménagement

- SABA (Syndicat intercommunal d'aménagement du bassin de l'Arc)
- SMAVD (Syndicat mixte d'aménagement du Val de Durance)
- Syndicat intercommunal de l'Huveaune
- Syndicat d'aménagement de la Touloubre
- Syndicat d'aménagement du ruisseau de la Cadière
- Syndicat intercommunal des Baux – Paradou pour l'eau l'assainissement et le pluvial ;
- SIVOM Durance Alpilles
- Syndicat intercommunal d'Aménagement Hydraulique du Bassin de Tarascon-Barbentane et pour l'entretien de la Lône de Vallabrègues
- Syndicat intercommunal d'assainissement de la Crau
- Syndicat mixte de gestion de la nappe de la Crau
- Syndicat intercommunal du bassin de l'Anguillon
- Syndicat intercommunal des eaux de Graveson Maillane
- Syndicat intercommunal pour l'assainissement (SIPA) (Bouc Bel Air + Simiane)
- Syndicat intercommunal d'assainissement de Coudoux-Ventabren
- Syndicat intercommunal exploitation ressources en eau des mines Pechiney
- Syndicat intercommunal du Vigueirat et de la vallée des Baux
- Syndicat intercommunal d'assainissement de Rives Hautes (Fuveau)

Collectivités

- Mairie (ou intercommunalité) : POS / PLU / schéma directeur d'assainissement pluvial / zonage pluvial

Règles à appliquer sur quelques communes

Marseille

La direction de l'eau et de l'assainissement (DEA) de la communauté urbaine Marseille Provence Métropole demande à ce que soient respectés les principes de gestion suivants :

Pluies : utiliser les coefficients de l'IT77 (région III).

Gestion quantitative :

- Si le réseau permet le transit d'une pluie > 10 ans alors l'ouvrage de rétention sera dimensionné de manière à ce que le débit de fuite corresponde :
 - Soit au débit généré par le terrain avant toute urbanisation (c'est le cas de toute création nouvelle de voirie qui entraîne une démolition de l'existant)
 - Soit au débit de fuite généré par le terrain actuel (cas de réhabilitation de voiries) ce qui revient à ne compenser que les surfaces imperméabilisées supplémentaires.
- Si le réseau a une capacité hydraulique inférieure au débit hydrologique décennal, alors le débit de fuite du bassin sera réduit à 5 l/s/ha imperméabilisé. Pour les bassins versants de taille inférieure à 1 ha, le débit de fuite est fixé à 5 l/s.

Gestion qualitative : respects de valeurs guides pour les principaux polluants (MES, DCO, Hydrocarbures, Métaux lourds, pesticides et HAP).

Aix-en-Provence

Le zonage pluvial détaille les principales contraintes à respecter :

Pluies : utiliser les coefficients de Montana proposés dans le document.

Calcul du temps de concentration :

- Pour les BV ruraux, on fera la moyenne des résultats obtenus avec la formule de Kirpich, de Ventura et de Passini.
- Pour les BV urbains, on utilisera la formule de Chocat.

Gestion quantitative : découpage communal en 5 zones :

- Zone 1 - Bassin Versant Robert : aléa existant majeur sur la ZI des Milles en raison du débordement du Ruisseau Robert. Les prescriptions correspondent à une période de retour 100 ans.
- Zone 2 – Bassin versant de la Touloubre : volume et débit fixés en cohérence de la réglementation de la commune de Venelles (1250 m³/ha, 12 l/s/ha, protection centennale) et s'inscrivant dans la partie amont du bassin versant de la rivière afin de protéger au mieux les enjeux aval. Les prescriptions correspondent à une période de retour entre 50 et 100 ans.
- Zone 3 - Bassin versant de la Jouine, des secteurs Ouest et Pinchinats : aléas de ruissellement existants importants sur ces secteurs et enjeux urbains sérieux. Les prescriptions correspondent à une période de retour 50 ans.
- Zone 4 - Bassin versant du Centre-ville et de la Torse : aléa de ruissellement moyen existant sur ces secteurs – Zone déjà dense ou à enjeu limité. Les prescriptions correspondent à une période de retour 30 ans.
- Zone 5 - Autres secteurs : seuils de volume et de débit de fuite prévu en cohérence avec le SAGE de l'Arc et pour uniformiser les projets soumis ou non à déclaration ou autorisation loi sur l'eau. Les prescriptions correspondent à une période de retour 30 ans.

Gestion qualitative :

Les rejets d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles, soumis à déclaration ou autorisation au titre de la loi sur l'eau (rubrique n°2.1.5.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du Code de l'Environnement en vigueur au jour de l'approbation de SAGE) en provenance de surface de voiries supérieures à 1000 m² devront bénéficier d'un traitement qualitatif.

L'objectif à respecter est l'abattement à minima 80 % des matières en suspension (décantation des particules > 100µm) Le dispositif de traitement devra être étanche et l'ouvrage de sortie devra comporter une cloison siphonée.

Istres

Le schéma directeur d'assainissement précise :

Pluies : utiliser les coefficients de Montana proposés dans le document (données Météo France de la station d'Istres Le Tubé)

Gestion quantitative : rejets d'eaux pluviales dans un système de collecte séparatif ou utilisation de techniques alternatives.

Découpage communal en 3 zones :

- Zone 1 : ce sont les zones inondables déterminées par approche hydromorphologique. Dans cette zone certaines dispositions constructives réglementaires doivent être respectées mais ne concerne pas les débits de fuite et les volumes de rétention.
- Zone 2 : en cas de l'augmentation de l'imperméabilisation et l'opération concerne une unité foncière > 0,2 ha des mesures de maîtrise des débits à hauteur d'un débit de fuite maximum de 10 l/s/ha de BV collecté par l'ensemble de l'opération et d'un volume de 800 m³/ha imperméabilisé pour toute pluie de période de retour inférieure ou égale à 10 ans doivent être mise en œuvre. Dans tous les cas capacité mini 5 l/s.
- Zone 3 : sous découpage de la zone, débit de fuite variable entre 0 l/s et 10 l/s par hectare de BV imperméabilisé et volume compris entre 800 et 1100 m³/ha imperméabilisé.

Gestion qualitative : utilisation de séparateurs à hydrocarbures pour projets de voiries et de stationnement d'envergures (NDLR : en contradiction avec les notes d'informations du Setra) + autres mesures pouvant être exigées selon l'activité de l'aménagement.

Zones pluviométriques

Zone 1	Zone 2	Zone 3
Nom de la commune	Nom de la commune	Nom de la commune
AIX-EN-PROVENCE	ALLAUCH	AUREILLE
ALLEINS	ARLES	BARBENTANE
AURONS	AUBAGNE	BOULBON
BEAURECUEIL	AURIOL	CABANNES
BELCODENE	BOUC-BEL-AIR	CARNOUX-EN-PROVENCE
BERRE-L'ETANG	CABRIES	CEYRESTE
CHARLEVAL	CADOLIVE	CHATEAURENARD
CHATEAUNEUF-LE-ROUGE	CARRY-LE-ROUET	EYGALIERES
COUDOUX	CASSIS	EYGUIERES
EGUILLES	CHATEAUNEUF-LES-MARTIGUES	EYRAGUES
FUVEAU	CORNILLON-CONFOUX	GRAVESON
GREASQUE	CUGES-LES-PINS	LES BAUX-DE-PROVENCE
JOUQUES	ENSUES-LA-REDONNE	MAILLANE
LA BARBEN	FONTVIEILLE	MAS-BLANC-DES-ALPILLES
LA BOUILLADISSE	FOS-SUR-MER	MAUSSANE-LES-ALPILLES
LA FARE-LES-OLIVIERS	GARDANNE	MOLLEGES
LA ROQUE-D'ANTHERON	GEMENOS	MOURIES
LAMBESC	GIGNAC-LA-NERTHE	NOVES
LANCON-PROVENCE	GRANS	ORGON
LE PUY-SAINTE-REPARADE	ISTRES	PLAN-D'ORGON
LE THOLONET	LA CIOTAT	ROGNONAS
MALLEMORT	LA DESTROUSSE	ROQUEFORT-LA-BEDOULE
MEYRARGUES	LA PENNE-SUR-HUVEAUNE	SAINT-ANDIOL
MEYREUIL	LAMANON	SAINT-ETIENNE-DU-GRES
PELISSANNE	LE ROVE	SAINT-PIERRE-DE-MEZOARGUES
PEYNIER	LES PENNES-MIRABEAU	SAINT-REMY-DE-PROVENCE
PEYROLLES-EN-PROVENCE	MARIGNANE	SEPTMES-LES-VALLONS
ROGNAC	MARSEILLE	SIMIANE-COLLONGUE
ROGNES	MARTIGUES	VERQUIERES
ROUSSET	MIMET	
SAINT-ANTONIN-SUR-BAYON	MIRAMAS	
SAINT-CANNAT	PARADOU	
SAINT-CHAMAS	PEYPIN	
SAINT-ESTEVE-JANSON	PLAN-DE-CUQUES	
SAINT-MARC-JAUMEGARDE	PORT-DE-BOUC	
SAINT-PAUL-LES-DURANCE	PORT-SAINT-LOUIS-DU-RHONE	
VELAUX	PUYLOUBIER	
VENELLES	ROQUEVAIRE	
VENTABREN	SAINT-MARTIN-DE-CRAU	
VERNEGUES	SAINT-MITRE-LES-REMPARTS	
	SAINT-SAVOURNIN	
	SAINT-VICTORET	
	SAINTES-MARIES-DE-LA-MER	
	SALON-DE-PROVENCE	
	SAUSSET-LES-PINS	
	SENAS	
	TARASCON	
	TRETS	
	VAUVENARGUES	
	VITROLLES	

Le code couleur présent sur certaines communes correspond à la présence d'un pluviomètre Météo-France ouvert au 03/05/2015, selon le type de station :

Rouge = Type 0 : station synoptique, acquisition temps réel, expertise à J+1. Données horaires disponibles à partir de H+1. Données quotidiennes disponibles à partir du lendemain 8h.

Vert = Type 1 : station automatique Radome-Resome, acquisition temps réel, expertise à J+1. Données horaires disponibles à partir de H+1. Données quotidiennes disponibles à partir du lendemain 8h.

Jaune = Type 2 : station automatique non Radome-Resome, acquisition temps réel, expertise à J+1. Données horaires et quotidiennes disponibles à partir du lendemain 8h.

Bleu = Type 3 : station automatique, acquisition temps réel, expertise différée à M+21j max. Données horaires et quotidiennes disponibles au plus tard 21j après la fin du mois traité.

Violet = Type 4 : poste climatologique manuel ou station automatique, acquisition temps différé, expertise temps différé à M+21j max. Aucune donnée horaire disponible. Données quotidiennes disponibles au plus tard 21j après la fin du mois traité.

Des pluviomètres ont pu être exploités sur d'autres communes mais ceux-ci ne sont plus en service aujourd'hui. Pour plus d'informations, se rapprocher de la direction interrégionale Sud-Est de Météo-France située à Aix-en-Provence.

Réalisation : DDTM 13 / CEREMA

Contact : Pôle Milieux Aquatiques

tel : 04 91 28 40 40

fax : 04 91 28 42 29

mél: ddtm-service-environnement-mission-inter-services-eau-sispea@bouches-du-rhone.gouv.fr

Annexe n°5 : Exemples de techniques alternatives

FICHE N°1 – BASSINS DE RETENTION

DESCRIPTION

Les bassins sont des ouvrages de stockage, de décantation et/ou d'infiltration.

On rencontre différentes configurations :

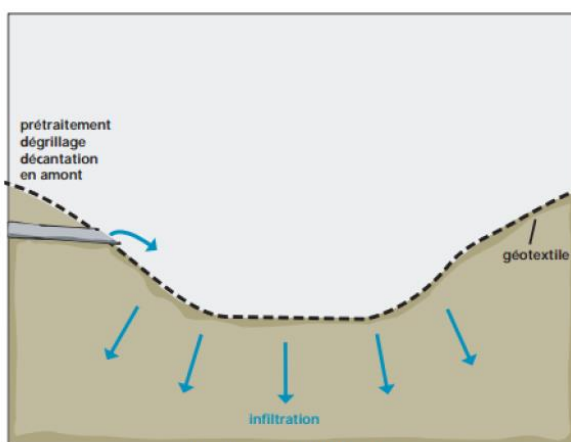
- Les **bassins enterrés**, réalisés en béton ou utilisant des éléments préfabriqués comme des canalisations surdimensionnées;
- Les **bassins à ciel ouvert**, excavations naturelles ou artificielles, avec ou sans digues;
- Les **bassins en eau** de façon permanente ou secs, inondés très ponctuellement et partiellement en fonction des pluies.

Aujourd'hui, les bassins à ciel ouvert peuvent et doivent être conçus comme des **espaces multi - usages**, favorisant leur intégration dans le site et leur bon fonctionnement. En général, ils participent aisément à l'amélioration du cadre de vie : bassins d'agrément, espaces verts, terrains de jeux.

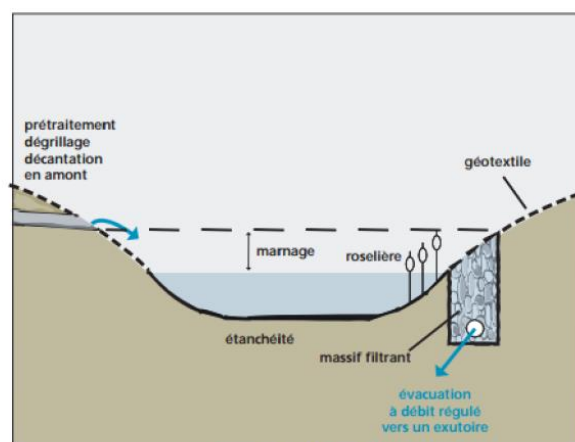
Les bassins peuvent avoir différentes fonctions hydrauliques :

- Intercepter des eaux pluviales ;
- Être alimentés systématiquement, en étant placés à l'exutoire d'un réseau ou n'être alimentés par surverses qu'en cas de saturation du réseau, en étant en dérivation;
- Restituer les eaux (à débit contrôlé et après l'averse) vers le réseau principal, le sol – par infiltration – ou le milieu naturel.

Les bassins ont une fonction de piégeage de la pollution très importante : dégrillage grossier pour piéger les matériaux flottants (plastiques, feuilles), décantation pour la pollution particulaire. La dépollution peut être maîtrisée et optimisée selon la conception du bassin. Elle doit être réalisée en amont des ouvrages d'infiltration et des espaces multi-usages. Dans les bassins en eau ou zones humides, des phragmites ou roselières peuvent améliorer l'épuration naturelle de l'eau.



Bassin sec d'infiltration



Bassin de retenue d'eau

Principes des bassins de rétention sec et en eau (Source GRAIE)

Un travail poussé permettant d'assurer une intégration paysagère complète du bassin doit être pensé et inclus comme axe majeur de réflexion de l'aménagement ; intégration qui permettra de transformer l'ouvrage hydraulique en un élément à part entière de l'opération.

Pour cela, on cherche à lui donner une valeur paysagère tout en lui conférant (lorsque cela s'avère possible) de multiples autres usages (zone de détente, aire de jeu, ...). Pour permettre la mise en œuvre d'un bassin plurifonctionnel et l'ouvrir au public, on assure :

- la mise en sécurité des personnes,
- une bonne information des riverains ou des usagers sur son fonctionnement,
- une signalétique adéquate,
- la mise en sécurité des équipements constitutifs de l'ouvrage.

MISE EN OEUVRE

Le bassin de rétention doit être localisé au point bas du terrain, afin d'assurer un fonctionnement gravitaire de l'ensemble de l'aménagement. Il est fortement déconseillé de mettre en place des pompes de relevage pour la gestion des eaux pluviales qui nécessitent de l'entretien.

Les bassins de rétention doivent être en dehors des zones inondables pour le degré de protection prescrit. Pour des événements plus rares, le bassin doit être transparent, il doit donc être équipé d'un système de surverse. Une gestion des débordements nécessite de s'assurer que le milieu récepteur accepte ce surplus d'eau sans aggravation de la situation aval.

Pour les programmes de construction d'ampleur, le concepteur recherchera prioritairement à regrouper les capacités de rétention, plutôt qu'à multiplier les petites entités.

La conception des bassins devra permettre le contrôle du volume utile lors des constats d'achèvement des travaux (certificats de conformité, certificats administratifs, ...), et lors des visites ultérieures du service gestionnaire.

Les volumes des bassins de rétention des eaux pluviales devront être clairement séparés des volumes destinés à la réutilisation des eaux de pluies dans les ouvrages à utilisation mixte.

Toutes les mesures nécessaires seront prises pour sécuriser l'accès à ces ouvrages.

Un dispositif de protection contre le colmatage sera aménagé pour les petits orifices de régulation, afin de limiter les risques d'obstruction (obligatoire lorsque le débit de fuite est inférieur à 20 l/s).

Dans le cas d'un bassin d'infiltration, la mise en place d'un géotextile sera nécessaire. Dans le cas d'un bassin de rétention parfaitement étanche, une géomembrane devra être mise en œuvre.

Pour les bassins enterrés, un évent doit être mis en œuvre systématiquement pour éviter la mise en pression ou dépression de l'ouvrage au remplissage ou à la vidange.

Pour les bassins d'infiltration, en l'absence d'exutoire, une étude hydrogéologique devra déterminer la faisabilité de l'ouvrage ainsi que la perméabilité des terrains. L'ouvrage devra permettre une vidange en moins de 24h de préférence sans toutefois dépasser 48h. L'étude devra étudier les risques de résurgences en aval et prévoir toutes les mesures afin de ne pas aggraver la situation actuelle.

Le mode d'alimentation du bassin va définir sa position et donner des indications sur les paramètres à contrôler lors de sa conception et de sa réalisation.

- Alimentation par déversement : Le bassin est le point bas de l'opération. Il faut donc vérifier l'altimétrie de raccordement, la correspondance entre le fil d'eau de l'exutoire et le milieu récepteur (réseau public, milieu hydraulique superficiel,...).
- Alimentation par mise en charge et débordement : Le bassin est un vase d'expansion du réseau pluvial. La profondeur du bassin n'est pas fonction du fil d'eau du réseau, mais du volume utile nécessaire et du point de collecte des eaux pluviales le plus bas. Afin d'empêcher tout débordement non désiré on s'assure (dans un cas comme dans l'autre) que le niveau des plus hautes eaux (niveau de surverse) atteint dans le bassin est inférieur au point de collecte des eaux de pluie et de ruissellement le plus bas (au niveau du terrain).
- Alimentation par ruissellement directement des surfaces vers le bassin. Ce mode de fonctionnement ne peut être mis en œuvre que pour des petits bassins. Il permet de limiter, voire de supprimer le réseau pluvial classique.

La collecte des eaux pluviales en amont et l'alimentation du bassin sont réalisées par :

- des canalisations,
- un système de « dégrillage », de pièges à flottants,
- une protection évitant toute intrusion dans les canalisations (type tête d'aqueduc de sécurité),
- des bouches d'injection,
- un aménagement, un accompagnement des eaux afin d'éviter toute érosion prématurée (pour une alimentation par déversement, aménagement jusqu'au fil d'eau du bassin).

La structure type du bassin à ciel ouvert est assurée par :

- la mise en place d'un géotextile et/ou une géo-membrane en fonction de la destination du bassin et du type d'eau retenue (possibilité de contamination, zone à « risques »),
- une pente des talus le plus faible possible (facilite l'entretien), pour des pentes de talus importantes, privilégier le profil emboîté (marches d'escalier),
- la stabilisation des talus par végétalisation ou autre méthode (géo-grilles, dispositifs antibatillage, enrochements, tunage, rondins, ...),
- une rampe d'accès jusqu'en fond de bassin pour assurer un entretien mécanique (passage suffisant et étudié en fonction du bassin et du type d'engin assurant l'entretien),
- des systèmes de mise à l'air et clapet de décharge.

L'évacuation de la totalité des eaux collectées est assurée par la mise en œuvre :

- d'un système de drainage des eaux stockées au point bas (« ré-essuyage ») par noue, caniveau, cunette ou drain d'évacuation pour assurer l'absence d'eau stagnante après vidange,
- d'une faible pente en fond de bassin afin de rassembler les eaux vers le système de drainage.

L'exutoire est composé :

- d'une protection évitant toute intrusion dans les canalisations (type tête d'aqueduc de sécurité),
- d'un organe ou orifice de régulation, # d'une surverse de sécurité.

L'aménagement du bassin peut être réalisé en végétalisant l'ouvrage ou par divers matériaux :

- Végétaux :
 - gazon résistant à l'eau et à l'arrachement (Herbe des Bermudes, Pueraire hirsute, Pâturin des prés, Brome inerme,...),
 - arbres et arbustes pouvant s'adapter à la présence plus ou moins abondante d'eau pour garantir une bonne stabilité,
 - végétaux dont le système racinaire permet une stabilisation du sol (pivotants, fasciculés ou charnus).
- Matériaux :
 - béton,
 - enrobé,
 - géotextile,
 - géomembrane imperméable,
 - dalles bétonnées.

AVANTAGES / INCONVENIENTS

Les avantages et les inconvénients des différents types de bassins sont présentés dans le tableau suivant :

	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Généralités pour tous les types de bassins	Réutilisation des surfaces pour d'autres usages en cas de bonne intégration paysagère, Réduction des débits de pointe à l'exutoire Dépollution efficace des eaux pluviales	Importante emprise foncière Dépôt de boue de décantation Dépôt de flottants Risque de nuisances olfactives (stagnation d'eau) par défaut de réalisation ou manque d'entretien Contrainte stricte sur la qualité des eaux collectées (réseau séparatif, système de dégrilleur, ouvrage de prétraitement)
Bassin rétention sec	Conservation d'espace vert en zone urbaine Utilisation pour les aires de détente, terrains de jeux Entretien simple (tonte, ...)	Entretiens fréquents des espaces verts pour les bassins paysagers
Bassin rétention en eau	Possibilité de recréer un écosystème Peu d'investissement s'il s'agit de l'aménagement d'un plan d'eau existant Possibilité de réutiliser les eaux de pluie Entretien des espaces verts plus réduit	Assurer une gestion appropriée afin de prévenir de l'eutrophisation.
Bassin rétention - infiltration	L'infiltration dans le sol permet de recharger la nappe. Piégeage des polluants en surface de la couche filtrante	Le sol doit être suffisamment perméable. Nécessité d'une conception soignée et d'un entretien régulier Possible contamination de la nappe par une pollution accidentelle (en zone à risques)

Avantages et inconvénients des bassins de rétention (Source Grand Lyon)

PRINCIPE DE DIMENSIONNEMENT

Avant toute réalisation d'un bassin de rétention, des études préliminaires topographiques (vérification des possibilités d'implantation du bassin) et géotechniques (faisabilité vis-à-vis de la stabilité du sol recherche de la perméabilité) doivent être menées.

Si le site le permet, la réalisation de bassins à ciel ouvert et intégrés doit être recommandée ; elle ne pose pas de problème particulier, par rapport à des ouvrages plus techniques, complexes, coûteux et d'une efficacité équivalente.

Pour les bassins enterrés, la mise en place d'ouvrages préfabriqués, comme les gros collecteurs, est de plus en plus utilisée.

La profondeur de l'ouvrage peut parfois être limitée pour avoir un ouvrage peu profond donc plus facile à exploiter mais également pour avoir des hauteurs d'eau influençant peu la vidange (dans le cas de non mise en œuvre d'un régulateur de débit constant).

Pour des ouvrages avec rejet au réseau ou à un cours d'eau, l'organe de vidange doit nécessairement être situé au-dessus du radier du collecteur aval ou au-dessus du niveau d'eau d'une rivière, ce qui peut limiter la profondeur de l'ouvrage ou modifier le débit de fuite en conséquence.

Lors du choix des dimensions de l'ouvrage de rétention des eaux pluviales, il est important de vérifier que la hauteur maximum d'eau admissible dans cet ouvrage (avant action des trop pleins) n'entraîne pas de mises en charge des réseaux amont susceptibles de perturber leur fonctionnement hydraulique

Le dimensionnement devra également tenir compte :

- de la hauteur de stockage du volume prescrit dans le cadre du zonage en fonction de la possibilité ou non de rejet vers un exutoire ;
- d'une hauteur de charge au-dessus de la surverse de sécurité (généralement 0.2m) ;
- d'une revanche de sécurité essentielle pour les ouvrages enterrés.

Ainsi le volume total de l'ouvrage est supérieur à celui prescrit par le zonage qui ne correspond seulement à l'obligation de stockage minimum permettant l'écêtement les eaux en provenance d'un orage pluviométrique inférieur ou égal à un orage de période de retour 30 ans.

Par ailleurs, le volume utile est compté en enlevant tout volume non utile au stockage de l'eau, par exemple : poutre béton, rampe pour l'entretien des engins, ...

De même, si l'ouvrage à réaliser est en site pentu, lors de la détermination du volume, il ne faut pas oublier de prendre en compte la perte de stockage lié à cette pente. Pour améliorer les capacités de stockage, il est possible de mettre en œuvre un cloisonnement de la structure qui permettra d'augmenter les capacités de stockage (voir profil en travers ci-après).

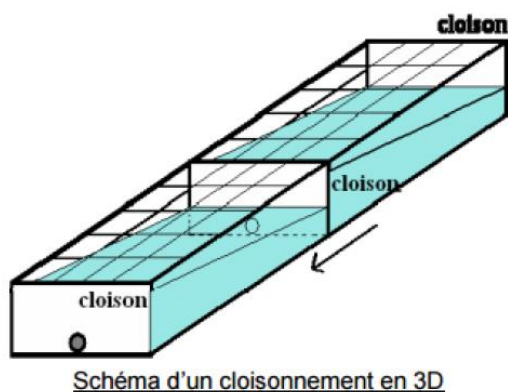
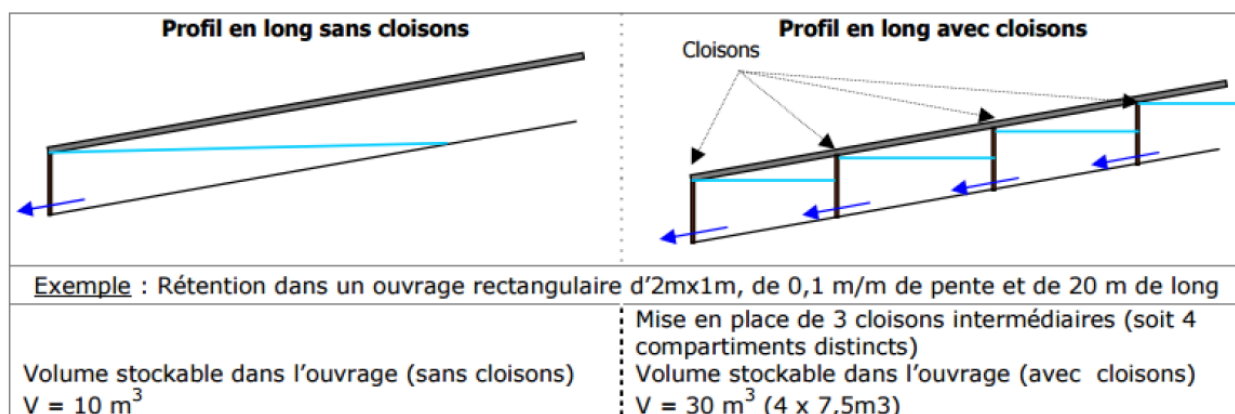


Schéma d'un cloisonnement en 3D



L'ENTRETIEN

Quel que soit le type du bassin, son entretien consiste surtout à l'entretien des systèmes de décantation et/ou débouillage et/ou déshuilage. Une intervention annuelle et une inspection à minima après un évènement pluvieux significatif doivent permettre de maintenir ces organes en bon état de fonctionnement.

Pour les bassins à ciel ouvert, l'entretien comprend à minima :

- l'enlèvement des flottants (bouteilles, papiers, etc.),
- le nettoyage des berges,
- la vérification de la stabilité des berges ou de leur étanchéité,
- éventuellement une lutte contre les rongeurs,
- le curage de la fosse de décantation (surprofondeur près de l'exutoire),
- l'entretien de la végétation (surtout pour bassins à sec),
- le nettoyage des grilles,
- la vérification du régulateur de débit (au moins 4 fois /an) et des vannes s'il y a lieu (au moins 2 fois /an).

L'entretien du volume du bassin en lui-même dépend du type de procédé. Les bassins vides présentent un entretien aisé et plus complet. Les bassins de type « curables » sont plus complexes. L'entretien des bassins dits « non curables non visitables » consiste en l'hydrocurage des seuls drains inférieurs du bassin.

Pour les bassins d'infiltration, le suivi de la perméabilité est primordial. Dans le cas d'une absorption insuffisante, il y a lieu de renouveler la couche superficielle.

FICHE N°2 – NOUES ET FOSSES

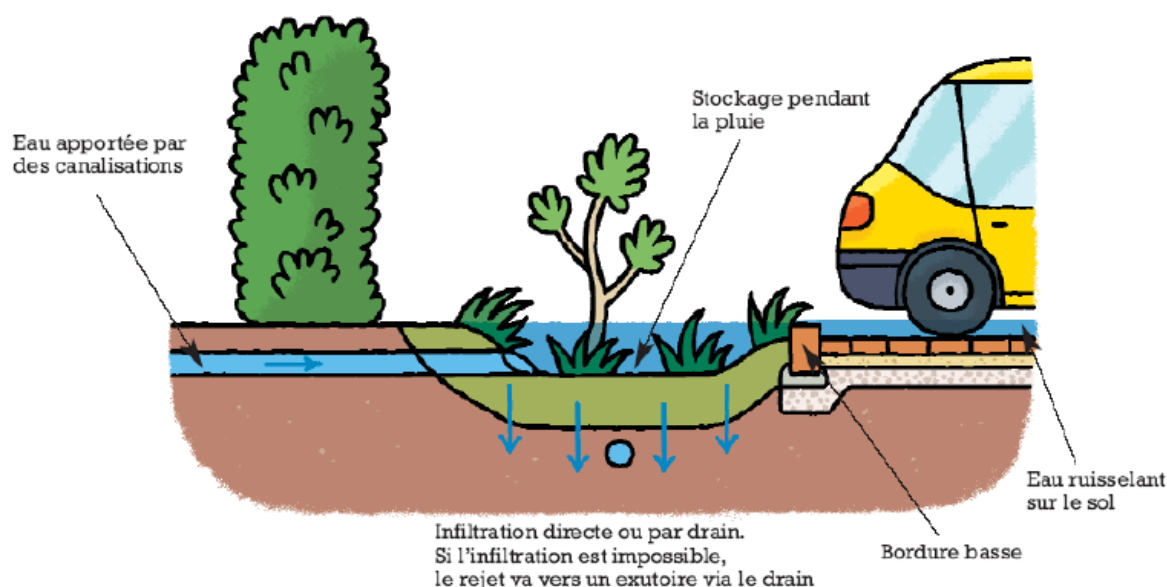
DESCRIPTION

Les noues et fossés sont simples à réaliser. Ils apportent des solutions efficaces pour la gestion des eaux pluviales à un coût minime.

Une noue est un large fossé, peu profond, présentant des rives à pentes douces. Son profil est courbe, triangulaire ou trapézoïdale. Le linéaire épouse le terrain naturel en s'adaptant au relief. Il est toutefois conseillé que la pente longitudinale n'excède pas 0,5 %, sans quoi la capacité de rétention est amoindrie.

Les noues ou les fossés traditionnels permettent l'écoulement et le stockage de l'eau à l'air libre.

L'eau est collectée soit par l'intermédiaire de canalisations (ex : récupération des eaux de toiture), soit directement après ruissellement sur les surfaces adjacentes. L'eau est évacuée vers un exutoire (réseau, fossé) ou par infiltration dans le sol et évaporation.



Principe de la noue (source : Grand Lyon)

MISE EN OEUVRE

La mise en œuvre se fait par mouvement de terre, dans une dépression du terrain. La mise en place d'un drain sous la noue ou le fossé peut permettre en plus de faire circuler l'eau sous la surface du sol, par percolation, à travers un milieu poreux.

L'évacuation peut se faire soit par infiltration lorsque le sol est suffisamment perméable, soit par drainage et évacuation au débit de fuite régulé vers un exutoire (réseau fluvial, fossé).

La noue est généralement engazonnée, ce qui crée des espaces verts. Les abords de la noue peuvent être « embellis » par des plantations.

Dans le cas de terrains présentant de forte pente, des parois de surverse devront être mises en œuvre dans la noue pour y réguler l'écoulement afin de temporiser le transfert des volumes.



Profil en long d'une noue sur un terrain en forte pente

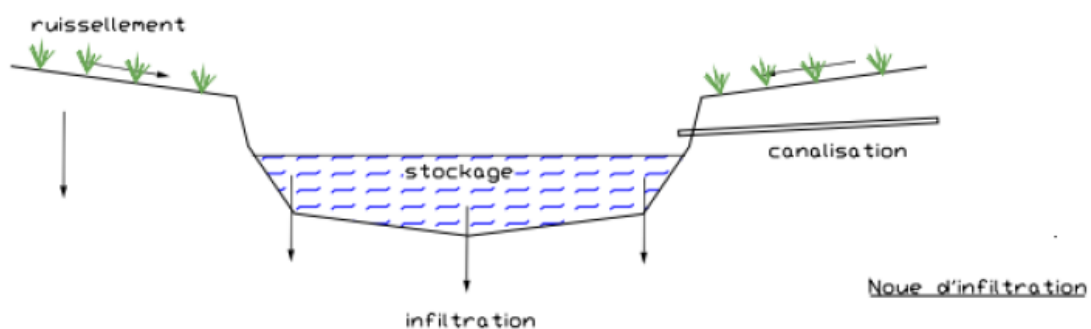
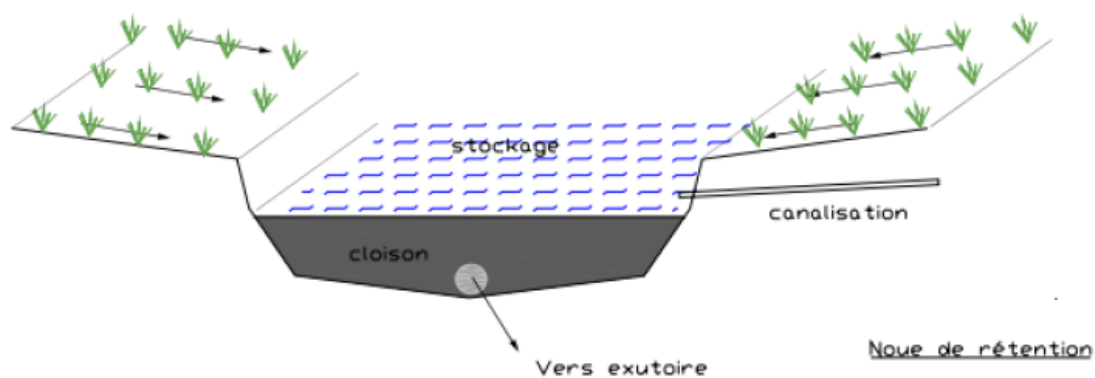
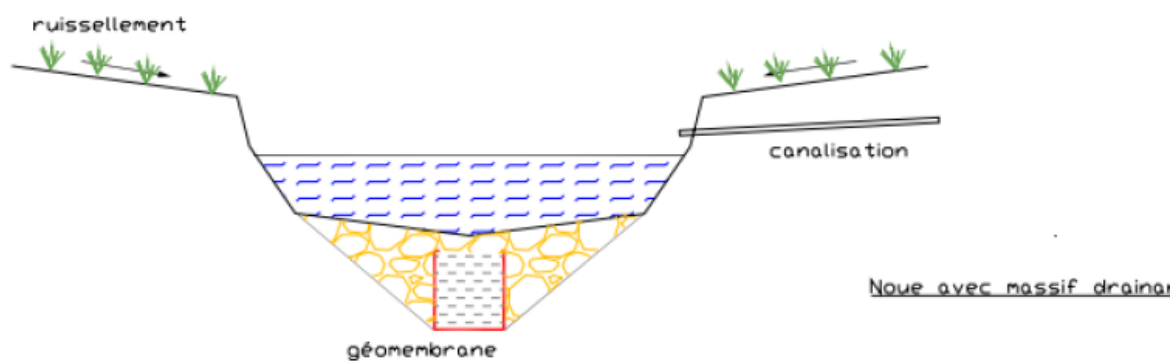


Schéma de principe de différents types de noue

AVANTAGES / INCONVENIENTS

Les avantages et les inconvénients sont présentés dans le tableau suivant :

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Fonctions de rétention, de régulation, d'écêtement qui limitent les débits de pointe à l'aval Contribuent à une meilleure délimitation de l'espace Bon comportement épuratoire Bonne intégration dans le site et plus-value paysagère Diminution du risque d'inondation	Entretien et nettoyage régulier spécifique indispensable (tonte, ramassage des feuilles,...) Nuisance liée à la stagnation éventuelle de l'eau Colmatage possible des ouvrages Sur site pentu, cloisonnement nécessaire pour limiter la perte de volume de stockage
<i>Cas particulier de l'infiltration</i> Il n'est pas nécessaire de prévoir un exutoire sur un sol perméable Alimentation de la nappe phréatique	Risque de pollution accidentelle de la nappe si celle-ci est trop proche du fond de l'ouvrage
<i>Cas particulier des noues</i> Possibilité d'être intégrées comme espace paysager et esthétique Utilisation éventuelle en espaces de jeux et de loisirs, de cheminement piéton par temps sec Solution peu coûteuse	Emprise foncière importante dans certains cas

Avantages et inconvénients des noues et fossés (Source Grand Lyon)

PRINCIPE DE DIMENSIONNEMENT

Afin de favoriser le stockage dans les noues et fossés, l'aménagement doit respecter quelques critères :

- Faible pente (ne devrait pas excéder 0,5 %) ;
Toutefois l'existence d'une forte pente n'est pas rédhibitoire. Des cloisons peuvent être mises en place afin d'augmenter le volume de stockage et réduire les vitesses d'écoulement, ce qui favorise l'infiltration et empêche l'érosion du sol causée par la vitesse de l'eau.
- Faible profondeur par rapport à la largeur ;
- Aspect linéaire de l'aménagement, à l'aspect d'un ruisseau.

Il faut préalablement vérifier que l'ouvrage ne se situe pas dans une zone à infiltration réglementée (ex : protection des nappes d'alimentation en eau potable).

Le stockage est réalisé dans la dépression du terrain entre le fond de la noue et la hauteur du terrain naturel.

Dans le cas d'une pente très faible, inférieure à 0,2 à 0,3 %, une cunette en béton devrait être réalisée au fond de la tranchée pour assurer un écoulement minimal.

Les dimensions des noues et fossés sont variables. Globalement le fossé est plus profond que la noue. On peut estimer les dimensions suivantes :

- Noue : Largeur = 5 à 6 x Profondeur
- Fossé : Largeur = 4 x Profondeur

Le Grand Lyon donne des dimensions classiques de ces aménagements.

NOUE DISPOSÉE...			FOSSÉ DISPOSÉ...		
	...le long des voiries	...dans les jardins privés		...le long des voiries	...dans les jardins privés
Profondeur	20 cm à 1 m	15 à 50 cm	Profondeur	1 à 1,5 m	20 cm à 1 m
Largeur	1 à 5 m	0,5 à 3 m	Largeur	2 à 6 m	1 à 4 m

Les dimensions classiques d'un ouvrage (Source Grand Lyon)

Pour estimer le volume pouvant être stocké dans la noue (ou le fossé), la formule varie en fonction de la forme de l'aménagement. Trois formules permettant le calcul du volume de stockage pour les noues courbe, triangulaire et trapézoïdale respectivement sont données ci-dessous :

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

Calcul du volume pouvant être stocké dans l'ouvrage (Source Grand Lyon)

L'ENTRETIEN

Les noues sont considérées comme des espaces verts et doivent être entretenus sous risque d'être envahis par la végétation : tonte de la pelouse, fauchage périodique, ramassage de feuilles et débris, à l'image de l'entretien d'un jardin.

Pour les noues végétalisées, les racines et les rhizomes des végétaux assurent l'aération du sol et permettent de limiter le colmatage. Ils permettent de plus le développement d'une faune bactérienne susceptible de traiter les apports de polluants.

Pour les fossés et les noues de rétention, il est nécessaire de curer les dispositifs de vidange périodiquement pour ne pas compromettre leur fonction de régulation. Pour pallier le risque d'obturation des orifices, un drain peut être mis en place sous la noue ; l'eau s'infiltré dans le fond de la noue puis atteint le drain et s'écoule vers l'exutoire.

Par ailleurs, il faudra veiller à éviter l'appropriation de ces espaces verts par les riverains pouvant détourner la fonction hydraulique initiale de l'ouvrage.

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, une noue ne devra pas être utilisée pour stocker de la terre et d'autres matériaux, ou pour du stationnement.

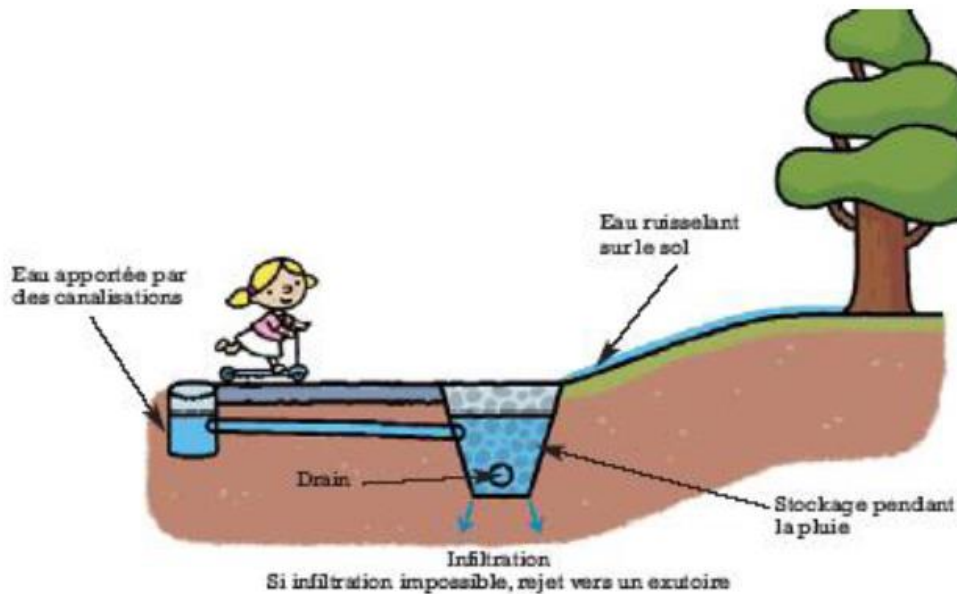
La noue doit reprendre uniquement les eaux de pluie.

FICHE N°3 – TRANCHEES DRAINANTES OU INFILTRANTES

DESCRIPTION

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.

L'eau de pluie collectée par des canalisations ou par ruissellement est évacuée, après stockage provisoire, grâce à un drain, selon un débit régulé, vers un exutoire (réseau de collecte, bassin de rétention ou rivière) ou bien par infiltration dans le sol.



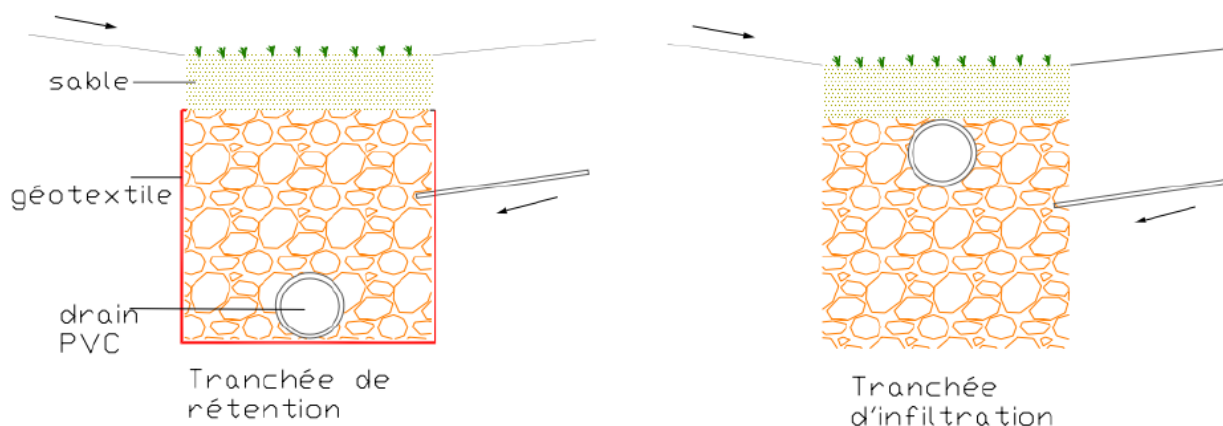
Principe de la tranchée drainante ou infiltrante (Source Grand Lyon)

MISE EN OEUVRE

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 100 à 150 mm, offre l'avantage de répartir les eaux dans toute la tranchée.

La mise en œuvre demande de respecter les principes suivants :

- Veiller à ce que le fond de la tranchée soit bien horizontal afin de faciliter la diffusion de l'eau dans la structure.
- Éviter la plantation d'arbres, buissons... à proximité de la tranchée ainsi que la pose d'une clôture.
- Il est suggéré de placer la tranchée drainante dans une zone minéralisée sans plantation (allée de jardin, accès de garage) et de s'écarter au minimum de 2 m des habitations.
- Positionner le drain au 2/3 de la zone drainante.



Schémas de principe de la tranchée drainante

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 dans le cas de voies ouvertes à la circulation routière ou sous trottoirs ; des galets s'il n'y a pas de circulation. La tranchée peut également être végétalisée (gazon), elle doit dans ce cas être recouverte d'un géotextile empêchant la migration des éléments fins de la terre végétale vers la tranchée.

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.

AVANTAGES / INCONVENIENTS

Les avantages et les inconvénients sont présentés dans le tableau suivant :

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Diminution des réseaux à l'aval du projet Peu coûteux Diminution du risque inondation par répartition des volumes et des flux Mise en œuvre facile Bonne intégration paysagère Pas d'exutoire (tranchée d'infiltration) Alimentation de la nappe	Phénomène de colmatage Entretien spécifique régulier Contrainte dans le cas d'une forte pente (cloisonnement nécessaire) Contrainte liée à l'encombrement du sol Risque de pollution de la nappe (tranchée d'infiltration)

Avantages et inconvénients de la tranchée drainante ou infiltrante (Source Grand Lyon)

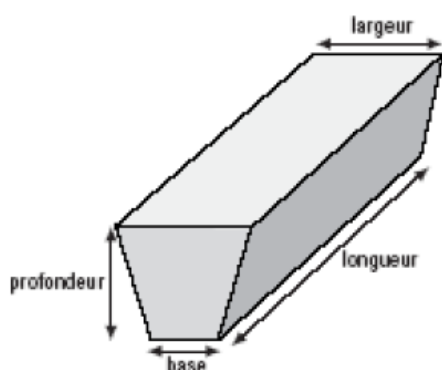
PRINCIPE DE DIMENSIONNEMENT

Le Grand Lyon donne des dimensions classiques pour ce type d'aménagement.

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

Pour estimer le volume pouvant être stocké dans la chaussée drainante (ou infiltrante), la formule varie en fonction de la forme de l'aménagement. En général, la section est trapézoïdale et la formule employée est :

$$\text{Porosité} \times \text{longueur} \times \text{profondeur} \times \frac{\text{largeur} + \text{base}}{2}$$



La porosité dépend du matériau de remplissage de la tranchée. Par exemple, pour un remplissage avec des galets la porosité est de l'ordre de 0.35. Cette porosité est largement augmentée en remplissant avec des matériaux spécifiques en plastique alvéolaire, elle peut atteindre 0.90.

L'ENTRETIEN

Le travail d'entretien consiste à ramasser régulièrement les déchets ou les débris de végétaux qui obstruent les dispositifs d'injection locale (orifices entre bordures, avaloirs) et à entretenir le revêtement drainant de surface.

Dans le cas des tranchées engazonnées, le géotextile de surface doit être changé après constatation visuelle de son colmatage.

FICHE N°4 – TOITURES STOCKANTES

DESCRIPTION

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.

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

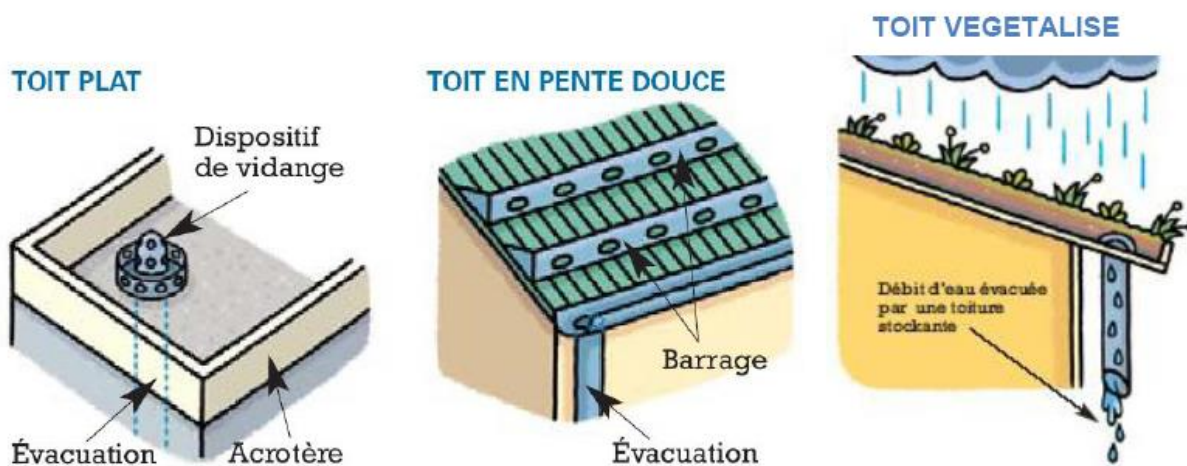


MISE EN OEUVRE

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. 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.

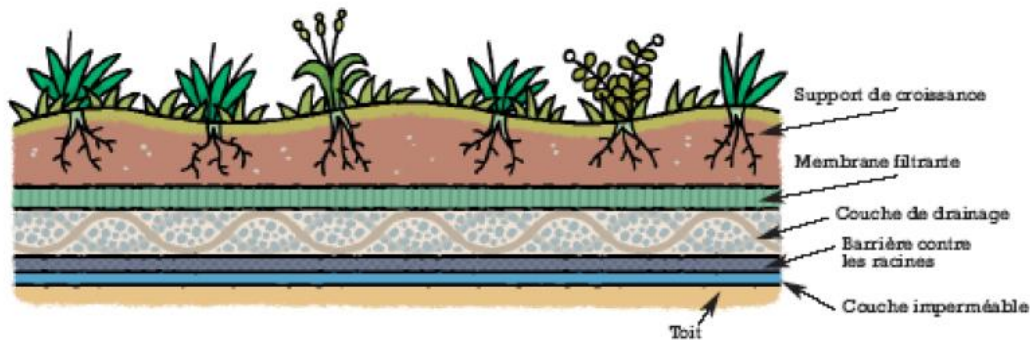


Principes des toitures stockantes (à gauche et au centre) et végétalisée (à droite) (Source Grand Lyon)

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 (toiture végétalisée).

- Une membrane filtrante : géotextile entre la couche de drainage et le substrat (toiture végétalisée).
- 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 (toiture végétalisée).
- 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).



Coupe d'un toit végétalisé (Source Grand Lyon)

Les toitures végétalisées devront de préférence être plantées d'une végétation extensive constituée de plantes herbacées et variétés de sédums formant un système peu épais, avec un fonctionnement quasi autonome, nécessitant un faible entretien.

La couche drainante est facultative pour les toitures ayant une pente $> 5\%$. L'épaisseur du substrat varie entre 4 à 15 cm pour une végétation extensive.

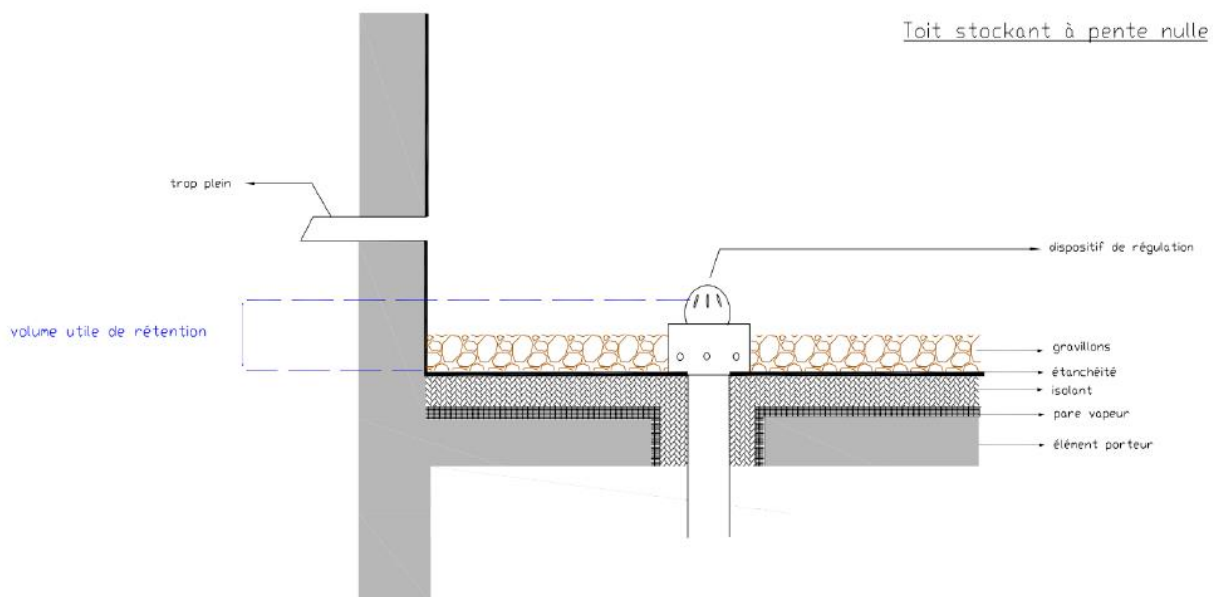


Schéma de principe d'un toit stockant

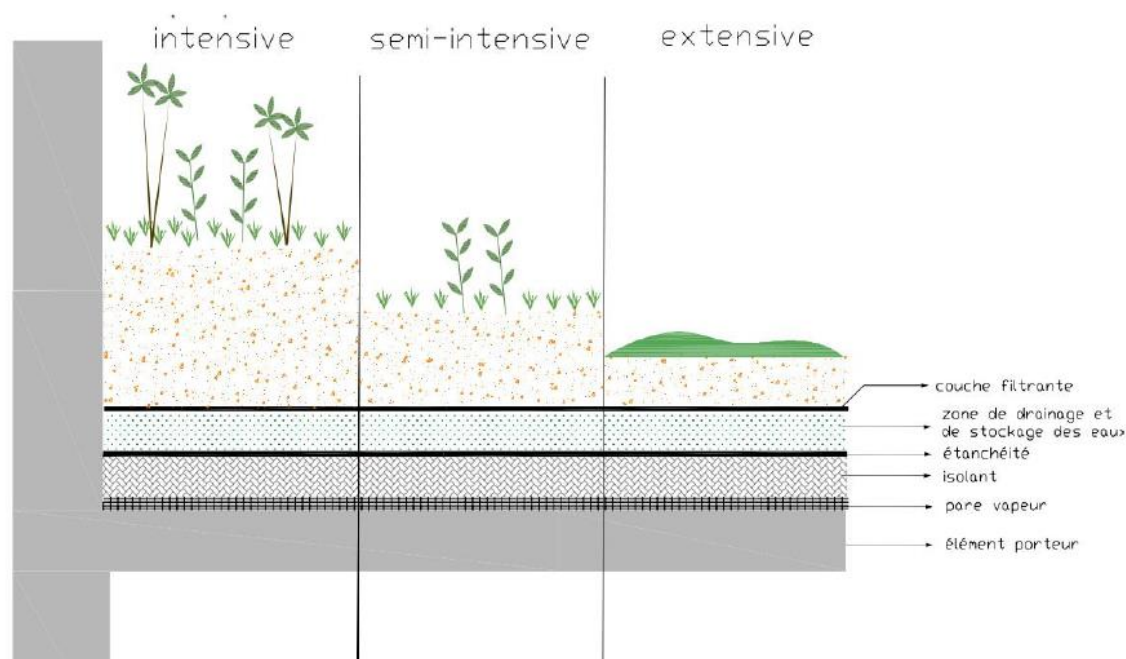


Schéma de principe d'un toit végétalisé

Législation

La mise en œuvre de toits stockants (ouvrages neufs ou réhabilitation) est régie par des règles techniques en vigueur qu'il faut respecter (documents techniques unifiés, avis techniques, règles professionnelles de la Chambre syndicale nationale de l'étanchéité pour la réfection des toitures...).

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.

AVANTAGES / INCONVENIENTS

Ce dispositif utilise peu de place puisqu'il se trouve sur le bâtiment. Les débits évacués sont moins importants qu'avec une toiture classique.

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).

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Diminution des réseaux à l'aval (diminution des encombrements, travaux) Pas d'emprise foncière Bonne intégration dans le tissu urbain Pas de technicité particulière par rapport aux toitures traditionnelles Diversité de traitement : en herbe, avec matériaux (bois) Permet de réguler le débit en sortie, et peut-être combinée avec d'autres Techniques alternatives	Entretien régulier A utiliser avec précautions sur une toiture existante (vérification de la stabilité et de l'étanchéité) Nécessité de prévoir des cloisonnements Difficile à mettre en place sur toiture en pour les pentes > 2% Surcoût dans certains cas Réalisation soignée par entreprises spécialisées (étanchéité) Possibilité de problème lié au gel Méthode inadaptée aux terrasses, aux toitures terrasses comportant des locaux techniques (chaufferie, monte-charge...)

Avantages et inconvénients des toitures stockantes (Source Grand Lyon)

DIMENSIONNEMENT

Le dimensionnement de la couche de « stockage » est effectué en fonction de la surface totale (S) du toit à gérer, du volume d'eau à stocker (V) et de la porosité du matériau utilisé (P). Ainsi on détermine l'épaisseur de la couche (E) à mettre en place avec la formule suivante : $E = V / (S \times P)$.

Parallèlement, un dimensionnement structurel doit être réalisé.

Précision - Dans le cas d'une hauteur d'eau à stocker sur le toit de 20 cm, la surcharge induite sur le toit est alors de 20 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.

L'ENTRETIEN

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

Dans le cas des toitures végétalisées, un arrosage peut être prévu, ainsi qu'une taille et une tonte des végétaux présents. Le désherbage des végétaux indésirables doit être effectué, pour chaque type de toiture.

FICHE N°5 – STRUCTURES POREUSES

DESCRIPTION

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.

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.

Principe de fonctionnement :

- Stockage des eaux pluviales dans les matériaux et dans les fondations ;
- Infiltration des eaux pluviales dans le sol, selon son degré de perméabilité ;
- La quantité d'eau pluviale non infiltrée est évacuée en différé.



Places de parking enherbées non étanches (Source Grand Lyon)

MISE EN OEUVRE

Le principe de ces aménagements est de limiter l'imperméabilisation du sol en favorisant l'infiltration. Ainsi cet aménagement présente un intérêt lorsque le sol est relativement perméable.

Comme toutes les techniques basées sur l'infiltration, il est fortement conseillé de réaliser une étude de sol.

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

- Les pavés non poreux (pavage en béton classique), utilisés en surface perméable. 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 développe dans les loges des dalles.



Pavés en béton poreux



Pavage en béton avec ouvertures de drainage



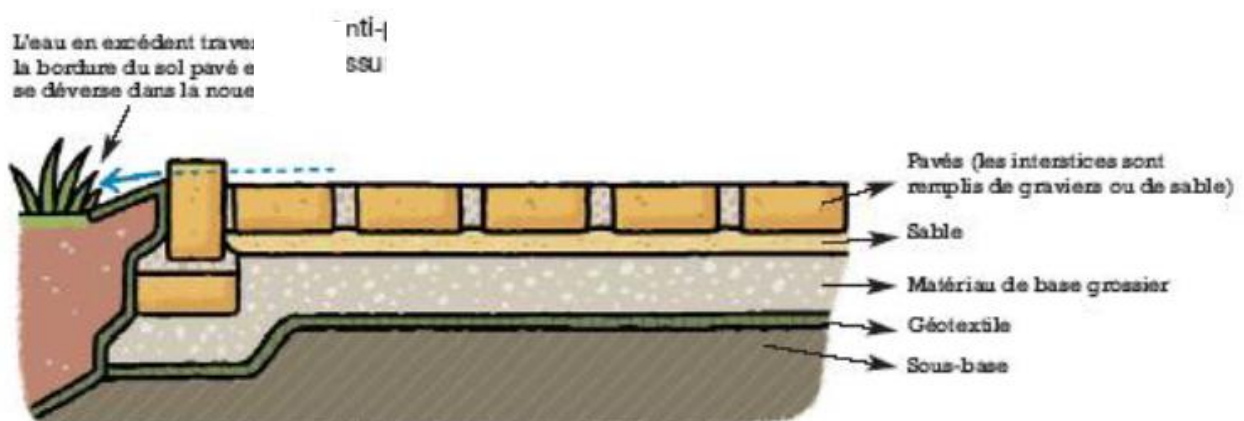
Dalles de gazon

Exemples de matériaux contribuant à rendre la chaussée poreuse

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.



Structure d'une chaussée poreuse

Le choix du type de pavage en béton dépend principalement du lieu d'application. Les différentes couches doivent disposer d'une capacité drainante, mais d'autre part, elles doivent présenter une stabilité suffisante et être suffisamment compactables. Pour ce faire, la quantité de parties fines doit être réduite, et il faut éviter que les granulats d'une couche ne se précipitent dans la couche suivante, d'où la nécessité de placer des géotextiles.

Enfin, il est important de surdimensionner le massif filtrant pour améliorer la portance dans le cas des chaussées circulées. Le surdimensionnement permet une bonne diffusion de la charge et réduit les sollicitations du sol.

AVANTAGES / INCONVENIENTS

Les avantages et les inconvénients de cette technique sont présentés dans le tableau suivant.

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Conception simple Bonne intégration dans le tissu urbain, dans la mesure où il n'y a pas trop de végétaux à proximité de l'ouvrage (risque de colmatage sinon) Contribue à l'alimentation de la nappe	Phénomène de colmatage (réduit si des dalles alvéolaires sont utilisées) Entretien spécifique et régulier indispensable Risque de pollution accidentelle de la nappe : une réalisation rigoureuse est incontournable Désherbage

Avantages et inconvénients des structures poreuses (Source Grand Lyon)

L'ENTRETIEN

Un nettoyage annuel est préconisé, soit par des balayeuses aspiratrices (pour les espaces publics), soit 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.

FICHE N°6 – CHAUSSEE A STRUCTURE RESERVOIR

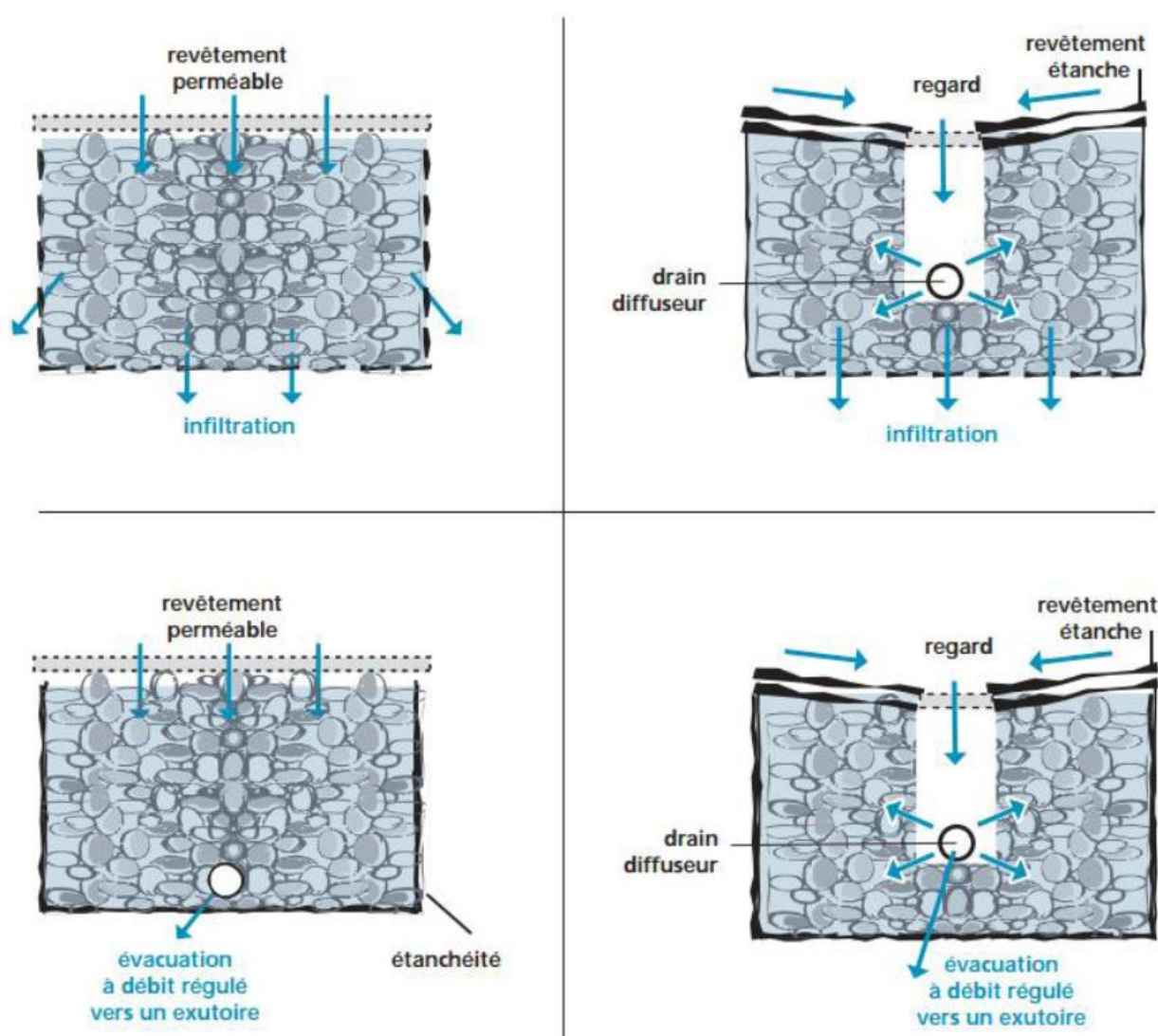
DESCRIPTION

Ce type de technique est adapté à la gestion des eaux pluviales d'un lotissement ou d'une ZAC.

En effet, une structure réservoir peut être mise en place sous des surfaces supportant circulation ou stationnement telles que des chaussées, des voiries, des parkings ou des terrains de sport.

Les chaussées à structure réservoir ont pour but d'écarter les débits de pointe de ruissellement en stockant temporairement la pluie dans le corps de la structure. Elles reprennent uniquement les eaux de pluie.

Si le revêtement de surface est poreux (enrobés drainants, béton poreux ou pavés poreux), les eaux s'infiltrent directement dans la structure. En revanche si le revêtement est étanche, les eaux sont injectées dans la structure par l'intermédiaire d'avaloirs.



Différents types de structures réservoir (Source GRAIE)

Les eaux stockées sont ensuite évacuées soit par infiltration directe dans le sol support, soit par restitution vers un exutoire (par exemple le réseau d'assainissement ou le milieu naturel via un drain).

Le corps de la structure est couramment composé de grave poreuse, sans fine ou bien de matériaux plastique adapté (nid d'abeille, casier réticulés, pneus...).

MISE EN OEUVRE

Les matériaux seront choisis en fonction des différentes couches :

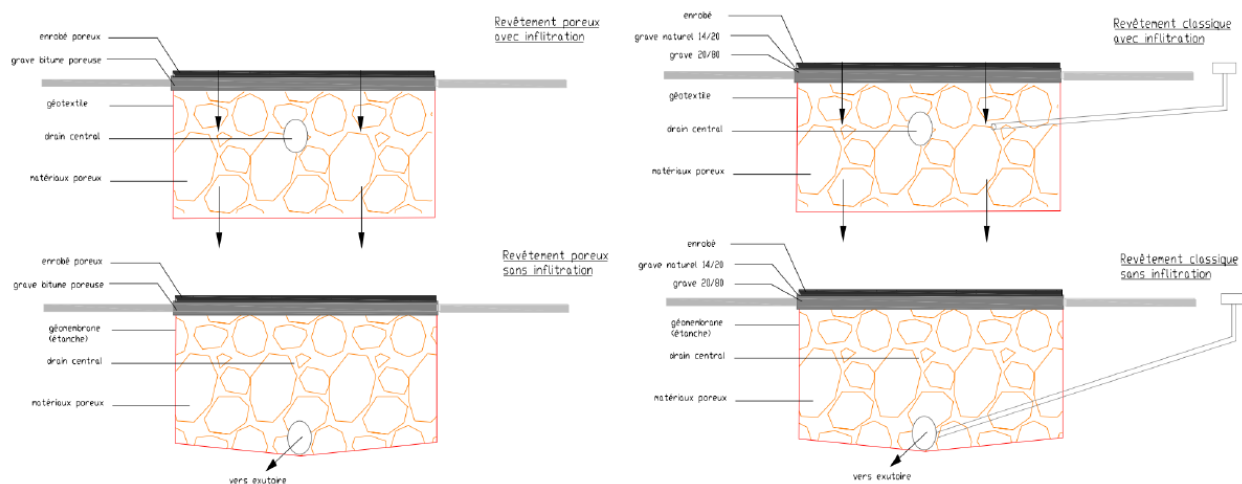
- Couche de surface : dalles et pavés, enrobés drainants, bétons drainants, revêtement étanche,
- Couche de base : matériaux non liés, traités en liant bitumineux, traités au liant hydraulique, des matériaux alvéolaires en plastique ou de récupération.
- Couche de formation et de forme : des matériaux non liés ou alvéolaires en plastique ou de récupération.
- Interfaces : géotextile entre la couche de formation et la couche de forme et entre la couche de forme et le sol support.
- Un drainage interne ventilé favorise la respiration de la structure.

La chaussée à structure réservoir est une technique qui demande à être intégrée très tôt dans l'étude d'aménagement. Une attention particulière devra être apportée aux différents éléments suivants : granulométrie, pose des drains, diamètre des drains adaptés.

Les chaussées à structure réservoir sont sensibles au colmatage, il faut donc éviter tout dépôts de terres ou de sables sur la voirie.

S'il existe des risques d'apport boueux, il est déconseillé de mettre en œuvre une technique de gestion des eaux pluviales par une chaussée à structure réservoir sauf s'il existe un ouvrage sélectif à l'amont.

Tout stockage doit avoir des événements pour l'évacuation de l'air.



Schémas de principes de différentes chaussées à structure réservoir

AVANTAGES / INCONVENIENTS

Les avantages et les inconvénients de cette technique sont présentés dans le tableau suivant.

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Revêtement drainant et revêtement étanche Écrêtements des débits et diminution du risque d'inondation, Aucune emprise foncière supplémentaire, Filtration des polluants, Alimentation de la nappe en cas d'infiltration. Réduction du bruit de roulement Réduction des flaques et projections d'eau	Revêtement drainant et revêtement étanche Structure tributaire de l'encombrement du sous-sol, Sensibilité au gel, inconvénient surmontable techniquement, Coût parfois plus élevé, Risque de pollution de la nappe par infiltration
	Revêtements drainants Les enrobés drainants sont sensibles au colmatage et nécessitent un entretien régulier spécifique. A proscrire dans les giratoires et virages sérés A proscrire si les apports de fines ne peuvent être évités

Avantages et inconvénients des structures poreuses (Source Grand Lyon)

PRINCIPE DE DIMENSIONNEMENT

Le dimensionnement est effectué en fonction des surfaces imperméables à gérer et de la granulométrie des matériaux constituant, en général l'indice de vide recherché de l'ordre de 35% (graviers).

Parallèlement, un dimensionnement mécanique doit compléter les précédents calculs.

L'ENTRETIEN

L'entretien vise à éviter le colmatage et la pollution de la couche de stockage.

Revêtement classique (surface étanche) :

Les structures avec une couche de surface étanche ne posent pas de problèmes particuliers par rapport à une chaussée classique. Le curage des regards et des avaloirs ainsi que le nettoyage des équipements associés (orifices, paniers, dispositifs d'épuration...) doivent être assez fréquents. Le curage des drains doit être effectué régulièrement.

Revêtement poreux :

Afin de limiter le colmatage des surfaces drainantes, l'entretien préventif recommandé est l'hydrocurage / aspiration (lavage à l'eau sous moyenne pression). Le simple balayage classique est à proscrire car il peut provoquer l'enfouissement de détritiques dans l'enrobé. L'entretien curatif intervient lorsque le préventif n'est plus suffisant face au colmatage de la chaussée. On recourt à un procédé combiné de lavage haute pression et aspiration. Cependant, il ne faut pas oublier que les enrobés poreux ont, au moment de leur pose, une perméabilité supérieure à 100 fois les besoins d'infiltration de la pluie.

Dans le cas d'une pollution accidentelle, les polluants pourront être aspirés par les regards pour les chaussées à structure réservoir de rétention.